

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 26 Gennaio 2024**

**!!! CON BOZZA DI SOLUZIONI !!!**

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

Date le seguenti espressioni algebriche,

$$F(A,B,C,D) = A'BC' + ABD + AC \quad ; \quad G(A,B,C,D) = A' + C'$$

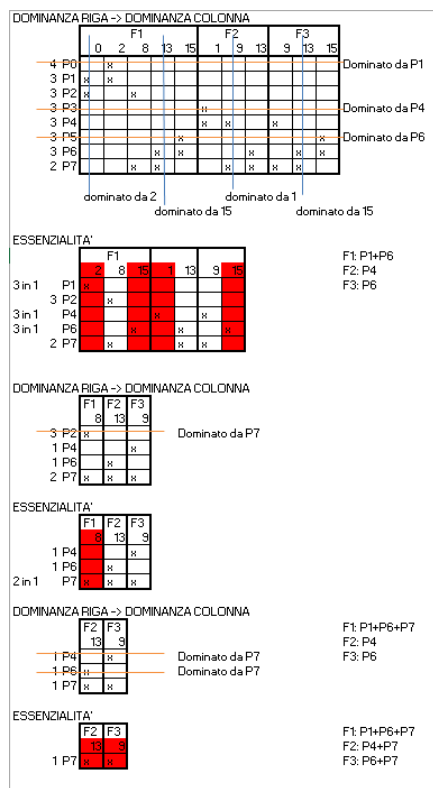
- (A) Si ricavi, solo ed esclusivamente attraverso un processo algebrico, una funzione H che vale 1 quando le funzioni F e G valgono 1 contemporaneamente.
- (B) si ricavi, solo attraverso un processo algebrico, F-G (sottrazione di G da F) (lo si denominerà L). Si ricordi che **F AND G'** rappresenta la sottrazione di G da F (**F-G**).
- (C) si ricavino i cofattori rispetto ad A e A' di F ( $F_A$  e  $F_{A'}$ ).
- (D) si sintetizzi la funzione **BD+C** utilizzando solo porte **NAND** a **3 ingressi** e si disegni il circuito.   
NOTA: ogni ingresso di una porta logica deve essere connesso ad un ingresso primario (es. B) o ad un valore costante (0 o 1).

NOTA: *Per garantire la validità delle risposte, è necessario mostrare tutti i passaggi fatti elencando o descrivendo i teoremi dell'algebra booleana che sono stati utilizzati.*

SOLUZIONE

- (A)  $H = (A'BC' + ABD + AC) * (A' + C') = A'BC' + A'BC' + ABDC' = A'BC' + ABDC' = (\text{consenso}) A'BC' + ABD + BDC' = A'BC' + BDC'$
- (B)  $L = (A'BC' + ABD + AC) * (A' + C')' = (A'BC' + ABD + AC) * AC = ABCD + AC = AC$
- (C)  $F_A = BD + C$  ;  $F_{A'} = BC'$ ;
- (D)  $BD + C = ((BD)' C')' = ((B D 1)' C' 1)'$

$$\text{Costo} = 5 + 4 + 2 + 3 + 2 = 16$$



### ESERCIZIO 3

Siano dato il numero in base 10  $A = 1$  e

$$B = 0 \mid 00000000 \mid 000000000000000000000001$$

A Si codifichi A usando lo standard floating point 754 su 32 bit in forma normalizzata, mostrando i passaggi per ottenerli.

B Si codifichi B in base 10 come  $X * 2^Y$ . Si identifichi X e Y.

C Si calcoli  $C = A + B$  e lo si rappresenti, usando lo standard floating point 754 su 32 bit, nella forma adeguata.

NOTA: Per garantire la validità delle risposte, è necessario mostrare, in modo chiaro e completo, tutti i passaggi fatti.

