NOME e COGNOME (stampatello):

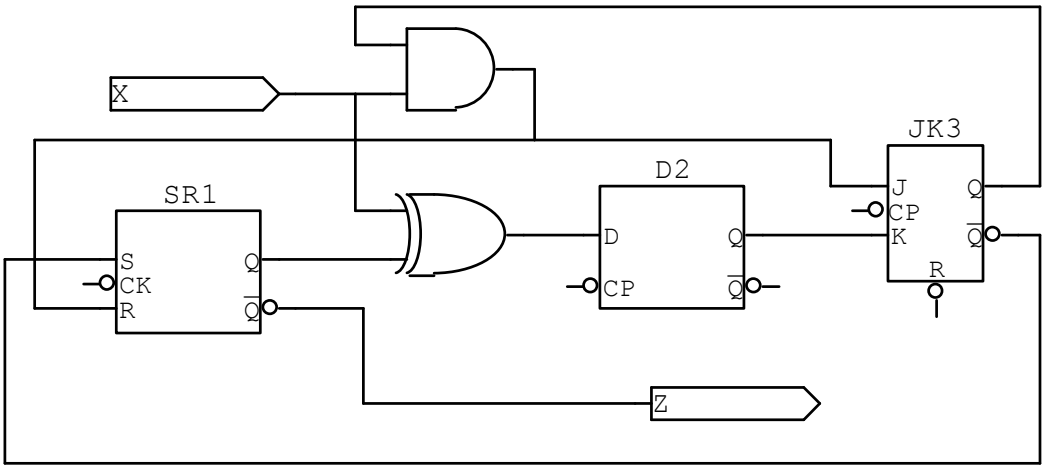
Compito A

Esercizio 1 (8 punti) Minimizzare l'automa in tabella e disegnare l'automa minimo.

	0	1
S1	**S7/01**	**S2/11**
S2	**S2/10**	**S3/11**
S3	**S1/00**	**S2/01**
S4	**S1/00**	**S5/01**
S5	**S6/10**	**S4/11**
S6	**S5/10**	**S7/11**
S7	**S1/00**	**S6/01**

Esercizio 2 (10 punti) Si analizzi il circuito e si determini l'automa della macchina sequenziale corrispondente.

Nota: si ignori l'ingresso R di JK3, (per evitare problemi non abbiamo disegnato il clock)



Esercizio 3 (12 punti)

Un distributore automatico vende bibite al prezzo di 0,25 euro e accetta monete da 0,10 e 0,05 euro.

Il distributore non dà resto ma conserva l'eventuale eccesso per l'utente successivo.

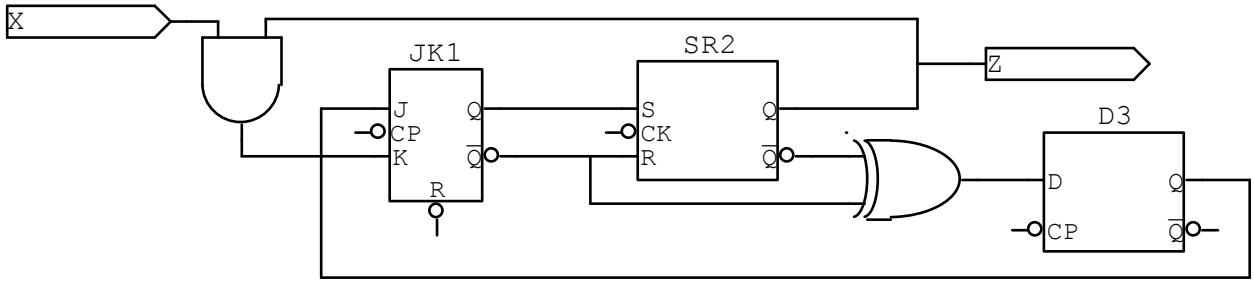
Seguendo il metodo formale di sintesi, progettare il circuito che realizza la funzione f tale che f=1 se è stato raggiunto o superato l'importo richiesto (f corrisponde all'abilitazione a fornire la bibita).

NOME e COGNOME (stampatello):

Compito B

Esercizio 1 (10 punti) Si analizzi il circuito e si determini l'automa della macchina sequenziale corrispondente.

Nota: si ignori l'ingresso R di JK1 (per semplicità non abbiamo disegnato il clock)



Esercizio 2 (12 punti) Si costruisca il circuito sequenziale che dà in uscita il valore z=1 se e solo se gli ultimi 2 bit letti su 2 linee $\mathbf{x_1,x_2}$ (in totale sono 4 bit) contengono un numero totale di valori 1 maggiore di 2.
Alle eventuali transizioni non esistenti associate stati futuri = **don't care**
Per il progetto del circuito si usino flip-flop di tipo JK.
Per la realizzazione della parte combinatoria del circuito potete usare la tecnica che preferite.

Esempio: (sono evidenziati in grassetto i bit che sono responsabili dei valori z=1)

X_1 = 0**1**0**11**001010010010**1**01001010
X_2 = **11**01001001**11**0100**111**010011
Z = 010010000010000011000001

Esercizio 3 (6 punti) Minimizzare l'automa in tabella e disegnare l'automa minimo.

