

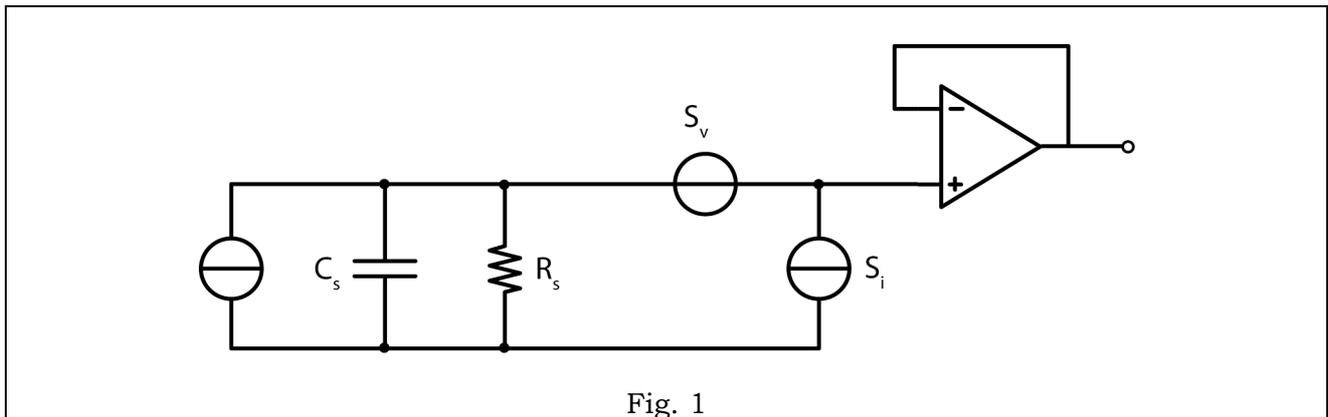
Problema 1

Fig. 1

$$C_s = 50 \text{ pF}, R_s = 100 \text{ M}\Omega$$

$$S_v^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2} \text{ (unilatera)}$$

$$S_i^{1/2} = 0,1 \text{ pA/Hz}^{1/2} \text{ (unilatera; include anche il contributo di } R_s) \text{ con componente } 1/f \text{ avente } f_c = 10 \text{ kHz}$$

$$f_{pa} = 5 \text{ MHz}$$

Un sensore eroga impulsi di corrente rapidi (di durata trascurabile) e occorre misurare la carica Q_s di ciascuno. Il sensore è collegato a un preamplificatore di tensione a elevatissima resistenza di ingresso (maggiore di $5 \text{ G}\Omega$), con banda limitata da un polo semplice a frequenza f_{pa} e generatori di rumore riferiti all'ingresso aventi densità (unilatera) S_v e S_i . L'impedenza totale di sensore e collegamenti è una capacità C_s con una elevata resistenza R_s in parallelo. Si trascuri per ora la componente di rumore $1/f$.

a) Con misura effettuata direttamente all'uscita del preamplificatore, valutare il valore efficace del rumore e la sensibilità ottenuta nella misura di carica (minima carica misurabile, espressa in Coulomb e in numero di elettroni).

b) Utilizzando ora anche filtri dopo il preamplificatore, individuare il filtraggio che consente di ottenere il miglior risultato possibile. Ragionare dapprima con l'approssimazione $R_s = \infty$, individuando le caratteristiche del filtraggio (la funzione peso) e calcolando la sensibilità di misura ottenibile in queste condizioni (minima carica misurabile in Coulomb e in elettroni).

Considerare poi il valore finito di R_s e discutere questa situazione, indicando e spiegando cosa occorre cambiare nel filtraggio e che cosa cambia nel risultato.

c) Considerare ora di usare un filtraggio includente il filtro sbiancante visto in (b) e invece del filtro adattato ottimale un filtro di semplice realizzazione. Considerare due casi: un filtro a parametri costanti e un filtro a parametri variabili. Dimensionare il filtro in modo da ottenere lo stesso rumore in uscita del filtro adattato ottimale e calcolare la sensibilità di misura ottenibile (minima carica misurabile). Confrontarle tra loro e con quella calcolata in (b), discutendo le ragioni delle differenze riscontrate.

d) Si tenga ora conto anche della componente di rumore $1/f$ nel generatore S_i di rumore di corrente. Esaminare l'effetto di questa componente, valutare il suo contributo al rumore in uscita, confrontarlo con quanto precedentemente calcolato e valutare se occorra o no un ulteriore filtraggio per ridurre il contributo $1/f$.

In caso affermativo discutere le caratteristiche richieste a questo ulteriore filtraggio per ottenere un effettivo miglioramento.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

$R_S = 250 \Omega$ $G = 2$ $P_{dmax} = 5 \mu W$ $\alpha = 6 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$	$(S_V)^{1/2} = 20 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) con $f_c = 10 \text{ kHz}$ $(S_I)^{1/2} = 5 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) con $f_c = 10 \text{ kHz}$ $A_p = 100$ $f_{pa} = 150 \text{ MHz}$
--	--

Un motore a scoppio montato su una struttura metallica gira a 60 giri/min inducendo vibrazioni nella struttura. In particolare un listello sottile in alluminio vibra flettendosi e occorre misurarne la deformazione di flessione, rilevando l'andamento nel tempo e l'ampiezza dell'oscillazione. Come sensori si utilizzano Strain Gauges metallici con resistenza nominale R_S , coefficiente di variazione di resistenza con la temperatura α e Gauge Factor G . La struttura subisce variazioni di temperatura e occorre evitare che esse alterino la misura. Inoltre per evitare effetti di autoriscaldamento occorre limitare al valore P_{dmax} la potenza dissipata nel sensore. Per il prelievo del segnale dal sensore si utilizza un preamplificatore differenziale con guadagno A_p , banda limitata da un polo semplice a frequenza f_{pa} e densità spettrali di rumore efficaci (unilatera) a larga banda $S_V^{1/2}$ e $S_I^{1/2}$, con componenti $1/f$ con frequenza d'angolo f_c .

a) Disegnare lo schema del sistema di misura e dimensionarne i parametri, spiegando i motivi delle scelte fatte. Per limitare gli errori di misura dovuti alle variazioni di temperatura adottare uno schema in cui gli effetti indotti dalla temperatura in diversi elementi del sistema tendano a compensarsi tra loro. Tenere conto che la temperatura può essere leggermente diversa da un elemento all'altro e valutare la massima differenza di temperatura ammissibile tra gli elementi che devono compensarsi volendo mantenere inferiore a 100 microstrain l'errore indotto nella misura.

b) Considerare dapprima di misurare la deformazione utilizzando alimentazione continua dei sensori e osservando direttamente il segnale di uscita dal preamplificatore senza usare altri filtri. Calcolare la sensibilità così ottenibile, cioè la minima ampiezza misurabile. Fare dapprima la valutazione considerando solo la componente di rumore bianca e poi valutare anche il contributo di rumore $1/f$.

c) Considerare ora di poter utilizzare anche filtri inseriti dopo il preamplificatore. Definire e dimensionare un apparato di misura adatto a misurare la forma d'onda e l'ampiezza della deformazione di flessione oscillante. Calcolare la minima deformazione così misurabile. Se questa risulta maggior di 25 microstrain riesaminare l'apparato e modificarlo per soddisfare questo requisito.