

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 ogni pagina (n/N).

### **ESERCIZIO N°1**

9 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che prende i valori esadecimale contenuti nelle locazioni di memoria comprese tra gli indirizzi 0x2000 e 0x20FF compresi gli estremi, e riscrive le singole cifre esadecimale (facendo precedere sempre la meno significativa alla più significativa) nello spazio tra 0x2000 e 0x21FF, ovviamente di dimensione doppia.

### **ESERCIZIO N°2**

6 punti

Realizzare in forma ottima, scegliendo la migliore da PS e SP, una rete combinatoria a 4 ingressi ( $A, B, C, D$ ) e una uscita costruita a scelta dallo studente. La tabella di verità deve presentare 4 "1", 4 "0" e 8 "-". Non devono essere inoltre presenti sottocubi di ordine 3 (comunque si considerino i valori "-"). Nella sintesi scelta devono essere evidenziati i sottocubi essenziali.

### **ESERCIZIO N°3**

6 punti

Realizzare la precedente funzione combinatoria usando, se possibile, 5 multiplexer 2:1 e un invertitore.

### **ESERCIZIO N°4**

6 punti

Disegnare lo schema logico di un contatore  $\overline{UP/DOWN}$  modulo  $N$  con abilitazione  $E$ , ove  $N = (15 - |M|_7)$ .

### **ESERCIZIO N°5**

6 punti

Determinare la corrente di uscita  $I_U$  di una porta NOT CMOS che pilota l'anodo di un diodo LED ideale  $\{V_{Don} = (2 - M/700000) \text{ V costante, catodo a } Gnd\}$ , alimentata con  $V_{DD} = 5 \text{ V}$ , con tensione di ingresso  $V_{IN1} = 4 \text{ V}$  e  $V_{IN2} = 2 \text{ V}$  ( $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}$ ;  $K_n = -K_p = 2 \text{ mA/V}^2$ ).

① conviene partire dal fondo, per non sovrascrivere i dati successivi.

```
hexwrite: PUSH R16 //contatore
           PUSH R17 //appoggio del dato
           PUSH R18
           PUSH XL //puntatore lettura
           PUSH XH
           PUSH YL //puntatore scrittura
           PUSH YH
```

```
CLR R16 // per fare 256 cicli
LDI XL, low(0x2100)
LDI XH, high(0x2100)
LDI YL, low(0x2200)
LDI YH, high(0x2200)
```

```
loop: LD R17, -X // carica un dato
      MOV R18, R17 // lo duplica
      ANDI R17, 0x0F // in R17 la cifra MENO sign.
      ANDI R18, 0xF0
      SWAP R18 // in R18 la cifra PIU' sign.
      ST -Y, R18
      ST -Y, R17 // memorizza le due cifre
      DEC R16
      BRNE loop

      POP XH
      POP YL
      POP XH
      POP XL
      POP R18
      POP R17
      POP R16
      RET
```

② Mappa a "scalto"

4 "1"  
4 "0"  
8 "-"

nessun sottocubo da 8 caselle

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

SP e PS equivalenti (per simmetria)