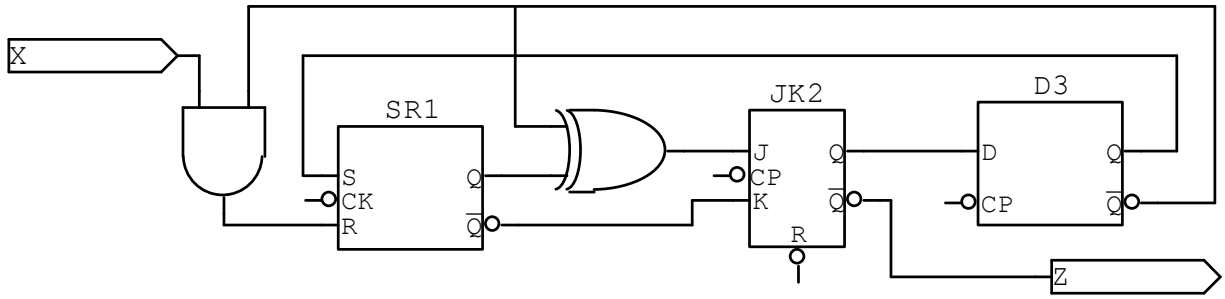
	a	b
Q1	**Q6/10**	**Q2/11**
Q2	**Q3/00**	**Q1/01**
Q3	**Q7/01**	**Q5/11**
Q4	**Q3/00**	**Q5/01**
Q5	**Q5/10**	**Q4/11**
Q6	**Q1/10**	**Q7/11**
Q7	**Q3/00**	**Q6/01**

NOME e COGNOME (stampatello):

Compito C

Esercizio 2 (10 punti) Si analizzi il circuito e si determini l'automa della macchina sequenziale corrispondente.

Nota: si ignori l'ingresso R di JK2 (per semplicità abbiamo omesso il clock)



Esercizio 3 (12 punti) Si costruisca il circuito sequenziale che genera <u>ciclicamente</u> e <u>nell'ordine dato</u> la sequenza delle lettere

"QWERTYUIOP"

in codice ASCII e poi ricomincia. Si generino solo i 4 bit meno significativi di ciascuna lettera.
Alle eventuali transizioni non esistenti associate stati futuri = **don't care**
Per il progetto del circuito usate flip-flop di tipo **D** tranne che per il bit meno significativo, da realizzare con un flip-flop **SR**.
Per la realizzazione della parte combinatoria del circuito potete usare la tecnica che preferite.

NOTA: Parte della tabella dei codici ASCII in esadecimale è la seguente (ad esempio "K"=$4B_{16}$)

	_0	_1	_2	_3	_4	_5	_6	_7	_8	_9	_A	_B	_C	_D	_E	_F
3_	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4_	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5_	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_

Esercizio 4 (8 punti) Minimizzare l'automa in tabella e disegnare l'automa minimo.

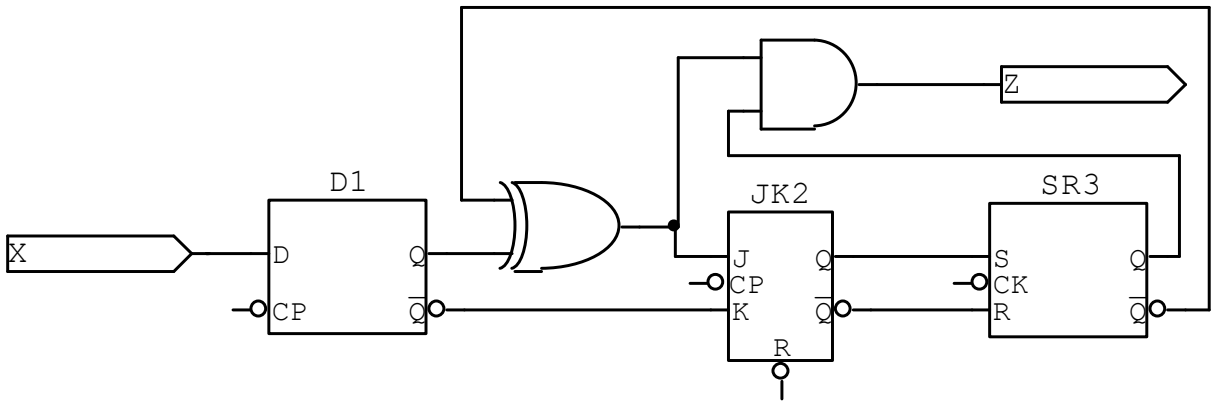
	0	1
S0	**S5/00**	**S1/01**
S1	**S3/10**	**S0/11**
S2	**S5/00**	**S4/01**
S3	**S1/10**	**S6/11**
S4	**S4/10**	**S2/11**
S5	**S6/01**	**S4/11**
S6	**S5/00**	**S3/01**

NOME e COGNOME (stampatello):

Compito D

Esercizio 1 (10 punti) Si analizzi il circuito e si determini l'automa della macchina sequenziale corrispondente.

