SCHEDA D20_04 TLM	Data: **12 Giugno 2020**

ESERCIZIO N°1

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU in grado di individuare quanti digit BCD corrispondenti a una delle cifre decimali della matricola *M* sono presenti nel blocco di memoria compreso tra gli indirizzi 0x2200 e 0x22FF (2 digit per ciascun byte, $b_7b_6b_5b_4$ e $b_3b_2b_1b_0$). Il risultato deve essere posto in R25:R24.

ESERCIZIO N°2

6 punti

Lo studente proponga una funzione combinatoria a scelta con 5 variabili di ingresso X_4, X_3, X_2, X_1, X_0, nella cui tabella di verità siano presenti 12 "1", 12 "0" e 8 "-". La funzione deve avere un unico implicante principale di ordine 3 (compresi i don't care considerati come "1"), oltre ad altri implicanti di ordine minore. Sintetizzare la funzione in forma PS ottima (minimo numero di letterali).

ESERCIZIO N°3

6 punti

Progettare una rete di Moore in grado di riconoscere l'arrivo di una qualsiasi delle sequenze (interallacciate) (m_3, m_1, m_5) e (m_5, $\overline{m}_1$, m_{11}, m_7). I bit m_i sono le cifre binarie della matricola *M*, di peso *i*.

ESERCIZIO N°4

6 punti

Disegnare lo schema logico di un contatore DOWN modulo *N* con abilitazione E e reset R, ove $N = (9 + |M|_7)$.

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare i valori della tensione di uscita e della corrente erogata dalla V_{DD} in un invertitore CMOS quando la tensione di ingresso è pari a V_1 e V_2. Si usino 5 cifre significative.

$V_{DD} = 5$ V; $k_n = -k_p = 2$ mA/V^2, $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1$ V.

$V_1 = (1 + 500000/M)$

$V_2 = (4 - 500000/M)$

(1) Cercare nello spazio di memoria 0x2200 ÷ 0x22FF (256 locaz.) le cifre della matricola in BCD (possono essere da 1 a 6)
Risultato in R25:R24

```
cercabcd :  PUSH XL
            PUSH XH
            PUSH R16
            PUSH R17
            PUSH R18
            LDI XL, low(0x2200)
            LDI XH, high(0x2200)
            CLR R24
            CLR R25   // per il risultato
            CLR R16   // per fare 256 cicli

loop:       LD R17, X+
            MOV R18, R17      // replica per il secondo digit
            SWAP R18
            RCALL cerca1      // vede se R17 ∈ M
            MOV R17, R18
            RCALL cerca1      // stessa cosa per la cifra alta
            DEC R16
            BRNE loop

            POP R18
            POP R17
            POP R16
            POP XH
            POP XL
            RET

cerca1:     ANDI R17, 0x0F
            CPI R17, D1   // cifre M
            BREQ conta
            CPI R17, D2
            BREQ conta
            CPI R17, D3
            BREQ conta
            CPI R17, D4
            BREQ conta
            CPI R17, D5
            BREQ conta
            CPI R17, D6   // caso gener.
            BREQ conta
            RET           // uscita senza incr.

conta:      ADIW R25:R24, 1
            RET           // uscita con incr.
```

(2) Funzione di 5 variabili ($x_4\, x_3\, x_2\, x_1\, x_0$) con 1 solo implicante pr. di ORDINE 3 e tutti gli altri di ordine minore

12 "1"

12 "0"

8 "–"

Un aspetto delicato è quello di lasciarsi sfuggire più di un implicante di ordine 3. (tenendo conto anche dei don't care)

implicante O_3

$\overline{x}_4\,\overline{x}_3$

$x_4 = 0$

$x_1x_0 \backslash x_3x_2$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	0*	–
11	1	1	1	1
10	1	1	–	*0

$x_4 = 1$

$x_1x_0 \backslash x_3x_2$	00	01	11	10
00	*0	0	–	0
01	0	0	–	–
11	0	0	0	–
10	0	0	–	–

La sintesi ottima PS è

$$U = \underbrace{\overline{x}_4}_{\text{ess.}}\,\underbrace{(\overline{x}_3 + x_1 + \overline{x}_0)}_{\text{ess}}\,\underbrace{(\overline{x}_3 + \overline{x}_1 + x_0)}_{\text{ess}}$$

(3) Convertire M in hex e poi in binario le 3 cifre meno significative. In questo modo si hanno i bit per le sequenze da riconoscere.