— SOLUZIONE —

A.  $A = 0 \mid 01111111 \mid 000000000000000000000000$

B.  $B = 1 * 2^{-(127+22)}$ .

C.  $C = A + B = A$ .

Passaggi C:

- Si porta l'esponente di B a quello di A shiftando i bit opportunamente:

$$B = 0 \mid 01111111 \mid 000000000000000000000000 \text{ (bit nascosto = 0)}$$

- Si esegue la somma delle mantisse:

$$[1] 000000000000000000000000 +$$

$$[0] 000000000000000000000000 =$$

-----

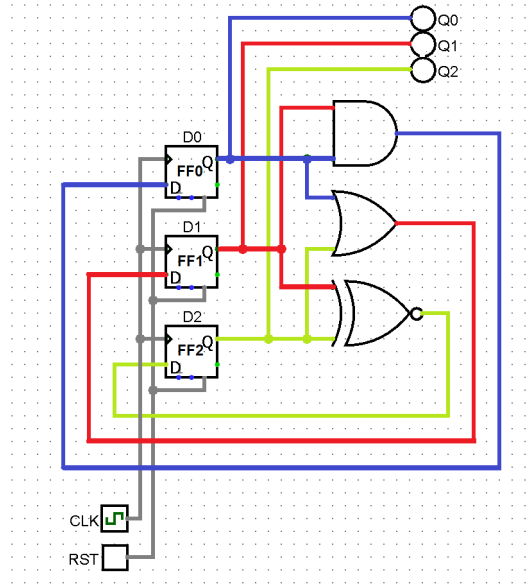
$$[1] 000000000000000000000000$$

- Si ottiene il risultato e lo si riporta in forma normalizzata (già in forma normalizzata)

$$C = A = 0 \mid 01111111 \mid 000000000000000000000000$$

## ESERCIZIO 4

Dato il seguente circuito realizzato con FFD e le cui uscite sono Q0, Q1 e Q2



- (A) identificare la tabella delle eccitazioni/transizioni e la tabella degli stati;
- (B) eliminare gli stati irraggiungibili a partire dallo stato di reset  $S_0$  e riscrivere la tabella degli stati minima;
- (C) ri-codificare gli stati con codifica 1-hot e scrivere la tabella delle eccitazioni usando FF-T. Si ricordi che nella codifica 1-hot ogni parola di codice ha un solo bit a 1. Per esempio, in caso di 5 stati le parole di codice sono 00001, 00010, 00100, 01000, 10000;
- (D) sintetizzare la macchina usando le mappe di Karnaugh e disegnare il circuito finale riportando anche i segnali di CLK e RST.

NOTA: si completino le tabelle riportate qui di seguito come risposta **ESCLUSIVA** ai punti (A), (B) e (C). Per il punto (D), si scrivano le mappe di Karnaugh, le equazioni risultanti e il circuito.

Tabella Eccitazioni					
$Q_2 Q_1 Q_0$			$D_2 D_1 D_0$		
0	0	0	1	0	0
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Tabella Stati	
$S_{presente}$	$S_{futuro}$
$S_0$	$S_4$
$S_1$	
$S_2$	
$S_3$	
$S_4$	
$S_5$	
$S_6$	
$S_7$	

[illegible][illegible][illegible]

SOLUZIONE

Tabella Eccitazioni		Tabella Stati		Tabella Stati minima		Tabella Transizioni	
$Q_2Q_1Q_0$	$D_2D_1D_0$	$S_{presente}$	$S_{futuro}$	$S_{presente}$	$S_{futuro}$	$S_{pres.cod.}$	$S_{fut.cod.}$
0 0 0	1 0 0	$S_0$	$S_4$	$S_0$	$S_4$	0 0 1	1 0 0
0 0 1	1 1 0	$S_1$	$S_6$	$S_2$	$S_0$	0 1 0	0 0 1
0 1 0	0 0 0	$S_2$	$S_0$	$S_4$	$S_2$	1 0 0	0 1 0
0 1 1	0 1 1	$S_3$	$S_3$				
1 0 0	0 1 0	$S_4$	$S_2$				
1 0 1	0 1 0	$S_5$	$S_2$				
1 1 0	1 1 0	$S_6$	$S_6$				
1 1 1	1 1 1	$S_7$	$S_7$				

Tabella Eccitazioni (FFT)	
$Q_2Q_1Q_0$	$T_2T_1T_0$
0 0 1	1 0 1
0 1 0	0 1 1
1 0 0	1 1 0