Nota: si ignori l'ingresso R di JK2 (per semplicità non abbiamo disegnato il clock)



Esercizio 2 (12 punti) Si costruisca il circuito sequenziale che riconosce la presenza di una coppia di simboli uguali consecutivi (anche sovrapposti) in una stringa in cui possono essere presenti i 3 simboli {A,B,C} e che dà in uscita z=1 se la coppia è stata riconosciuta e z=0 altrimenti.

Alle eventuali transizioni non esistenti associate stati futuri = **don't care**

Per il progetto del circuito si usino flip-flop di tipo **SR**.

Per la realizzazione della parte combinatoria del circuito potete usare la tecnica che preferite.

Esempio: (sono evidenziati in grassetto le coppie di simboli uguali)

input: **AA**BCBA**CCCAA**BA**BB**AC**BBB**A

z: 01000001101000100011 0

Esercizio 3 (8 punti) Minimizzare l'automa in tabella e disegnare l'automa minimo.

	a	b
Q0	Q0/10	Q4/11
Q1	Q2/01	Q0/11
Q2	Q1/00	Q3/01
Q3	Q5/10	Q2/11
Q4	Q1/00	Q0/01
Q5	Q3/10	Q6/11
Q6	Q1/00	Q5/01

Soluzioni

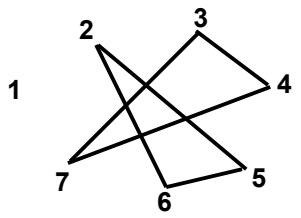
Compito A

Esercizio 1

La tabella triangolare è:

S2	X					
S3	X	X				
S4	X	X	(2,5)			
S5	X	(2,6)(3,4)	X	X		
S6	X	(2,5)(3,7)	X	X	(4,7)	
S7	X	X	(2,6)	(5,6)	X	X
	S1	S2	S3	S4	S5	S6

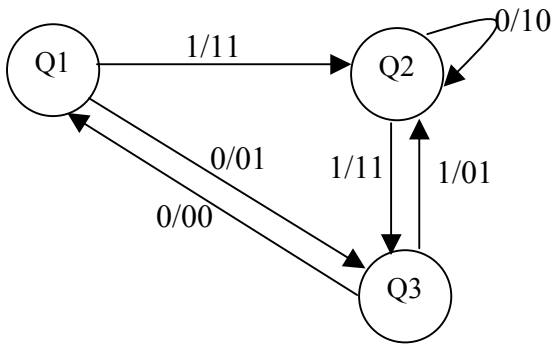
Dopo una seconda analisi della tabella triangolare non si trovano altre coppie di stati non equivalenti; occorre usare il grafo di equivalenza per risolvere i confronti rimasti ottenendo le seguenti equivalenze:



Assegnando i seguenti nuovi nomi di stato:

Q1= S1
Q2={S2, S5, S6}
Q3={S3, S4, S7}

l'automa minimo è:



Esercizio 2

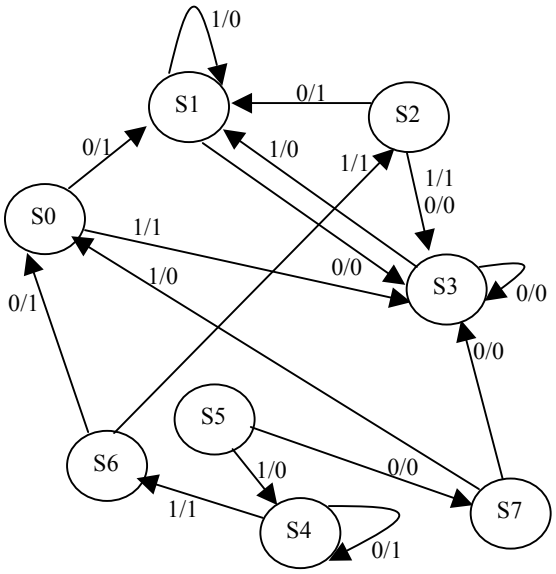
Le espressioni delle funzioni di eccitazione e della funzione di uscita sono (le variabili sottolineate sono complementate):

S1 = $\underline{y3}$
R1 = x y3
D2 = x XOR y1
J3 = x y3
K3 = y2
Z = $\underline{y1}$

La tabella degli stati futuri che ne deriva è la seguente:

x	y3	y2	y1	J3	K3	D2	S1	R1	z	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0

Codifichiamo gli stati usando il valore di y3y2y1 come indice: S0 = 000, S1 = 001, …, S7 = 111.



Esercizio 3

Codifichiamo le due monete nel seguente modo:

0 per 0,05 euro

1 per 0,10 euro

Assegniamo agli stati i seguenti significati:

