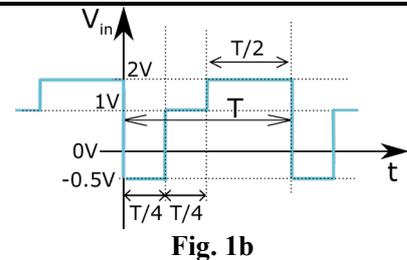
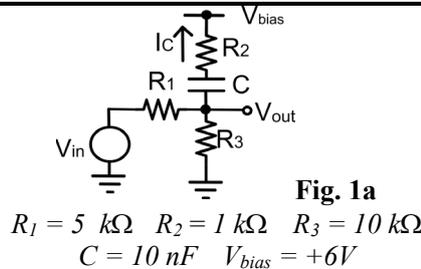


1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, data, “1^a prova in itinere”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome e numero di matricola.
3. Scrivere con grafia leggibile e con la penna.
4. Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)...
5. Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 2.5 ore.
6. 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 I_C , quando in ingresso e' applicato il segnale (periodico) mostrato in Fig. 1b, se $T = 2$ ms.



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), se $T = 2$ 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), se $T = 1$ ms. 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 tensione V_B necessaria perche' la corrente nei transistori sia 1 mA . Determinare, quindi, la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami) e l'intervallo di tensioni ammesse per il nodo di uscita.
- b) Determinare l'espressione ed il valore del guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (tutte le capacita' circuito chiuso).
- c) Determinare l'espressione ed il valore del guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (tutte le capacita' circuito chiuso), assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 50 \text{ k}\Omega$.
- d) Determinare le singularita' introdotte dalle capacita' C_G , C_{sn} e C_{out} nel trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , assumendo $r_0 = \infty$.

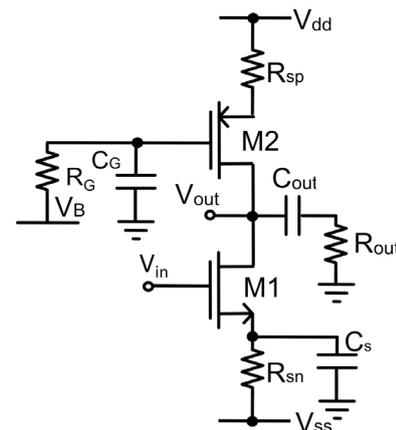


Fig. 2
 $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 1 \text{ mA/V}^2$ $V_{Tn} = 1 \text{ V}$
 $|k_p| = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L) = 1 \text{ mA/V}^2$ $|V_{Tp}| = 1 \text{ V}$
 $V_{dd} = -V_{ss} = 5 \text{ V}$ $R_{sp} = 2.5 \text{ k}\Omega$
 $R_{out} = 10 \text{ k}\Omega$ $R_{sn} = 3 \text{ k}\Omega$ $R_G = 100 \text{ k}\Omega$
 $C_{out} = 47 \text{ nF}$ $C_{sn} = 470 \text{ nF}$ $C_G = 47 \text{ pF}$

Esercizio 3

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

- a) Disegnare la porta logica complessa in tecnologia CMOS, esplicitando la rete di pull-up e la rete di pull-down, che svolge tale funzione logica in forma minima. Si giustifichino le scelte effettuate.
- b) Determinare il fattore di forma necessario per i transistori pMOS necessario per uguagliare il tempo di transizione HL e LH nella transizione 0000 \rightarrow 0101 e viceversa.

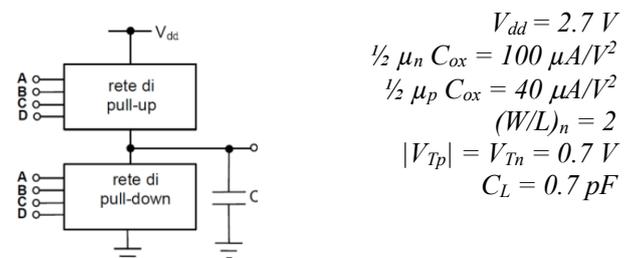


Fig. 3

$V_{dd} = 2.7 \text{ V}$
 $\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} = 100 \text{ }\mu\text{A/V}^2$
 $\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} = 40 \text{ }\mu\text{A/V}^2$
 $(W/L)_n = 2$
 $|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.7 \text{ V}$
 $C_L = 0.7 \text{ pF}$

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 . I_{in} e' un segnale di corrente sinusoidale con ampiezza A e periodo $T = 1 \text{ ms}$. Determinare il massimo valore della ampiezza A della sinusoide in ingresso che non causi mai lo spegnimento del diodo. Si giustifichi la risposta.

