

Il testo va riconsegnato

**ESERCIZIO N°1**

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU che scambia tra loro due valori interi con segno (su 32 bit) contenuti in memoria agli indirizzi 0x2100 e 0x2104. I byte dei valori sono posti in memoria consecutivamente a partire dai bit meno significativi. La subroutine deve, come al solito, lasciare inalterati tutti gli altri registri.

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore, con 1 ingresso e 1 uscita che viene posta a 1 (dopo il clock) ogni volta che in ingresso viene riconosciuta una delle seguenti sequenze: 110, 101, 100 e 111, non interallacciate. Si trascuri il transitorio iniziale dei primi 3 ingressi.

**ESERCIZIO N°3**

6 punti

Realizzare in forma PS ottima la rete combinatoria a 4 ingressi,  $A, B, C, D$ , e 1 uscita  $Y$ , definita dall'espressione booleana

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

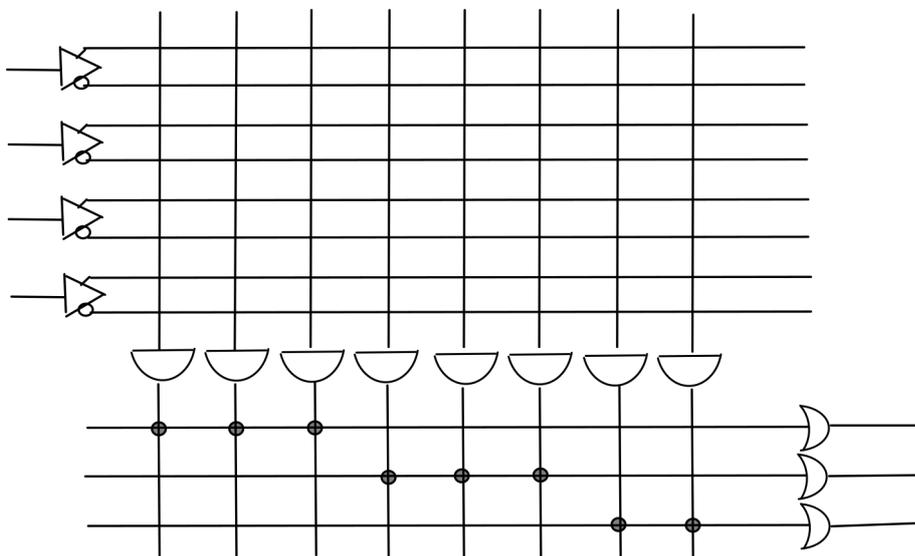
Indicare gli implicati essenziali.

**ESERCIZIO N°4**

6 punti

Programmare la PAL in figura in modo da realizzare le due funzioni

$$U = ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B} \quad \text{e} \quad V = (A + B + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B})$$



**ESERCIZIO N°5**

7 punti

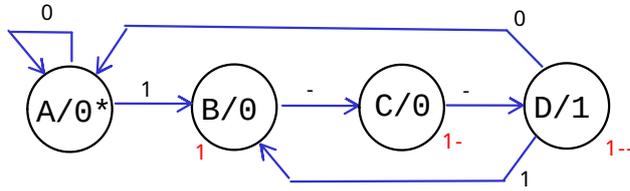
Determinare il valore del fan-out di una porta RTL base ( $V_{CC} = 4 \text{ V}$ ;  $R_B = 30 \text{ k}\Omega$ ;  $R_C = 0,3 \text{ k}\Omega$ ;  $h_{FE} = 300$ ) nel caso in cui  $N_{MH} = N_{ML}$ .

/\*Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU che scambia tra loro due valori interi con segno (su 32 bit) contenuti in memoria agli indirizzi 0x2100 e 0x2104. I byte dei valori sono posti in memoria consecutivamente a partire dai bit meno significativi. La subroutine deve, come al solito, lasciare inalterati tutti gli altri registri.\*/

```
xch_integer:
  push R16
  push R17
  push YL
  push YH
  ldi YL,low(0x2100) //usa Y come puntatore e lo inizializza a 0x2100
  ldi YH,high(0x2100)
  ldd R16,Y+0 //scambia il primo byte (b7..b0)
  ldd R17,Y+4
  std Y+4,R16
  std Y+0,R17
  ldd R16,Y+1 //poi il secondo (b15..b8)
  ldd R17,Y+5
  std Y+5,R16
  std Y+1,R17
  ldd R16,Y+2 //il terzo (b23..b16)
  ldd R17,Y+6
  std Y+6,R16
  std Y+2,R17
  ldd R16,Y+3 //infine l'ultimo (b31..b24)
  ldd R17,Y+7
  std Y+7,R16
  std Y+3,R17
  pop YH
  pop YL
  pop R17
  pop R16
  ret
```