Q0 stato iniziale

Q1 ricevuto 0,05

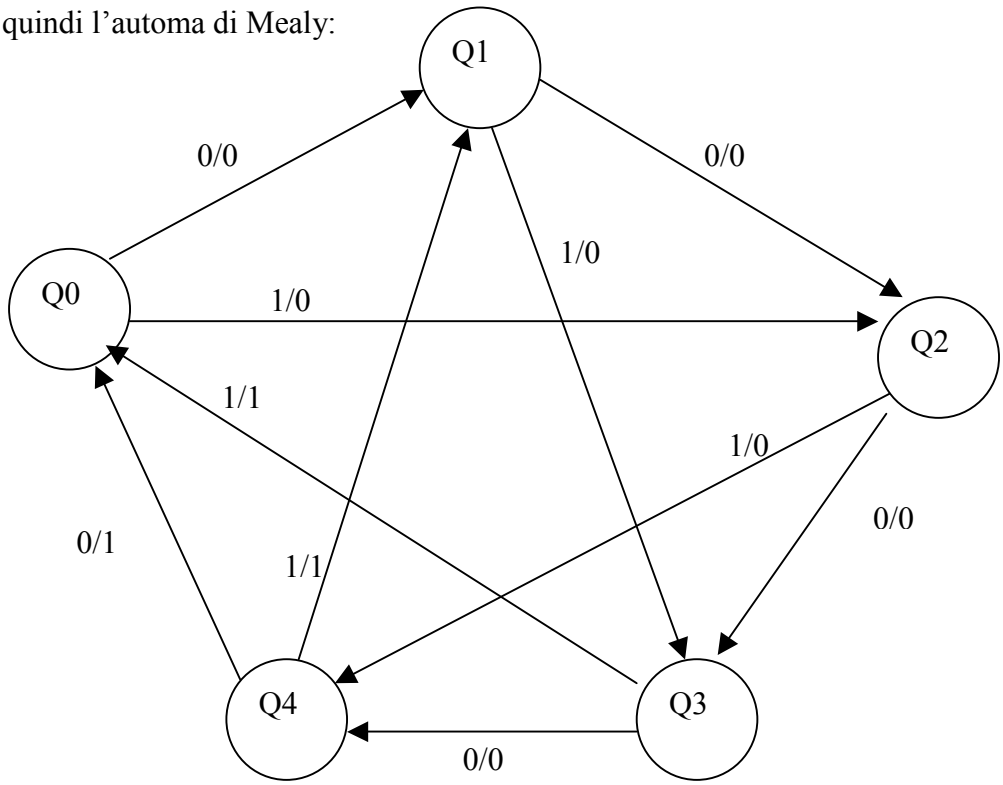
Q2 ricevuto 0,10

Q3 ricevuto 0,15

Q4 ricevuto 0,20

N.B. non serve uno stato con il significato di ricevuto 0,25 perché tale situazione corrisponde a quella dello stato iniziale.

Si ottiene quindi l'automa di Mealy:



Notate che lo stato Q4 corrisponde all'aver ricevuto 20 centesimi, quindi, se si immettono altri 10 centesimi, anzichè tornare nello stato iniziale si transita in una situazione (stato Q1) in cui ci sono già 5 centesimi (per l'utente successivo!!).

Codifichiamo gli stati come: Q0=000, Q1=001, Q2=010, Q3=011 e Q4=100

La tabella degli stati futuri, con le funzioni di eccitazione relative a Flip-Flop di tipo D, è la seguente:

x	y2	y1	y0	Y2	Y1	Y0	f	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x

Le espressioni booleane ricavate dalle Mappe di Karnaugh sono (i letterali complementati sono sottolineati):

\ y1 y0 x y2 \	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	x	x	x
11	1	x	x	x
10	0	0	1	0

f=y2+xy1y0

\ y1 y0 x y2 \	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	x	x	x
11	0	x	x	x
10	0	0	0	1

