

Nome e Cognome: _____
(IN STAMPATELLO MAIUSCOLO)

Codice Persona o Matricola: _____



**POLITECNICO
MILANO 1863**

RETI LOGICHE

☐ Prof. William Fornaciari

☐ Prof. Gianluca Palermo

☐ Prof. Fabio Salice

Appello del 17 Luglio 2024

Prima di iniziare la prova si prega di leggere con attenzione i seguenti punti:

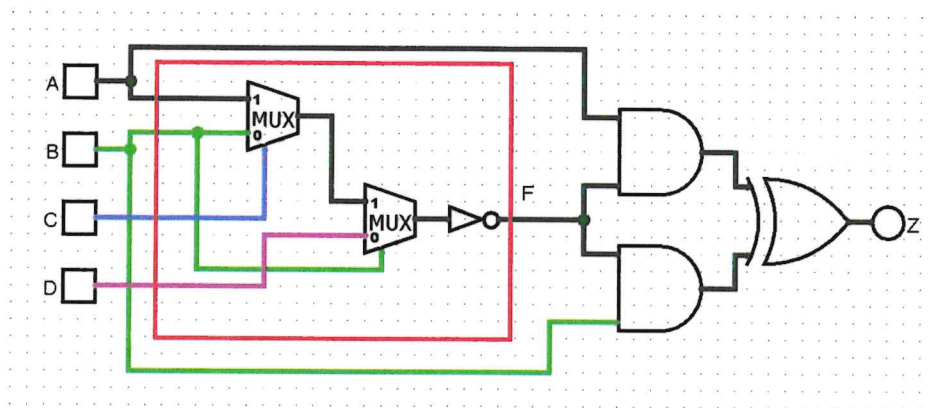
- Il tempo massimo a disposizione per svolgere la prova é di 1h:45min
- Non è permessa la consultazione di alcun materiale didattico durante lo svolgimento della prova. È severamente vietato colloquiare durante l'esame con i compagni di corso o utilizzare telefoni, PC, libri e appunti.
- In caso di necessità, il docente potrà richiedere lo svolgimento di una prova orale.
- Tutte le risposte devono essere riportate su questi fogli. Non saranno considerate valide le risposte fornite su fogli diversi da quelli contenuti in questo plico.
- Si segnali chiaramente sulla prima pagina il docente di riferimento
- Il punteggio degli esercizi è da considerarsi INDICATIVO
- LE PARTI SCRITTE IN FORMATO NON LEGGIBILE DAL DOCENTE SARANNO CONSIDERATE ERRATE IN FASE DI CORREZIONE

NOTA: Per un voto sufficiente sarà necessario avere almeno **7 punti** sul totale degli **Esercizi 1 e 2** e almeno **7 punti** sul totale degli **Esercizi 4 e 5**

	Esercizio 1	Esercizio 2	Esercizio 3	Esercizio 4	Esercizio 5
PUNTI	7	7	4	7	7
Esame					
TOTALE					

ESERCIZIO 1 – Algebra di Boole

Facendo riferimento all'architettura riportata nella figura qui di seguito, si chiede di:



- Scrivere la forma algebrica di $F(A,B,C,D)$ (funzione riportata nel rettangolo) senza applicare alcuna minimizzazione;
- Ridurre $F(A,B,C,D)$ utilizzando esclusivamente le proprietà dell'algebra. Si nomini $H(A,B,C,D)$ il risultato della minimizzazione algebrica;
- Applicare il teorema di espansione di Shannon ad F rispetto ad A . Si esplicitino in modo chiaro i cofattori F_A e $F_{A'}$ utilizzando esclusivamente le parentesi. Non si applichi alcuna minimizzazione algebrica. Si nomini $G(A,B,C,D)$ il risultato della espansione;
- Ridurre F_A utilizzando esclusivamente le proprietà dell'algebra;
- Ridurre $F_{A'}$ utilizzando esclusivamente le proprietà dell'algebra;
- Utilizzare le funzioni minimizzate ai punti d. (F_A minima) ed e. ($F_{A'}$ minima) in $G(A,B,C,D)$. Si riduca G utilizzando le proprietà dell'algebra.
- Si verifichi che H e G siano equivalenti.

NOTA: Per garantire la validità di ogni risposta e dell'esercizio nel suo insieme, è essenziale che ogni richiesta sia soddisfatta in modo chiaro e esaustivo. Svolgere l'esercizio per punti evidenziando la soluzione per ogni punto.

