

### ESERCIZIO N°1

7 punti (4)

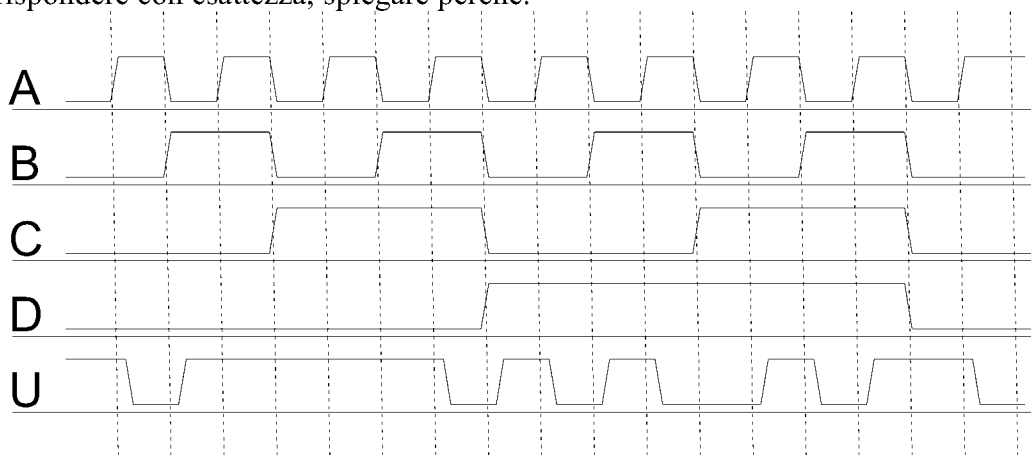
La misura di corrente effettuata in laboratorio su un invertitore CMOS a vuoto, alimentato con  $V_{CC} = 5 V$ , in funzione della tensione di ingresso, ha dato il classico grafico a cuspidi, con valori nulli per  $V_{IN} < 1.3 V$  e  $V_{IN} > 4.8 V$ . La massima corrente,  $I_{CC} = 3 mA$ , è stata ottenuta per  $V_{IN} = 2.5 V$ .

Determinare i parametri  $V_{Tn}$  e  $k_n$ ,  $V_{Tp}$  e  $k_p$  dei due mosfet.

### ESERCIZIO N°2

6 punti (4)

La simulazione di una rete combinatoria a 4 ingressi (A, B, C, D) realizzata in forma SP ottima, ha dato il risultato presentato nel seguito. Se possibile, disegnare lo schema logico della rete. Se non è possibile rispondere con esattezza, spiegare perché.



### ESERCIZIO N°3

6 punti (5)

Disegnare lo schema a porte logiche di un D-latch con abilitazione e reset.

### ESERCIZIO N°4

6 punti (4)

Progettare un contatore Up/Down sincrono con reset e abilitazione modulo 13.

### ESERCIZIO N°5

8 punti (4)

Scrivere un sottoprogramma nel linguaggio assembly della famiglia XMEGA AVR che cancella tutte le locazioni di memoria i cui indirizzi sono tra 9000 e 9600, compresi gli estremi. Il sottoprogramma non deve alterare i registri di lavoro.

①

Le regioni dove la corrente è nulla corrispondono alle zone dove uno dei due MOS è interdetto

Quindi

$$V_{Tn} = V_{INoffL} = 1,3V \quad V_{Tp} = V_{INoffH} - V_{DD} = -0,2V$$

Gli altri parametri dei MOS si trovano considerando che il massimo della corrente si ha con entrambi i MOS saturi

Quindi

$$I_{MAX} = \frac{K_n}{2} (V_{INmax} - V_{Tn})^2 \quad \text{da cui}$$

$$K_n = \frac{2 I_{MAX}}{(V_{INmax} - V_{Tn})^2} = 4,167 \text{ mA/V}^2$$

E anche ( $I_{DSp} = -I_{DSn}$  a vuoto)

$$K_p = -2 \frac{I_{MAX}}{(V_{INmax} - V_{DD} - V_{Tp})^2} = -1,134 \text{ mA/V}^2$$

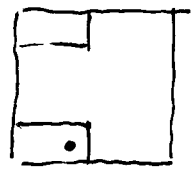
2

Dalla simulazione si ricava direttamente la tabella di verità e quindi la mappa.

