



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

8bis. ESERCIZI d'esame

Rappresentazione dell'Informazione e Reti Logiche

Architettura dei calcolatori [MN1-1143]

Corso di Laurea in INFORMATICA
(D.M.270/04) [16-215]
Anno accademico 2022/2023

Prof. Alessandro Capotondi
a.capotondi@unimore.it

È vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.

È inoltre vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzata espressamente dall'autore o dall'Università di Modena e Reggio Emilia.

Prova scritta – 26 giugno 2020

[1] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(-0,5)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 1 01111110 000000000000000000000000
- b) 1 11111111 100000000000000000000000
- c) 1 10000000 100000000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 26 giugno 2020

[1] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(-0,5)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 1 01111110 000000000000000000000000
- b) 1 11111111 100000000000000000000000
- c) 1 10000000 100000000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

$$-0,5_{(10)} = \frac{1}{2} = -2^{-1} = -0,1_{(2)} = -1,0 \times 2^{-1}_{(2)}$$

Ricordando di sommare il BIAS 127 all'esponente

$$-1+127 = 126$$

otteniamo, in notazione binaria (single precision)

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																							
1bit									8																		bits										23										bits						

Prova scritta – 26 giugno 2020

[2] Il numero 0xDEADBEEF

- a) Equivale al numero binario 1101 1110 1010 1101 1011 1110 1110 1111
- b) Equivale al numero BCD 33 653 337 357
- c) Equivale al numero ottale 33 653 337 357
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 26 giugno 2020

[2] Il numero 0xDEADBEEF

- a) **Equivale al numero binario 1101 1110 1010 1101 1011 1110 1110 1111**
- b) Equivale al numero BCD 33 653 337 357
- c) **Equivale al numero ottale 33 653 337 357**
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 26 giugno 2020

[3] (7 pt) Si progetti un automa a stati finiti capace di mandare ad 1 il segnale di uscita Z tutte le volte che viene rilevata la stringa 0010 in una sequenza di bit sull'ingresso X (1 bit della sequenza per ciclo di clock). L'automa rileva ogni occorrenza della stringa target, anche quelle innestate (cioè per cui alcune cifre sono condivise tra istanze successive), per esempio:

X	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Z	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Si scelga l'automa più adatto tra Mealy e Moore, si disegni il diagramma delle transizioni (2pt) e tramite metodologia di Karnaugh si minimizzino le reti di stato futuro e di uscita (3pt). Si disegni la rete logica finale (2pt).

Prova scritta – 26 giugno 2020

[3] (7 pt) SOLUZIONE

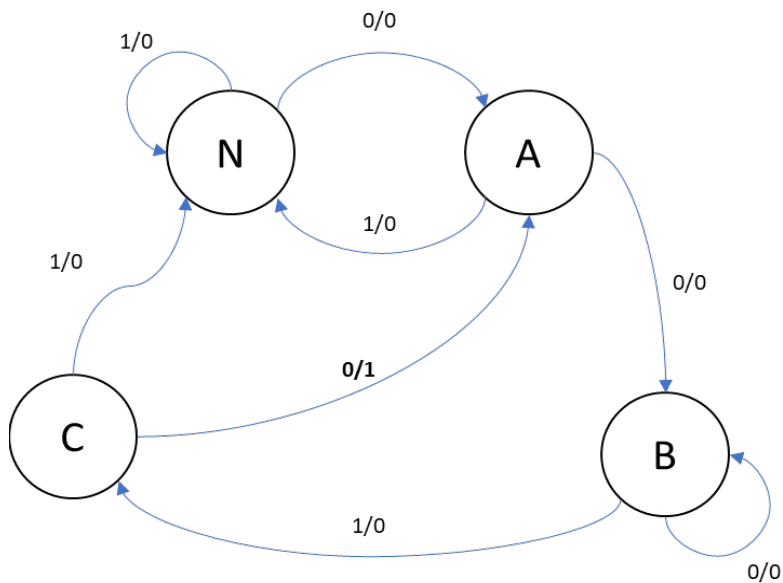
Prima cosa da fare è determinare numero e significato degli stati. In questo caso è più conveniente un automa di Mealy, perché mi consente di specificare il valore alto dell'uscita direttamente sugli archi del grafo, senza bisogno di avere stati dedicati per mandare alta l'uscita

Nome stato	Significato	Codifica binaria
N	Stato di reset. Non ho ancora riconosciuto niente.	00
A	Ho riconosciuto il primo "0"	01
B	Ho riconosciuto "00"	11
C	Ho riconosciuto "001"	10

