

Fondamenti di Elettronica – Ing. AUTOMAZIONE – AA 2011/2012

Prova in itinere del 04 Maggio 2012

Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)...

Esercizio 1.

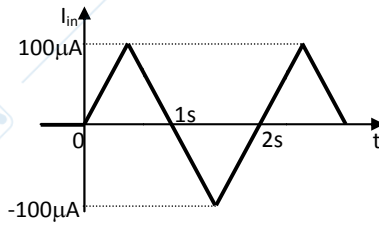
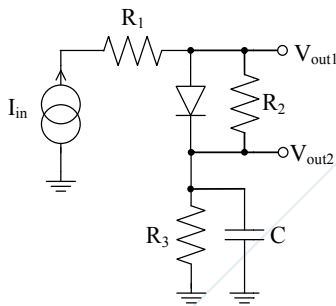


Fig. 1

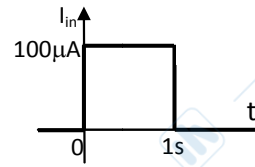


Fig. 2

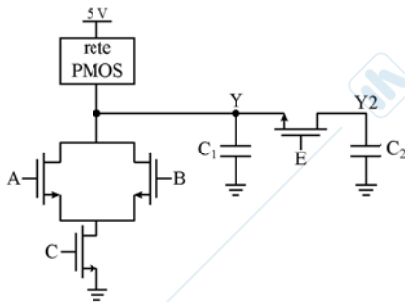
$R_1 = 30 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 50 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$

Si assuma che la tensione di accensione del diodo sia $V_\gamma = 0.7\text{V}$.

Per i punti a) e b) si trascuri la presenza del condensatore C.

- Determinare l'intervallo di valori di I_{in} per cui il diodo è acceso.
- Si assuma che la corrente di ingresso I_{in} abbia l'andamento ad onda triangolare rappresentato in Fig. 1.
 - Tracciare l'andamento nel tempo di $V_{out1}(t)$ e $V_{out2}(t)$ quotando tutti i punti significativi.
 - Calcolare la massima potenza dissipata dal diodo e la massima potenza erogata dal generatore di corrente.
- Si consideri ora la presenza del condensatore C e si assuma la corrente di ingresso riportata nella Fig. 2. Tracciare su un diagramma temporale quotato l'andamento nel tempo di $V_{out1}(t)$ e $V_{out2}(t)$, assumendo C inizialmente scarico.

Esercizio 2.



Considerare $E = 0$:

- Determinare la funzione logica dell'uscita Y.
- Determinare il tempo di propagazione di Y da 0 a 1 nel caso peggiore.
- Determinare la potenza dinamica del sistema quando $A = B = C$ commutano a frequenza $f = 1 \text{ MHz}$.

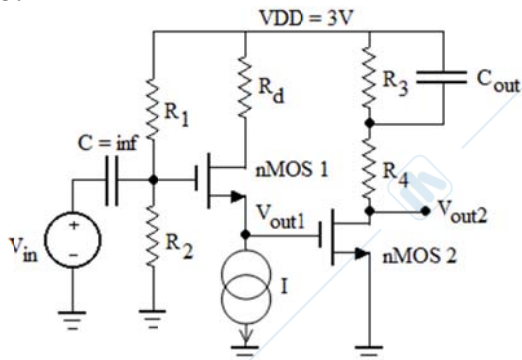
Considerare $E = 1$:

- Determinare i livelli logici dell'uscita Y2.

$$V_{T,n} = |V_{T,p}| = 1 \text{ V}, k_n = k_p = 2 \text{ mA/V}^2$$

$$C_1 = C_2 = 1 \text{ pF}$$

Esercizio 3.



$$I = 1 \text{ mA}$$

$$\frac{1}{2} \mu_n C'_{ox} = 100 \text{ }\mu\text{A/V}^2, V_T = 0.5 \text{ V}$$

$$\frac{W}{L} (\text{nMOS } 2) = 100$$

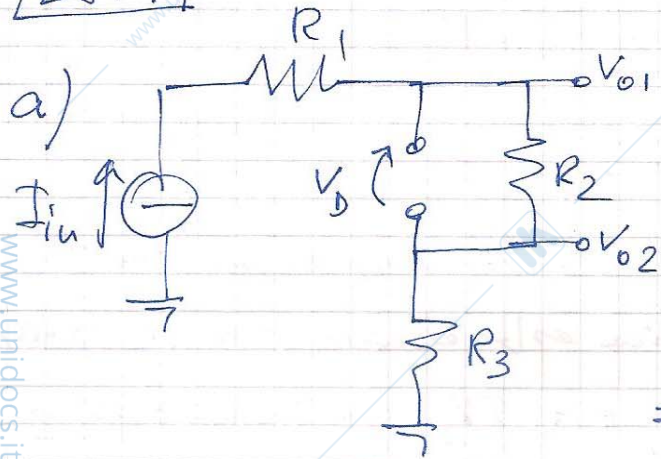
$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega, R_2 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$R_d = 700 \text{ }\Omega$$

