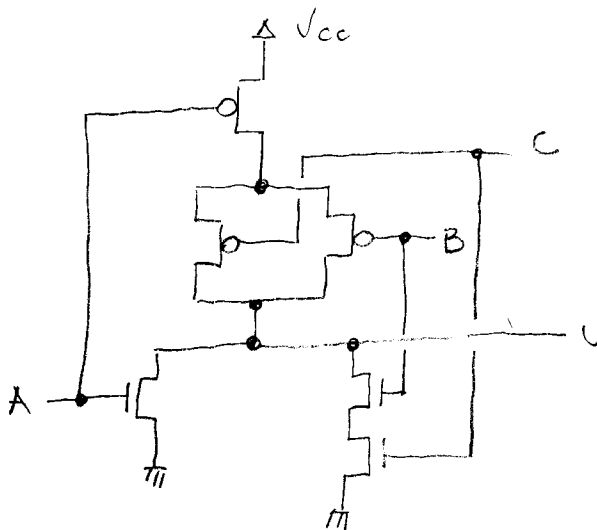


ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

Determinare la funzione logica della seguente rete CMOS e individuare la configurazione degli ingressi per cui è massima la corrente erogata dall'uscita, posta in cortocircuito verso massa. Valutare quindi tale corrente.

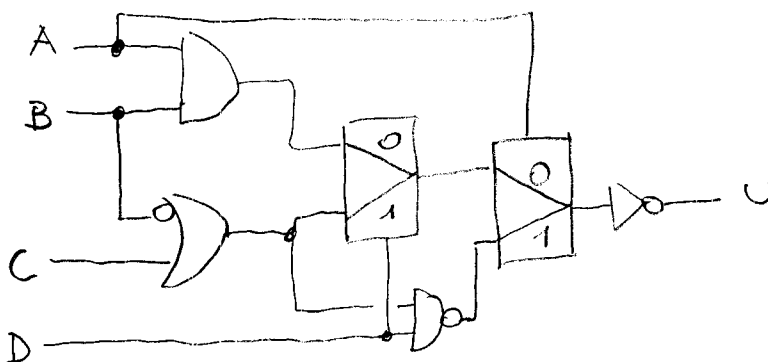
$V_{CC} = 5\text{ V}; V_{Th} = -V_{Tp} = 1\text{ V}; k_n = -k_p = 3\text{ mA/V}^2.$



ESERCIZIO N°2

6 punti (4)

Realizzare in forma PS ottima la seguente rete combinatoria a 5 ingressi.



ESERCIZIO N°3

6 punti (4)

Progettare, facendo uso di FF-T, un contatore in salita modulo 12, con abilitazione.

ESERCIZIO N°4

7 punti (3)

Determinare il tempo di esecuzione in un microcontrollore AT90S8515 con clock a 4 MHz del seguente segmento di codice assembly. Determinare, se possibile, il valore finale del registro R15.

```
CLR R16
loop:
    ASR R15
    INC R15
    SUBI R16, 3
    BRNE loop
```

ESERCIZIO N°5

8 punti (4)

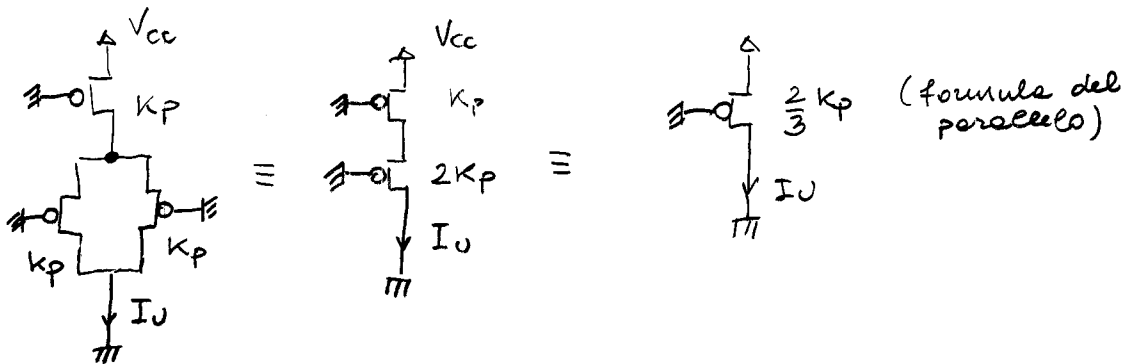
Scrivere un programma assembly per il microcontrollore AT90S8515 in grado di identificare lo stato (aperto o chiuso) di un interruttore posto tra i pin 2 e 3 della porta B. Se l'interruttore risulta chiuso, deve essere acceso un LED (con in serie un' opportuna resistenza) posto tra i pin 0 e 1 della stessa porta B. Nel caso opposto il LED deve essere spento. L'anodo del LED è collegato al pin B0. Nella sezione di inizializzazione si configurino anche i pin della porta B non usati ed esternamente scollegati.

