

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2024/25

Quarto appello – 10 febbraio 2025

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, perché ritenuti più facili. La durata della prova è 2.5 ore.
6. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri il circuito amplificatore per segnali differenziali, mostrato in Fig. 1. v_a e v_b sono generatori di tensione di piccolo segnale. I_0 è un generatore di corrente DC da 2 mA.

- a) Trascurando la presenza di R_0 , determinare la polarizzazione del circuito (correnti in tutti i rami e tensioni a tutti i nodi).
- b) Si consideri ora R_0 , determinare il trasferimento differenziale, $v_{out}/(v_a - v_b)$.
- c) Trascurando la presenza di R_0 , e assumendo che il fattore di transconduttanza del MOSFET M1, k_1 , sia pari a $k_1 = k_n + 3\%k_n$, mentre il fattore di transconduttanza del MOSFET M2 resti invariato, determinare l'offset che si presenta sull'uscita V_{out} , rispetto al valore di polarizzazione calcolato in a).
- d) Si consideri ora R_0 , tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di modo comune, $2v_{out}/(v_a + v_b)$.

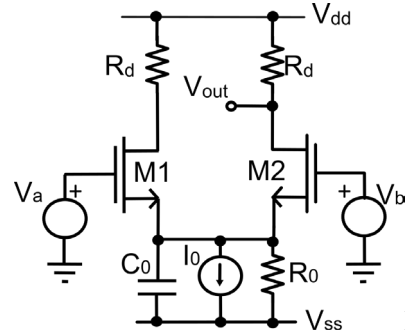


Fig. 1

$$\begin{aligned}
 V_{dd} &= 5 \text{ V} & V_{ss} &= -5 \text{ V} \\
 V_{Tn} &= 1 \text{ V} & R_d &= 4.7 \text{ k}\Omega \\
 k_n &= \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 1 \text{ mA/V}^2 \\
 R_0 &= 120 \text{ k}\Omega & C_0 &= 10 \text{ pF}
 \end{aligned}$$

Esercizio 2

Si consideri il circuito logico mostrato in Fig. 2. I segnali logici A, B, C assumano i valori logici 0, pari a 0 V e 1 logico, pari a V_{dd} .

- a) Scrivere la tabella delle verità per tutte le combinazioni degli ingressi A, B e C.
- b) Assumendo $C = 1$, determinare la transizione più gravosa e calcolarne il relativo tempo di commutazione, assumendo una transizione istantanea degli ingressi A e B.

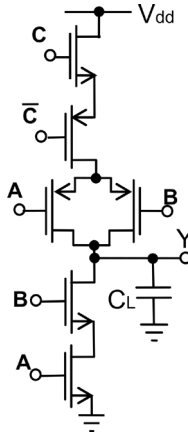


Fig. 2

$$\begin{aligned}
 V_{Tn} &= |V_{Tp}| = 0.7 \text{ V} \\
 |k_p| &= \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L) = 0.18 \text{ mA/V}^2 \\
 k_n &= \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 0.18 \text{ mA/V}^2 \\
 C_L &= 2.1 \text{ pF} \\
 V_{dd} &= 2.7 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Esercizio 3

Si consideri il circuito mostrato in Fig. 3. L'ADC sia del tipo tracking con una risoluzione di 12 bits. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione.

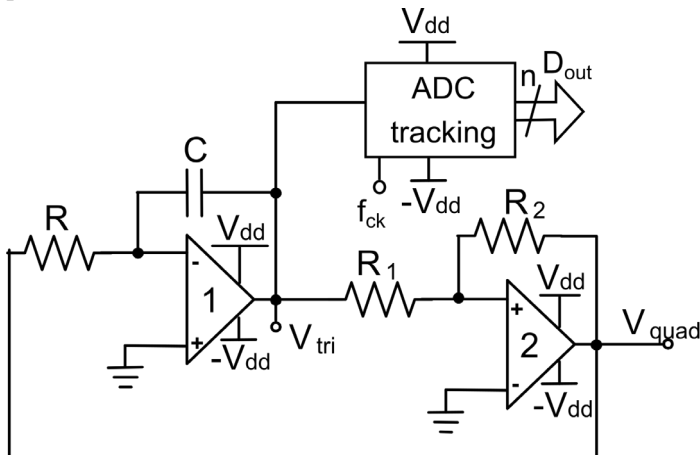


Fig. 3

- a) Determinare il livello alto ed il livello basso dell'onda quadra di uscita, v_{quad} , ed il suo periodo.
- b) Determinare il minimo periodo dell'onda triangolare, v_{tri} , che non causi lo “sgancio” dell'ADC. Quale sarebbe, quindi, il minimo valore possibile per la capacità C?
- c) Se l'ADC fosse caratterizzato da un rapporto segnale/rumore $SNR = 68 \text{ dB}$, determinare la minima variazione di tensione misurabile.
- d) Determinare il minimo valore dello Slew Rate che deve possedere l'amplificatore operazionale 1 per non causare distorsioni nella forma dell'onda triangolare v_{tri} .

$$\begin{aligned}
 V_{dd} &= 6 \text{ V} \\
 R &= 20 \text{ k}\Omega \\
 C &= 1 \mu\text{F} \\
 R_1 &= 1.2 \text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 12 \text{ k}\Omega \\
 n &= 12 \text{ bits} \\
 f_{ck} &= 1 \text{ MHz}
 \end{aligned}$$