

### ESERCIZIO N° 1

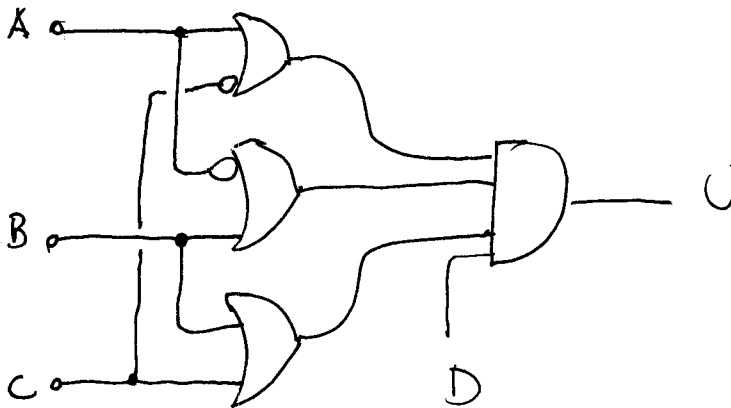
7/3 punti

Determinare la corrente che scorre in un resistore  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$  posto in uscita a una porta CMOS il cui ingresso è tenuto costantemente alla tensione  $V_{IN} = 1.5 \text{ V}$  ( $V_{DD} = 5 \text{ V}$ ;  $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}$ ;  $k_n = -k_p = 8 \text{ mA/V}^2$ ).

### ESERCIZIO N° 2

6/4 punti

Realizzare in forma SP ottima la seguente rete combinatoria a 4 ingressi e una uscita.



### ESERCIZIO N° 3

6/5 punti

Disegnare lo schema logico di assemblaggio di un modulo di memoria da 4Mx32 realizzato a partire da chip SRAM da 1Mx8.

### ESERCIZIO N° 4

6/4 punti

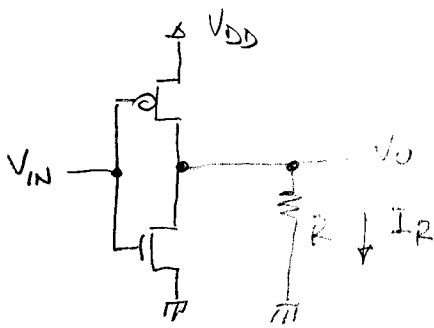
Progettare un contatore sincrono (up) modulo 15 con abilitazione facendo uso di T-FF.

### ESERCIZIO N° 5

8/4 punti

Un microcontrollore AT90S8515 riceve continuamente in ingresso sui 4 pin meno significativi della porta A un numero binario che, dopo essere stato moltiplicato per 9, deve essere posto in uscita alla porta B, usando tutti gli 8 pin. Il programma sviluppato deve inizializzare correttamente le due porte usate.

①



$$V_{DD} = 5V$$

$$R = 1k\Omega$$

$$V_{IN} = 1,5V$$

$$K_M = -K_P = 8 \text{ mA/V}^2$$

$$V_{TM} = -V_{TP} = 1V$$

L'ipotesi più ragionevole con  $V_{IN} = 1,5V$  è  $\left. \begin{array}{l} \text{M saturato} \\ \text{P triodo} \end{array} \right\}$

Per verificarla sarà sufficiente trovare

$$\left\{ \begin{array}{ll} V_{IN} - V_O < V_{TM} & V_O > 0,5V \quad (\text{M saturato}) \quad \text{e} \\ V_{IN} - V_O < V_{TP} & V_O > 2,5V \quad (\text{P triodo}) \end{array} \right.$$

Equazione di Kirchhoff al nodo:  $-I_{DSP} = I_{DSM} + V_O/R$

$$-\frac{K_P}{2} (V_O - V_{DD}) (2V_{IN} - V_{DD} - V_O - 2V_{TP}) = \frac{V_O}{R} + \frac{K_M}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2$$

numericamente ( $V_O = x$ )

$$-4(x-5)x = x+1 \quad ; \quad 4x^2 - 19x + 1 = 0$$

$$x = \frac{19 \pm \sqrt{361-16}}{8} = \begin{array}{l} 4,697V \quad \text{ok} \\ 0,05 \quad \text{non accet.} \end{array}$$

