

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2020/21
Quarto Appello– 14 febbraio 2022

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “Quarto Appello”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome, numero di matricola, cod. persona.
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, perche' ritenuti piu' facili. 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 amplificatore differenziale a transistori riportato nella Fig. 1, in cui i generatori v_1 e v_2 sono generatori di tensione di piccolo segnale, mentre I_0 e' un generatore di corrente DC del valore di 1mA .

- a) **Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento differenziale $(v_{out,a} - v_{out,b})/(v_a - v_b)$ a bassa frequenza.**
- c) Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento di modo comune a bassa frequenza $(v_{out,a} + v_{out,b})/(v_a - v_b)$.
- d) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento differenziale $(v_{out,a} - v_{out,b})/(v_a - v_b)$.
- e) Disegnare, impiegando transistori *nMOS*, caratterizzati dai medesimi parametri di processo, il generatore di coda, individuando, in particolare la tensione di Early richiesta.

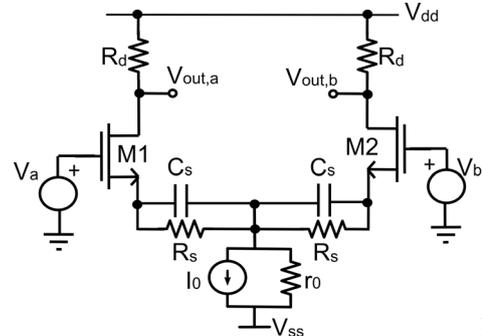


Fig. 1

$V_{dd} = -V_{SS} = +5\text{ V}$ $R_d = 9\text{ k}\Omega$ $R_s = 1\text{ k}\Omega$ $C_s = 150\text{ pF}$
 $r_o = 200\text{ k}\Omega$ $k_n = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox}(W/L) = 0.5\text{ mA/V}^2$ $V_{Tn} = 1\text{ V}$

Esercizio 2

Si consideri il circuito contenente un diodo, mostrato nella Fig. 2. Il diodo sia caratterizzato da una tensione di accensione pari a 0.7V e da una tensione di breakdown $|V_{BD}| = 8\text{V}$.

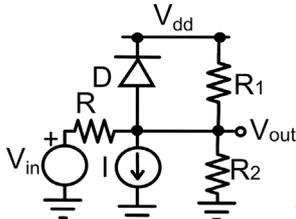


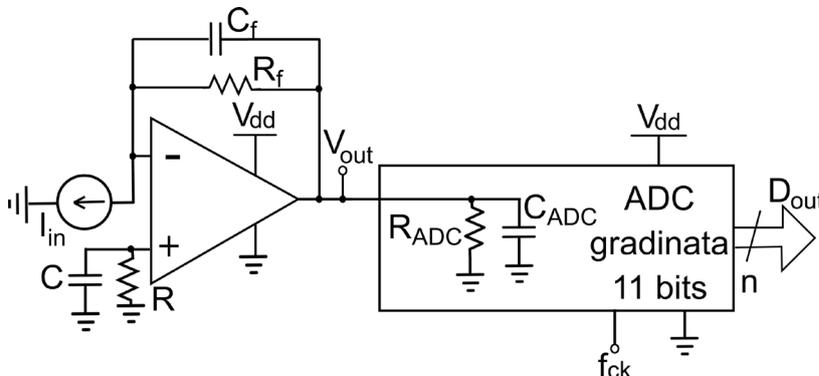
Fig. 2

$I = 0.1\text{ mA}$
 $V_{dd} = +6\text{ V}$
 $R = 3\text{ k}\Omega$
 $R_1 = 6\text{ k}\Omega$
 $R_2 = 2\text{ k}\Omega$

- a) **Disegnare, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione di uscita in risposta ad un segnale di ingresso V_{in} sinusoidale di ampiezza 6 V e frequenza 100 Hz .**

Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione riportata nella Fig. 3. L'amplificatore operazionale satura alle tensioni di alimentazione, I_{in} sia un generatore di corrente di segnale. Il convertitore analogico digitale sia del tipo a gradinata con un numero n di bits pari a 11.



$V_{dd} = 5\text{ V}$
 $C_f = 1\text{ pF}$
 $R_f = 10\text{ k}\Omega$
 $R = 10\text{ k}\Omega$
 $C = 250\text{ nF}$
 $f_{ck} = 40\text{ MHz}$
 $n = 11\text{ bits}$
 $R_{ADC} = 50\text{ }\Omega$
 $C_{ADC} = 90\text{ pF}$

Fig. 3

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento V_{out}/I_{in} a bassa frequenza nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale e la risoluzione ottenibile nella misura della corrente di ingresso.**
- b) **Nelle ipotesi che il segnale di ingresso sia un gradino positivo di ampiezza $50\text{ }\mu\text{A}$, determinare il minimo *slew-rate* che l'amplificatore operazionale, per tutto il resto supposto ideale, debba possedere.**
- c) Determinare la massima frequenza di un segnale in ingresso sinusoidale di massima dinamica e con opportuno valore medio che possa essere correttamente convertito.
- d) Determinare il margine di fase dello stadio amplificatore, se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda pari a 10 MHz (A_0 e f_0 non sono noti separatamente).