D2 = $\underline{x}$ y1 y0 + x y1 $\underline{y0}$

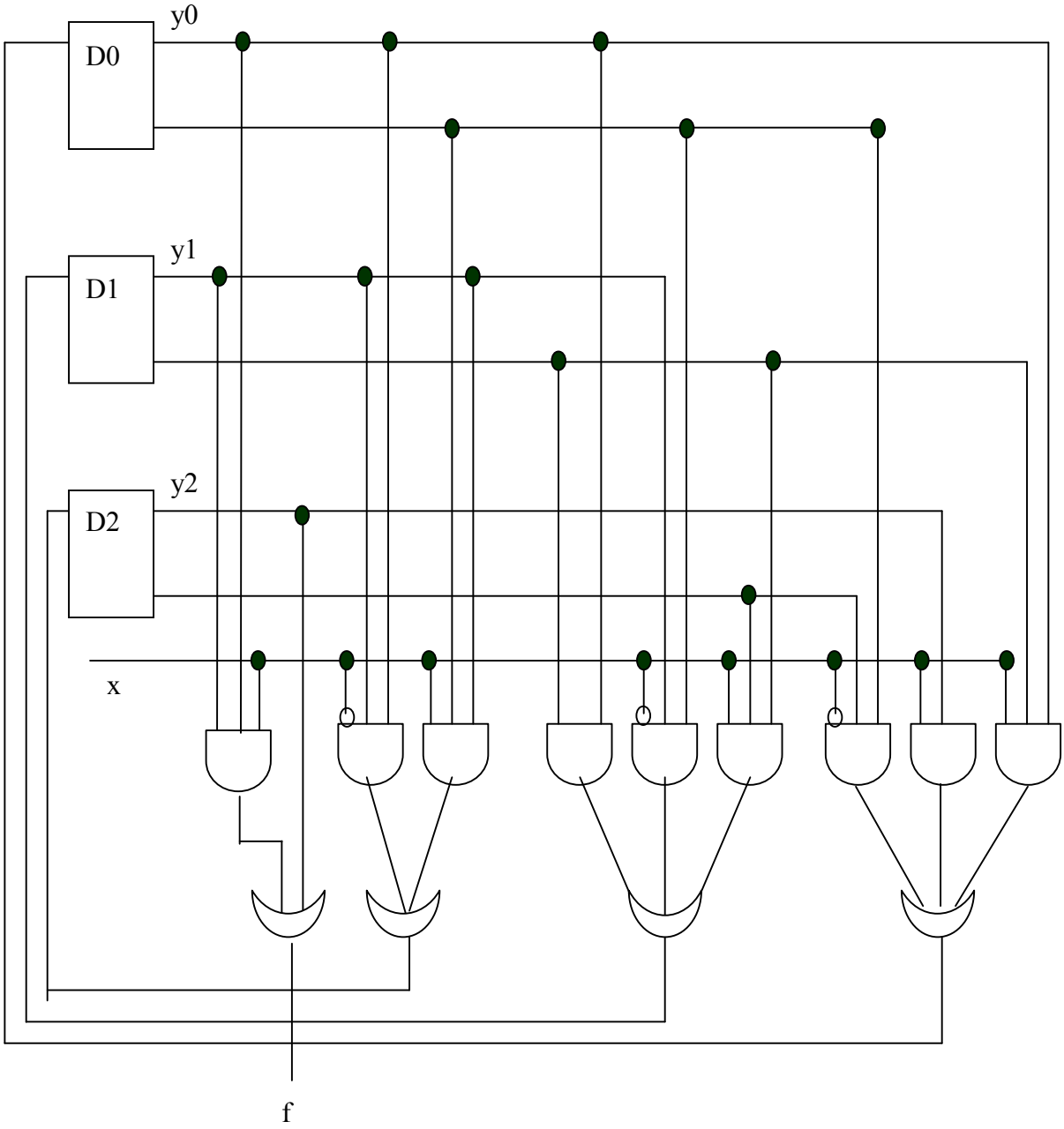
\ y1 y0 x y2 \	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	x	x	x
11	0	x	x	x
10	1	1	0	0

$D1 = \underline{x}\ \underline{y1}\ y0 + \underline{x}\ \ y1\ \underline{y0} + x\ \underline{y2}\ \underline{y1}$

\ y1 y0 x y2 \	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	x	x	x
11	1	x	x	x
10	0	1	0	0

$D0 = \underline{x}\ \underline{y2}\ \underline{y0} + x\ y2 + x\ \underline{y1}\ y0$

Il circuito sequenziale è:



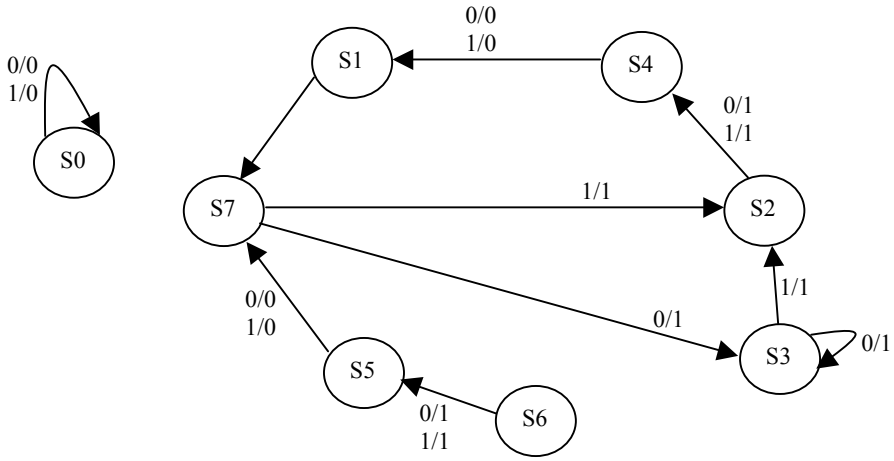
Compito B

Esercizio 1 Le espressioni delle funzioni di eccitazione e della funzione di uscita sono (le variabili sottolineate sono complementate):
J1 = y3
K1 = x y2
S2 = y1
R2 = $\underline{y1}$
D3 = $\underline{y2}$ XOR $\underline{y1}$
z = y2

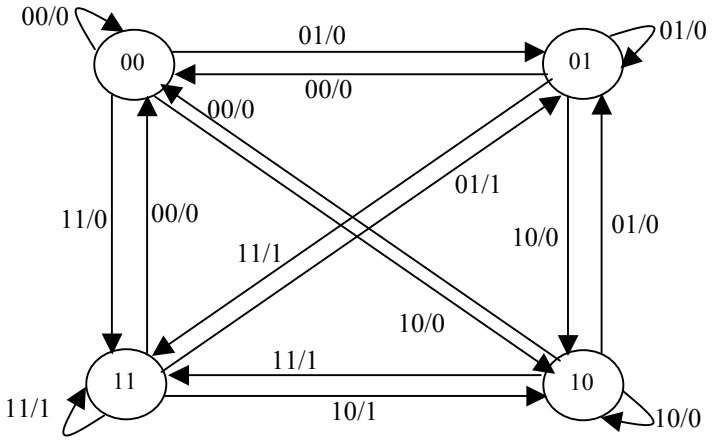
La tabella degli stati futuri che ne deriva è la seguente:

x	y3	y2	y1	D3	S2	R2	J1	K1	z	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0

Codifichiamo gli stati usando il valore di y3y2y1 come indice: S0 = 000, S1 = 001, …, S7 = 111.



