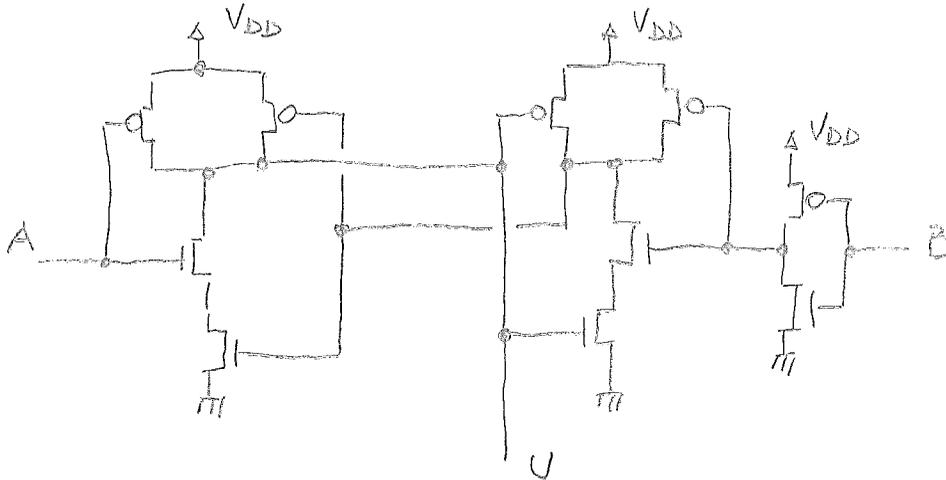


**ESERCIZIO N°1**

7 punti (4)

Individuare il funzionamento del seguente circuito logico CMOS. Valutare quindi la corrente di uscita nel caso in cui venga posto in uscita un generatore ideale di tensione da 2,5 V e gli ingressi A e B siano entrambi a tensione nulla. ( $V_{DD} = 5\text{ V}$ ;  $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1\text{ V}$ ;  $k_n = |k_p| = 2\text{ mA/V}^2$ ).



**ESERCIZIO N°2**

6 punti (4)

Realizzare in forma ottima SP le due reti combinatorie necessarie per ottenere le due cifre binarie di  $Y = |X + 7|_3$ . Gli ingressi della rete sono costituiti dalle 4 cifre binarie di X.

**ESERCIZIO N°3**

7 punti (3)

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con 2 ingressi A e B e 1 uscita U che segnali ponendo 1 in uscita il fatto che il numero di 1 arrivati sull'ingresso A negli ultimi 2 cicli di clock è uguale a quello arrivati sull'ingresso B. Come andrebbe modificata la macchina nel caso in cui dovesse rivelare l'uguaglianza nel numero di 0 ricevuti?

**ESERCIZIO N°4**

5 punti (3)

Determinare il valore di R20 durante l'esecuzione del seguente frammento di codice assembly. Esprimere tale valore in base 10, considerando il dato sia come intero assoluto sia come intero relativo.

```
LDI R20, 0xAB
ASR R20
INC R20
```

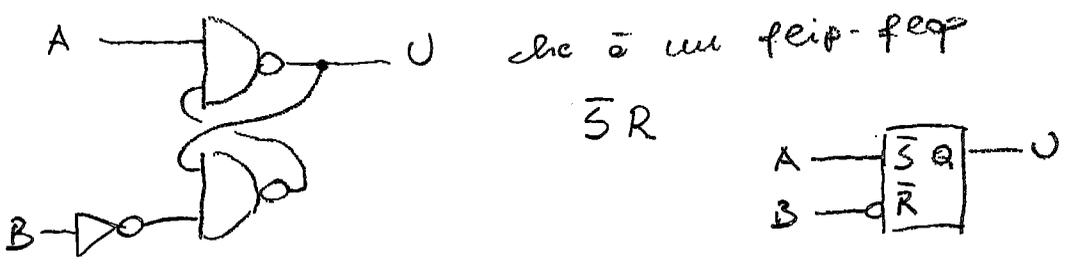
**ESERCIZIO N°5**

8 punti (4)

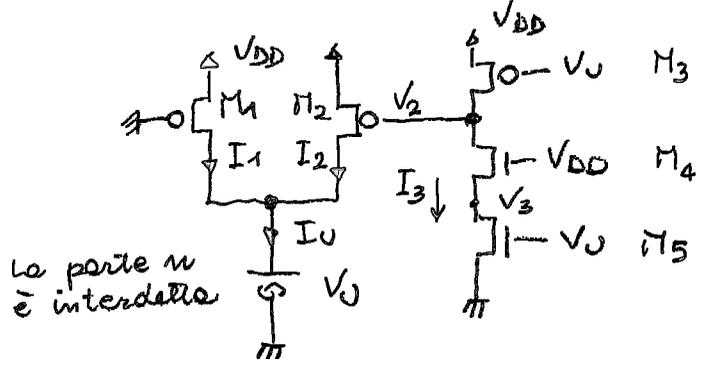
Scrivere un sottoprogramma per un microcontrollore Atmel della famiglia AVR che determina il numero totale di cifre BCD pari a 0 contenute nelle 32 locazioni consecutive di memoria a partire da quella puntata da X e lo lascia in R0.