$$R_3 = 200 \text{ }\Omega, R_4 = 600 \text{ }\Omega$$

- Dimensionare il rapporto di forma W/L del nMOS1 affinché la tensione del nodo di *gate* del nMOS2 sia pari a 1V. Determinare quindi le rimanenti tensioni e correnti di polarizzazione del circuito.
- Calcolare il guadagno di piccolo segnale v_{out1}/v_{in} del primo stadio.
- Calcolare il guadagno v_{out2}/v_{out1} del secondo stadio ad alta frequenza (C_{out} corto) e scrivere quindi il guadagno complessivo del circuito v_{out2}/v_{in} .
- Determinare il massimo valore del segnale v_{in} affinché sia rispettata la condizione di piccolo segnale, considerando soddisfacente un fattore pari a 20.

Es: 1

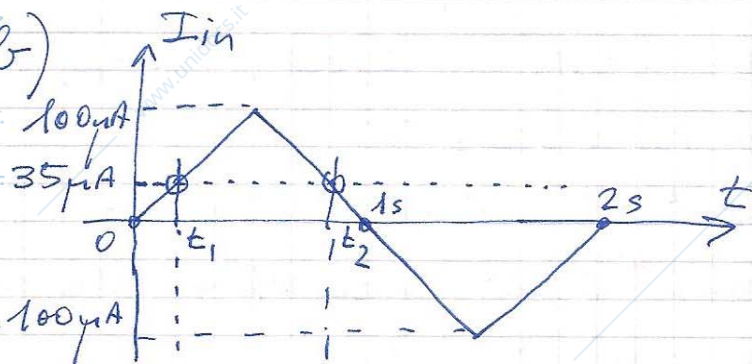


Si ipotizza D off $\Rightarrow I_D = 0$
 Ciò è verificato se $V_D \leq V_g$:

$$V_D = R_2 I_{in} \leq V_g$$

$$\rightarrow I_{in} \leq \frac{V_g}{R_2} = \frac{0.7V}{20k\Omega} = 0.035 mA$$

$\Rightarrow D$ è ON per $I_{in} \geq 0.035 mA$



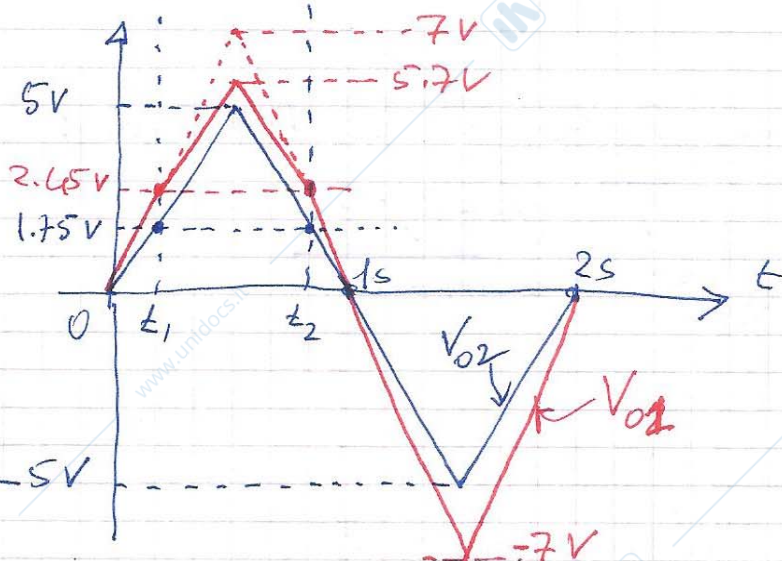
$V_{02} = R_3 I_{in}$ sempre

o se D è OFF:

$\rightarrow V_{01} = (R_2 + R_3) I_{in}$

o se D è ON

$\rightarrow V_{01} = V_{02} + V_g$



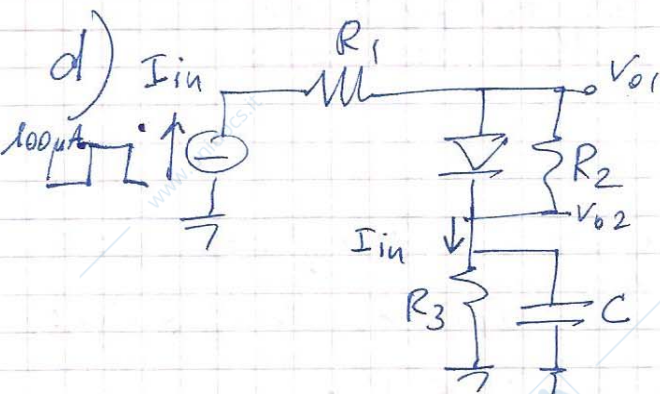
a) Max potenza

$$P_D |_{max} = V_g \left(100 \mu A - \frac{0.7V}{20k\Omega} \right) = V_g \times 65 \mu A = \underline{45.5 mW}$$

$$V_g = V_{01} + R_1 I_{in}$$

$|V_g|$ è max (gr $I_{in} = -100 \mu A$ (D è off))