Prova scritta – 26 giugno 2020

[3] (7 pt) SOLUZIONE

DIAGRAMMA DI TRANSIZIONE E TABELLA DI VERITA'



s	s1s0	X	S	S1S0	Z
N	00	0	A	01	0
	00	1	N	00	0
A	01	0	B	11	0
	01	1	N	00	0
B	11	0	B	11	0
	11	1	C	10	0
C	10	0	A	01	1
	10	1	N	00	0

Prova scritta – 26 giugno 2020

[3] (7 pt) SOLUZIONE

SINTESI CON MAPPE DI KARNAUGH

$x \backslash s_1 s_0$		0	1
00	0	0	
01	1	0	
11	1	1	
10	0	0	

$$S_1 = s_0 X' + s_1 s_0$$

$x \backslash s_1 s_0$		0	1
00	1	0	
01	1	0	
11	1	0	
10	1	0	

$$S_0 = X'$$

$$Z = s_1 s_0' X'$$

Prova scritta – 10 luglio 2020

[4] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(10,25)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 0 10000010 010010000000000000000000
- b) 0 00000011 010010000000000000000000
- c) 0 10000000 101001000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 10 luglio 2020

[4] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(10,25)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 0 10000010 010010000000000000000000
- b) 0 00000011 010010000000000000000000
- c) 0 10000000 101001000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

$$10,25_{(10)} = 8 + 2 + \frac{1}{4} = 2^3 + 2^1 + 2^{-2} = 1010,01_{(2)} = 1,01001 \times 2^3_{(2)}$$

Ricordando di sommare il BIAS 127 all'esponente

$$3 + 127 = 130$$

otteniamo, in notazione binaria (single precision)

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1bit		8 bits								23 bits																						

Prova scritta – 10 luglio 2020

[5] Il numero 0x40400000

- a) Se interpretato come numero BCD non rappresenta una codifica valida
- b) Se interpretato come numero intero signed vale $(2^{30}+2^{22})_{10}$
- c) Se interpretato come numero intero unsigned vale $(10\ 020\ 000)_8$
- d) Se interpretato come numero floating point IEEE 754 vale $(3.0)_{10}$

Prova scritta – 10 luglio 2020

[5] Il numero 0x40400000

- a) Se interpretato come numero BCD non rappresenta una codifica valida
- b) Se interpretato come numero intero signed vale $(2^{30}+2^{22})_{10}$
- c) Se interpretato come numero intero unsigned vale $(10\ 020\ 000)_8$
- d) Se interpretato come numero floating point IEEE 754 vale $(3.0)_{10}$

Prova scritta – 10 luglio 2020

[6] Data la seguente espressione booleana:

$$Z = x_3x_1'x_0' + x_3x_2x_1' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_2x_0 + x_3'x_1$$

Dire quali affermazioni sono vere.

- a) Ha forma minima SP pari a $Z = x_3'x_1$
- b) La forma minima SP ha quattro implicant
- c) La forma minima SP nella mappa di Karnaugh contiene solo implicant essenziali
- d) La forma minima PS contiene meno implicant degli implicant della forma minima SP

Prova scritta – 10 luglio 2020

[6] Data la seguente espressione booleana:

$$Z = x_3x_1'x_0' + x_3x_2x_1' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_2x_0 + x_3'x_1$$

Dire quali affermazioni sono vere.

- a) Ha forma minima SP pari a $Z = x_3'x_1$
- b) La forma minima SP ha quattro implicant
- c) La forma minima SP nella mappa di Karnaugh contiene solo implicant essenziali
- d) La forma minima PS contiene meno implicant degli implicant della forma minima SP

Prova scritta – 10 luglio 2020

[7] (5 pt) Una FSM ha un segnale di ingresso X e un segnale di uscita Z entrambi a un bit, e codifica lo stato interno con due flip flop D (stato presente: $s1s0$; stato futuro: $S1S0$). Date le seguenti espressioni minime per i segnali di stato futuro e di uscita:

$$S1 = s0X' + s1s0$$

$$S0 = X'$$

$$Z = s1s0'X'$$

Si ricavi la tabella di verità **[2 pt]** e il diagramma di transizione degli stati **[2 pt]**. Si dica se si tratta di un automa di Mealy o di Moore, e che funzione svolge la FSM **[1 pt]**.

Prova scritta – 10 luglio 2020

[7] (5 pt) SOLUZIONE

Si può usare una Mappa di Karnaugh per visualizzare tutti i mintermini, che poi possono essere inseriti nelle righe della tabella di verità. Per Z c'è un solo mintermine (non serve la mappa).