Esercizio 2 Costruiamo l'automa assumendo che la codifica degli stati rappresenti la coppia di bit già ricevuta e che le transizioni avvengano in base alla nuova coppia di bit ricevuti nel seguente modo:
- si va nello stato codificato come la coppia di bit ricevuta
- si produce 1 se il numero di bit uguali a 1 presenti complessivamente sulla coppia ricevuta e sulla codifica dello stato in cui ci si trova è maggiore di 2.



Notate che, volendo minimizzare, gli stati "01" e "10" sono indistinguibili, quindi si può semplificare con un automa a 3 stati.

La tabella degli stati futuri (con i 4 stati senza minimizzazione) è:

x1	x0	y1	y0	Y1	Y0	z0	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x
0	0	0	1	0	0	0	0	x	x	1
0	0	1	0	0	0	0	x	1	0	x
0	0	1	1	0	0	0	x	1	x	1
0	1	0	0	0	1	0	0	x	0	x
0	1	0	1	0	1	0	0	x	1	0
0	1	1	0	0	1	0	x	1	1	x
0	1	1	1	0	1	1	x	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	x	0	x
1	0	0	1	1	0	0	1	x	x	1
1	0	1	0	1	0	0	x	0	0	x
1	0	1	1	1	0	1	x	0	x	1
1	1	0	0	1	1	0	1	x	x	x
1	1	0	1	1	1	1	1	x	x	0
1	1	1	0	1	1	1	x	0	x	x
1	1	1	1	1	1	1	x	0	x	0

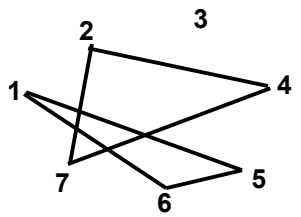
La tecnica più semplice per realizzare la parte combinatoria è tramite una ROM. Volendo usare PLA o porte logiche bisogna minimizzare le espressioni delle funzioni di eccitazione dei FF e delle uscite.

Esercizio 3

La tabella triangolare è:

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

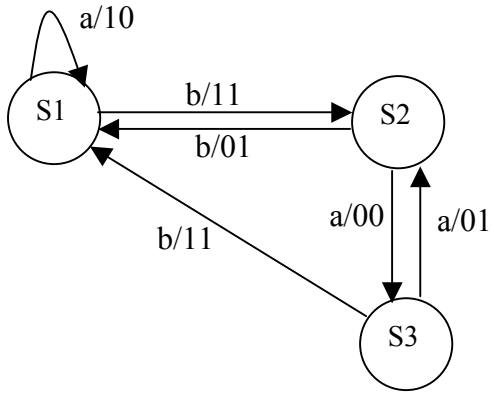
Dopo una seconda analisi della tabella triangolare non si trovano altre coppie di stati non equivalenti; occorre usare il grafo di equivalenza per risolvere i confronti rimasti ottenendo le seguenti equivalenze:



Assegnando i seguenti nuovi nomi di stato:

S1={Q1, Q5, Q6}
S2={Q2, Q4, Q7}
S3=Q3

L'automa minimo è:



Compito C

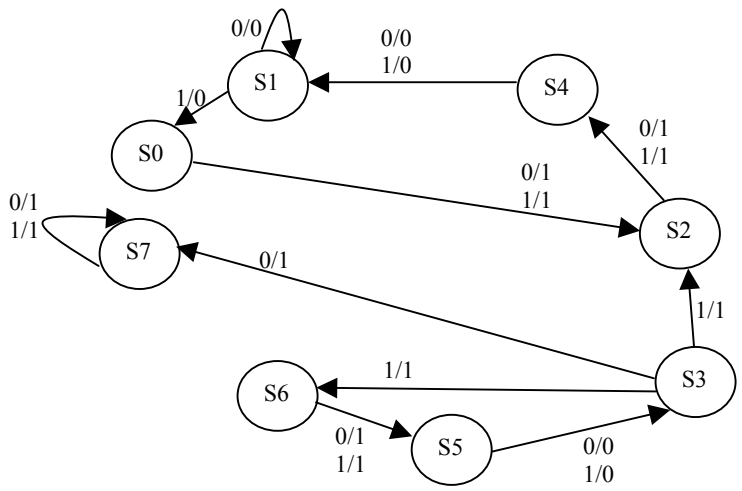
Esercizio 2

Le espressioni delle funzioni di eccitazione e della funzione di uscita sono (le variabili sottolineate sono complementate):
D3 = y2
J2 = $\underline{y3}$ XOR y1
K2 = $\underline{y1}$
S1 = y3
R1 = x $\underline{y3}$
Z = $\underline{y2}$

La tabella degli stati futuri che ne deriva è la seguente:

