

Il testo va riconsegnato

ESERCIZIO N°1

8 punti

Realizzare una subroutine per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che trova il prodotto tra due valori senza segno: uno su 8 bit contenuto in R16 e l'altro su 16 bit contenuto in R25:R24. Il risultato deve essere lasciato in R22:R21:R20.

ESERCIZIO N°2

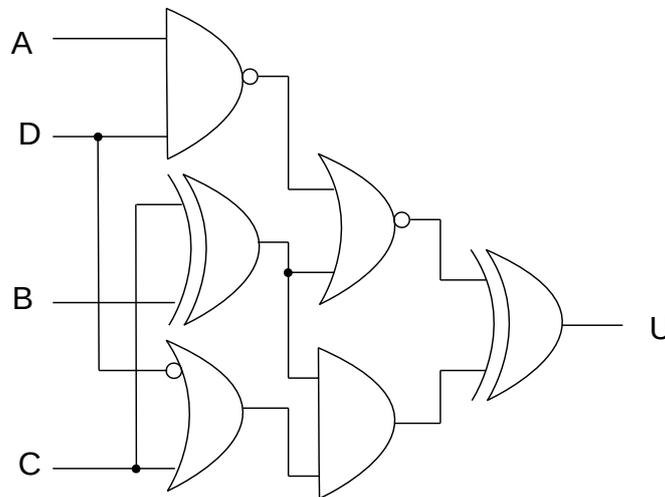
6 punti

Realizzare una rete sequenziale sincrona secondo il modello di Moore in grado di generare, se abilitata, la sequenza di periodo 100110.

ESERCIZIO N°3

6 punti

Realizzare in forma NAND-NAND ottima la seguente rete combinatoria a 4 ingressi e una uscita.



ESERCIZIO N°4

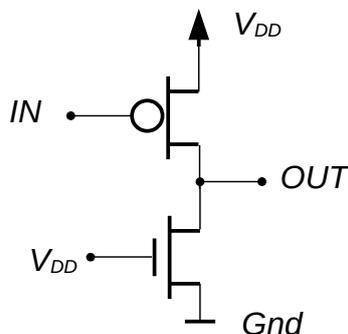
6 punti

Realizzare la rete combinatoria dell'esercizio precedente usando soltanto un decoder 4:16 insieme eventualmente a una porta NOR con un opportuno numero di ingressi.

ESERCIZIO N°5

7 punti

Nel seguente invertitore determinare V_U quando $V_{IN} = 0$. Si sa che $V_{DD} = 5\text{ V}$; $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1\text{ V}$; $K_n = 2\text{ mA/V}^2$; $K_p = 18\text{ mA/V}^2$.

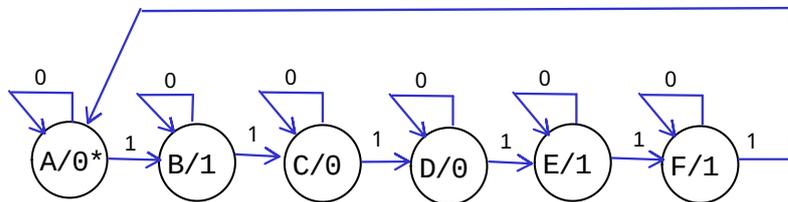


```
/*Realizzare una subroutine per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che trova  
il prodotto tra due valori senza segno:  
uno su 8 bit contenuto in R16 e l'altro su 16 bit contenuto in R25:R24.  
Il risultato deve essere lasciato in R22:R21:R20.*/
```

```
multiply_8x16:  
  push R0  
  push R1  
  clr R22  
  mul R16,R24  
  movw R21:R20,R1:R0    //sistema il byte meno significativo e parte di R21  
  mul R16,R25  
  add R21,R0            //sistema R21  
  adc R22,R1            //sistema R22 anche col riporto precedente  
  pop R1  
  pop R0  
  ret
```

2

Realizzare una rete sequenziale sincrona secondo il modello di Moore in grado di generare, se abilitata, la sequenza di periodo 100110.