Quindi la corrente in R è  $I_R = 4,697 \text{ mA}$

② la funzione è espressa come prodotto di somme

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

la mappa è quindi

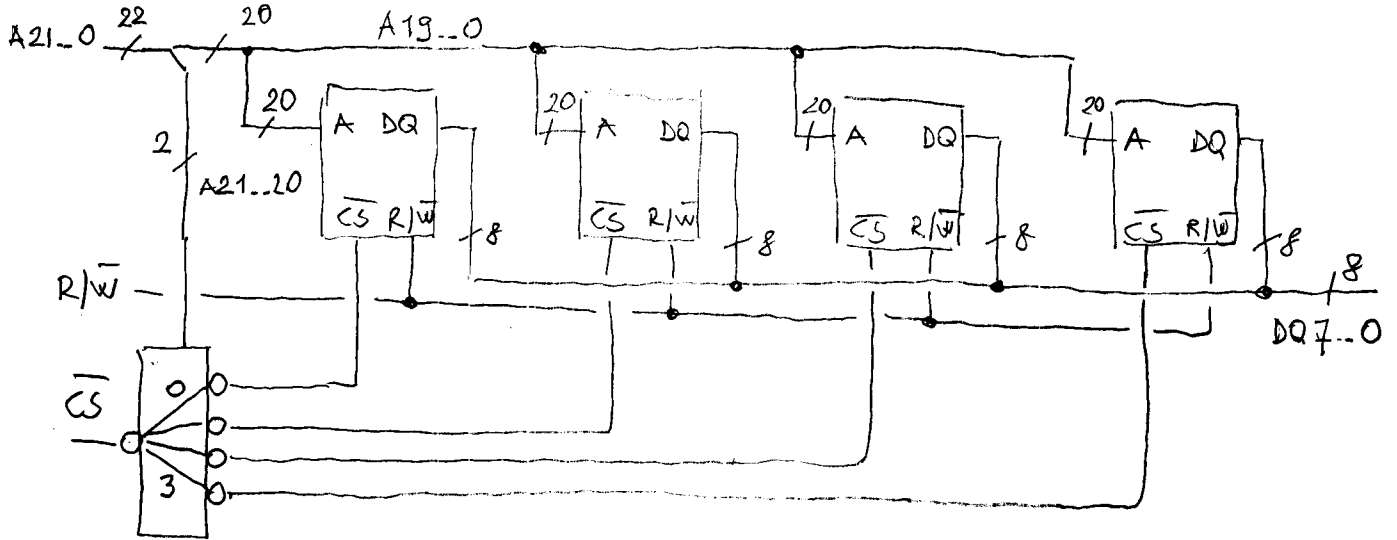
CD \ AB	AB			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