2

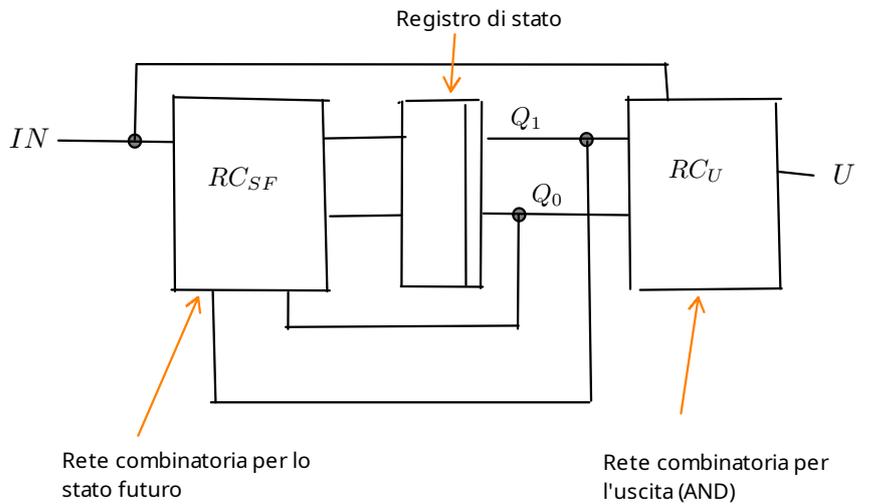
Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore, con 1 ingresso e 1 uscita che viene posta a 1 (dopo il clock) ogni volta che in ingresso viene riconosciuta una delle seguenti sequenze: 110, 101, 100 e 111, non interallacciate. Si trascuri il transitorio iniziale dei primi 3 ingressi e si cerchi di minimizzare i flip-flop.



Codifica degli stati

- A 00
- B 01
- C 10
- D 11

Architettura



Sintesi

	$Q_1, Q_0$			
	00	01	11	10
0	00	10	00	11
1	01	10	01	11

0 1 0 1  
0 1 0 1

0 0 0 1  
1 0 1 1

$$U = Q_1 Q_0$$

$$D_1 = Q_0 \overline{Q_1} + \overline{Q_0} Q_1$$

$$D_0 = Q_1 \overline{Q_0} + \overline{Q_0} IN + Q_1 IN$$

Siano dati i 2 valori razionali senza segno  $23/15$  e  $191/117$ .

- Determinare la rappresentazione arrotondata in notazione 1.7 e valutare l'errore di rappresentazione (assoluto e relativo) commesso nei 2 casi.
- Valutare la rappresentazione del risultato del prodotto tra i due numeri così come ottenuta usando l'operazione FMUL di un microcontrollore AVR in [R1:R0]. Indicare anche il valore del flag C.

q=n/m	Round(128q)	Bin	E_abs	E_rel
1,533...	196	1.1000100	-2,083(E-3)	-0,1359%
1,632...	209	1.1010001	3,339(E-4)	0,02045%

La FMUL moltiplica i valori unsigned e moltiplica ulteriormente per 2 (per avere 1.15).  
I bit (b15..b0) vanno di R1:R0 e il bit b16 va nel carry

```
q1*q2 Hex Bin: C R1      R0
40964 A004      1_01000000_00000100
```

In questo caso il risultato corretto non è rappresentabile e il flag C lo segnala col valore 1.

3

Realizzare in forma PS ottima la rete combinatoria a 4 ingressi, A, B, C, D, e 1 uscita Y, definita dall'espressione booleana seguente. Indicare gli implicati essenziali.

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

Mi riporto a una forma normale SP usando il teorema di espansione di Shannon. Parto da A e D.

$$\begin{aligned} U &= \bar{A} \bar{D}[(\bar{C}) \oplus (\bar{B})] \oplus (1) \oplus (1) + \\ &+ \bar{A} D[(\bar{C}) \oplus (1) \oplus (B) \oplus (\bar{B} + C)] + \\ &+ A \bar{D}[(1) \oplus (\bar{B}) \oplus (1) \oplus (1)] + \\ &+ A D[(1) \oplus (1) \oplus (B) \oplus (\bar{B} + C)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= \bar{A} \bar{D}[C \oplus B] + \bar{A} D[C \oplus B \oplus (\bar{B} + C)] + \\ &+ A \bar{D}B + A D[B \oplus (\bar{B} + C)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= \bar{A} \bar{D} C \bar{B} + \bar{A} \bar{D} \bar{C} B + \bar{A} D \bar{C} + \bar{A} D C B + \\ &+ A \bar{D} B + A D \bar{B} + A D B \bar{C} \end{aligned}$$

Colloco gli implicanti in mappa e poi eseguo la sintesi ottima PS partendo dagli implicati essenziali.

		A, B			
		00	01	11	10
C, D	00	0*	1	1	0
	01	1	1	1	1
	11	0*	1	*0	1
	10	1	*0	1	0*

$$\begin{aligned} Y &= (B + C + D)(A + B + \bar{C} + \bar{D})(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D}) \\ &(A + \bar{B} + \bar{C} + D)(\bar{A} + B + D) \end{aligned}$$

La funzione viene espressa dal prodotto di 5 implicati, tutti essenziali (con \*).

