

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2017/18

Primo Appello – 13 luglio 2018

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, “Primo Appello”, 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 ore.
6. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri la catena di acquisizione mostrata nella Fig. 1a per la misura della pendenza del livello alto dell'onda quadra di ampiezza picco-picco 0.2 V mostrata in Fig. 1b. Si noti che il livello alto dell'onda quadra e' lievemente pendente con α compresa tra $100\text{ mV}/\mu\text{s}$ e $200\text{ mV}/\mu\text{s}$. L'ADC e' di tipo *tracking* ed ha un numero di *bits* $n = 12$. Si assuma che l'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione.

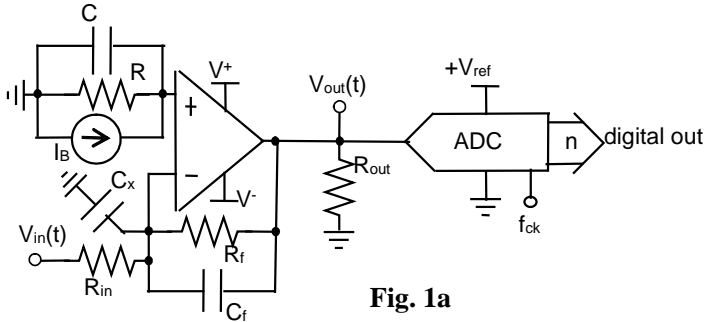


Fig. 1a

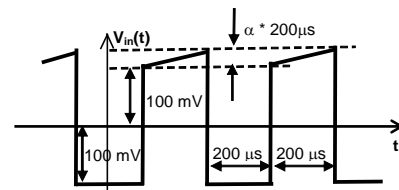


Fig. 1b

- a) Assumendo $I_B = 0\text{ A}$, tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento ideale $V_{out}(s)/V_{in}(s)$ e determinare l'intervallo di valori di I_B necessario per la corretta conversione dei segnali di Fig. 1b.
- b) Se l'ADC e' caratterizzato da un rapporto segnale/rumore $SNR = 67\text{ dB}$, determinare la minima variazione di ampiezza misurabile.
- c) Determinare il massimo valore di α che non causi lo "sgancio" del convertitore.
- d) Determinare il margine di fase del circuito amplificatore se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda $GBWP = 100\text{ MHz}$.

- $R = 100\text{ k}\Omega$ $R_{out} = 1\text{ k}\Omega$
 $R_{in} = 2.5\text{ k}\Omega$ $R_f = 50\text{ k}\Omega$
 $C = 100\text{ }\mu\text{F}$
 $C_f = 2\text{ pF}$
 $C_x = 1\text{ pF}$
 $f_{ck} = 100\text{ MHz}$
 $V^+ = -V^- = 6\text{ V}$
 $V_{ref} = 5\text{ V}$

Esercizio 2

Si consideri il circuito amplificatore mostrato in Fig. 2, in cui v_{in} e' un generatore di tensione di piccolo segnale.

- a) Determinare il valore che deve assumere la resistenza R_S per garantire che la tensione di uscita V_{out} si trovi a -2 V in polarizzazione. Determinare, quindi, 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} assumendo per i transistori una resistenza di uscita $r_o = \infty$.
- c) Determinare il valore e l'espressione della resistenza di uscita R_{out} indicata in Fig. 2, assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_o = 60\text{ k}\Omega$.
- d) Determinare il numero di lacune immagazzinate nel canale del transistor $M1$, quando e' polarizzato con una tensione V_{GS} pari a quella calcolata al punto a) ed una tensione $V_{DS} = 0\text{ V}$, assumendo che la larghezza di canale sia $W = 30\text{ }\mu\text{m}$ e la lunghezza $L = 1\text{ }\mu\text{m}$.
- e) Determinare l'intervallo delle tensioni del nodo di uscita V_{out} che consentano all'amplificatore di lavorare correttamente.

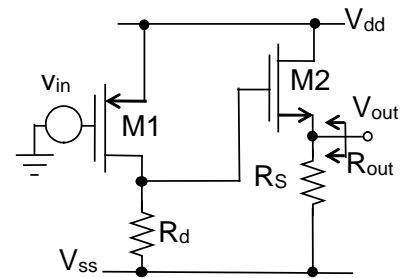


Fig. 2

- $V_{dd} = 2\text{ V}$ $V_{ss} = -6\text{ V}$
 $R_d = 8.5\text{ k}\Omega$ $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 0.8\text{ V}$
 $k_n = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox}(W/L)_n = 800\text{ }\mu\text{A}/\text{V}^2$
 $|k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox}(W/L)_p = 500\text{ }\mu\text{A}/\text{V}^2$
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ F/m}$ $\epsilon_{ox} = 3.9$
 $t_{ox} = 5\text{ nm}$ (spessore dell'ossido) $q = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$

Esercizio 3

Si consideri il circuito contenente un diodo mostrato in Figura 3. Il diodo D conduce quando e' polarizzato in diretta con una tensione ai suoi capi pari a 0.7 V .

Disegnare l'andamento nel tempo della tensione di uscita V_{out} , quando in ingresso, all'istante $t = 0^+$, e' applicato un segnale sinusoidale a media nulla di ampiezza $A = 3\text{ V}$ e frequenza $f = 100\text{ Hz}$. Si facciano le dovute approssimazioni.

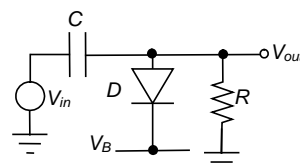


Fig. 3

- $V_B = -4\text{ V}$
 $R = 1\text{ M}\Omega$
 $C = 100\text{ }\mu\text{F}$