Forme ottime SP

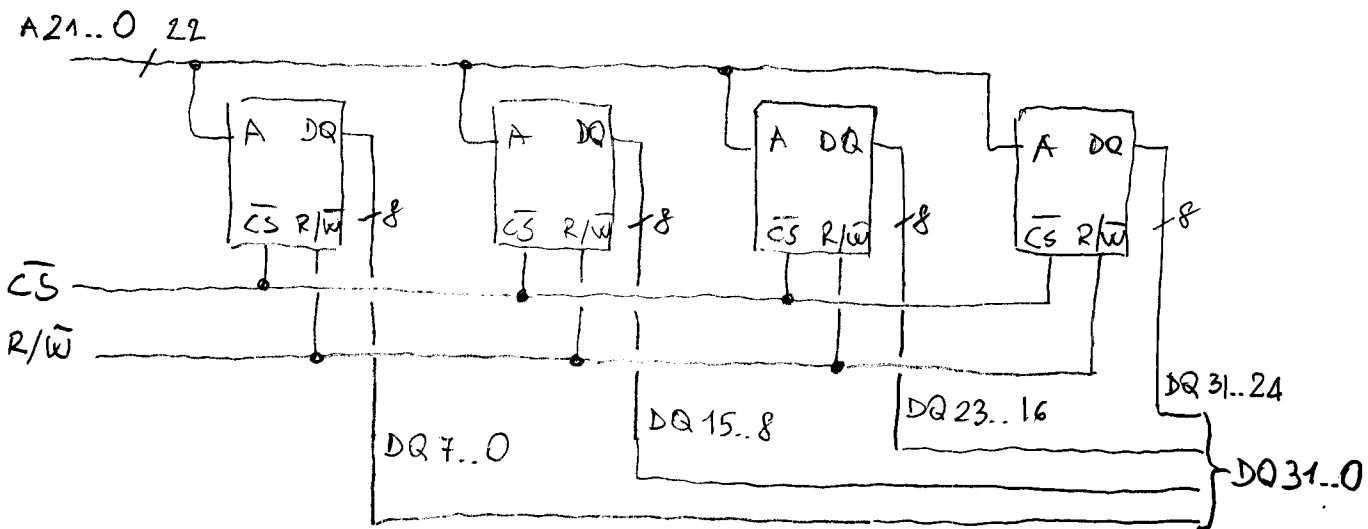
$$U = ABD + B\bar{C}D$$

③ Il montaggio può essere diviso in due parti

1) Aumento del n° di parole: da  $1M \times 8$  a  $4M \times 8$

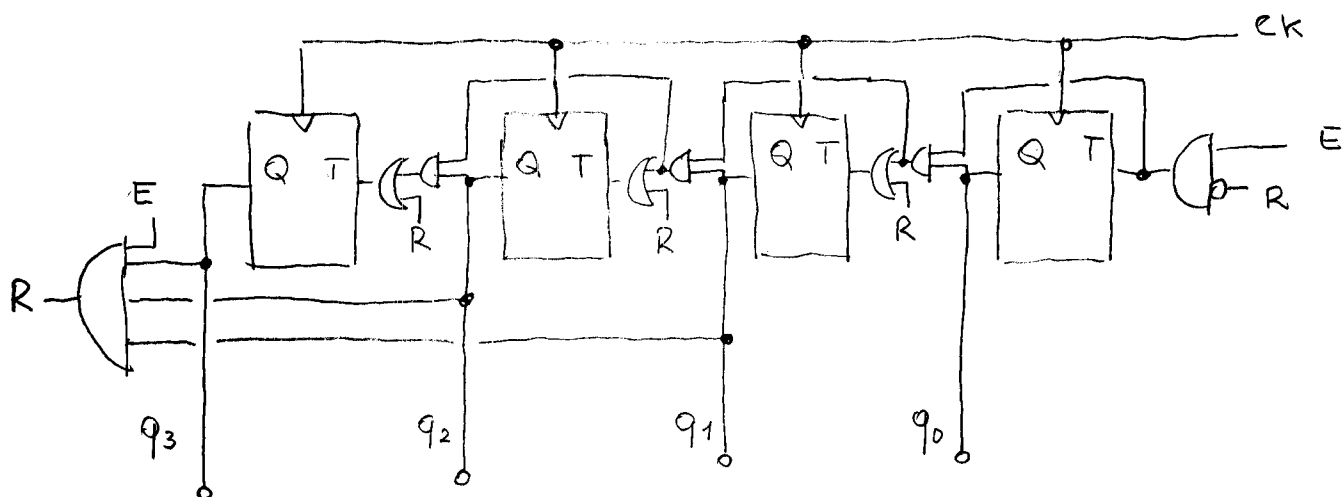


2) Aumento della dimensione di parola: da  $4M \times 8$  a  $4M \times 32$



④ Transistoruc

1 1 1 0  
 0 0 0 0    ↓    quindi  $\bar{F} \bar{F} \bar{F} B$   
 0 0 0 1  
 ⋮  
 9<sub>3</sub> 9<sub>2</sub> 9<sub>1</sub> 9<sub>0</sub>



## ESERCIZIO 5

start:

```
clr R16 ; inizializza le porte
out PORTA,R16
ldi R16,0b11110000
out DDRA,R16
ser R16
out DDRB,R16
```

forever:

```
in R16,PINA ; acquisisce n
andi R16,0x0F ; elimina bit non utili
mov R17,R16 ; replica n
swap R16 ; moltiplica n per 16
lsr R16 ; divide 16n per 2
add R16,R17 ; somma n a 8n
out PORTB,R16 ; uscita
rjmp forever
```