4

Programmare la PAL in figura in modo da realizzare le due funzioni seguenti:

$$U = ABC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}$$

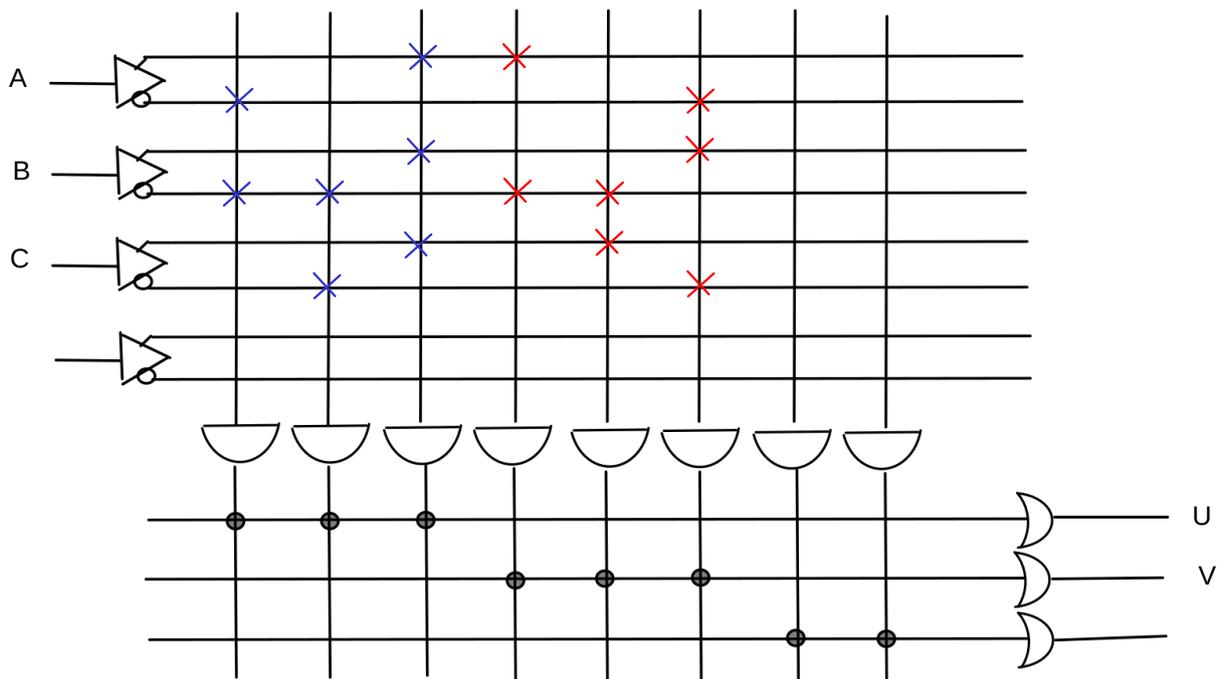
$$V = (A + B + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B})$$

C	AB			
	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	1	0

U

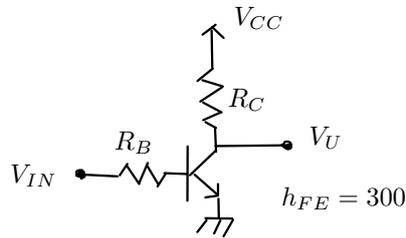
C	AB			
	00	01	11	10
0	0	1	0	1
1	1	0	0	1

V



Determinare il valore del fan-out di una porta RTL base ( $V_{CC} = 4 \text{ V}$ ;  $R_B = 30 \text{ k}\Omega$ ;  $R_C = 0,3 \text{ k}\Omega$ ;  $h_{FE} = 300$ ) nel caso in cui  $NMH = NML$ .

Schema dell'invertitore



Il margine di rumore sul livello basso non risente del fan-out in quanto i transistori a valle sono interdetti.

$$NML = V_{BEon} - V_{CEsat} = 0,6 \text{ V}$$

La tensione minima da garantire sul livello alto da parte della porta pilotante sarà quindi  $V_{IH}$  con l'aggiunta di un margine di rumore pari a quello determinato in precedenza. Determiniamo  $V_{IH}$ .

$$V_{IH} = V_{BEsat} + R_B \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_C h_{FE}} = 2,1 \text{ V}$$

La tensione di uscita presente con un carico di  $n$  porte vale

$$V_{OH}(n) = V_{BEsat} + R_B \frac{V_{CC} - V_{BEsat}}{nR_C + R_B} > V_{IH} + NML = 2,7 \text{ V}$$

Da questa disequazione si ricava

$$n \frac{R_C}{R_B} + 1 < \frac{V_{CC} - V_{BEsat}}{V_{IH} + NML - V_{BEsat}}$$

E infine si ricava il fanout prendendo il più grande valore intero che soddisfa la disequazione

$$n = 68 < 68,42$$