Riconoscitore INTERALLACCIATO: si può usare SHIFT REGISTER
Supponiamo, per esempio, le due sequenze

001 e 1100 (per M = 500 000 a titolo d'esempio)

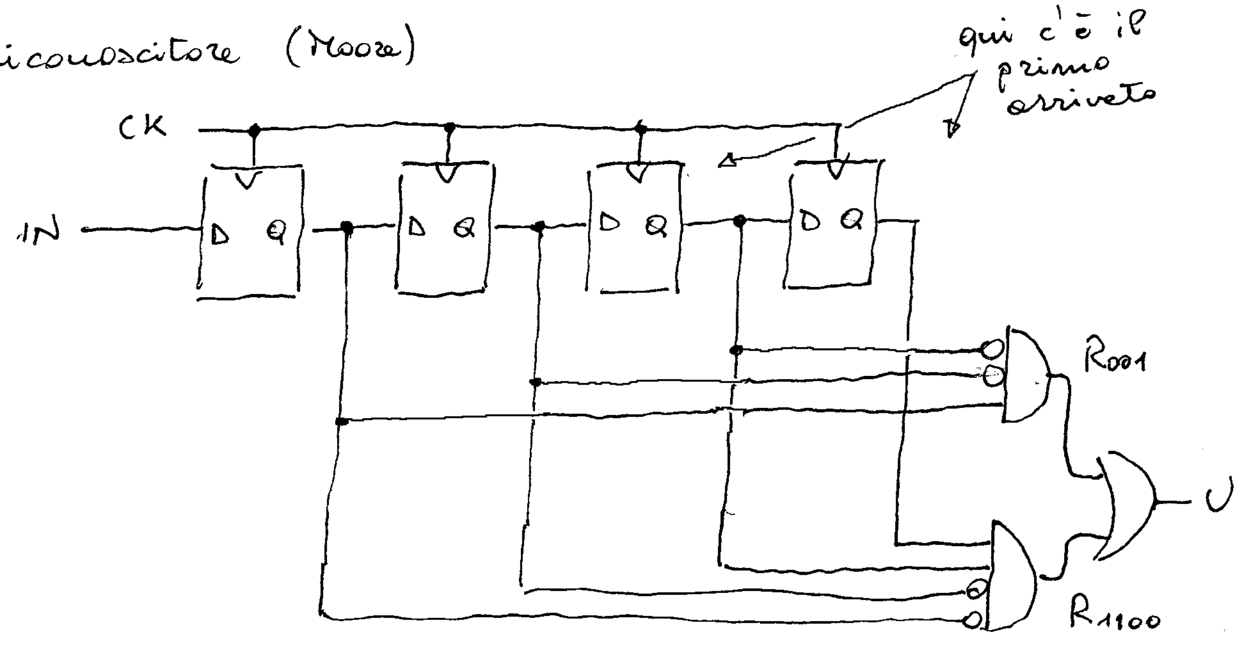
Procedura: convertire in hex (7A120) ed espandere in binario le 3 cifre meno significative

cifre	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
i	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

$(m_3\ m_1\ m_5) \rightarrow 001$

$(m_5\ \overline{m_1}\ m_{11}\ m_7) \rightarrow 1100$

Riconoscitore (Moore)