$\begin{array}{c} x \\ s_1 s_0 \end{array}$		0	1
00		0	0
01		1	0
11		1	1
10		0	0

$$S_1 = s_0 X' + s_1 s_0$$

$\begin{array}{c} x \\ s_1 s_0 \end{array}$		0	1
00		1	0
01		1	0
11		1	0
10		1	0

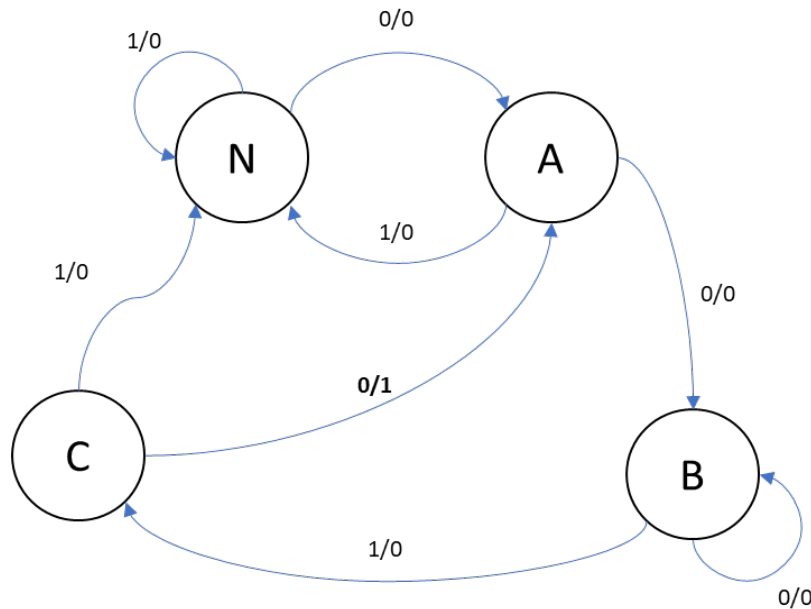
$$S_0 = X'$$

$$Z = s_1 s_0' X'$$

Prova scritta – 10 luglio 2020

[7] (5 pt) SOLUZIONE

DIAGRAMMA DEGLI STATI E TABELLA DI VERITA'



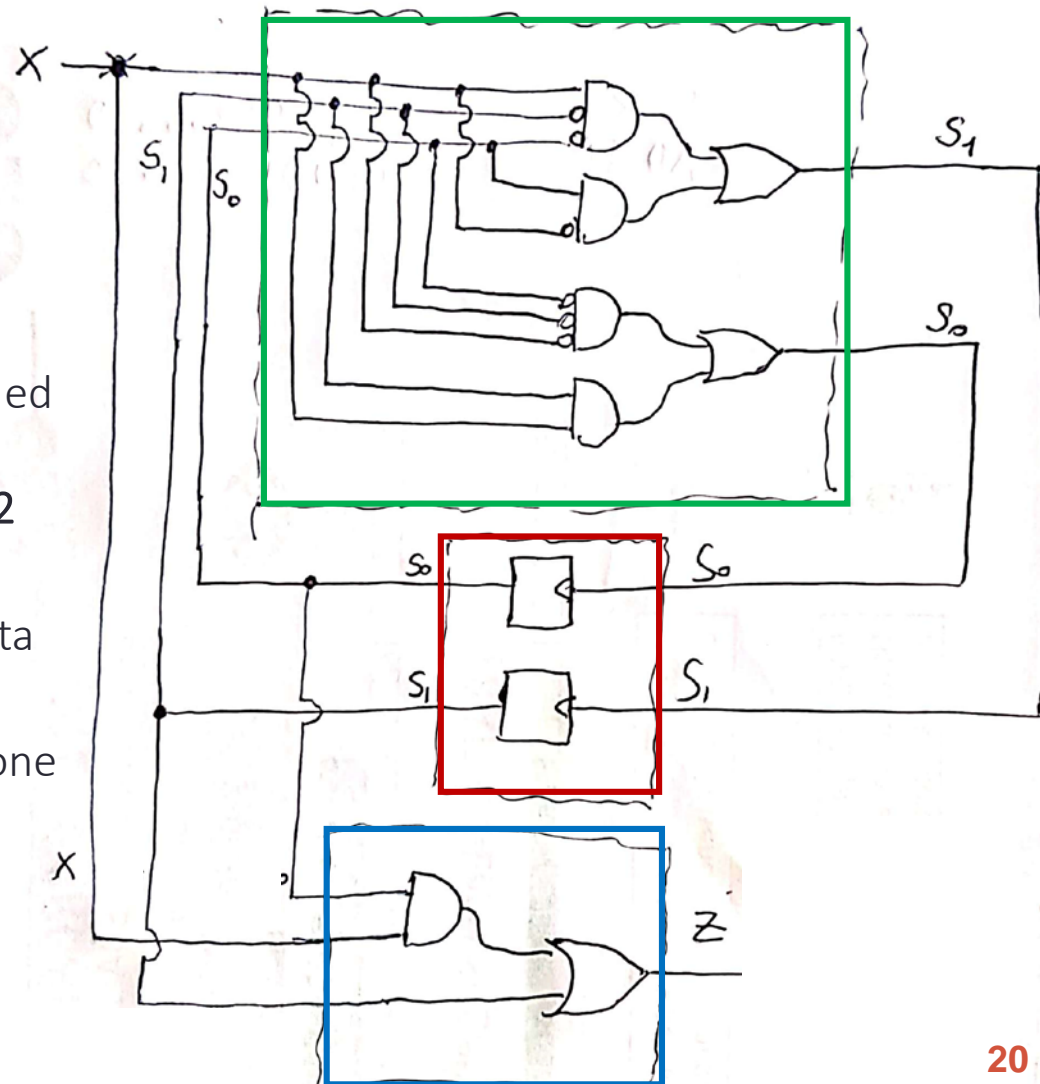
s	s1s0	X	S	S1S0	Z
N	00	0	A	01	0
	00	1	N	00	0
A	01	0	B	11	0
	01	1	N	00	0
B	11	0	B	11	0
	11	1	C	10	0
C	10	0	A	01	1
	10	1	N	00	0