1

Lo schema si può ricondurre a



Se A e B sono nulli si ha la seguente situazione, ottenuta eliminando i reati off-



$$I_0 = I_1 + I_2$$

(M1 zona triodo)

$$I_1 = -\frac{K_P}{2} (V_U - V_{DD}) (-V_{DD} - V_U - 2V_{TP})$$

$$= 2,5 \cdot 5,5m = 13,75mA$$

Vista la simmetria dei transistori, M3 e M5 sono saturi entrambi. Ci scorre la stessa corrente.

$$I_3 = \frac{K_M}{2} (V_U - V_{TM})^2 = 2,25mA$$

Le tensioni V2 e V3 sono INDETERMINATE - Si può trovare un range.

$$V_2 < V_U - V_{TP} = 3,5V \quad V_3 > V_U - V_{TM} = 1,5V$$

A noi interessa la tensione V2 - le max è 3,5V. le minimo si ha per V3 = 1,5V. In questo caso M4 è triodo e si ha

$$I_3 = \frac{K_M}{2} (V_2 - V_3) (V_{DD} - V_3 + V_{DD} - V_2 - 2V_{TM})$$

$$2,25 = (x - 1,5) (6,5 - x); \quad x^2 - 8x + 12 = 0 \quad \begin{cases} 2 & V_2 = 2V \\ 6 & \text{non acc.} \end{cases}$$

Quindi, con V2 = 3,5V M2 saturato e corrente minima

$$I_{2min} = -\frac{K_P}{2} (V_{2MAX} - V_{DD} - V_{TP})^2 = 0,25mA$$

con V2 = 2V M2 triodo e corrente massima

$$I_{2max} = -\frac{K_P}{2} (V_U - V_{DD}) (2V_{2min} - V_{DD} - V_U - 2V_{TP}) = 2,5 \cdot 1,5m = 3,75mA$$

In definitiva I0min = 14mA ; I0max = 17,5mA

②

Rețea combinatorică.  $Y = |X+7|_3$

$x_3 x_2$ $x_1 x_0$	00	01	11	10
00	01	10	01	00
01	10	00	10	01
11	01	10	01	00
10	00	01	00	10

$y_1$	$y_0$
0100	1010
1010	0001
0100	1010
0001	0100

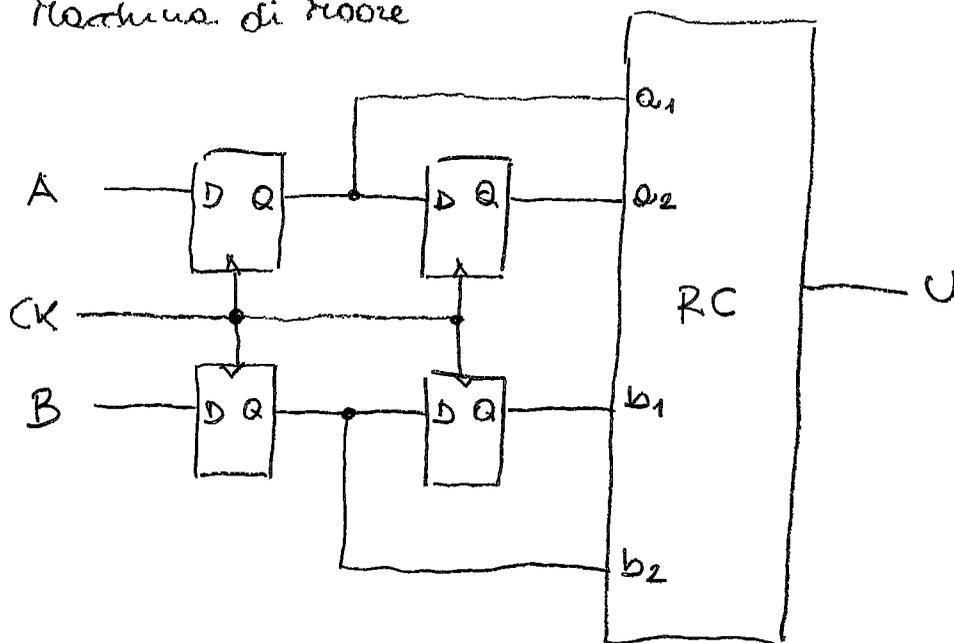
La sițesă EP compune de șase mintermini

$$y_1 = \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 + x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 + \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 + x_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$$

$$y_0 = \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 + \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 + x_3 x_2 x_1 x_0 + \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0$$

③

Macchina di Moore



Sintesi RC

		$q_1 q_2$			
		00	01	11	10
$b_1 b_2$	00	1			
	01		1		1
	11			1	
	10		1		1

Se sui due canali sono arrivati lo stesso numero di 1, sono arrivati anche lo stesso numero di 0 ( $n_0 + m_1 = 2$ )

$$U = \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{b}_1 \bar{b}_2 + \bar{a}_1 a_2 \bar{b}_1 b_2 + a_1 b_1 a_2 b_2 + a_1 \bar{a}_2 \bar{b}_1 b_2 + \bar{a}_1 a_2 b_1 \bar{b}_2 + a_1 \bar{a}_2 b_1 \bar{b}_2$$

④

	R20		
LDI R20, 0xAB	10101011	171	-85
ASR R20	11010101	213	-43
INC R20	11010110	214	-42
	binario	decimal unsigned	signed

⑤

```
sub: PUSH R16
      PUSH R17
      LDI R16, 32
      CLR R0
loop: LD R17, X+
      CPI R17, 16
      BRCC e1
      INC R0
e1:   ANDI R17, 0xF
      BRNE e2
      INC R0
e2:   DEC R16
      BRNE loop
      SBIW XH:XL, 32
      POP R17
      POP R16
      RET
```