Codifica stati

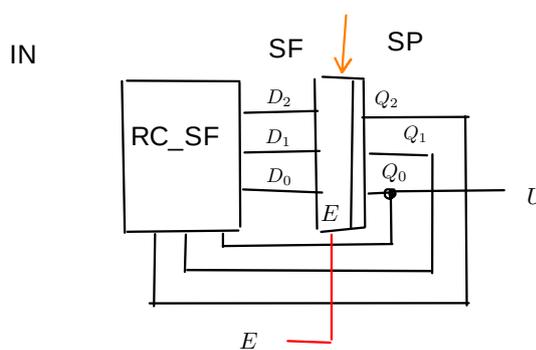
	Q2	Q1	Q0
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	0
D	1	1	0
E	1	1	1
F	1	0	1

$$U = Q_0$$

Mappa di transizione (per E=1)

		Q_1, Q_0			
		00	01	11	10
Q_2	0	001	010	---	110
	1	---	000	101	111

Registro di stato con abilitazione, realizzato con DE-FF



0	0	-	1
-	0	1	1

$$D_2 = Q_1$$

0	1	-	1
-	0	0	1

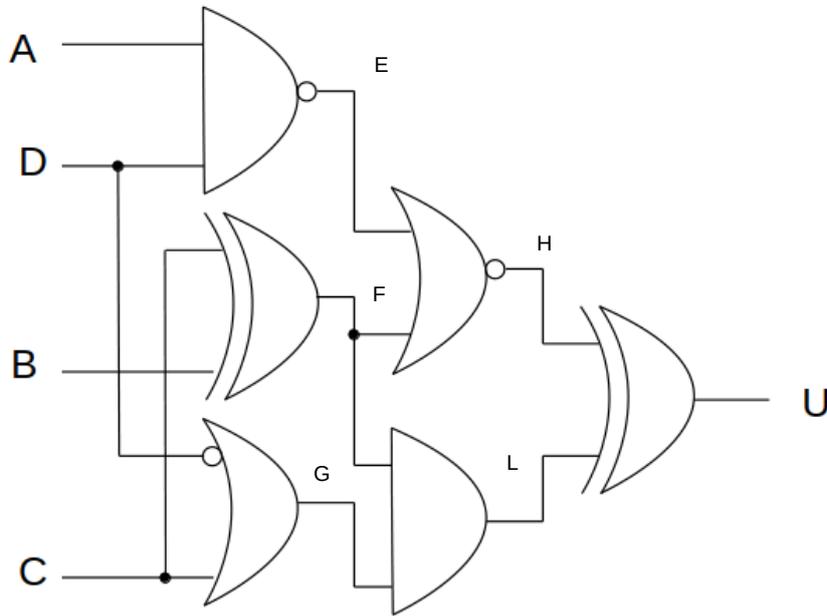
$$D_1 = \overline{Q_2}Q_0 + Q_1\overline{Q_0}$$

1	0	-	0
-	0	1	1

$$D_0 = \overline{Q_1}\overline{Q_0} + Q_2Q_1$$

3

Realizzare in forma NAND-NAND ottima la seguente rete combinatoria a 4 ingressi e una uscita.



$$\begin{aligned}
 E &= \overline{AD} \\
 F &= B \oplus C \\
 G &= C + \overline{D} \\
 H &= \overline{E + F} \\
 L &= FG \\
 U &= H \oplus L
 \end{aligned}$$

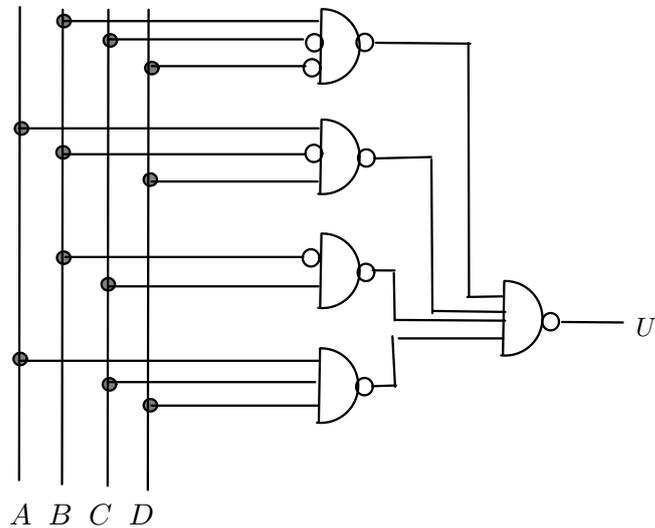
A	B	C	D	E	F	G	H	L	U
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1	0	1