SOLUZIONE

A.

$$F = [(AC + BC')B + B'D]'$$

B.

$$\begin{aligned} & \overline{ABC} + BC' + B'D \\ & ' = [B(AC + C') + B'D]' = [B(A + C') + B'D]' = [B(A + C')]' (B'D)' \\ & = (B' + (A'C)) (B + D') = A'BC + B'D' + A'CD' = H(A,B,C,D) \end{aligned}$$

C.

$$FA' = F(A=0) = [BC' + B'D]' \quad FA = F(A=1) = [C + BC']B + B'D' \quad G = A' F(A=0) + A F(A=1)$$

D. E.

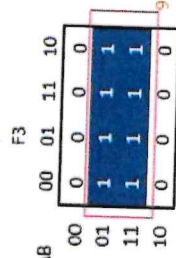
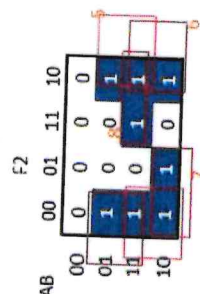
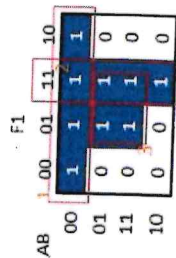
$$\begin{aligned} FA &= [C + BC']B + B'D' = (B * B + B'D')' = (B + B'D')' = (B + D)' = B'D' \quad FA' = [BC' + B'D]' = \\ &= (BC')' (B'D)' = (B' + C)(B + D') = B'D' + BC + CD' \end{aligned}$$

F.

$$\begin{aligned} G &= A(B'D') + A'(B'D' + BC + CD') = \\ &= A'D' + A'B'D' + A'BC + A'CD' = \\ &= B'D'(A + A') + A'BC + A'CD' = B'D' + A'BC + A'CD' = H \end{aligned}$$

Facendo riferimento alle mappe di Karnaugh riportate qui di seguito, che rappresentano una funzione multipla $F(ABCD): \{F_1(ABCD), F_2(ABCD), F_3(ABCD)\}$, si chiede di:

[illegible]



0	4	12	8
1	5	13	9
3	7	15	11
2	6	14	10

[illegible]

A 5x5 grid of circles. The center circle (row 3, column 3) is highlighted with a blue square containing the number 1. Above this square, in the same column, is an orange number 10.

1 3

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

123

ESERCIZIO 3 – Multi livello e PLD

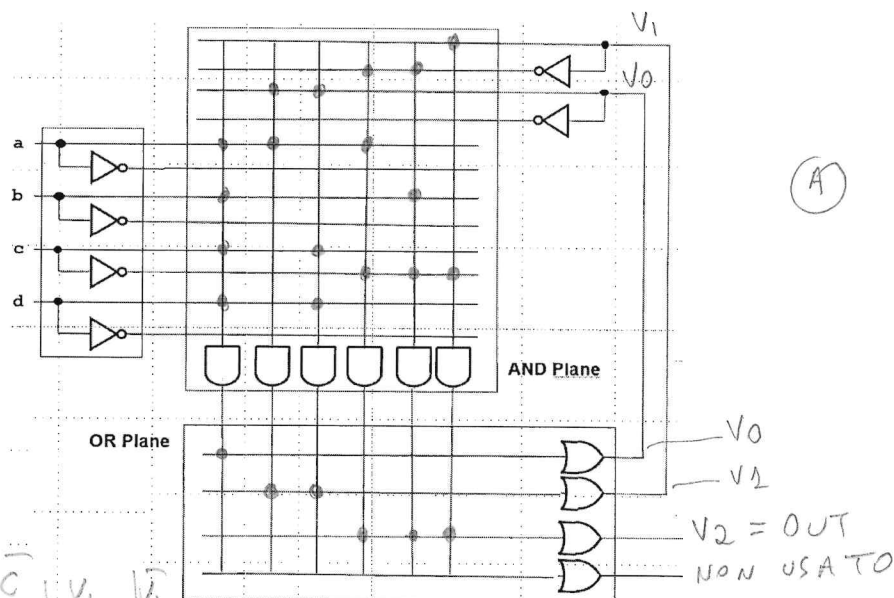
Si consideri la funzione booleana $Out(A,B,C,D)$, definita come segue:

$$\begin{aligned} Out &= V_2; \\ V_0 &= A \ C \ B \ D; \\ V_1 &= A \ V_0 + C \ D \ V_0; \\ V_2 &= A \ C' \ V_1' + B \ C' \ V_1' + C' \ V_1; \end{aligned}$$

Si richiede di:

- senza effettuare alcuna semplificazione, disegnare la funzione Out direttamente nella immagine riportata qui di seguito;
- fattorizzare l'espressione algebrica booleana di V_2 (V_1 , A , B , C) usando l'algoritmo iterativo noto;
- quanti livelli di logica ha l'espressione V_2 dopo la fattorizzazione? Si disegni anche il circuito in termini di porte logiche corrispondenti all'espressione V_2 fattorizzata.