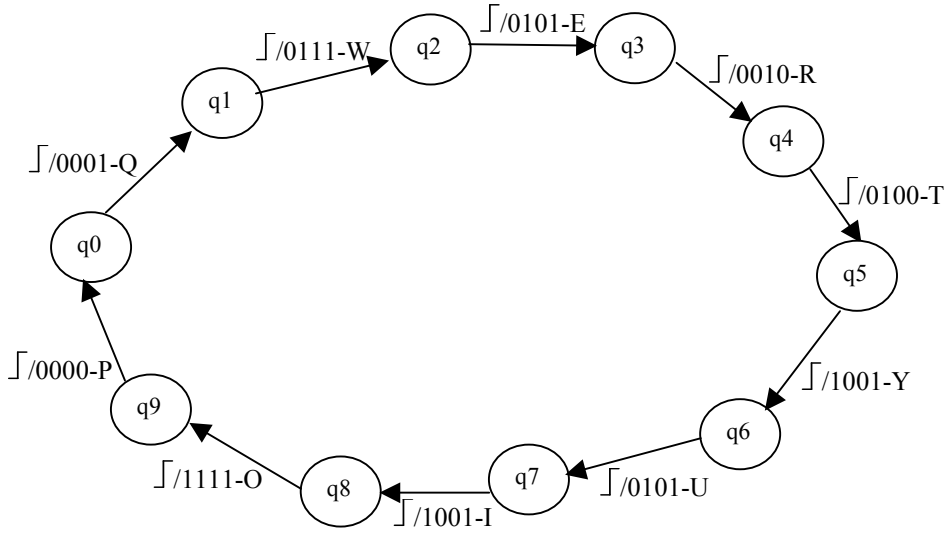
x	y3	y2	y1	D3	J2	K2	S1	R1	z	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1

Codifichiamo gli stati usando il valore di y3y2y1 come indice: S0 = 000, S1 = 001, …, S7 = 111.



Esercizio 3

L'automa modella un generatore di sequenza. Assumiamo che le transizioni dell'automa avvengano rispetto al fronte d'onda positivo dell'impulso di clock, le uscite rappresentano i quattro bit meno significativi della codifica ASCII dei caratteri della sequenza.
L'automa è:



Codifichiamo gli stati nel modo ovvio con i bit y3, y2, y1, y0:
q0=0000
q1=0001
.
.
q8=1000
q9=1001

La codifica delle uscite deve essere data in codice di Gray.

La tabella degli stati futuri è quindi:

y3	y2	y1	y0	Y3	Y2	Y1	Y0	z3	z2	z1	z0	D3	D2	D1	S0	R0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

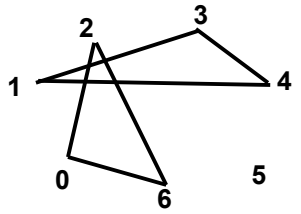
La tecnica più semplice per realizzare la parte combinatoria è tramite una ROM. Volendo usare PLA o porte logiche bisogna minimizzare le espressioni delle funzioni di eccitazione dei FF e delle uscite.

Esercizio 4

La tabella triangolare è:

S1	X					
S2	(1,4)	X				
S3	X	(1,3)(0,6)	X			
S4	X	(3,4)(0,2)	X	(1,4)(2,6)		
S5	X	X	X	X	X	
S6	(1,3)	X	(3,4)	X	X	X
	S0	S1	S2	S3	S4	S5

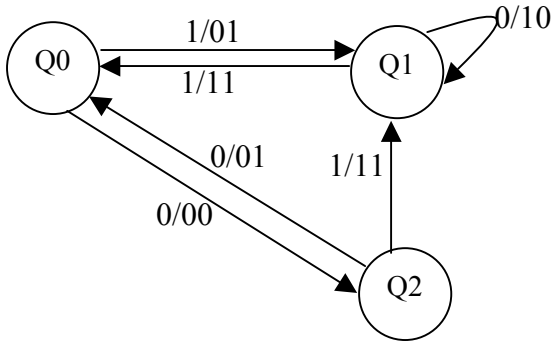
Dopo una seconda analisi della tabella triangolare non si trovano altre coppie di stati non equivalenti; occorre usare il grafo di equivalenza per risolvere i confronti rimasti ottenendo le seguenti equivalenze:



Assegnando i seguenti nuovi nomi di stato:

Q0={S0, S2, S6}
Q1={S1, S3, S4}
Q2=S5

L'automa minimo è:



