

Non è ammessa la consultazione degli appunti e dei compiti precedenti. Si possono consultare i data sheet. Non usare il colore rosso.

**ESERCIZIO N°1**

9 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU in grado di valutare quante locazioni di memoria nell'intervallo compreso tra gli indirizzi 0x2000 e 0x2FFF contengono un valore doppio di quello della cella di indirizzo successivo.

Il risultato deve essere lasciato nella coppia di registri R25:R24.

(Numeri interi assoluti. Come al solito, tutti gli altri registri devono essere lasciati inalterati)

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Realizzare con sintesi ottima NOR-NOR la seguente funzione logica.

$$U = B\bar{C} + \bar{A}D + B\bar{D} + AC + \bar{A}B + \bar{B}C$$

Determinare poi gli **implicanti essenziali** della funzione.

**ESERCIZIO N°3**

6 punti

Realizzare la precedente funzione combinatoria usando soltanto multiplexer 2:1.

**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 ogni volta che un ingresso (inteso come numero in complemento a 2, con valori possibili -2; -1; 0; 1) è strettamente maggiore dell'ingresso precedente.

**ESERCIZIO N°5**

6 punti

Determinare la massima potenza assorbita dall'alimentazione da un invertitore CMOS a vuoto in condizioni statiche e individuare per quale tensione di ingresso si ha questa condizione. ( $V_{DD} = 5\text{ V}$ ;  $k_n = 6\text{ mA/V}^2$ ;  $k_p = -4\text{ mA/V}^2$ ;  $V_{Tn} = 1,2\text{ V}$ ;  $V_{Tp} = -1\text{ V}$ ).

①

```
doppi:  PUSH R6
        PUSH R17
        PUSH YL
        PUSH XH
        CLR R24
        CLR R25
```

```
LDI YL, low (0x2000)
LDI YH, high (0x2000)
```

```
loop:   LD R16, Y+
        LD R17, Y // carica il successivo
        LSR R16 // lo dimezza per confrontarlo
        BRCS oltre // è dispari
        CP R16, R17
        BRNE oltre
        ADIW R25:R24, 1
```

```
oltre:  CPI YL, low (0x3000)
        BRNE loop
        CPI YH, high (0x3000)
        BRNE loop
```

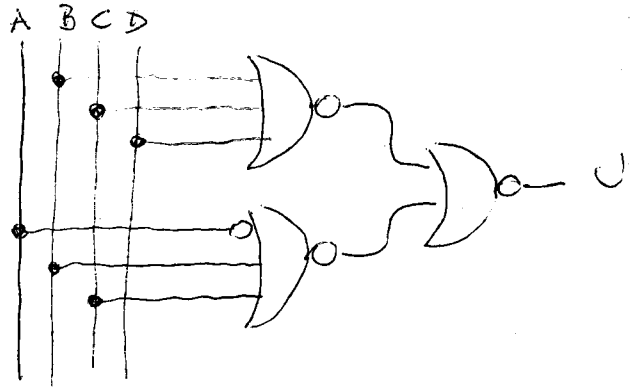
```
POP YH
POP YL
POP R17
POP R16
RET
```

2

Sintesi IS e poi NOR-NOR

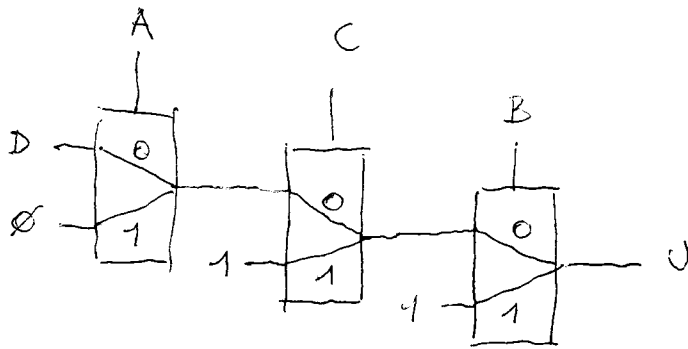
	AB	00	01	11	10
00		0	1*	1	0
01		1*	1	1	0
11		1	1	1	1*
10		1	1	1	1

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



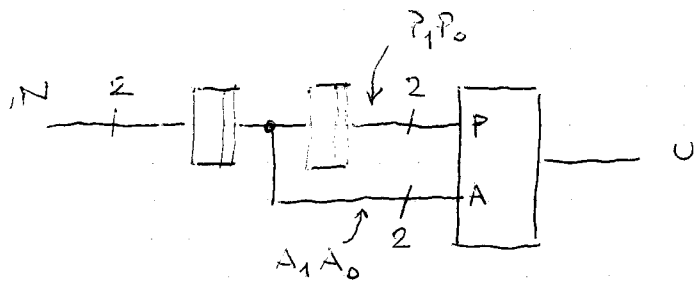
ci sono 3 implicant essenziali : B ;  $\bar{A}D$  ; C

3



Rete con mux 2:1

④ Posso sfruttare una architettura con SHIFT REGISTER a 2 bit e rete combinatoria per l'uscita



P ingresso precedente  
A ingresso attuale  
 $U = A > P$

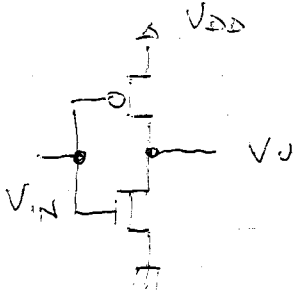
Sintesi delle rete per U

		A				
		$A_1 A_0$				
$P_1 P_0$	P	00	01	11	10	
	00	0	1	0	0	0
	01	0	0	0	0	1
	11	1	1	0	0	-1
	10	1	1	1	0	-2
		0	1	-1	-2	

$$U = \overline{P_1} \overline{A_0} + \overline{P_0} \overline{A_1} A_0 + P_1 P_0 A_0$$

⑤ Max corrente (e potenza) per nSAT/pSAT.

Condizione di uguaglianza delle correnti  $I_{DSn} = -I_{DSp}$



$$\frac{K_n}{2} (V_{IN} - V_{TN})^2 = -\frac{K_p}{2} (V_{IN} - V_{DD} - V_{TP})^2$$

$$3(x - 1,2)^2 = 2(x - 4)^2$$

$$\sqrt{3}(x - 1,2) = \pm\sqrt{2}(x - 4)$$

$$x(\sqrt{3} \mp \sqrt{2}) = 1,2\sqrt{3} \mp 4\sqrt{2}$$

$$x = \begin{cases} -11,26 & \text{non acc} \\ 2,4586 & \text{ok} \end{cases}$$

la condizione si ha per  $V_{IN} = 2,4586V$  e la potenza vale

$$P_{DD} = V_{DD} \cdot I_{DD} = 23,760 \text{ mW}$$