La FSM è un automa di Mealy, visto che l'uscita varia in corrispondenza degli archi del suo diagramma di stato. È un riconoscitore della stringa 0010.

Prova scritta – 24 luglio 2020

[8] (5 pt) Si consideri la seguente rete sequenziale:

- a) Si dica se si tratta di un automa di Mealy o di Moore [1 pt]
- b) Si analizzino i circuiti di uscita e di stato futuro, e si determinino le espressioni logiche relative a Z , S_1 ed S_0 in funzione dei bit di stato presente (s_1, s_0) e di ingresso (X) [2 pt]
- c) Si ricavi la tabella di verità completa [2 pt]
- d) Si disegni il diagramma di transizione degli stati [2 pt]



Prova scritta – 24 luglio 2020

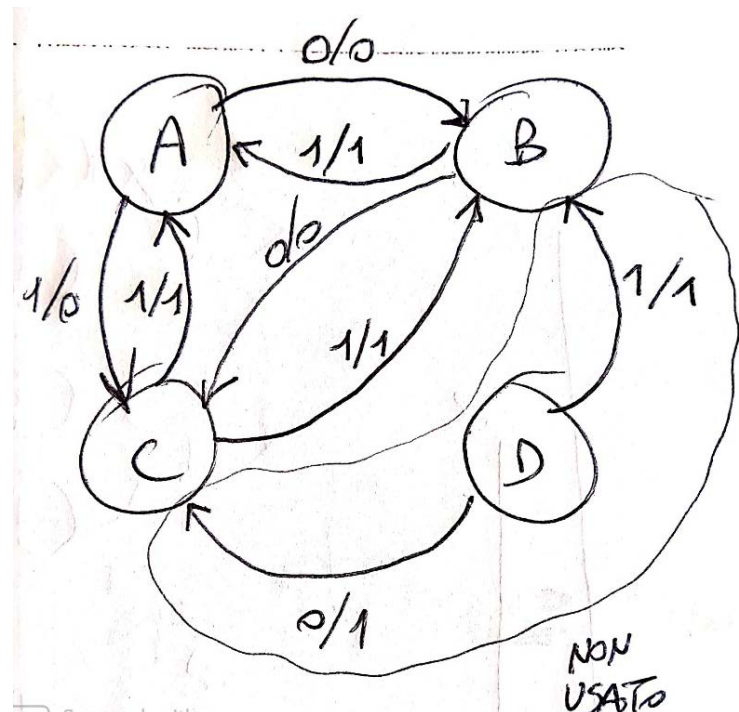
[8] (5 pt) SOLUZIONE

a. La rete delle uscite usa anche il bit di ingresso, quindi è un automa di Mealy

b. $Z = s1 + s0X$; $S1 = s0X' + s0's1'X$; $S0 = s1X + s0's1'X'$

d. Dalla tabella di verità si può notare che lo stato D non è mai raggiunto.

s	s1s0	X	S	S1S0	Z
A	00	0	B	01	0
	00	1	C	10	0
B	01	0	C	10	0
	01	1	A	00	1
C	11	0	A	00	1
	11	1	B	01	1
D	10	0	C	10	1
	10	1	B	01	1



Prova scritta – 22 gennaio 2021

[9] Il numero 0x000B AD00

- a) Non è rappresentabile in forma BCD
- b) In ottale vale 2726400
- c) Se interpretato come istruzione RISC-V ha il campo opcode nullo
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 22 gennaio 2021

[9] Il numero 0x000B AD00

- a) Non è rappresentabile in forma BCD
- b) In ottale vale 2726400
- c) Se interpretato come istruzione RISC-V ha il campo opcode nullo
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 22 gennaio 2021

[10] Data la seguente espressione booleana:

$$Z = x_3x_1'x_0' + x_3x_2x_1' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_2x_0 + x_3'x_1$$

Dire quali affermazioni sono vere.

- a) Ha forma minima SP pari a $Z = x_3x_1'x_0' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_1$
- b) Ha forma minima PS pari a $Z = (x_0+x_1+x_3)(x_0'+x_1+x_2)(x_1'+x_3')$
- c) La forma minima SP nella mappa di Karnaugh contiene solo implicant essenziali
- d) La forma minima PS contiene tanti implicati quanti gli implicant della forma minima SP

Prova scritta – 22 gennaio 2021

[10] Data la seguente espressione booleana:

$$Z = x_3x_1'x_0' + x_3x_2x_1' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_2x_0 + x_3'x_1$$

Dire quali affermazioni sono vere.

- a) Ha forma minima SP pari a $Z = x_3x_1'x_0' + x_2x_1'x_0 + x_3'x_1$
- b) Ha forma minima PS pari a $Z = (x_0+x_1+x_3)(x_0'+x_1+x_2)(x_1'+x_3')$
- c) La forma minima SP nella mappa di Karnaugh contiene solo implicant essenziali
- d) La forma minima PS contiene tanti implicant quanti gli implicant della forma minima SP

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[11] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(23,75)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 0 10000010 011111000000000000000000
- b) 0 00000011 010010000000000000000000
- c) 0 10000011 011111000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[11] (2, -.5) Nel formato IEEE 754, il numero $(23,75)_{10}$ in singola precisione si rappresenta come:

- a) 0 10000010 011111000000000000000000
- b) 0 00000011 010010000000000000000000
- c) 0 10000011 011111000000000000000000
- d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[12] La parola 0x4000 0033

- a) Se interpretata come formato BCD non rappresenta una codifica valida
- b) Se interpretata come numero è equivalente a $(2^{30}+2^5+2^4+2^1+2^0)_{10}$
- c) Se interpretata come numero è equivalente a $(10\ 000\ 000\ 063)_8$
- d) Se interpretata come istruzione RISC-V può rappresentare una SUB

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[12] La parola 0x4000 0033

- a) Se interpretata come formato BCD non rappresenta una codifica valida
- b) Se interpretata come numero è equivalente a $(2^{30}+2^5+2^4+2^1+2^0)_{10}$
- c) Se interpretata come numero è equivalente a $(10\ 000\ 000\ 063)_8$
- d) Se interpretata come istruzione RISC-V può rappresentare una SUB

0100	0000	0000	0000	0000	0000	0011	0011
01	000	000	000	000	000	000	110 011
1	0	0	0	0	0	0	0 6 3

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[13] (6 pt) SETA SpA sta riprogettando le macchine per l'erogazione dei titoli di viaggio a bordo della sua flotta di autobus. Il nuovo prezzo del biglietto orario è 1,50€, e la macchina deve accettare monete da 50 centesimi, 1 euro e 2 euro. La macchina nuova, come già quelle attuali, non sarà in grado di erogare il resto, ma terrà memoria dell'eventuale credito residuo per un utilizzo successivo. A differenza delle macchine attuali, se verrà raggiunto un importo pari al doppio del costo del titolo di viaggio verranno erogati due biglietti.

- Si richiede di progettare la macchina a stati per la macchina di SETA, scegliendo opportunamente tra un automa di Mealy o di Moore al fine di minimizzare il numero di stati necessari (suggerimento: sono sufficienti tre stati). Specificamente:
 1. Pianificare il numero di stati, gli ingressi e le uscite. Darne una spiegazione testuale e la codifica binaria. **[1 pt]**
 2. Specificare se si è scelta una macchina di Mealy o di Moore e disegnare il diagramma di transizione degli stati. **[1 pt]**
 3. Scrivere la tabella di verità. **[2 pt]**
 4. Trovare le forme SP o PS minime tramite mappe di Karnaugh. **[1 pt]**
 5. Disegnare il circuito finale. **[1 pt]**

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[13] (6 pt) SOLUZIONE

[1] Per codificare gli stati, gli ingressi e le uscite servono due bit

s0s1	significato
00 (A)	Credito 0 €
01 (B)	Credito 0,50 €
10	<i>inutilizzato</i>
11 (C)	Credito 1 €

STATO

x0x1	significato
00	0,50 €
01	1 €
10	<i>inutilizzato</i>
11	2 €

INGRESSI

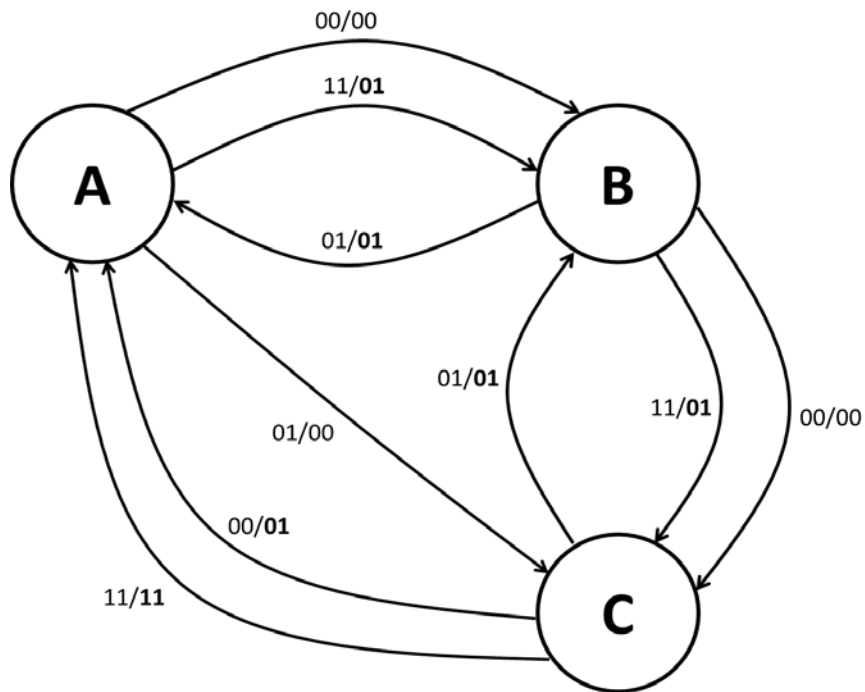
z0z1	significato
00	No erogazione
01	Eroga 1 biglietto
10	<i>inutilizzato</i>
11	Eroga 2 biglietti