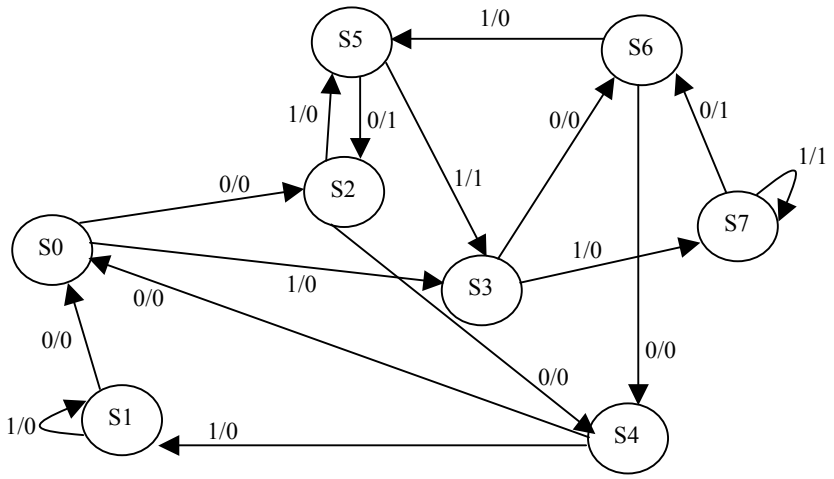
Compito D

Esercizio 1 Le espressioni delle funzioni di eccitazione e della funzione di uscita sono (le variabili sottolineate sono complementate):
S3 = y2
R3 = $\underline{y2}$
J2 = $\underline{y3}$ XOR y1
K2 = $\underline{y1}$
D1 = x
Z = y3 ($\underline{y3}$ XOR y1)

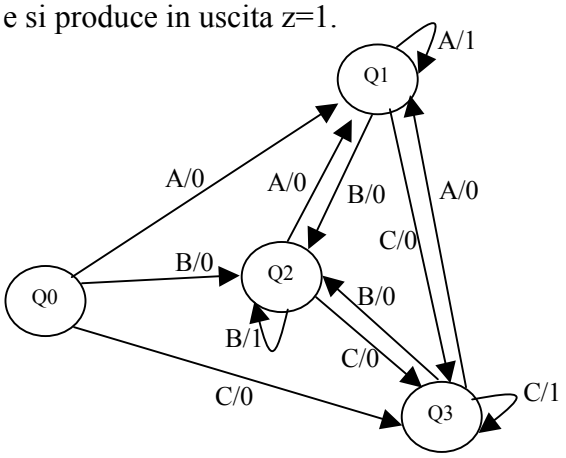
La tabella degli stati futuri che ne deriva è la seguente:

x	y3	y2	y1	S3	R3	J2	K2	D1	z	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1

Codifichiamo gli stati usando il valore di y3y2y1 come indice: S0 = 000, S1 = 001, …, S7 = 111.



Esercizio 2 L'automa si costruisce nel seguente modo:
Q0 stato iniziale
Q1 ricevuto il simbolo A
Q2 ricevuto il simbolo B
Q3 ricevuto il simbolo C
stando in uno degli stati Q1, Q2, Q3, quando si riceve il secondo simbolo che forma la coppia, si rimane nello stato e si produce in uscita z=1.



Codifichiamo gli stati con i bit y1 y0 come:
Q0 = 00
Q1 = 01
Q2 = 10
Q3 = 11

Codifichiamo i simboli di ingresso con i bit x1 x0 come:
A = 00
B = 01
C = 10

Si ottiene la seguente tabella degli stati futuri:

x1	x0	y1	y0	Y1	Y0	z	S1	R1	S0	R0
0	0	0	0	0	1	0	0	x	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	x	x	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	1	x	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	x
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	x	0	0	x
0	1	1	1	1	0	0	x	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	1	0	1	0	x	0
1	0	1	0	1	1	0	x	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1	x	0	x	0
1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x

Usando le mappe di Karnaugh si ottengono le:
S1 = x1 x0 x0 $\underline{y1}$ + x1 $\underline{y1}$
R1 = x1 x0
S0 = $\underline{x0}$
R0 = x0
z = x0 y1 $\underline{y0}$ + x1 y1 y0

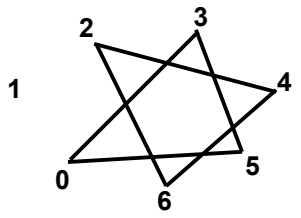
Il modo più semplice per realizzare la parte combinatoria è tramite una ROM.

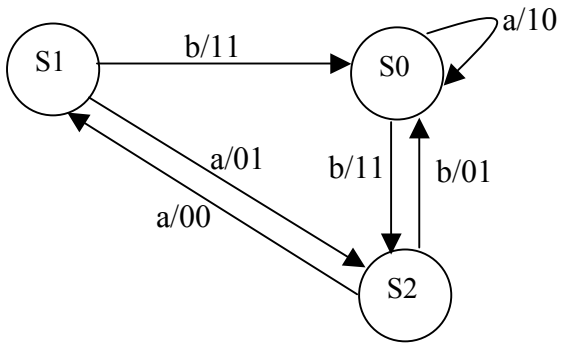
Esercizio 3

La tabella triangolare è:

Q1	X					
Q2	X	X				
Q3	(0,5)(2,4)	X	X			
Q4	X	X	(0,3)	X		
Q5	(0,3)(4,6)	X	X	((2,6)	X	
Q6	X	X	(3,5)	X	(0,5)	X
	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Dopo una seconda analisi della tabella triangolare non si trovano altre coppie di stati non equivalenti; occorre usare il grafo di equivalenza per risolvere i confronti rimasti ottenendo le seguenti equivalenze:



Assegnando i seguenti nuovi nomi di stato:
S0={Q0, Q3, Q5}
S1= Q1
S2={Q2, Q4, Q6}

L'automa minimo è: