

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

Terzo Appello – 29 gennaio 2019

1. Riportare sulla prima pagina del primo foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, “Terzo 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 e indicare la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)...
5. Risolvere per primi i punti in grassetto (a mio avviso sono i piu' facili). La durata della prova e' 3 ore.
6. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri il circuito amplificatore mostrato nella Fig. 1 in cui v_{in} e' un generatore di piccolo segnale ed I e' un generatore ideale di corrente DC.

- 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} a bassa frequenza, assumendo che tutti i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 100\text{ k}\Omega$.**
- c) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale $v_{out}(s)/v_{in}(s)$, assumendo r_0 infinita.

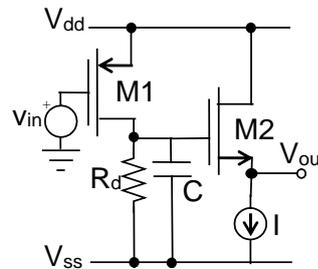


Fig. 1

$$\begin{aligned}
 V_{dd} &= +2\text{ V} & V_{ss} &= -4\text{ V} \\
 |V_{Tp}| &= V_{Tn} = 1\text{ V} \\
 k_n &= \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 1\text{ mA/V}^2 \\
 |k_p| &= \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_p = 1\text{ mA/V}^2 \\
 R_d &= 4.5\text{ k}\Omega \\
 C &= 100\text{ pF} \\
 I &= 1\text{ mA}
 \end{aligned}$$

Esercizio 2

Si consideri la catena di acquisizione mostrata nella Fig. 2, in cui V_{in} e' un generatore di segnale sinusoidale di ampiezza A , compresa tra 50 mV e 700 mV . L'ADC e' caratterizzato da un numero di bits $n = 10$. Si assuma che l'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione.

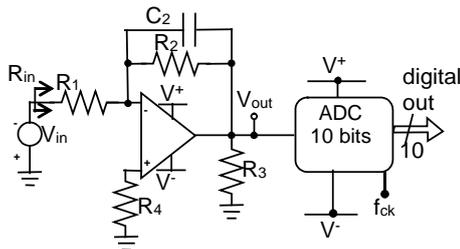


Fig. 2

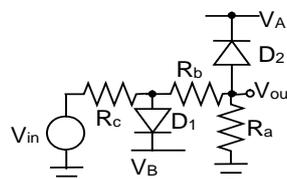
$$\begin{aligned}
 R_1 &= 2\text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 10\text{ k}\Omega \\
 R_3 &= 5\text{ k}\Omega \\
 R_4 &= R_1/R_2 \\
 C_2 &= 100\text{ pF} \\
 V^+ &= -V^- = 5\text{ V} \\
 f_{ck} &= 10\text{ MHz}
 \end{aligned}$$

- a) **Assumendo l'amplificatore operazionale ideale, tracciare il diagramma di Bode del modulo della funzione di trasferimento $V_{out}(s)/V_{in}(s)$, quotandone tutti i punti significativi.**
- b) **Determinare il massimo valore che puo' assumere la tensione di offset dell'amplificatore operazionale per dare un contributo in uscita compreso entro 1 LSB.**
- c) Determinare l'espressione ed il valore della resistenza di ingresso R_{in} , mostrata in Fig. 2, assumendo che l'amplificatore operazionale sia caratterizzato da una resistenza di ingresso differenziale $R_{diff} = 10\text{ M}\Omega$ e da un guadagno ad anello aperto $A_0 = 10^4$.
- d) Determinare la massima frequenza che puo' avere il segnale sinusoidale in ingresso perche' esso sia correttamente convertibile dall'ADC supposto di tipo *tracking*.
- e) Determinare il minimo valore del prodotto guadagno/larghezza di banda $GBWP$ dell'amplificatore operazionale che consenta di avere il polo ad anello chiuso situato almeno una decade dopo il polo introdotto dalla capacita' C_2 .

Esercizio 3

Si consideri il circuito a diodi mostrato in Fig. 3, in cui V_{in} e' un generatore di tensione sinusoidale di ampiezza 6 V e frequenza pari a $f = 50\text{ Hz}$. Si assuma per i diodi, supposti identici, una tensione di accensione pari a 0.7 V .

- a) **Disegnare in due grafici temporalmente allineati l'andamento temporale di $V_{out}(t)$ e $V_{in}(t)$, quotando tutti i punti significativi.**
- b) Tracciare la caratteristica di trasferimento V_{out} vs. V_{in} , assumendo che i diodi siano caratterizzati da una tensione di *breakdown* pari a $V_{BD} = -5\text{ V}$.



$$\begin{aligned}
 V_A &= 5\text{ V} \\
 V_B &= -1\text{ V} \\
 R_a &= R_b = 2\text{ k}\Omega \\
 R_c &= 5\text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

Fig. 3