

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “seconda prova in itinere”, 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 riportato nella Fig. 1. L'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione. V_{in} sia un generatore di segnale sinusoidale di ampiezza $A = 4V$ e frequenza $f = 400Hz$.

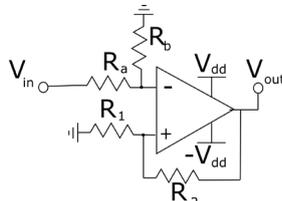


Fig. 1

$$\begin{aligned} R_a &= 20\text{ k}\Omega \\ R_b &= 10\text{ k}\Omega \\ R_1 &= 2\text{ k}\Omega \\ R_2 &= 8\text{ k}\Omega \\ V_{dd} &= 5V \end{aligned}$$

- a) **Disegnare, quotandone tutti i punti significativi, in due diagrammi temporali, l'andamento di $V_{in}(t)$ e di $V_{out}(t)$**
- b) Determinare il massimo valore *rms* del rumore sovrapposto al segnale in ingresso, V_{in} , che non causi eccessive commutazioni spurie.
- c) Se l'amplificatore operazionale è caratterizzato da un valor medio delle correnti di bias $I_{bias} = 10\ \mu A$ (uscite dai morsetti dell'operazionale), e da un offset delle correnti di bias pari a 700 nA , determinarne l'effetto sull'ampiezza del ciclo di isteresi e sul valor medio delle soglie di scatto.

Esercizio 2

Si consideri la catena di acquisizione mostrata in Fig. 2. L'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione. L'ADC sia del tipo a doppia rampa con $n = 12\text{ bits}$. V_{in} sia un generatore di segnale a gradino di ampiezza pari a 400 mV ($V_{low} = 0V$, $V_{high} = 400\text{ mV}$)

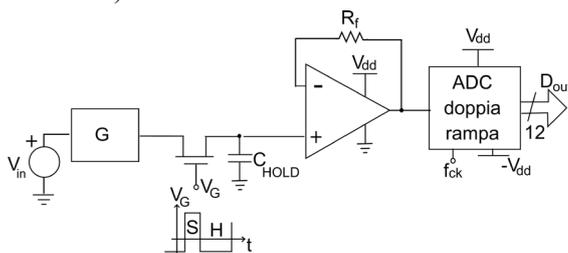


Fig. 2

$$\begin{aligned} V_{Tn} &= +1V \\ k_n &= 4\text{ mA/V}^2 \\ R_f &= 820\ \Omega \\ V^+ = -V^- &= 3.3V \\ f_{ck} &= 5\text{ MHz} \\ n &= 12\text{ bits} \\ C_{HOLD} &= 1\text{ nF} \end{aligned}$$

- a) **Determinare il minimo valore del guadagno G necessario per garantire di ottenere una risoluzione in ingresso migliore del 2% della ampiezza del gradino in ingresso. Quale sarebbe la risoluzione migliore ottenibile?**
- b) **Si assuma ora $G = 5$, determinare le tensioni di comando del gate del nMOS che garantiscano una resistenza $R_{ds,on}$ minore di $30\ \Omega$ in fase di Sample e l'nMOS spento con $2V$ di margine in fase di Hold.**
- c) Determinare il minimo valore della resistenza di ingresso differenziale del buffer R_{diff} che garantisca un *droop rate* minore di $5\ \mu V/\mu s$, assumendo che l'amplificatore operazionale sia caratterizzato da un guadagno ad anello aperto $A_0 = 85\text{ dB}$.

Esercizio 3

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 3. L'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione. V_{in} sia un generatore di segnale generico.

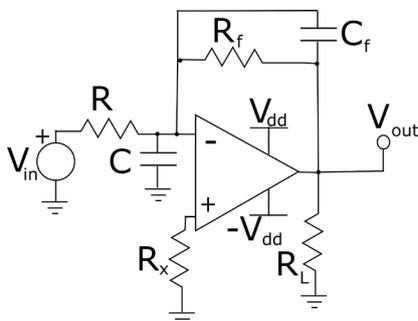


Fig. 3

$$\begin{aligned} R_f &= 10\text{ k}\Omega \\ R &= 2\text{ k}\Omega \\ R_L &= 1\text{ k}\Omega \\ R_x &= R_f/R \\ V_{dd} &= 6V \\ C_f &= 3\text{ pF} \\ C &= 2\text{ pF} \end{aligned}$$

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del guadagno reale $V_{out,1}/V_{in}$ a bassa frequenza se l'amplificatore operazionale è caratterizzato da un guadagno ad anello aperto $A_0 = 80\text{ dB}$.**
- b) Disegnare, quotandone tutti i punti significativi la risposta nel tempo del circuito se in ingresso è applicato un gradino positivo di ampiezza 500 mV , nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale.
- c) Determinare il margine di fase se l'amplificatore operazionale è caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda, $GBWP = 100\text{ MHz}$
- d) Se l'amplificatore operazionale è caratterizzato da un $CMRR = 60\text{ dB}$, determinare la traslazione percentuale della tensione di uscita in presenza di un ingresso di tensione in DC.