

**ESERCIZIO N°1**

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU che valuti quante volte nello spazio di memoria tra 0x2000 e 0x201F è contenuto il valore della propria matricola  $M$  rappresentato su 3 byte consecutivi (con il LSB all'indirizzo inferiore). Il risultato deve essere lasciato il R16.

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Lo studente proponga una funzione combinatoria a scelta con 5 variabili di ingresso  $X_4, X_3, X_2, X_1, X_0$ , nella cui tabella di verità siano presenti 12 "1", 12 "0" e 8 "-". La funzione deve avere 2 (e solo 2) implicati principali di ordine 3 (compresi i don't care considerati come "0"), oltre ad altri implicati di ordine minore. Sintetizzare la funzione in forma SP ottima (minimo numero di letterali). Evidenziare gli implicanti essenziali (motivando sinteticamente l'indicazione con gli \*).

**ESERCIZIO N°3**

6 punti

Disegnare il grafo una rete di Moore in grado di riconoscere l'arrivo di una qualsiasi delle sequenze (interallacciate in tutti i modi possibili)  $(m_3, m_9, m_7, m_{11})$ , e  $(m_7, m_{11}, \overline{m_7}, \overline{m_{11}})$ . I bit  $m_i$  sono le cifre binarie della matricola  $M$ , di peso  $i$ . Disegnare quindi l'architettura della rete.

**ESERCIZIO N°4**

6 punti

Disegnare lo schema logico di un contatore  $\overline{UP}/DOWN$  modulo  $N$  con abilitazione  $E$ , ove  $N = (9 + |7M|_7)$ .

**ESERCIZIO N°5**

7 punti

Determinare il fan-out di un invertitore RTL con transistor  $n_{pn}$ , caratterizzato dai parametri seguenti. Si usino nei calcoli almeno 4 cifre significative.

$V_{CC} = 5 \text{ V}$ ;  $R_B = (M/50) \Omega$ ;  $R_C = (500/M) \text{ M}\Omega$ ;  $h_{FE} = (M/5000)$ .

①

Si calcoli la metricola  $M$  in esadecimale.

Per esempio  $554433 = 0x0875C1$

I valori da trovare sono  $0xC1$ ,  $0x75$  e  $0x08$ .

Devono essere fatti  $32-2=30$  test tra valori su 3 byte;  
e' ultimo è con il contenuto agli indirizzi  $0x201D$ ,  $0x201E$  e  $0x201F$ .

```
find:  PUSH R20
      PUSH R17
      PUSH R18
      PUSH R19
      PUSH YL
      PUSH YH
      LDI R20, 30
      LDI YL, low(0x2000)
      LDI YH, high(0x2000)
loop:  CLR R16
      LD  R17, Y+ // prepara per ic test successivi
      LD  R18, Y
      LDD R19, (Y+1) // non modifica Y
      CPI R17, 0xC1
      BRNE diversi
      CPI R18, 0x75
      BRNE diversi
      CPI R19, 0x08
      BRNE diversi
      INC R16 // tutti e 3 uguali
diversi: DEC R20
      BRNE loop
      POP YH
      POP YL
      POP R19
      POP R18
      POP R17
      POP R20
      RET
```

2

Funzione con 2 soli implicati 03

12 "1"  
12 "0"  
8 "1"

		$x_4=0$				$x_4=1$			
		$x_3x_2$							
$x_1x_0$		00	01	11	10	00	01	11	10
00		0	0	0	1*	1*	-	1	-
01		0	0	0	1	-	1	-	1
11		0	0	0	1	1	-	1	-
10		0	0	0	1	-	1	-	1

Implicati 03

$$(x_4 + x_3)$$

$$(x_4 + \bar{x}_2)$$

Sintesi ottima SP

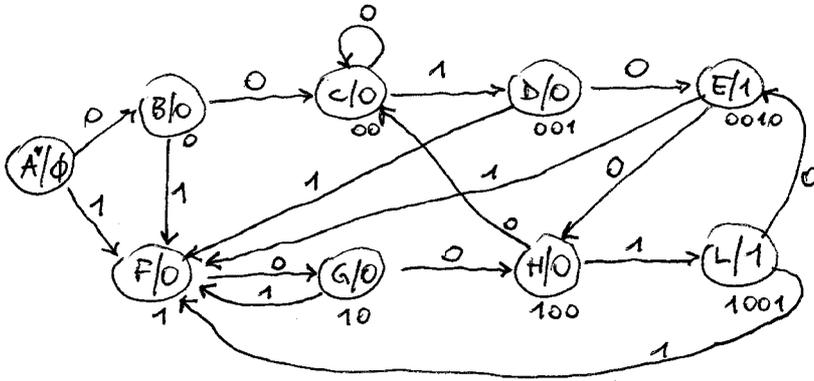
$$y = x_3 \bar{x}_2 + x_4$$

(entrambi essenziali)

