

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. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione.  $V_b$  sia un generatore di tensione DC e  $V_{in}$  un generatore di segnale.

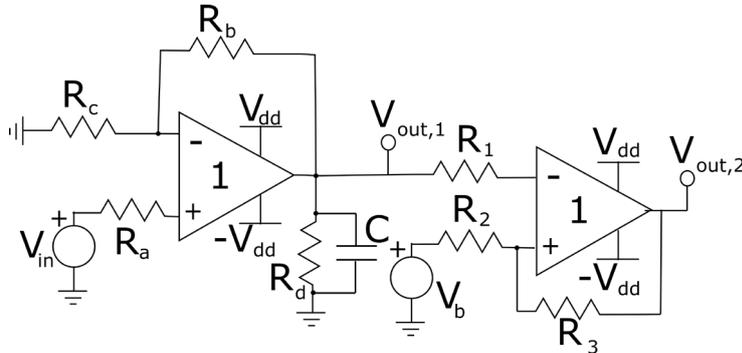


Fig. 1

$$\begin{aligned}
 R_a &= 50 \Omega \\
 R_b &= 14 \text{ k}\Omega \\
 R_c &= 0.5 \text{ k}\Omega \\
 R_d &= 2 \text{ k}\Omega \\
 R_1 &= 50 \Omega \\
 R_2 &= 0.2 \text{ k}\Omega \\
 R_3 &= 12 \text{ k}\Omega \\
 V_b &= +1 \text{ V} \\
 V_{dd} &= 6 \text{ V} \\
 C &= 200 \text{ pF}
 \end{aligned}$$

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del guadagno reale  $V_{out,1}/V_{in}$  a bassa frequenza se l'amplificatore operazionale 1 è caratterizzato da un guadagno ad anello aperto  $A_{0,1} = 70 \text{ dB}$ . Tracciare, quindi, il diagramma di Bode del modulo del trasferimento ideale  $V_{out,1}/V_{in}$ .**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore delle soglie di scatto del Trigger di Schmitt ed il massimo valore rms del rumore sovrapposto al segnale in ingresso,  $V_{in}$ , che non causi eccessive commutazioni spurie.**
- c) Determinare la minima corrente di uscita che deve possedere l'amplificatore operazionale 1, perché con un ingresso a gradino e segnali di massima dinamica, la tensione di uscita raggiunga la metà del suo valore entro 10 ns.
- d) Determinare il margine di fase del blocco amplificante se l'amplificatore operazionale 1 è caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda,  $GBWP = 90 \text{ MHz}$  e da una resistenza di uscita  $r_{o,1} = 20 \Omega$ .
- e) Determinare il massimo valore ammesso per le correnti di bias del secondo operazionale perché le soglie si spostino al massimo dell'1% del loro valore medio.

### Esercizio 2

Si consideri la catena di acquisizione mostrata in Fig. 2. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione. L'ADC sia del tipo a gradinata con  $n = 11 \text{ bits}$ .

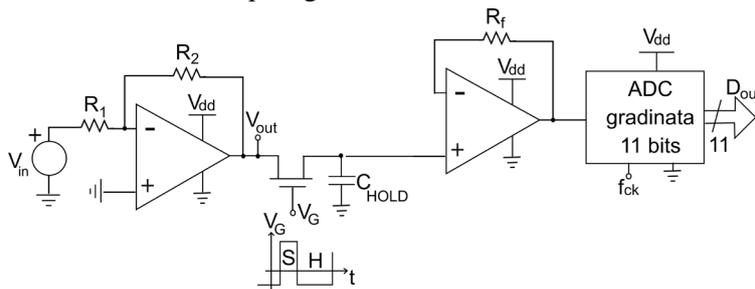


Fig. 2

$$\begin{aligned}
 V_{Tn} &= +1 \text{ V} \\
 k_n &= 12 \text{ mA/V}^2 \\
 R_f &= 100 \text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 8 \text{ k}\Omega \\
 V_{dd} &= 5 \text{ V} \\
 f_{ck} &= 10 \text{ MHz} \\
 n &= 11 \text{ bits} \\
 C_{HOLD} &= 1 \text{ nF}
 \end{aligned}$$

- a) **Determinare il massimo valore della resistenza  $R_1$  che garantisca di ottenere una risoluzione in ingresso migliore di  $500 \mu\text{V}$ .**
- b) **Determinare le tensioni di comando del gate del nMOS che garantiscano una resistenza  $R_{ds,on}$  minore di  $20 \Omega$  in fase di Sample e nMOS spento con 3 V di margine in fase di Hold.**
- c) **Assumendo di dover acquisire segnali sinusoidali, determinarne la massima frequenza. Si consideri il minimo tempo di sample, pari a un colpo di clock.**
- d) Assumendo  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , disegnare la forma d'onda all'uscita  $V_{out}$  in risposta ad un segnale di ingresso a gradino di ampiezza  $400 \text{ mV}$ , se l'amplificatore operazionale 1 è caratterizzato da un prodotto Guadagno-Larghezza di Banda  $GBWP_1 = 30 \text{ MHz}$ .
- e) Determinare il minimo valore di  $A_0$  che garantisca un droop rate minore di  $10 \mu\text{V}/\mu\text{s}$ , assumendo che l'amplificatore operazionale 2 sia caratterizzato da una resistenza di ingresso  $R_{diff,2} = 100 \text{ M}\Omega$ .

# Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2020/21

## Appello Zero – 26 giugno 2021

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “Appello Zero”, 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 a transistori riportato nella Fig. 1, in cui il generatore  $i_{in}$  e' un generatore di corrente di piccolo segnale e  $V_G$  un generatore di tensione DC.

- a) **Determinare il valore che deve assumere la resistenza  $R_{s2}$  perche' la corrente di polarizzazione sia pari a  $1mA$ . Determinare, quindi, la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento  $v_{out}/i_{in}$  ad alta frequenza.**
- c) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento  $v_{out}/i_{in}$ , quotandone tutti i punti significativi.

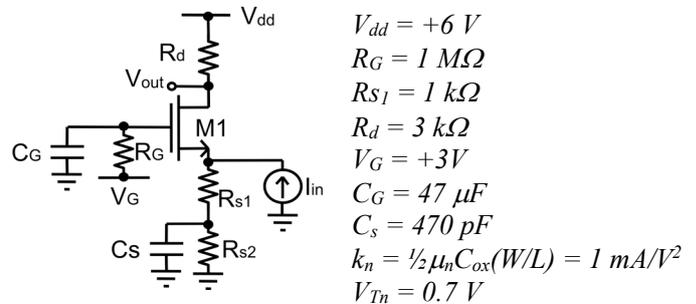


Fig. 1

### Esercizio 3

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 2. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione.  $V_b$  sia un generatore di tensione DC e  $V_{in}$  un generatore di segnale.

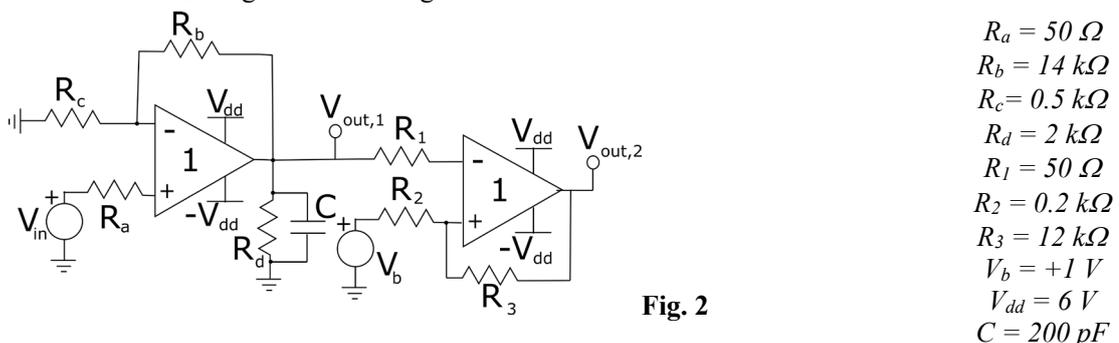


Fig. 2

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del guadagno reale  $V_{out,1}/V_{in}$  a bassa frequenza se l'amplificatore operazionale 1 e' caratterizzato da un guadagno ad anello aperto  $A_{0,1} = 70 dB$ . Tracciare, quindi, il diagramma di Bode del modulo del trasferimento ideale  $V_{out,1}/V_{in}$ .**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore delle soglie di scatto del Trigger di Schmitt ed il massimo valore rms del rumore sovrapposto al segnale in ingresso,  $V_{in}$ , che non causi eccessive commutazioni spurie.**
- c) Determinare il margine di fase del blocco amplificante se l'amplificatore operazionale 1 e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda,  $GBWP = 90 MHz$  e da una resistenza di uscita  $r_{0,1} = 20 \Omega$ .

### Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione mostrata in Fig. 3. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione. L'ADC sia del tipo a gradinata con  $n = 11 bits$ .

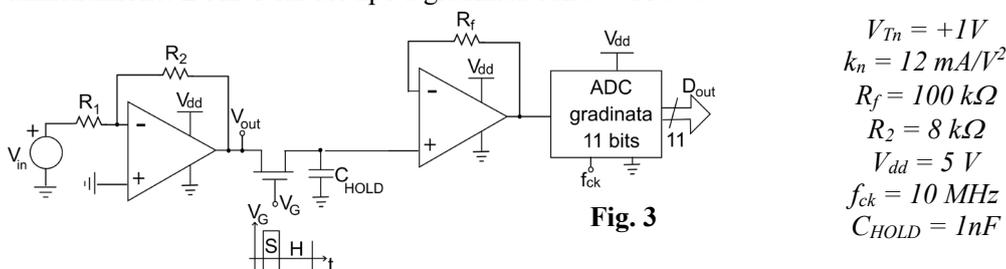


Fig. 3

- a) **Determinare il massimo valore della resistenza  $R_1$  che garantisca di ottenere una risoluzione in ingresso migliore di  $500 \mu V$ .**
- b) Determinare le tensioni di comando del gate del nMOS che garantiscano una resistenza  $R_{ds,on}$  minore di  $20 \Omega$  in fase di Sample e nMOS spento con 3 V di margine in fase di Hold.
- c) Assumendo  $R_1 = 1k\Omega$ , disegnare la forma d'onda all'uscita  $V_{out}$  in risposta ad un segnale di ingresso a gradino di ampiezza  $400 mV$ , se l'amplificatore operazionale 1 e' caratterizzato da un prodotto Guadagno-Larghezza di Banda  $GBWP_1 = 30 MHz$ .
- d) Determinare il minimo valore di  $A_0$  che garantisca un droop rate minore di  $10 \mu V/\mu s$ , assumendo che l'amplificatore operazionale 2 sia caratterizzato da una resistenza di ingresso  $R_{diff,2} = 100M\Omega$ .