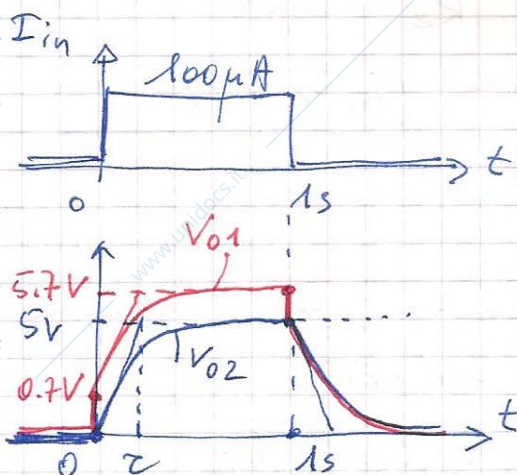
$$\rightarrow |V_g|_{max} = 100 \mu A \times 100k\Omega = 10V \rightarrow P_{gen} |_{max} = 10V \times 100 \mu A = \underline{1mW}$$



• per $t = 0^+$, $I_{in} = 100 \mu A \rightarrow D = 0 V$
 $\rightarrow V_{01} = V_{02} + V_f$
 $\rightarrow V_{02}(0^+) = 0$

Per $t > 0$ $V_{02}(t)$ esegue un transitorio di carica esponenziale verso il livello

$$R_3 \cdot 100 \mu A = \underline{5V} \quad \text{con } \tau = R_3 C = \underline{50 \mu s}$$

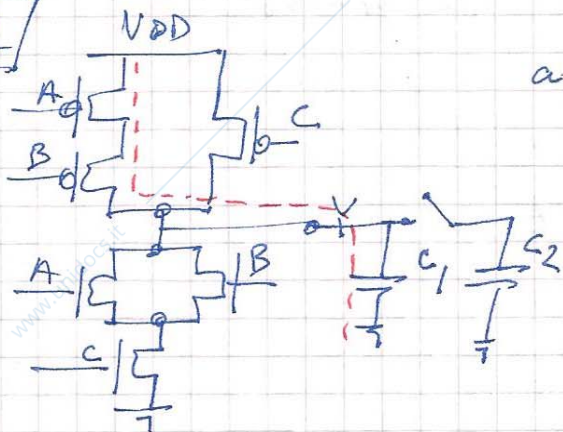


• per $t = 1^+ \mu s$, $I_{in} = 0$, $D = \underline{\text{off}}$

$$\rightarrow V_{01} = V_{02} = 5V$$

Per $t > 1 \mu s$ $V_{01} = V_{02}$ segue un transitorio di scarica esponenziale con la stessa $\tau = 50 \mu s$

[Es. 2]



a) Dalla rete di Pull Down:

$$Y = (A+B) \cdot C$$

$$\rightarrow Y = \underline{(A+B)C}$$

b.) Tempo di propagazione peggiore $L \rightarrow A$

Il percorso più resistivo (minore corrente) è attraverso A e B.

$$\rightarrow k_{eq} = \frac{1}{2} k_p = \underline{1 \text{ mA/V}^2}$$

al max corrente costante: $t_{PLH} / \max \approx \frac{C_L \frac{V_{DD}}{2}}{k_{eq} (V_{DD} - \frac{V_{TL}}{2})^2} = \frac{10^{-12} \text{ F} \times 2.5V}{1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} (4V)^2} = \underline{156 \text{ fs}}$

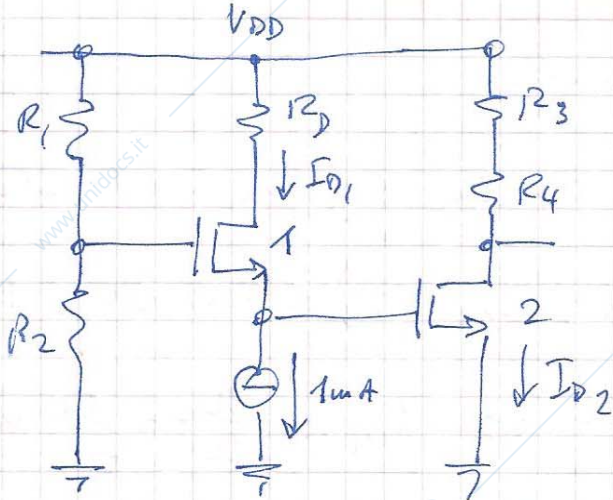
c) $ABC = 000 \rightarrow Y = 1$; $ABC = 111 \rightarrow Y = 0$ quindi Y commutato alla stessa frequenza degli ingressi. $P = f C_L V_{DD}^2 = \underline{25 \mu W}$

d) In fase di full-up, la capacità C_2 si può considerare solo fino a $(V_{DD} - V_{Th})$ perché l'MOS E si slegue.

