

Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a) ....

Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 3 ore.

Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

### Esercizio 1

Si consideri il circuito mostrato in Fig. 1, in cui  $V_{in}$  e' un generatore di tensione di segnale. Si assuma che l'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione.

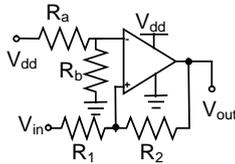


Fig. 1

$$V_{dd} = 5 \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 4 \text{ k}\Omega$$

$$R_b = 5 \text{ k}\Omega$$

**a. Determinare il valore della resistenza  $R_a$  necessaria per comparare  $V_{in}$  rispetto alla tensione di 1 V. Tracciare, quindi, la caratteristica di trasferimento ingresso-uscita, quotando tutti i punti significativi e mostrando in dettaglio i calcoli effettuati per determinare tali valori. Si assuma l'amplificatore operazionale ideale**

**b. Determinare, il massimo valore r.m.s. del rumore sovrapposto al segnale di ingresso  $V_{in}$  per mantenere il tasso di commutazioni spurie ad un livello ritenuto accettabile. Si assuma l'amplificatore operazionale ideale ed il valore di  $R_a$  calcolato al punto a.**

### Esercizio 2

Si consideri il circuito mostrato nella Fig. 2, in cui  $I_{in}$  e' un generatore di corrente di segnale.

**a. Determinare il valore che deve assumere la resistenza  $R_x$  per compensare le correnti di bias dell'amplificatore operazionale, supposte entranti e di valore medio pari a  $4 \mu\text{A}$  e offset pari a  $20 \text{ nA}$ . Determinarne, quindi, l'effetto residuo sulla tensione di uscita.**

**b. Determinare l'espressione completa della funzione di trasferimento  $V_{out}/I_{in}$  nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale, calcolando esplicitamente tutti i valori numerici in essa contenuti. Si impieghi il valore di  $R_x$  trovato in a.**

c. Determinare l'effetto sulla tensione di uscita di un disturbo di ampiezza  $5 \text{ mV}$  sull'alimentazione positiva se l'amplificatore operazionale fosse caratterizzato da un rapporto di reiezione dell'alimentazione pari a  $PSRR = 30 \text{ dB}$ .

d. Se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno larghezza di banda pari a  $GBWP = 50 \text{ MHz}$ , determinare il margine di fase del circuito. Commentare il risultato.

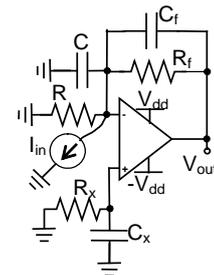


Fig. 2

$$V_{dd} = 2.5 \text{ V}$$

$$C = 2 \text{ pF}$$

$$R = 100 \text{ k}\Omega$$

$$C_f = 4 \text{ pF}$$

$$R_f = 4 \text{ M}\Omega$$

$$C_x = 4 \text{ pF}$$

### Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione mostrata nella Fig. 3, in cui  $V_{in}$  e' un generatore di tensione che eroga segnali di sinusoidali di ampiezza massima  $200 \text{ mV}$  e minima  $50 \text{ mV}$  e frequenza compresa nell'intervallo  $100 \text{ Hz} - 20 \text{ kHz}$ .

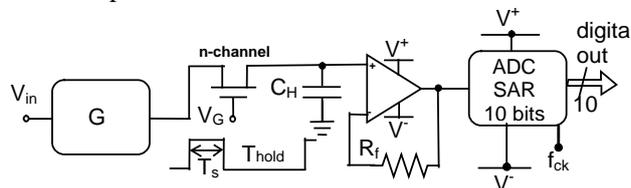


Fig. 3

$$V^+ = -V^- = 3 \text{ V}$$

$$kn = \frac{1}{2} \mu\text{n Cox } W/L = 4 \text{ mA/V}^2$$

$$VTn = 1 \text{ V}$$

$$CH = 1 \text{ nF}$$

$$f_{ck} = 44 \text{ MHz}$$

$$R_f = 100 \text{ k}\Omega$$

**a. Dimensionare il guadagno del blocco G per garantire una risoluzione pari ad almeno l'1% dell'ampiezza del segnale in ingresso. Determinare quindi il valore di 1 LSB riferito all'ingresso.**

b. Determinare il minimo *slew-rate* che deve possedere l'amplificatore operazionale se la tensione di comando applicata al *gate* del transistor del circuito di *Sample & Hold* in fase di *Sample* e' pari a  $10 \text{ V}$ . Si assuma  $G = 10$  ed una durata del tempo di *Sample* che garantisca un errore massimo ammissibile di  $1 \text{ LSB}/4$ .

c. Assumendo che l'amplificatore operazionale sia caratterizzato da una resistenza di ingresso differenziale,  $R_{diff} = 80 \text{ M}\Omega$ , calcolare l'errore commesso, assumendo il minimo tempo di *Hold*. Si assuma  $G = 10$  ed un guadagno ad anello aperto dell'amplificatore operazionale pari a  $A_0 = 80 \text{ dB}$ .

d. Assumendo il massimo guadagno possibile compatibile con i segnali di ingresso dati, determinare il massimo valore di *DNL* (espresso in *LSB*), che consenta di discriminare sinusoidi con ampiezze che differiscano di  $520 \mu\text{V}$ .