Q0\Q2 Q1	T2				T1				T0			
	00	01	11	10	00	01	11	10	00	01	11	10
0	-	0	-	1	-	1	-	1	-	1	-	0
1	1	-	-	-	0	-	-	-	1	-	-	-

T2 = Q1' - T1= Q0' - T0= Q2' Contatore ad anello - Reset= 001

## ESERCIZIO 5

Data la seguente macchina a stati non completamente specificata

Stato\Ingresso	0	1	Z
S0	S1	-	1
S1	S2	-	1
S2	S3	S6	1
S3	S4	-	1
S4	-	S5	1
S5	S6	S3	1
S6	S2	-	0

- (A) partendo dallo stato di reset  $S_0$ , analizzare la raggiungibilità. Si utilizzi il metodo che si ritiene più efficiente e rapido;
- (B) eliminare gli eventuali stati irraggiungibili a partire dallo stato di reset  $S_0$  e riscrivere la tabella degli stati minima;
- (C) analizzare la compatibilità;
- (D) identificare le classi di massima compatibilità utilizzando l'algoritmo da albero;
- (E) scrivere la tabella degli stati della macchina minima ottenuta mediante le classi di massima compatibilità.

NOTA: Per garantire la validità delle risposte, è necessario mostrare, in modo chiaro e completo, tutti i passaggi fatti.

### SOLUZIONE

Tutti gli stati sono raggiungibili;

Analisi di compatibilità

Table 1: tabella delle implicazioni: INIZIALE

S1	{1-2}					
S2	{1-3}	{2-3}				
S3	{1-4}	{2-4}	{3-4}			
S4	V	V	{6-5}	V		
S5	{1-6}	{2-6}	{3-6}	{4-6}	{5-3}	
S6	X	X	X	X	X	X
	S0	S1	S2	S3	S4	S5

Propagazione delle distinguibilità:

Table 2: Passo 1

S1	{1-2}					
S2	{1-3}	{2-3}				
S3	{1-4}	{2-4}	{3-4}			
S4	V	V	X	V		
S5	X	X	X	X	X	
S6	X	X	X	X	X	X
	S0	S1	S2	S3	S4	S5

Insieme degli stati: 0,1,2,3,4,5,6

Analisi S0: incompatibile con 2,5,6  $\Rightarrow$  0,1,3,4 — 1,2,3,4,5,6

Analisi S1: incompatibile con 3,5,6  $\Rightarrow$  0,1,4 — 0,3,4 — 1,2,4 2,3,4,5,6

Analisi S2: incompatibile con 4,5,6  $\Rightarrow$  0,1,4 — 0,3,4 — 1,2 — 1,4 — 2,3 — 3,4,5,6



Table 3: Passo 2

S1	{1-2}					
S2	{1-3}	{2-3}				
S3	{1-4}	X	{3-4}			
S4	V	V	X	V		
S5	X	X	X	X	X	
S6	X	X	X	X	X	X
	S0	S1	S2	S3	S4	S5

Table 4: Passo 3 - FINALE

S1	{1-2}					
S2	X	{2-3}				
S3	{1-4}	X	{3-4}			
S4	V	V	X	V		
S5	X	X	X	X	X	
S6	X	X	X	X	X	X
	S0	S1	S2	S3	S4	S5

Analisi S3: incompatibile con 5,6  $\Rightarrow$  0,1,4 — 0,3,4 — 1,2 — 1,4 — 2,3 — 3,4 — 4,5,6

Analisi S4: incompatibile con 5,6  $\Rightarrow$  0,1,4 — 0,3,4 — 1,2 — 1,4 — 2,3 — 3,4 — 4 — 5,6

Analisi S5: incompatibile con 6  $\Rightarrow$  0,1,4 — 0,3,4 — 1,2 — 1,4 — 2,3 — 3,4 — 4 — 5 — 6

Classi di massima compatibilità (non sono riportati i vincoli): A: 0,1,4 — B: 0,3,4 — C: 1,2 — D: 2,3 — E: 5 — F: 6

Stato \ Ingresso	0	1	OUT
A	C	E	1
B	A	E	1
C	D	F	1
D	B	F	1
E	F	B	1
F	C	-	0

Albero:

