

Il testo va riconsegnato

**ESERCIZIO N°1**

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU che relativamente al segmento di memoria compreso tra gli indirizzi 0x2100 e 0x21FF (compresi gli estremi) sommi tutti i valori (C2, su un byte) di indirizzo pari e sottragga quelli di indirizzo dispari, lasciando il risultato (C2, su 2 byte) nella coppia di registri R25:R24.

**ESERCIZIO N°2**

7 punti

Risolvere il seguente sistema di equazioni booleane:

$$\begin{cases} A \oplus D = (A + \overline{C})(\overline{B} + D)(A + C + \overline{D}) \\ ABD + \overline{BCD} + \overline{CD} = (B + \overline{C}) \oplus (A + \overline{B} + D) \end{cases}$$

**ESERCIZIO N°3**

5 punti

Realizzare in forma SP a minimo numero di letterali la funzione booleana  $Y$  delle 4 variabili  $X_3, X_2, X_1$  e  $X_0$ , caratterizzata dalla seguente tabella di verità: 1,0,0,1,0,1,0,0,1,1,1,0,0,1,1,0. Si evidenzino gli implicanti essenziali.

**ESERCIZIO N°4**

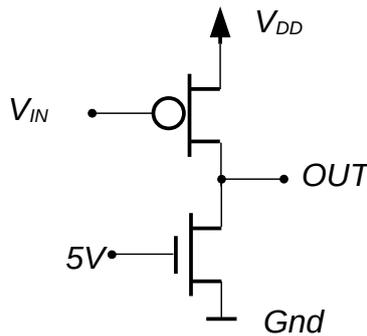
7 punti

Realizzare un contatore sincrono in C2  $\overline{Up}/Down$ , dotato di abilitazione  $E$  e reset  $R$  sincrono (azzerà l'uscita), con saturazione a  $\pm 3$ .

**ESERCIZIO N°5**

6 punti

Determinare nel seguente invertitore il valore di  $k_n$  e  $k_p$  in modo che la tensione di uscita con tensione di ingresso pari a  $Gnd$  sia 4,8 V e che nelle stesse condizioni la corrente assorbita dall'alimentazione sia 0,1 mA ( $V_{DD} = 5$  V;  $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1$  V).



```
/*Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU
che relativamente al segmento di memoria compreso tra gli indirizzi
0x2100 e 0x21FF (compresi gli estremi) sommi tutti i valori
(C2, su un byte) di indirizzo pari
e sottragga quelli di indirizzo dispari,
lasciando il risultato (C2, su 2 byte) nella coppia di registri R25:R24.*/
```

```
sumsub:
  push R16
  push R18                //variabile di appoggio
  push R19
  push R20
  push XL                //puntatore
  push XH
  ldi R16,128            //inizializza conteggio (128 coppie pari/dispari)
  ldi XL,low(0x2100)
  ldi XH,high(0x2100)
  clr R24
  clr R25
  clr R20
loop:
  ld R18,X+
  ld R19,X+
  sub R18,R19
  brge oltre            //se risultato positivo R19=0
  dec R25                //estensione del segno in caso di somma negativa
  oltre:
  add R24,R18
  adc R25,R20
  dec R16
  brne loop
  pop XH
  pop XL
  pop R20
  pop R19
  pop R18
  pop R16
ret
```

2

Risolvere il seguente sistema di equazioni booleane  
(cioè trovare tutti i valori di A, B, C e D che soddisfano entrambe le equazioni)

$$A \oplus D = (A + \bar{C})(\bar{B} + D)(A + C + \bar{D})$$

$$ABD + \bar{B}C\bar{D} + \bar{C}D = (B + \bar{C}) \oplus (A + \bar{B} + D)$$

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	0	0	1	1	
01	1	1	0	0	
11	1	1	0	0	
10	0	0	1	1	

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	1	0	0	1	
01	0	0	1	1	
11	0	0	1	1	
10	0	0	0	1	

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	0	1	0	1	
01	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	
10	1	1	0	1	

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	0	0	0	0	
01	1	1	1	1	
11	0	0	1	0	
10	1	0	0	1	

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	1	0	1	1	
01	1	1	1	1	
11	0	1	1	0	
10	0	1	1	0	

	AB				
CD	00	01	11	10	
00	1	0	1	1	
01	0	0	0	0	
11	0	1	0	0	
10	1	0	1	1	

(black)  $\oplus$  (red)

Il sistema ha 3 soluzioni:

(A,B,C,D)=1,0,0,0

(A,B,C,D)=0,0,1,0

(A,B,C,D)=1,0,1,0

Approfondimento: una volta trovate le soluzioni della prima equazione (sono 5) era sufficiente studiare il comportamento della seconda equazione solo in quei casi.

3

Sintetizzare in forma SP a minimo numero di letterali la funzione combinatoria Y a 4 variabili con la seguente tabella di verità  
1,0,0,1,0,1,0,0,1,1,1,0,0,1,1,0

Colloco i mintermini in mappa e poi eseguo la sintesi cercando implicanti essenziali e principali che coprano la funzione.

