

Non è ammessa la consultazione degli appunti e dei compiti precedenti. Si possono consultare i data sheet, anche su PC. Per lo svolgimento dei calcoli è possibile usare, oltre alla solita calcolatrice, anche il PC con applicativi numerici (es.: Matlab, Excel, ...). Non usare il colore rosso. Firmare e numerare le pagine (n/N).

ESERCIZIO N°1

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che valuta il determinante di una matrice 2x2 costituita da valori interi con segno rappresentati su 1 byte in C2. I 4 valori (a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22}) sono posti in memoria di seguito a partire dall'indirizzo contenuto in Z. Il risultato in C2 su 2 byte, deve essere lasciato nella coppia di registri R25:R24.

ESERCIZIO N°2

6 punti

Realizzare in forma ottima, scegliendo la migliore da PS e SP, una rete combinatoria a 4 ingressi (A_3 , A_2 , A_1 , A_0) e una uscita la cui tabella di verità è costituita dai bit della matricola dello studente, a partire da m_0 fino a m_{15} .

ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare i valori di R20 e R16 al termine dell'esecuzione del seguente frammento di codice assembly. Il valore iniziale di R20 è pari alla somma delle cifre della propria matricola.

```
CLR R16
loop:
DEC R20
ASR R20
DEC R16
BRNE loop
```

ESERCIZIO N°4

6 punti

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con 2 ingressi e 1 uscita che viene posta a 1 (dopo il clock) ogni volta che un ingresso (inteso come numero in complemento a 2) è minore dell'ingresso precedente.

ESERCIZIO N°5

6 punti

Determinare la tensione di uscita V_U e la corrente I_{DD} assorbita dall'alimentazione di un invertitore CMOS a vuoto, alimentato con $V_{DD} = 5$ V, con tensione di ingresso $V_{IN} = (M/180000)$ V, ove M è la matricola dello studente. Esprimere i risultati usando almeno 4 cifre significative. ($V_{DD} = 5$ V; $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1$ V; $k_n = |k_p| = 2$ mA/V²).

1

det2x2: PUSH R0
PUSH R1
PUSH R16
PUSH R17

LD R16, Z
LDD R17, (Z+3)
MULS R16, R17 // $a_{11} a_{22}$
MOVW R25:R24, R1:R0

LDD R16, (Z+1)
LDD R17, (Z+2)
MULS R16, R17 // $a_{12} a_{21}$

SUB R24, R0
SBC R25, R1 // sottrazione a 16 bit con segno

POP R17
POP R16
POP R1
POP R0
RET

②

Prendiamo una macchina a caso 543210

Converta in binario e ho la tabella di verità (bit invertiti)

m_0 m_{15}
0001011011011000

		A_3A_2			
		00	01	11	10
A_1A_0	00	0 ¹	0 ¹	1 ¹	1 ¹
	01	0 ²	1 ⁴	0 ²	1 ³
	11	1 ²	0 ³	0 ³	1 ³
	10	0 ⁵	1 ⁵	0 ⁵	0 ⁵

SP: 17 letterali ($2 \times 4 + 3 \times 3$)

PS: 18 letterali (6×3)

Forma SP migliore

$$U = A_3 \bar{A}_1 \bar{A}_0 + \bar{A}_3 A_1 A_0 + A_3 \bar{A}_2 A_0 + \bar{A}_3 A_2 \bar{A}_1 A_0 + \bar{A}_3 A_2 A_1 \bar{A}_0$$

③ Prendiamo $M = 567890$ come esempio
 $\Sigma \text{ cifre} = 35$ (Valore iniziale di R20)

Nel pezzo di codice, il contatore R16 parte da \emptyset (per la CLR) e deve tornare a \emptyset per uscire dal loop - ci saranno 256 ITERAZIONI

In ogni iterazione R20 viene decrementato DEC
 e diviso per 2 con segno ASR

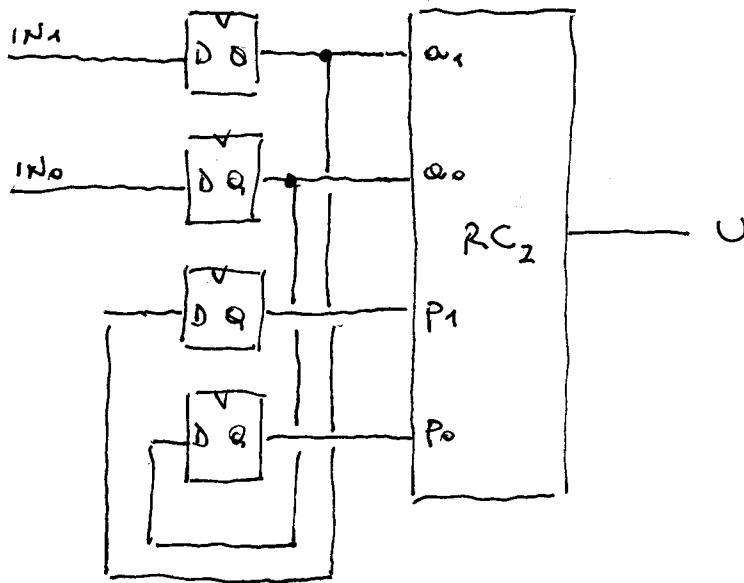
Si ha quindi

FF	DEC	ASR
1°	34	17
2°	16	8
3°	7	3
4°	2	1
5°	0	0
6°	-1	-1 (non tutti 1)
7°	-2	-1
8°	-2	-1

ecc, uguale fino alla fine

Valori finali R16 = \emptyset
 R20 = -1 (0b 1111 1111)

④ Il problema può essere risolto con uno shift register



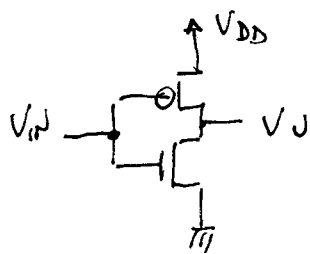
Sintesi RC2

		valore attuale				
		$q_1 q_0$	00	01	11	
valore preced.	00	0	0	1	1	0
	01	1	0	1	1	1
	11	0	0	0	1	-1
	10	0	0	0	0	-2
		0	1	-1	-2	

$$U = q_1 \bar{p}_1 + \bar{q}_0 \bar{p}_1 p_0 + q_1 \bar{q}_0 p_0$$

5

Risolviamo in forma generale (per $V_{IN} > V_{DD}/2$)



serà NMOS TRINODO
PMOS SATURO

Quindi $I_{DD} = \frac{|K_P|}{2} (V_{IN} - V_{DD} - V_{TP})^2$ e numericamente
con $V_{IN} = x$ (in volt)

$$I_{DD} = \underbrace{(4-x)^2}_{y} \text{ (mA)}$$

Dalla relazione sull'NMOS si ha

$$I_{DD} = \frac{K_M}{2} V_O (V_{IN} + V_{IN} - V_O - 2V_{TM}) \quad \text{e numericamente con } V_O = z \text{ (in volt)}$$

$$y = z (2x - 2 - z)$$

$$z^2 - 2z(x-1) + y = 0$$

$$z = (x-1) \pm \sqrt{(x-1)^2 - y}$$

ma essendo $\begin{cases} V_{IN} - V_O > V_{TM} \\ V_O < V_{IN} - V_{TM} \end{cases}$

$$V_O = (x-1) - \sqrt{(x-1)^2 - y} \quad (V)$$