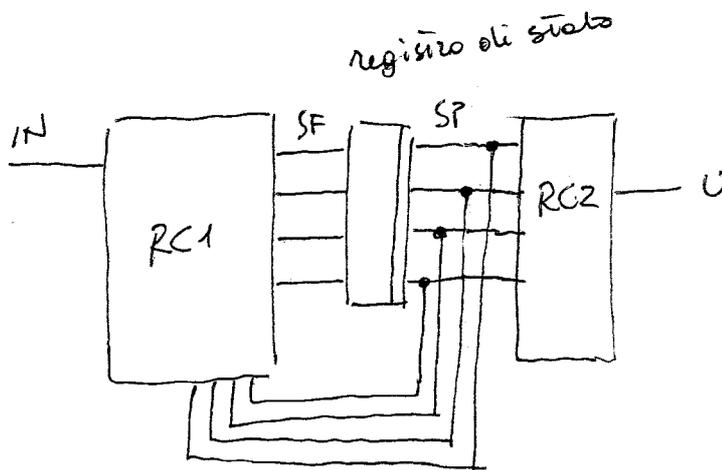
gli asterischi indicano 2 mintermini coperti soltanto da un solo implicante principale.

③ Sequenze ( $M = 554433$ )

0010 1001



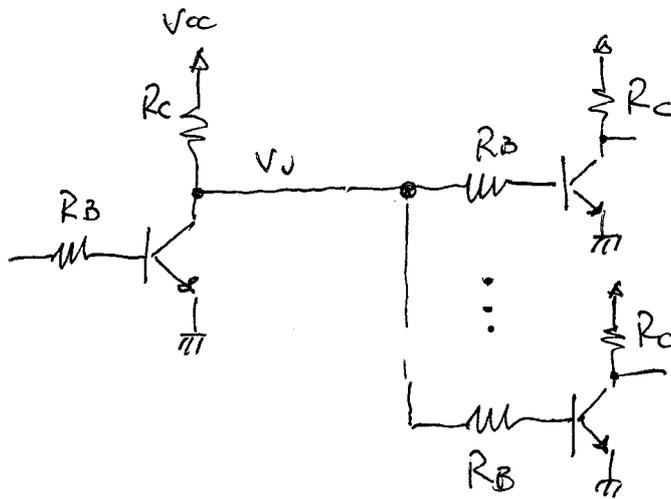
Architettura



rinunciando allo stato di partenza  $A^*$  il numero di flip-flop poteva essere ridotto a 3.  
 (in questo caso potrebbe presentarsi un riconoscimento spurio nei primi 3 cicli di clock)



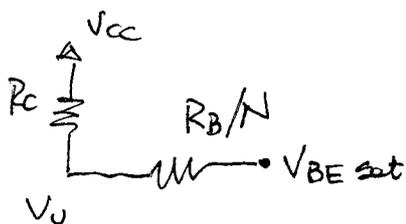
5



Per  $V_U$  bassa non ci sono problemi di fan-out (transistori a colle interdetti)

$$V_{OL} = V_{CEsat} \quad V_{IL} = V_{BEon} \quad N_{ML} = V_{BEon} - V_{CEsat} = 0,6 \text{ V} \quad (\text{indip. da } N)$$

Per  $V_U$  alta la tensione di uscita cala all'aumentare di  $N$   
Circuito equivalente



Deve essere

$$V_U = V_{cc} - R_C \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{R_C + R_B/N} \geq V_{IH} + NMH$$

$$\text{con } NMH = NML = 0,6 \text{ V}$$

$$V_{IH} = V_{BEsat} + R_B \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{h_{FE} R_C}$$

con  $\beta = 554433$  si ha  $R_B = 11,08866 \text{ k}\Omega$   
 $R_C = 901,8222 \text{ }\Omega$   
 $h_{FE} = 110,8866$

Sostituendo  $V_{IH} + NMH = 1,943344 \text{ V}$

$$\frac{V_{cc} - V_{IH} - NMH}{R_C} \geq \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{R_C + R_B/N} \quad ; \quad R_C + R_B/N \geq R_C \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{V_{cc} - V_{IH} - NMH}$$

$$\frac{R_B}{N} \geq R_C \left( \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{V_{cc} - V_{IH} - NMH} - 1 \right) \quad N \leq \frac{R_B}{\Delta R_C} = 32,87 \dots \quad N = 32$$

(d)