NOTA: non devono essere applicate ottimizzazioni ma solo le trasformazioni richieste. Inoltre, per garantire la validità di ogni risposta e dell'esercizio nel suo insieme, è essenziale che ogni richiesta sia soddisfatta in modo chiaro e esaustivo. Svolgere l'esercizio per punti evidenziando la soluzione per ogni punto.

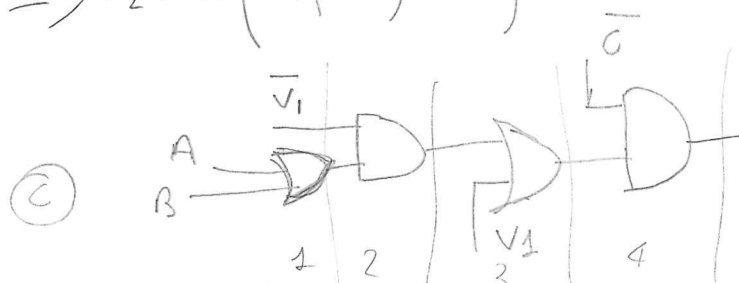


	A	B	C	V ₁	V ₁ '
A C V ₁	1		1		1
B C V ₁		1	1		1
C V ₁			1	1	
	1	1	(3)	1	2

$$\Rightarrow V_2 = \overline{C} (A \overline{V_1} + B \overline{V_1} + V_1)$$

	A	B	V ₁	V ₁ '
A V ₁	1			1
B V ₁		1		1
V ₁			1	
	1	2	1	(2)

$$\Rightarrow V_2 = \overline{C} (\overline{V_1} (A+B) + V_1)$$



OK

ESERCIZIO 4 – Progetto FSM

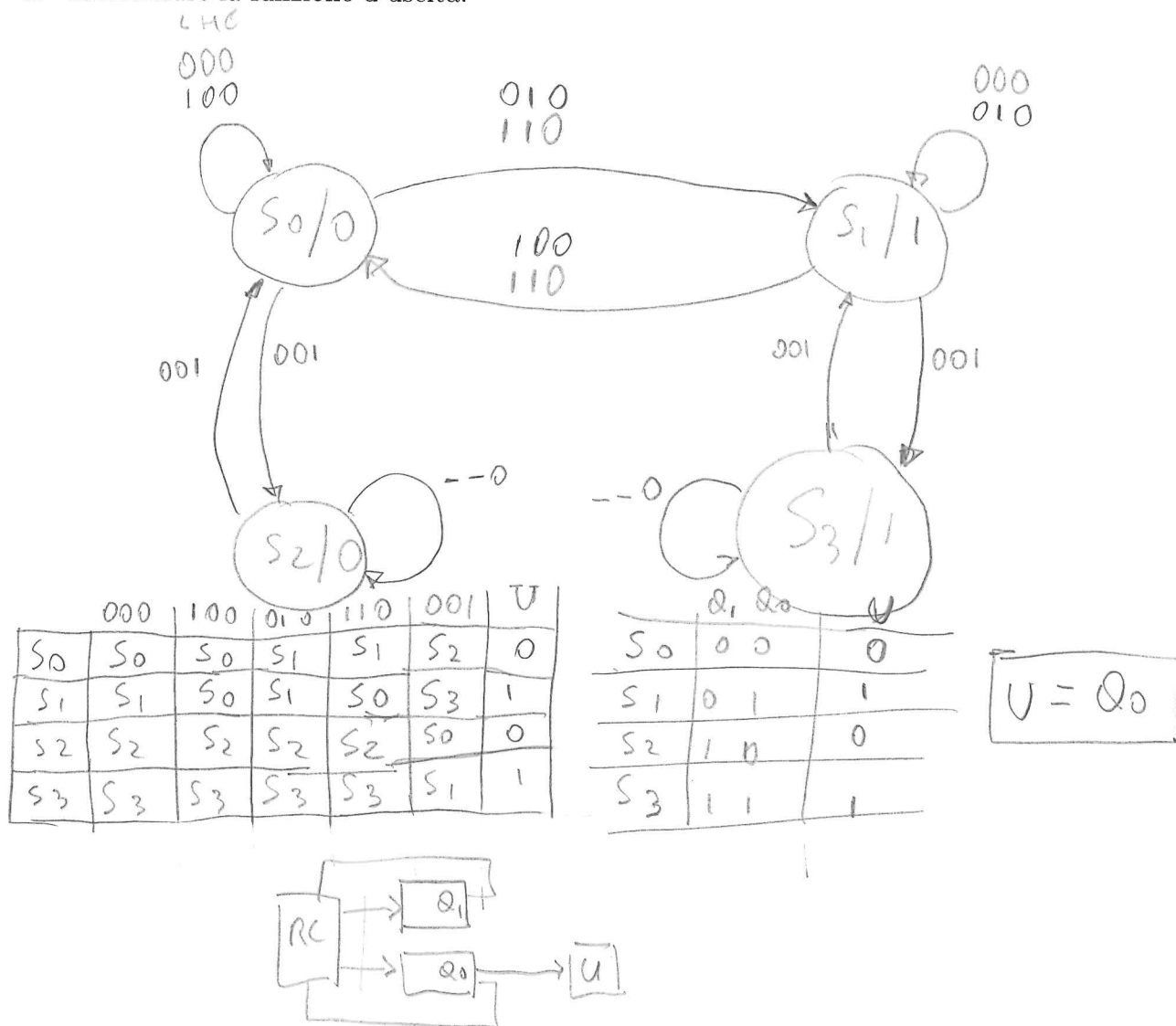
Si vuole realizzare un FF speciale (pertanto con una uscita binaria) descritto dalla seguente specifica.