① la funzione è

$$\overline{A+BC}$$

La massima corrente si ha con i 3 PMOS attivi, quindi con A, B e C sul livello basso.

In queste condizioni si ha (PMOS con soglie uguali)



Il PMOS equivalente è saturo ($V_{GS} = \phi$) e la sua corrente vale

$$I_U = -\frac{K_P}{3} (-V_{DD} - V_{TP})^2 = 16 \text{ mA}$$

② Se $A = \phi$; $D = \phi$ $U = 1$
 $A = 1$; $D = \phi$ $U = 0$
 $A = 0$; $D = 1$ $U = \bar{C}B$
 $A = 1$; $D = 1$ $U = C + \bar{B}$

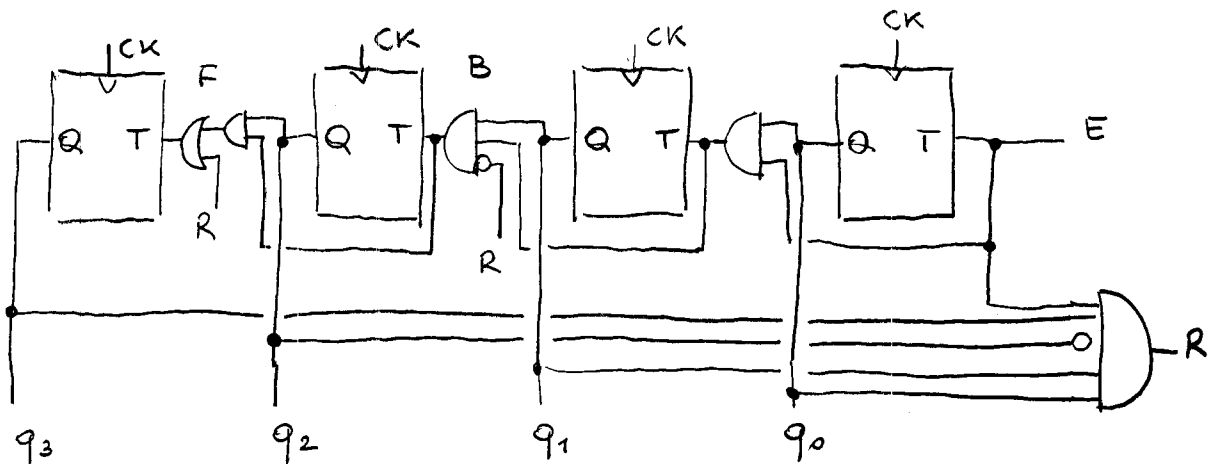
DC \ AB		AB			
		00	01	11	10
00	00	1	1	0	0
	01	1	1	0	0
11	11	0	0	1	1
	10	0	1	0	1

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

③

Commutazione finale

1011 11
 (1100) 12
 0000 0
 FB--
 $q_3 q_2 q_1 q_0$



④

La struttura consiste in un loop eseguito un numero fisso n di volte. Il tempo di esecuzione è

$$(5n - 1 + 1)T = 5nT = T_{tot}$$

n è il più piccolo intero non nullo che soddisfa la relazione

$$|3n|_{256} = \phi \quad \text{quindi } n = 256. \quad \text{Poiché } T = 250 \text{ ns (clock } 4 \text{ MHz)}$$

$$T_{tot} = 320 \mu\text{s}$$

R15, dopo numerosi cicli, vale sempre 1

Infatti eseguendo l'operazione $x \leftarrow x/2 + 1$ diverse volte con troncamento all'intero inferiore, si arriva sempre all'unità.

5

```
LDI R16, 0500001011 ; piu scollegati con pull-up
OUT DDRB, R16
LDI R16, 0611110100
OUT PORTB, R16
```

loop:

```
SBIS PINB, 2 ; salta se aperto
RJMP eccendi
CBI PORTB, 0 ; spegne
RJMP loop
```

eccendi:

```
SBI PORTB, 0
RJMP loop
```