quindi $V_2|_H = 4V$, $V_2|_L = 0V$.

Es. 3

a) Polarizzazione



$$V_{G1} = V_{DD} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 3V \times \frac{50}{60} = 2.5V$$

Se $V_{G2} = 1V \rightarrow V_{GS1} = 2.5 - 1 = 1.5V$

Il MOS1 saturo!

$$I_{D1} = k_1 (V_{GS1} - V_T)^2$$

$$\rightarrow k_1 = \frac{I_{D1}}{(V_{GS1} - V_T)^2} = \frac{1\mu A}{(1V)^2} = \frac{1\mu A}{V^2}$$

$$\rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_1 = \frac{k_1}{\left(\frac{1}{2}\mu_n C_{ox}\right)} = \frac{1\mu A/V^2}{0.1\mu A/V^2} = 10$$

$$V_{D1} = 3V - 0.7V = 2.3V$$

Controllo SAT 1: $V_{DS1} = 2.3 - 1 = 1.3V > V_{GS1} - V_T = 1V$ OK

$$I_{D2} = k_2 (V_{GS2} - V_T)^2 = 0.1 \frac{\mu A}{V^2} \times 100 (1V - 0.5V)^2 = 10 \frac{\mu A}{V^2} \times 0.25V^2$$

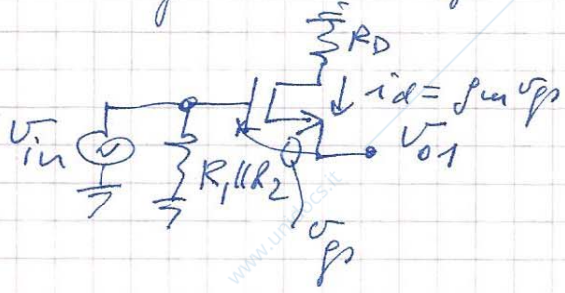
$$V_{D2} = 3V - 0.8k\Omega \times 2.5\mu A = +1V \quad \boxed{= 2.5\mu A}$$

Controllo SAT 2: $V_{DS2} = 1V > V_{GS2} - V_T = 0.5V$ OK

b) Guadagno 1° stadio

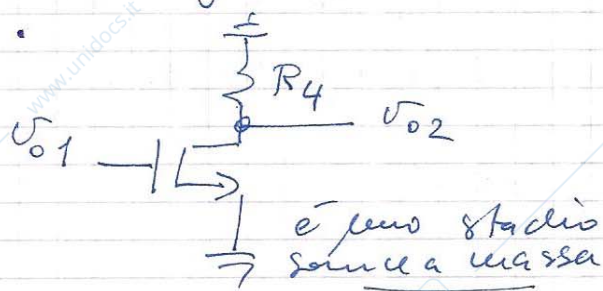
E' un source follower con resistenza di source $\rightarrow \infty$

Per $f > 0$ la capacità C è per conto.



Essendo $i_d = 0 \rightarrow v_{gs} = 0$
 da cui $V_{O1} = V_{in} \rightarrow \boxed{\frac{V_{O1}}{V_{in}} = 1}$

c) Guadagno 2° stadio ad alta freq.



$$v_{o2} = (-g_{m2} R_4) v_{o1}$$

$$\rightarrow \frac{v_{o2}}{v_{o1}} = - \frac{2 \times 2.5 \text{ mA}}{0.5 \text{ V}} \times 0.6 \text{ k}\Omega = -6$$

guadagno complessivo: $\frac{v_{o2}}{v_{in}} = \left(\frac{v_{o1}}{v_{in}}\right) \times \left(\frac{v_{o2}}{v_{o1}}\right) = -6$

d) Condizione di piccolo segnale

$$v_{gs1} = 0 \rightarrow \text{cond. piccolo segnale sempre verificata}$$

$$v_{gs2} = v_{out1} = v_{in} \ll 2(V_{GS2} - V_T) = 2 \times 0.5 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

Condizione per fattore 20 $\rightarrow v_{in} \leq \frac{1 \text{ V}}{20} = 50 \text{ mV}$