Forma SP ottima, da cui si ricava la NAND-NAND, costituita da 4 essenziali, 1 di ordine 2 e 3 di ordine 1.

$$U = \overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}D + \overline{B}C + ACD$$

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

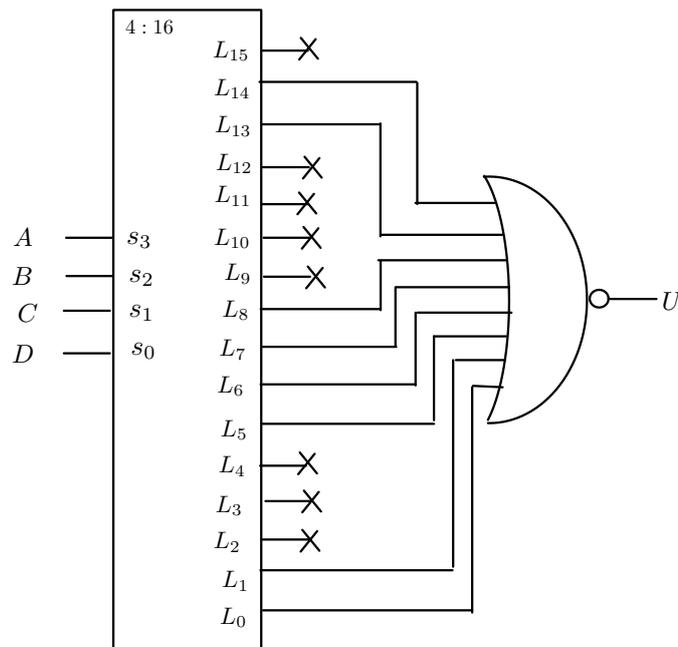
Schema NAND-NAND



Realizzare la rete combinatoria dell'esercizio precedente usando soltanto un decoder 4:16 insieme eventualmente a una porta NOR con un opportuno numero di ingressi.

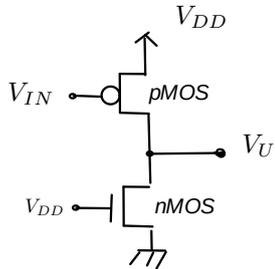
Tabella di verità

A	B	C	D	U
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1



Nel seguente invertitore determinare la tensione di uscita quando l'ingresso è nullo.

$$V_{DD} = 5 \text{ V}; V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}; k_n = 2 \text{ mA/V}^2; k_p = -18 \text{ mA/V}^2$$



Se il circuito funziona bene come invertitore, si può ipotizzare che la tensione di uscita nelle condizioni proposte sia vicina alla tensione di alimentazione. Quindi risolvere il circuito con nMOS saturo e pMOS triodo e poi verificare l'ipotesi.

$$I_{DD} = \frac{k_n}{2}(V_{DD} - V_{Tn})^2 = 16 \text{ mA}$$

Risolveo usando KCL al nodo di uscita, ponendo come incognita la tensione di uscita stessa.

$$I_{DD} = -\frac{k_p}{2}(V_U - V_{DD})(-V_{DD} - V_U - 2V_{Tp})$$

E passando alla valutazione numerica:

$$16 = 9(5 - x)(3 + x)$$

$$x_1 = \frac{9 + \sqrt{81 + 9 \cdot 119}}{9} \simeq 4,771$$

$$9x^2 - 18x - 119 = 0$$

$$x_2 < 0 \quad \text{non accettabile}$$

La soluzione trovata verifica l'ipotesi iniziale e quindi

$$V_U = 4,771 \text{ V}$$