

Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a) ....  
 Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 3 ore. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

**ESERCIZIO 0 - DA RISOLVERE OBBLIGATORIAMENTE IN MANIERA ESATTA**  
 (pena la non correzione dei restanti esercizi)

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 1a.

Determinare la costante di tempo del circuito ed il valore asintotico della tensione di uscita  $V_{out}$ , per  $t$  tendente a  $+\infty$  e a  $-\infty$ , quando in ingresso e' applicato il segnale mostrato in Fig. 1b.

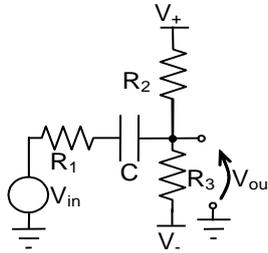


Fig. 1a

- $R_1 = 3k\Omega$
- $R_2 = 3k\Omega$
- $R_3 = 1k\Omega$
- $C = 1nF$
- $V_- = -1V$
- $V_+ = +3V$

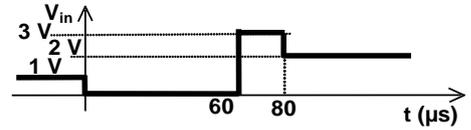


Fig. 1b

**Esercizio 1**

Si consideri nuovamente il circuito riportato nella Fig. 1a.

- a) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione  $V_{out}(t)$  quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (*non periodico*). Si giustifichi la risposta.
- b) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione  $V_{out}(t)$  quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1c. (*non periodico*). Si giustifichi la risposta.

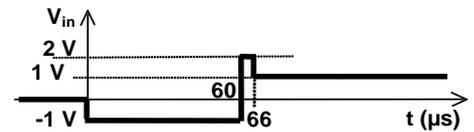


Fig. 1c

**Esercizio 2**

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 2, in cui  $v_{in}$  e' un generatore di tensione di piccolo segnale.

- a) Dimensionare il valore del fattore di forma  $(W/L)_2$  di M2 che garantisca una corrente di polarizzazione di  $2mA$  in M2. Si determinino, quindi, le tensioni a tutti i nodi e le correnti in tutti i rami.
- b) Determinare il guadagno di piccolo segnale  $v_{out}/v_{in}$  a bassa frequenza ( $C$  circuito aperto).
- c) Determinare le singularita' introdotte dalla capacita'  $C$  nel trasferimento di piccolo segnale  $v_{out}/v_{in}$ .
- d) Determinare il massimo valore della resistenza  $R_d$  che garantisca il funzionamento in saturazione dei transistori.

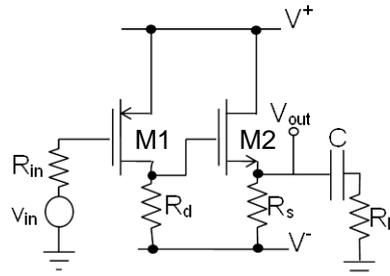


Fig.2

- $\frac{1}{2}\mu_n C_{ox} = 100 \mu A/V^2$
- $|k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox} (W/L)_p = 100 \mu A/V^2$
- $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1V$
- $R_{in} = 50\Omega$
- $R_s = 900\Omega$
- $C = 47nF$
- $R_d = 3k\Omega$
- $R_L = 10k\Omega$
- $V^+ = +5V$
- $V^- = -5V$
- $r_o = \infty$

**Esercizio 3**

Si consideri la porta logica in tecnologia CMOS mostrata in Fig. 3, che svolge la funzione logica  $Y = A \cdot (B + C) \cdot A \cdot D$ .

- a) Disegnare la rete di pull-up e la rete di pull-down, giustificando le scelte effettuate, per ottenere la funzione logica con una porta in tecnologia CMOS in forma minima.
- b) Determinare la transizione caratterizzata dal minimo tempo di commutazione e calcolare tale tempo.

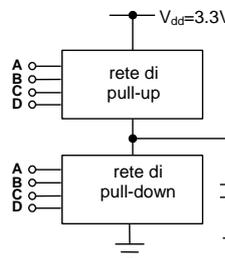


Fig. 3

- $k_n = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} (W/L)_n = 100 \mu A/V^2$
- $|k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox} (W/L)_p = 40 \mu A/V^2$
- $|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.7V$
- $C_L = 20 pF$

**Esercizio 4**

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 4. I diodi conducono quando sono polarizzati in diretta con una tensione ai loro capi pari a  $0.7V$ . La tensione  $V_{in}$  varia nell'intervallo  $[-10V, +10V]$ ,

- a) Disegnare la caratteristica di trasferimento ingresso - uscita ( $V_{out}(t)$  in funzione di  $V_{in}(t)$ ), motivando la risposta.
- b) Determinare il minimo valore della tensione di break-down del diodo  $D_2$  necessaria perche' il diodo  $D_2$  non vada in break-down.

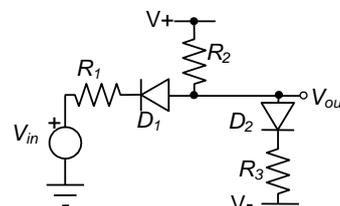


Fig. 4

- $V^+ = 10V$
- $V^- = -10V$
- $R_1 = 20 k\Omega$
- $R_2 = 10 k\Omega$
- $R_3 = 20 k\Omega$