DCBA	U
0	1
1	0
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	0
8	1
9	0
10	1
11	0
12	0
13	1
14	0
15	1

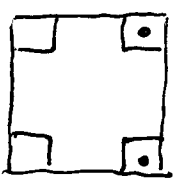
		DC			
		00	01	11	10
BA	00	1	1	0	1
	01	0	1	1	0
	11	1	0	1	0
	10	1	1	0	1

Eseguendo la sintesi ottima, si identificano i seguenti implicanti essenziali:

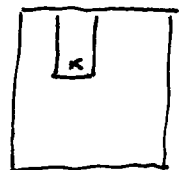


$\bar{A}\bar{D}$

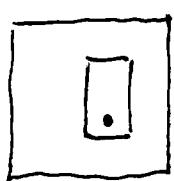
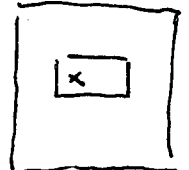
L'ultimo 1 rimanente può essere coperto in due modi equivalenti



$\bar{A}\bar{C}$

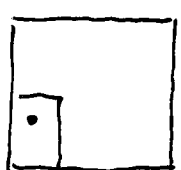


oppure



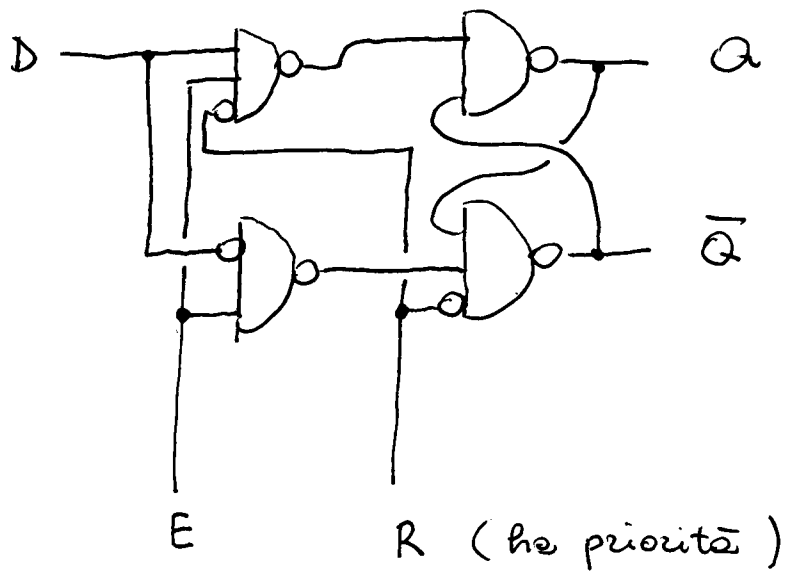
$ACD$

NON ESISTE quindi una soluzione univoca

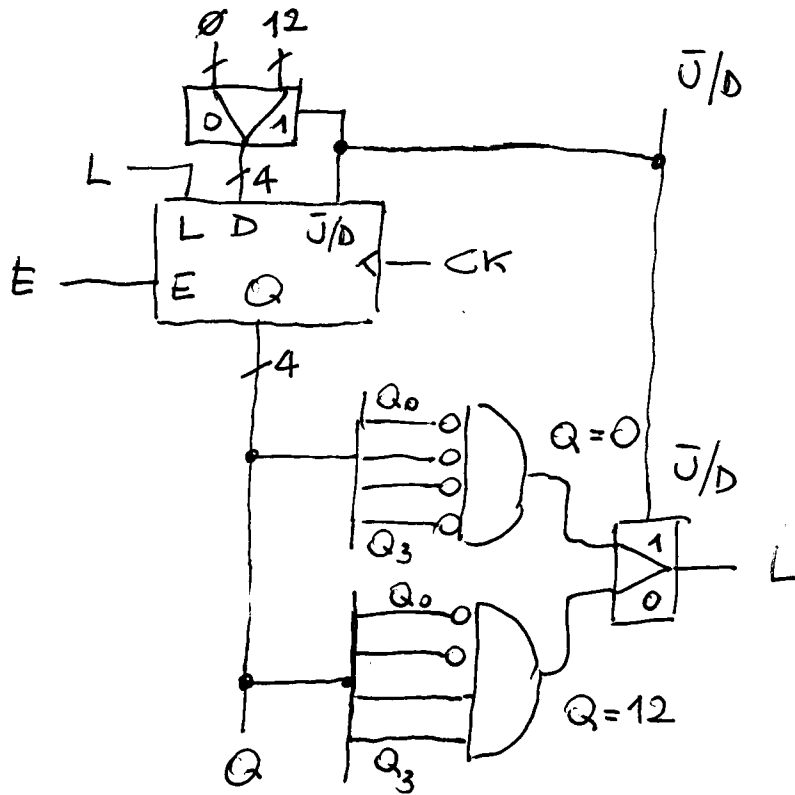