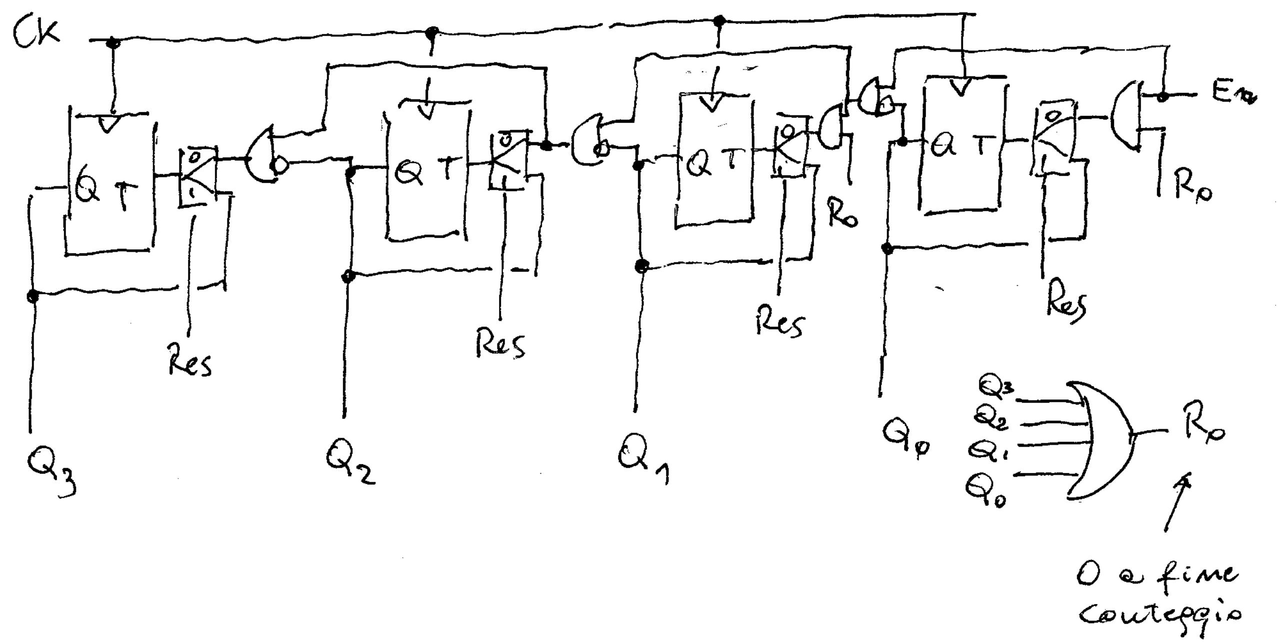


(4) Con il solito M di esempio (500 000) si ha

$$N = 9 + |M|_7 = 13$$

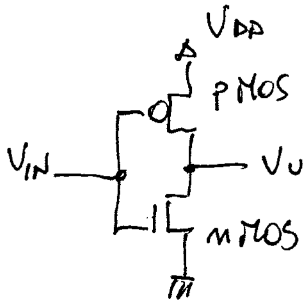
$\downarrow$ 0 0 0 0 fine conteggio
1 1 0 0
B B

Contatore DOWN con Res ed En



(5) invertitore CMOS. Mosfet con caratteristiche DUALI

$(K_M = -k_P \; ; \; V_{TM} = -V_{TP})$



$$V_1 = \left(1 + \frac{500\,000}{M}\right) V$$

$$V_2 = \left(4 - \frac{500\,000}{M}\right) V$$

nota: $V_1 + V_2 = V_{DD}$;

$V_2 = V_{DD} - V_1$

la condizione SAT/SAT si ha per $V_{IN} = V_{DD}/2$.
Per $V_{IN} < V_{DD}/2$ è pMOS triodo e nMOS saturo
Per $V_{IN} > V_{DD}/2$ il viceversa.

caso V_1 $\quad (V_{IN} > V_{TM} \; ; \; V_{IN} < V_{DD}/2)$ $\quad$ nMOS saturo

$$I_{DD} = I_{DSM} = \frac{K_M}{2}(V_1 - V_{TM})^2 = 1{,}0000\,mA$$ (se M = 500 000 come esempio)

[5 cifre signif.]

Per trovare V_U si imposta la condizione di Kirchhoff per le correnti

$$I_{DSM} = -\frac{k_P}{2}(V_U - V_{DD})(2V_1 - V_{DD} - V_U - 2V_{TP})$$

pongo $V_U = x$ e sostituisco sempre con $V_1 = 2{,}0000\ V$

$$1 = (5-x)(x-1) \; ; \quad x^2 - 6x + 6 = 0$$

$$x = 3 \pm \sqrt{3}$$ la soluzione accettabile è quella alta

$$V_{U1} = 4{,}7321\ V$$

caso V_2 (duale, con pMOS saturo e nMOS triodo)

la corrente è la stessa $I_{DD2} = 1{,}0000\ mA$

($-V_{GSp}$ in questo caso è V_{GSm} del prec.)

la tensione è complementare a V_{DD}

$$V_{U2} = 0{,}26795\ V \quad (V_{DD} - V_{U1})$$