USCITE

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[13] (6 pt) SOLUZIONE

[2] Con una macchina di Mealy si minimizza il numero di stati



Prova scritta – 19 febbraio 2021

[13] (6 pt) SOLUZIONE

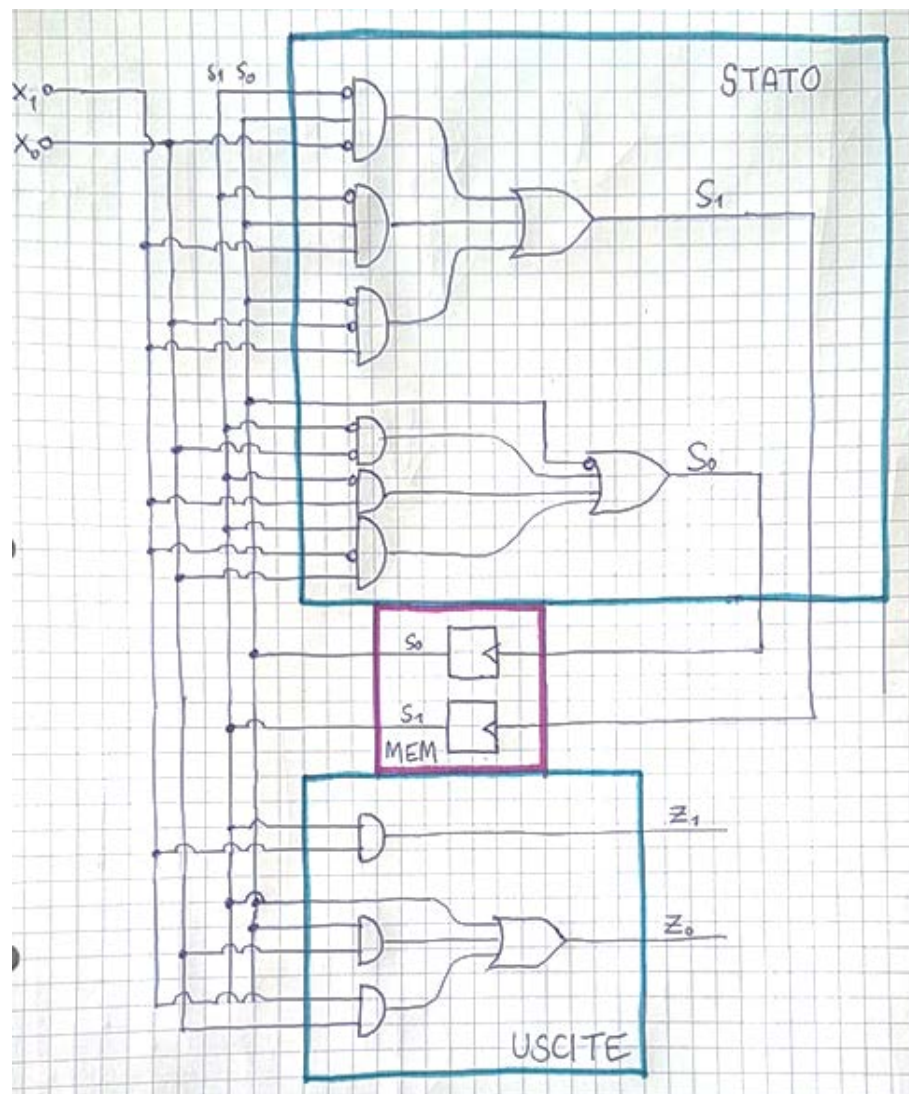
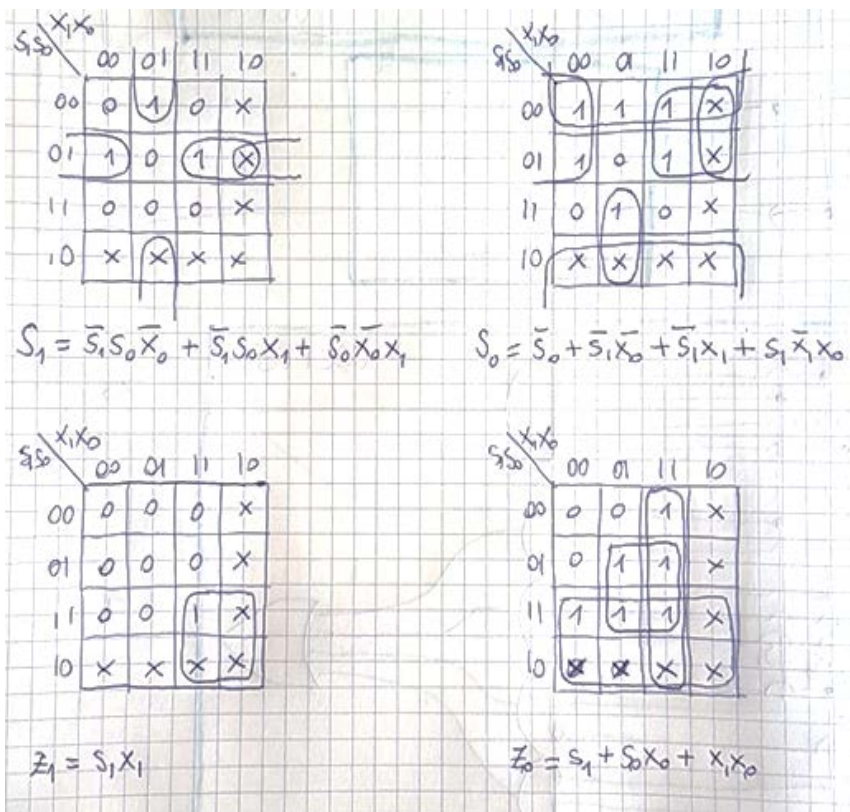
[3] La tabella di verità è la seguente

stato presente	input	stato futuro	uscite
s0s1	x0x1	S0S1	z0z1
00	00	01	00
00	01	11	00
00	10	xx	xx
00	11	01	01
01	00	11	00
01	01	00	01
01	10	xx	xx
01	11	11	01
10	xx	xx	xx
11	00	00	01
11	01	01	01
11	10	xx	xx
11	11	00	11