		$X_3, X_2$			
		00	01	11	10
$X_1, X_0$	00	* 1	0	0	1
	01	0	1*	1	1
	11	1*	0	0	0
	10	0	0	1*	1

non essenziale

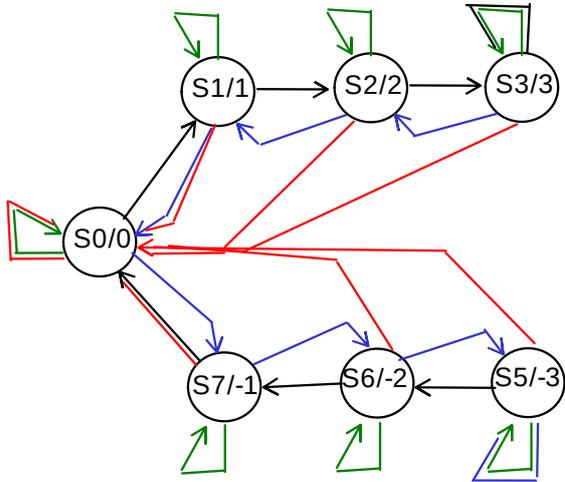
$$Y = \overline{X_2} \overline{X_1} \overline{X_0} + X_2 \overline{X_1} X_0 + X_3 \overline{X_1} X_0 + \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 X_0 + X_3 X_1 \overline{X_0}$$

La funzione viene ricoperta da 5 implicanti, di cui 4 essenziali (con \*).

4

Realizzare un contatore sincrono in C2, UP!/Dwn, dotato di abilitazione e reset sincrono (azzerare l'uscita), con saturazione a  $\pm 3$ .

Grafo della macchina (considerando lo stato di accensione C)



Frecce rosse: R=1 (prioritario)  
 Frecce verdi: R=0, E=0  
 Frecce nere: R=0, E=1, U=0  
 Frecce blu: R=0, E=1, U=1

Codifica Q2;Q1;Q0 (coincide con uscita)

- S0: 000
- S1: 001
- S2: 010
- S3: 011
- S7: 111 (-1 in C2)
- S6: 110 (-2)
- S5: 101 (-3)

Stato futuro per R=1: 000 in ogni caso  
 Stato futuro per R=0 e E=1 immutato  
 Valuto stato futuro per U

IN	Q2=0		Q2=1	
	0	1	1	0
00	001	111	--	--
01	010	000	101	110
11	011	010	110	000
10	011	001	101	111

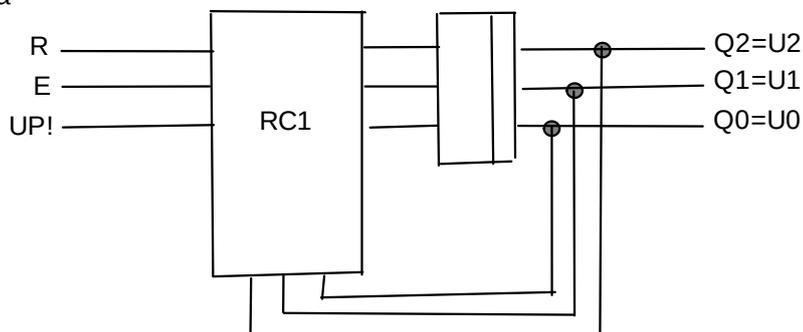
0	1	-	-
0	0	1	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	-	-
1	0	0	1
1	1	1	0
1	0	0	1
1	1	-	-
0	0	1	0
1	0	0	0
1	1	1	1

$$D_2 = \overline{R}[\overline{E}Q_2 + E(\overline{Q_1} \overline{Q_0}U + Q_2U + Q_2\overline{Q_1} + Q_2\overline{Q_0})]$$

$$D_1 = \overline{R}[\overline{E}Q_1 + E(\overline{Q_1} \overline{Q_0}U + \overline{Q_1}Q_0\overline{U} + \overline{Q_2}Q_1Q_0 + Q_1Q_0U + Q_1\overline{Q_0}\overline{U})]$$

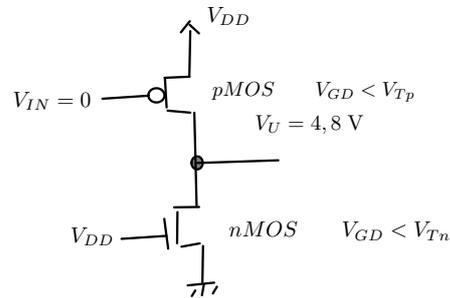
$$D_0 = \overline{R}[\overline{E}Q_0 + E(\overline{Q_0} + Q_2\overline{Q_1}U + \overline{Q_2}Q_1\overline{U})]$$

Architettura



Determinare nel seguente invertitore il valore dei  $k$  in modo che la tensione di uscita con tensione di ingresso nulla sia 4,8 V e che nelle stesse condizioni la corrente assorbita dall'alimentazione sia 0,1 mA.

$$V_{DD} = 5 \text{ V} \quad V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}$$



Visti i valori delle soglie, nella condizione proposta nMOS saturo e pMOS triodo. La corrente è imposta dall'nMOS.

$$I_{DD} = \frac{k_n}{2} (V_{DD} - V_{Tn})^2 = 0,1 \text{ mA} \quad \text{da cui } k_n = 12,5 \mu\text{A/V}^2$$

Imponendo la condizione di corrente sul pMOS in zona triodo si ottiene l'altro parametro.

$$I_{DD} = -\frac{k_p}{2} (V_{DD} - V_U)(V_{DD} + V_U + 2V_{Tp}) = 0,1 \text{ mA} \quad \text{da cui } k_p = -128,2 \mu\text{A/V}^2$$