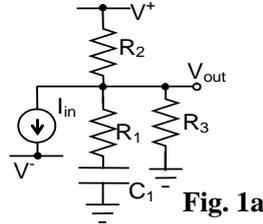


Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)
 Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 3 ore. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

**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 medio della corrente in R₁, quando in ingresso e' applicato il segnale (periodico di periodo T) mostrato in Fig. 1b, se T = 3 ms.



$R_1 = 10\text{ k}\Omega$
 $R_2 = R_3 = 50\text{ k}\Omega$
 $C_1 = 1\text{ nF}$
 $V^+ = -V = 2\text{ V}$

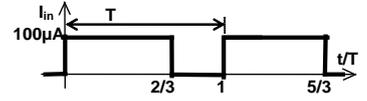


Fig. 1b

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 (periodico di periodo T), se $T = 3\text{ ms}$. 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. 1b (periodico di periodo T), se $T = 300\text{ }\mu\text{s}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.

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) **Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- b) **Determinare il trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (C e C_{out} cortocircuitati).**
- c) Determinare le singularita' introdotte dalle capacita' C e C_{out} nel trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , assumendo che il solo transistorore M1 sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,1} = 100\text{ k}\Omega$.
- d) Determinare la massima escursione positiva e negativa del nodo V_{out} in presenza di una tensione di ingresso V_{in} in continua, assumendo che il solo transistorore M1 sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,1} = 100\text{ k}\Omega$.

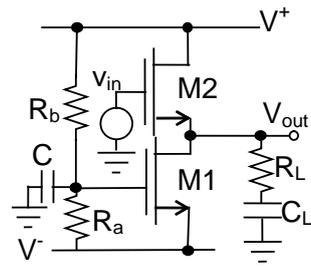


Fig. 2

$V = -3.7\text{ V}$
 $V^+ = 1.5\text{ V}$
 $k_n = 1/2 \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 0.5\text{ mA/V}^2$
 $V_{Tn} = 0.7\text{ V}$
 $R_a = 1.7\text{ M}\Omega$
 $R_b = 3.5\text{ M}\Omega$
 $R_L = 10\text{ k}\Omega$
 $C = 4.7\text{ }\mu\text{F}$
 $C_L = 22\text{ nF}$

Esercizio 3

Si consideri il circuito logico mostrato in Fig. 3.

- a) **Determinare la funzione logica svolta e disegnare la rete di pull-up e la rete di pull-down della corrispondente porta logica complessa in tecnologia CMOS.**
- b) Determinare dopo quanto tempo da una transizione alto-basso degli ingressi, tutti tra loro cortocircuitati, la corrente che fluisce nella capacita' di carico C_L , supposta pari a 5 pF , attraverso transistorori in zona ohmica.

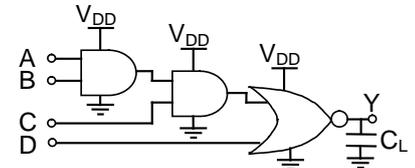


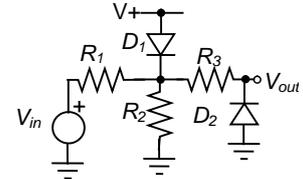
Fig. 3

$V_{DD} = 1.8\text{ V}$ $|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.5\text{ V}$
 $k_n = 1/2 \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 300\text{ }\mu\text{A/V}^2$
 $|k_p| = 1/2 \mu_p C_{ox} (W/L)_p = 700\text{ }\mu\text{A/V}^2$

Esercizio 4

Si consideri il circuito riportato in Fig. 4. Il diodo conduce quando e' polarizzato in diretta con una tensione ai suoi capi pari a 0.7 V e va in breakdown quando la tensione inversa ai suoi capi supera gli 8 V .

Disegnare l'andamento temporale della tensione di uscita quando in ingresso e' applicata una sinusoide di ampiezza 2 V e frequenza 500 Hz , quotando tutti i punti ritenuti significativi e giustificando la risposta.



$V^+ = 5\text{ V}$
 $R_1 = 1\text{ k}\Omega$
 $R_2 = 2\text{ k}\Omega$
 $R_3 = 5\text{ k}\Omega$

Fig. 4