Prova scritta – 19 febbraio 2021

[13] (6 pt) SOLUZIONE

[4-5] Le mappe di Karnaugh e il circuito



Prova scritta – 9 giugno 2021

1. **[3, -0.5]** Si consideri un certo programma con 70% di istruzioni di tipo aritmetico, 10% load/store e 20% branch. Si assuma che le istruzioni aritmetiche eseguano in due cicli. Il sistema ha un solo livello di cache, con hit rate pari al 90% (hit=1ciclo, miss=50 cicli). Il sistema usa dynamic branch prediction, con misprediction rate del 10% (predizione corretta=1 ciclo; predizione scorretta = 5 cicli). Qual è il CPI medio?
 - a) 1,2
 - b) 2,6
 - c) 3,7
 - d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 9 giugno 2021

1. [3, -0.5] Si consideri un certo programma con 70% di istruzioni di tipo aritmetico, 10% load/store e 20% branch. Si assuma che le istruzioni aritmetiche eseguano in due cicli. Il sistema ha un solo livello di cache, con hit rate pari al 90% (hit=1ciclo, miss=50 cicli). Il sistema usa dynamic branch prediction, con misprediction rate del 10% (predizione corretta=1 ciclo; predizione scorretta = 5 cicli). Qual è il CPI medio?
- a) 1,2
b) 2,6
c) 3,7
d) Nessuna delle precedenti

Coi dati forniti si ottiene

$$L = \frac{100}{90 * 1 + 10 * 50} = \frac{100 \text{ istr}}{590 \text{ cicli}}; \quad B = \frac{100}{90 * 1 + 10 * 5} = \frac{100 \text{ istr}}{140 \text{ cicli}}$$
$$CPI_{medio} = \frac{70 \text{ istr}}{100 \text{ istr}} * 2 \frac{\text{cicli}}{\text{istr}} + \frac{10 \text{ istr}}{100 \text{ istr}} * \frac{590 \text{ cicli}}{100 \text{ istr}} + \frac{20 \text{ istr}}{100 \text{ istr}} * \frac{140 \text{ cicli}}{100 \text{ istr}}$$
$$= \frac{140 + 59 + 28 \text{ cicli}}{100 \text{ istr}} = 2,27 \frac{\text{cicli}}{\text{istr}}$$

Prova scritta – 9 giugno 2021

3. **[3, -0.5]** L'istruzione blt x2, x3, 0x7F0
- a) Si codifica in binario come 0111 1110 0011 0001 0100 0000 1110 0111
 - b) Si codifica in binario come 0111 1110 0010 0001 1100 1000 0110 0111
 - c) Si codifica in esadecimale come 0x7E21C867
 - d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 9 giugno 2021

3. [3, -0.5] L'istruzione blt x2, x3, 0x7F0
- a) Si codifica in binario come 0111 1110 0011 0001 0100 0000 1110 0111
 - b) Si codifica in binario come 0111 1110 0010 0001 1100 1000 0110 0111
 - c) Si codifica in esadecimale come 0x7E21C867
 - d) Nessuna delle precedenti

Prova scritta – 9 giugno 2021

3. 7. [6 pt] Progettare una rete sequenziale che comanda il circuito sonoro di un giocattolo per bambini capace di emettere due diverse sequenze di tre note (DO, MI, SOL) selezionabili tramite un interruttore I tale che:
- se $I = 0$ le tre note suonano individualmente, una dopo l'altra, cambiando ad ogni ciclo del segnale di clock che governa il circuito:
(ciclo 0) DO
(ciclo 1) MI
(ciclo 2) SOL
(ciclo 3) DO
(ciclo 4) MI
...
 - se $I = 1$ la melodia è armonizzata a bicordi (ovvero, suonano due note contemporaneamente per volta), sempre in sequenza secondo il segnale di clock:
(ciclo 0) DO MI
(ciclo 1) MI SOL
(ciclo 2) SOL DO
(ciclo 3) DO MI
(ciclo 4) MI SOL
...

segue...

Prova scritta – 9 giugno 2021

Ad ogni pressione dell'interruttore la sequenza selezionata ricomincia a suonare da capo.

Dire se conviene utilizzare un automa di Mealy o di Moore, motivando chiaramente la risposta. Ricavare la specifica degli stati, il diagramma di transizione, le tabelle di verità e le forme minime per le reti di stato futuro e delle uscite.