Nessun sottocubo essenziale

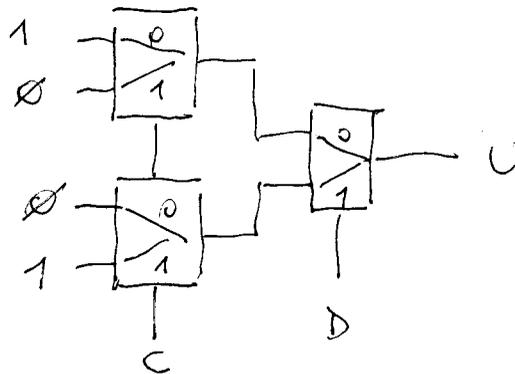
Scelgo SP

$$U = \bar{C}\bar{D} + CD$$

PS

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

③ Realizzo 3 MUX 2:1

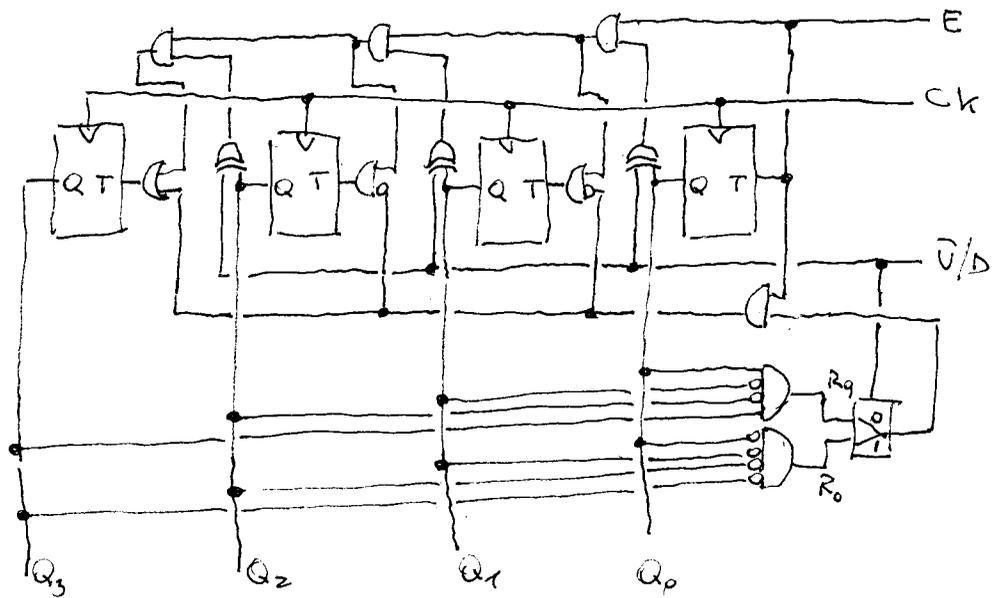


④ Contatore modulo 10 (per esempio)

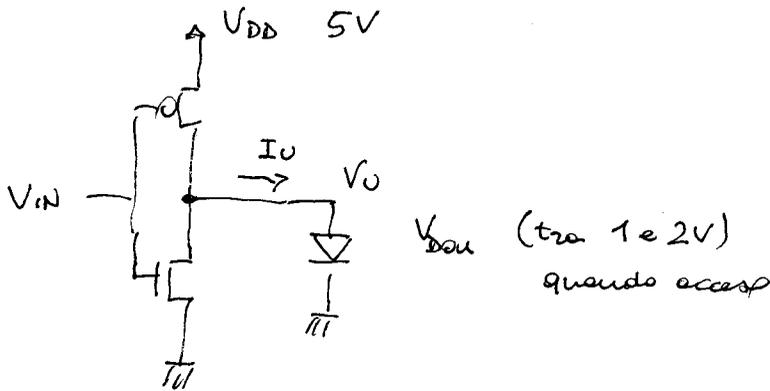
$$\begin{array}{r} \text{UP} \downarrow \\ 1001 \\ \hline 1010 \\ \hline 1111 \\ \hline 0000 \end{array} \quad \text{--- } \uparrow \text{DOWN}$$

FBF - va bene per entrambi

Scheme logico



⑤ Scheme



con  $V_{IN1} = 4V$   $V_{asp} = -1V$  limite di conduzione  
 $I_{Dsp} = \phi$  led spento  
 $V_O = \emptyset$  (NMOS triodo)

con  $V_{IN1} = 2V$  hp led acceso  $V_O = V_{Don}$  e sat/set di conseguenza

NMOS saturo  
 PMOS saturo

essendo  $V_{GDm} < V_{TM}$  ;  $V_{GDp} > 0 > V_{TP}$

$$I_O = -(I_{Dsm} + I_{Dsp})$$

si ottiene per le correnti  
 (non dipendenti da  $V_O$ )

$$-I_{Dsp} = -\frac{k_p}{2} (V_{IN2} - V_{DD} - V_{TP})^2 = 4 \text{ mA}$$

$$I_{Dsm} = \frac{k_m}{2} (V_{IN2} - V_{TM})^2 = 1 \text{ mA}$$

$$I_O = 3 \text{ mA, positiva}$$

Quindi hp verificata e led ACCESO