



Fig.1

$$C_S = 10 \text{ pF}$$

$$C_F = 1 \text{ pF}$$

$$R_F = 1,5 \text{ M}\Omega$$

Problema 1

Un fotorivelatore collegato a un preamplificatore come indicato in Fig.1 produce impulsi di corrente rettangolari con durata $T_p = 1 \text{ ms}$ e ampiezza I_p . Il preamplificatore ha generatori equivalenti di rumore riferiti all'ingresso a larga banda $(S_v)^{1/2} = 2 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ e $(S_i)^{1/2} = 0,5 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (valori riferiti a densità unilatera).

- Trascurando il generatore di tensione S_v , definire e calcolare la banda di rumore del circuito in funzione dei suoi parametri. Valutare il valore efficace del rumore riferito all'ingresso e il valore minimo di I_p misurabile con rapporto segnale/rumore $(S/N) \geq 5$.
- Rispondere alle stesse domande del punto precedente per il caso in cui dopo il preamplificatore venga aggiunto un filtro passabasso con un polo semplice eguale a quello del preamplificatore. Confrontare le riduzioni prodotte dall'aggiunta del filtro sulla banda di rumore e sulla banda passante per il segnale (3 dB down).
- Trascurando il generatore di tensione S_v nei casi qui considerati si ottengono risultati che sono una buona approssimazione dei valori effettivi o solo una approssimazione grossolana? Motivare e spiegare la risposta in termini quantitativi.

Problema 2

La stessa configurazione del Problema 1 viene ora impiegata per misurare la carica totale Q_p di impulsi di corrente ultrarapidi, con durata $T_p \leq 1 \text{ ns}$. Tenendo conto dell'effetto del filtraggio anche sul segnale:

- valutare il minimo valore di Q_p misurabile con rapporto segnale/rumore $(S/N) \geq 5$ utilizzando solo il preamplificatore.
- rifare la valutazione della minima Q_p misurabile con rapporto segnale/rumore $(S/N) \geq 5$ utilizzando anche il filtro passabasso detto nel Problema 1 (b).
- con altri filtri è possibile ottenere una migliore sensibilità nella misura della carica Q_p ? Motivare la risposta e in caso affermativo indicare le caratteristiche principali del filtraggio da utilizzare.

Problema 3

In una struttura metallica soggetta a vibrazioni con frequenze dell'ordine di $0,1 \text{ Hz}$ si vogliono misurare piccole deformazioni (di valore inferiore a 100 microstrain ; $1 \text{ microstrain} = 1 \text{ parte per milione}$) seguendone l'andamento nel tempo. Come sensori si utilizzano strain gauges metallici con resistenza $R_S = 120 \Omega$ e Gauge Factor $G = 2$ e la potenza P_d dissipata nel sensore deve essere inferiore a $1 \mu\text{W}$ per limitare gli errori di misura dovuti al riscaldamento. Si dispone di un preamplificatore differenziale avente guadagno $A = 100$, banda passante limitata da un polo semplice a frequenza $f_p = 100 \text{ kHz}$, generatori di rumore riferiti all'ingresso aventi componenti a larga banda con densità spettrale efficace $(S_v)^{1/2} = 10 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ e $(S_i)^{1/2} = 5 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (valori riferiti a densità unilatera) e componenti di tipo $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c \approx 1 \text{ kHz}$.

- Indicare uno schema di apparato di misura che si ritiene adatto a effettuare i rilevamenti richiesti, spiegando e motivando le scelte fatte.
- dimensionare i parametri dell'apparato e valutare di conseguenza il minimo valore di deformazione misurabile, espresso in microstrain.