$B\bar{C}\bar{D}$

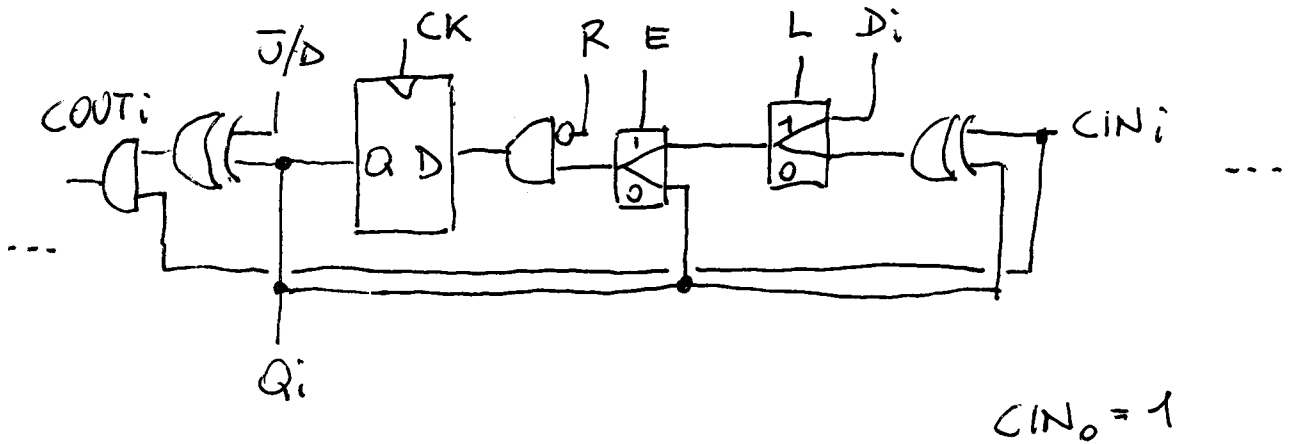
③ Une possible solution e



④ Portiamo da un contatore  $\bar{J}/D$  modulo 16 con Reset, Abilitazione e caricamento parallelo L -



Il contatore è ottenuto con i seguenti 4 stadi uguali, posti in cascata



$$CIN_0 = 1$$

# 5

```
clrmem:
    PUSH R16                //salva i registri usati
    PUSH XL
    PUSH XH
    CLR R16
    LDI XL,low(9000)        //carico il puntatore con 9000
    LDI XH,high(9000)
loop:
    ST X+,R16              //canello una locazione
    CPI XH,high(9601)
BRNE loop
    CPI XL,low(9601) //a 9601 mi fermo
BRNE loop
POP XH
POP XL
POP R16                    //ripristina i registri usati
RET
```