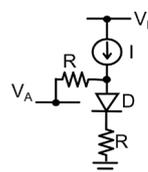


Fig. 4

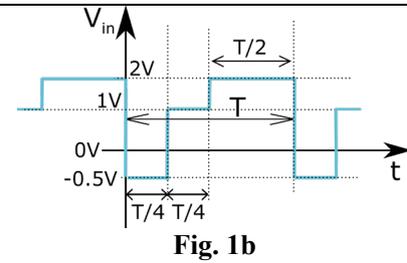
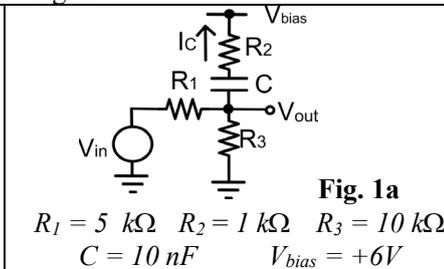
$R = 3 \text{ k}\Omega$
 $V_A = +1 \text{ V}$
 $V_B = +3 \text{ V}$

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, data, “Appello Straordinario”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome e numero di matricola.
3. Scrivere con grafia leggibile e con la penna.
4. Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)...
5. Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 2.5 ore.
6. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri 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), se $T=2\text{ ms}$. Si giustifichi la risposta.**

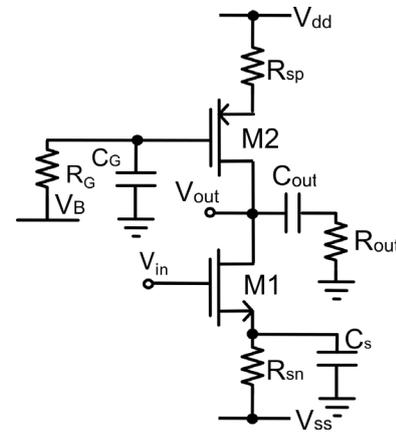


- b) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione $V_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico), se $T=1\text{ ms}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.

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 tensione V_B necessaria perche' la corrente nei transistori sia 1 mA . Determinare, quindi, la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami) e l'intervallo di tensioni ammesse per il nodo di uscita.**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore del guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (tutte le capacita' circuito chiuso).**
- c) Determinare l'espressione ed il valore del guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (tutte le capacita' circuito chiuso), assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_o = 50\text{ k}\Omega$.
- d) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , assumendo che il solo transistore M_2 sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_o = 50\text{ k}\Omega$.



$$k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 1\text{ mA/V}^2 \quad V_{Tn} = 1\text{ V}$$

$$|k_p| = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L) = 1\text{ mA/V}^2 \quad |V_{Tp}| = 1\text{ V}$$

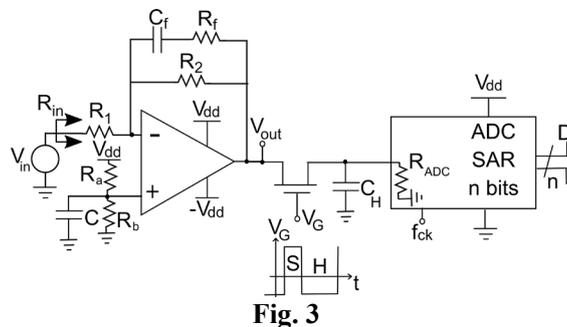
$$V_{dd} = -V_{ss} = 5\text{ V} \quad R_{sp} = 2.5\text{ k}\Omega$$

$$R_{out} = 10\text{ k}\Omega \quad R_{sn} = 3\text{ k}\Omega \quad R_G = 100\text{ k}\Omega$$

$$C_{out} = 47\text{ nF} \quad C_{sn} = 470\text{ nF} \quad C_G = 47\text{ }\mu\text{F}$$

Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione riportata nella Fig. 3. L'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione, V_{in} sia un generatore di tensione di segnale sinusoidale con ampiezza 250 mV e frequenza qualsiasi. Il convertitore analogico digitale sia del tipo SAR con un numero n di bits.



$$V_{dd} = 6\text{ V}$$

$$R_a = 100\text{ k}\Omega$$

$$C = 47\text{ }\mu\text{F}$$

$$R_1 = 500\text{ }\Omega$$

$$R_2 = 10\text{ k}\Omega$$

$$R_f = 2\text{ k}\Omega$$

$$C_f = 100\text{ pF}$$

$$f_{ck} = 6\text{ MHz}$$

$$C_H = 1\text{ nF}$$

$$k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 7\text{ mA/V}^2$$

$$V_{Tn} = 1.5\text{ V}$$

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento V_{out}/V_{in} a media frequenza nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale e determinare l'intervallo di valori ammissibili per la resistenza R_b che garantisca il corretto funzionamento della catena.**
- b) **Determinare il minimo valore che deve assumere la resistenza di ingresso dell'ADC per garantire la corretta conversione con una risoluzione dello 0.5 ‰ sulla ampiezza del segnale in ingresso.**
- c) Determinare il margine di fase dello stadio amplificatore, se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda pari a 70 MHz (A_0 e f_0 non sono noti separatamente).
- d) Determinare l'espressione ed il valore della resistenza R_{in} a media frequenza, se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da una resistenza di ingresso differenziale pari a $1\text{ M}\Omega$ e da un guadagno ad anello aperto $A_0 = 80\text{ dB}$.