L H E	Q_{t+1}	Significato
0 0 0	Q_t	Nessuna azione
1 0 0	0	Forza a 0
0 1 0	1	Forza a 1
1 1 0	Q'_t	Inversione dello stato
0 0 1		Inibisce e/attiva il FF. Il primo 001 inibisce il funzionamento; il secondo lo riattiva. Questo significa che, al primo 001, i comandi quattro comandi 000, 100, 010, 110 (-0) non hanno alcun effetto sulla uscita (l'uscita non cambia più valore); al secondo 001 i comandi 000, 100, 010, 110 tornano ad avere effetto sulla uscita.

Gli ingressi LHE non specificati, precisamente le configurazioni {011, 101, 111}, non si presentano mai. Trattare queste configurazioni in modo opportuno al punto b.

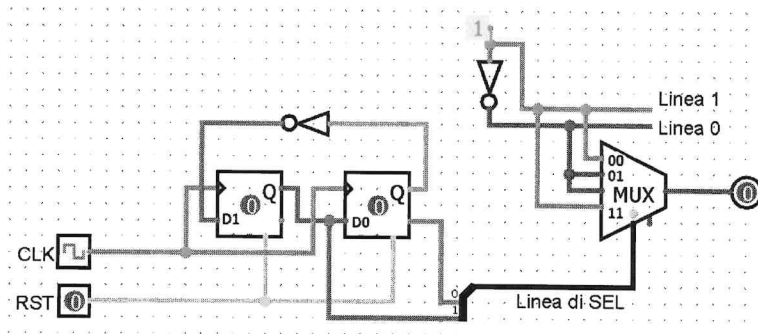
Si svolgano i seguenti passi:

- progettare e disegnare il diagramma degli stati utilizzando il modello di MOORE;
- riportare la tabella degli stati e la tabella delle transizioni corrispondenti al diagramma degli stati identificato;
- sintetizzare la funzione d'uscita.



ESERCIZIO 5 – FSM

Facendo riferimento all'architettura riportata nella figura qui di seguito, nella quale sono presenti due FFD, si chiede di: si chiede di:



- che tipo di macchina è (MEALY o MOORE)?
- si scriva tabella delle eccitazioni/transizioni (nota: il reset è collegato ai pin di *clear* dei FF);
- si scriva la tabella delle implicazioni e si analizzi la minimalità della macchina;
- si scriva la tabella degli stati della macchina minima;
- si sintetizzi la macchina con FF tipo T;
- TEORIA: Per macchine completamente specificate, l'utilizzo delle classi di massima equivalenza porta ad ottenere sempre una unica macchina minima? Si giustifichi, in modo preciso e sintetico, la risposta.

