

ESERCIZIO N°1

6 punti

Disegnare in tecnologia CMOS una rete logica che esegua la funzione XOR (or esclusivo).

ESERCIZIO N°2

7 punti

Determinare nel piano cartesiano della caratteristica di trasferimento di un inverter CMOS la regione in cui sia il transistor p MOS sia quello n MOS sono saturi. Determinare poi in questa regione l'espressione analitica della tensione V_U . Determinare infine, sempre in questa regione, il valore massimo della corrente erogata dal generatore V_{DD} . Si sa che $2V_{Tn} = -V_{Tp} = 1$ V e $k_n = -2k_p = 1$ mA/V².

ESERCIZIO N°3

6 punti

Disegnare, usando se possibile flip-flop JK , un contatore modulo 16.

ESERCIZIO N°4

6 punti

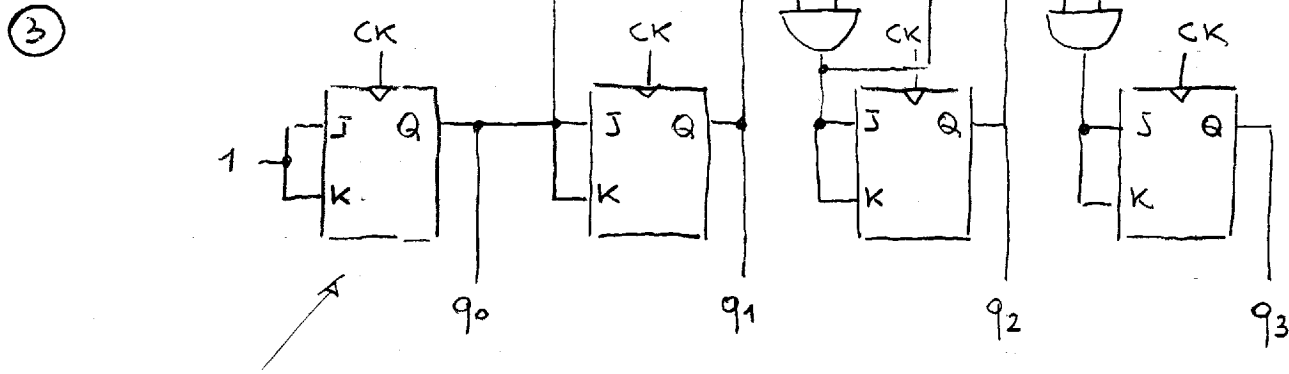
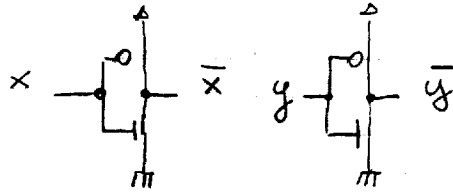
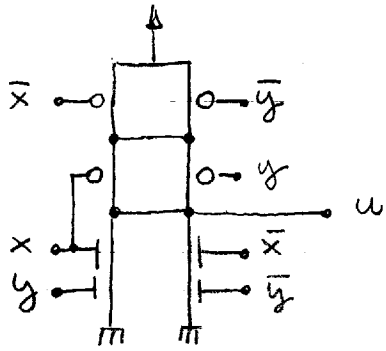
Assemblare un modulo di memoria da $1\text{ G} \times 13$ avendo a disposizione 4 memorie da $256\text{ M} \times 5$ e 8 memorie da $128\text{ M} \times 8$.

ESERCIZIO N°5

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore AT90S8515 che valuti la somma tra due numeri interi relativi contenuti nella memoria dati, rappresentati su 32 bit e il cui byte meno significativo è puntato, rispettivamente, da X e Y. Il risultato deve essere memorizzato al posto dell'addendo puntato da X. Il sottoprogramma deve lasciare inalterati i registri di lavoro.

① $u = x\bar{y} + \bar{x}y = \overline{xy + \bar{x}\bar{y}}$ (XOR)



equivale a un flip flop di tipo T

④ Assemblaggio complessivo

256M x 5	128M x 8

← 13 b →

128M → AΦ-26

256M → AΦ-27

1G → AΦ-29

- ① Si assemblano 2 memorie da 128M x 8, ottenendo 256M x 8
- ② Si assemblano una memoria da 256M x 5 e una da 256M x 8, ottenendo 256M x 13
- ③ Si assemblano 4 memorie da 256M x 13, ottenendo la memoria richiesta

Per le connessioni degli assemblaggi, vedi la teoria.

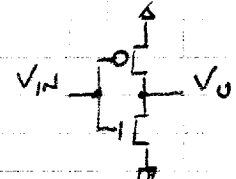
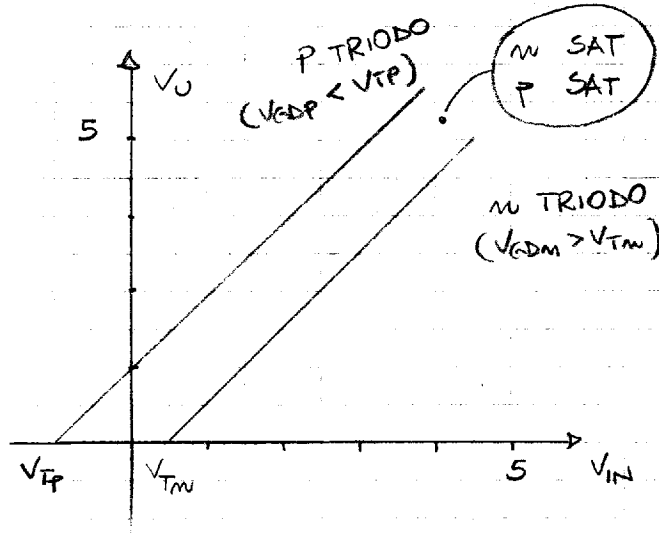
5

```

subr:  CLC                ; azzerare il riporto
      PUSH R16           ; salva i registri
      PUSH R17
      PUSH R18
      LDI R18, 4         ; carica contatore
loop:  LD R16, X
      LD R17, Y+
      ADC R16, R17       ; somma con riporto
      ST X+, R16        ; salva il risultato
      DEC R18
      BRNE loop
      SBIW XH:XL, 4
      SBIW YH:YL, 4     ; ripristina i puntatori
      POP R18
      POP R17
      POP R16
      RET

```

2



$$V_{GDM} = V_{GDP} = V_{IN} - V_O$$

$$V_{GSM} = V_{IN}$$

$$V_{GSP} = V_{IN} - V_{DD}$$

Nelle zone individuate la I_{DSM} e la I_{DSP} dipendono solo da V_{IN} . Egualandole si ha una relazione che definisce la tensione per cui la corrente erogata dal generatore è massima e che corrisponde a un tratto verticale nelle caratteristiche di trasferimento.

$$I_{DSM} = \frac{K_M}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2 \quad I_{DSP} = \frac{K_P}{2} (V_{IN} - V_{DD} - V_{TP})^2$$

$$2 (V_{IN} - V_{TM})^2 = (V_{IN} - V_{DD} + 2V_{TM})^2 \quad \text{sostituendo}$$

$$2x^2 - 2x + 1/2 = x^2 - 8x + 16 \quad ; \quad x^2 + 6x - 15.5 = 0$$

$$x = -3 + \sqrt{24.5} = 1.950 V \quad (\text{l'altra soluzione non è acc.})$$

Quindi, nelle zone individuate

$$V_{IN} = 1.350 V \quad \text{e cui corrisponde} \quad I_{cc} = 2.102 mA$$