

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 1

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 1a.

- a) **Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della corrente $I_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico di periodo T), se $T = 24\text{ ms}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.**
- b) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della corrente $I_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico di periodo T), se $T = 8\text{ ms}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.

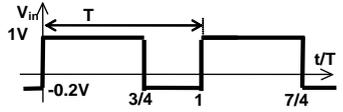
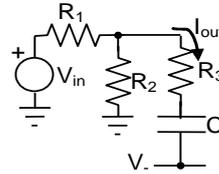


Fig. 1a

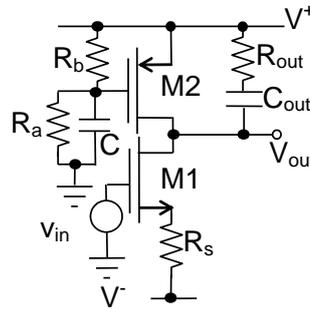
Fig. 1b

$R_1 = 5\text{ k}\Omega$ $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ $R_3 = 15\text{ k}\Omega$
 $C = 47\text{ nF}$ $V_- = -2\text{ V}$

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) ed indicare l'intervallo di tensioni che puo' assumere il nodo V_{out} per mantenere il corretto funzionamento di tutti i transistori.**
- b) **Determinare il trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (C e C_{out} cortocircuitati).**
- c) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , nelle ipotesi che il solo transistoro $M2$ sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,2} = 40\text{ k}\Omega$.
- d) Se alla alimentazione negativa V fosse sovrapposto un disturbo, supposto sinusoidale alla frequenza di 50 Hz e con ampiezza 20 mV , determinarne l'effetto sulla tensione di uscita, nelle ipotesi che il solo transistoro $M2$ sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,2} = 40\text{ k}\Omega$.

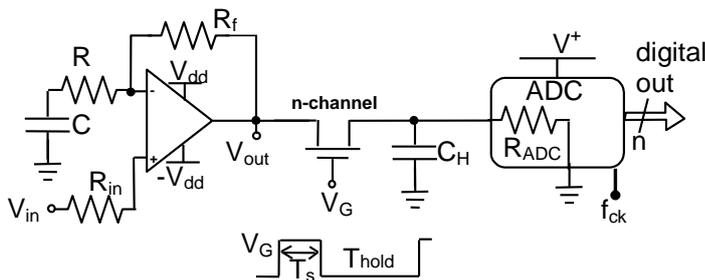


$V = -4.75\text{ V}$
 $V_+ = 5\text{ V}$
 $|k_p| = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_p = 1\text{ mA/V}^2$
 $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 1\text{ mA/V}^2$
 $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1\text{ V}$
 $R_a = R_b = 2.5\text{ M}\Omega$
 $R_s = 1\text{ k}\Omega$
 $C = 1\text{ }\mu\text{F}$
 $C_{out} = 470\text{ pF}$
 $R_{out} = 20\text{ k}\Omega$
 $r_o = \infty$

Fig. 2

Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione mostrata in Fig. 3. Si assuma che l'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione. L'ADC sia del tipo a doppia rampa con $n = 12\text{ bits}$.



$V^+ = 2.5\text{ V}$
 $V_{dd} = 5\text{ V}$
 $R_{in} = 10\text{ k}\Omega$
 $R_f = 100\text{ k}\Omega$
 $R = 5\text{ k}\Omega$
 $C = 1\text{ }\mu\text{F}$
 $f_{ck} = 2\text{ MHz}$
 $R_{ADC} = 500\text{ M}\Omega$
 $V_{Tn} = 1\text{ V}$
 $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 5\text{ mA/V}^2$
 $C_H = 2\text{ nF}$

Fig. 3

- a) **Tracciare il diagramma di Bode del modulo della funzione di trasferimento V_{out}/V_{in} nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale.**
- b) **Determinare il minimo tempo di Sample che garantisca una risoluzione in ingresso dell'1% su segnali di massima dinamica se la tensione di Gate in fase di Sample e' pari a 6 V.**
- c) Calcolare il massimo errore (espresso in LSB) commesso con il minimo tempo di Hold necessario per il corretto funzionamento del circuito.
- d) Determinare il margine di fase del circuito amplificatore, nelle ipotesi che l'amplificatore operazionale sia caratterizzato da un prodotto guadagno – larghezza di banda $GBWP = 20\text{ MHz}$.