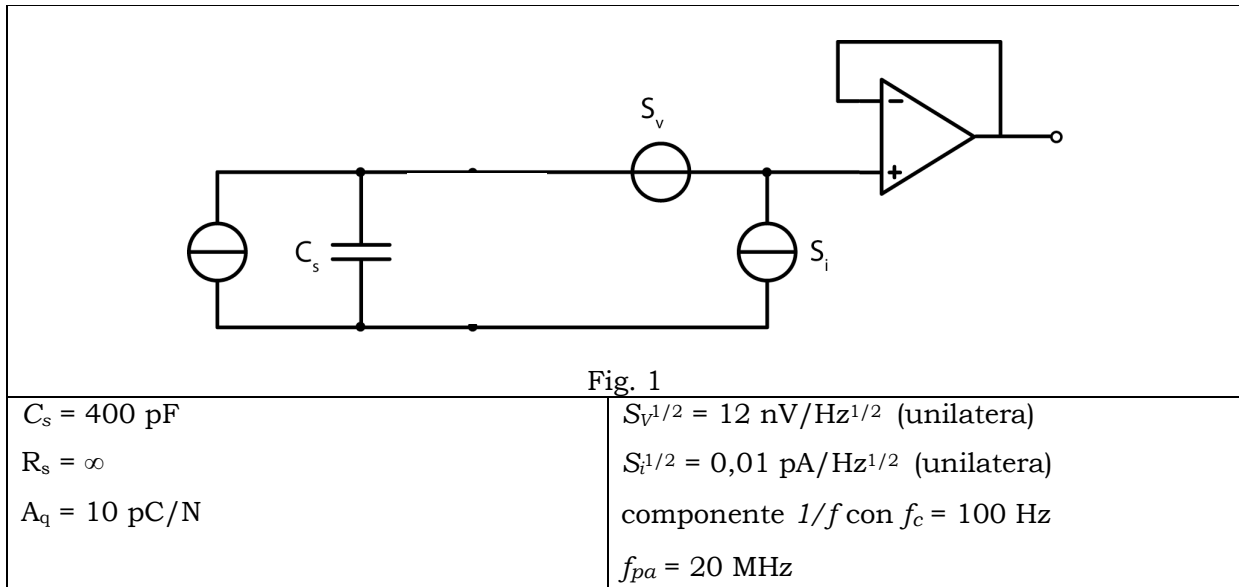


Problema 1

Un sensore piezoelettrico con costante di conversione $A_q = 10 \text{ pC/N}$ viene utilizzato per misurare una forza F di compressione. Il sensore è collegato a un preamplificatore di tensione a elevatissima resistenza di ingresso, con generatori di rumore riferiti all'ingresso S_v e S_i e ampia banda (limitata da un polo semplice a elevata frequenza f_{pa}). L'impedenza complessiva è una capacità C_s (la resistenza in parallelo è trascurabile, si può considerare infinita).

Si consideri ora che la forza F sia applicata istantaneamente e poi mantenuta (andamento a gradino) e non vi sia componente di rumore $1/f$.

- a) Individuare le caratteristiche del filtraggio da usare dopo il preamplificatore per ottenere il miglior risultato possibile. Calcolare la sensibilità di misura così ottenibile (minimo valore di forza misurabile, espresso in N).
- b) Per arrivare nella pratica a un risultato che approssimi quello calcolato in (a), scegliere un filtro a parametri costanti da utilizzare invece del filtro adattato e dimensionarne i parametri quantitativi, spiegando in termini intuitivi le scelte fatte. Calcolare la sensibilità ottenibile nelle condizioni scelte e confrontarla con il caso (a).
- c) Si consideri ora che la forza F sia applicata per una durata nota $T_A = 10 \text{ ms}$ (andamento a rettangolo). In queste condizioni risulta possibile migliorare la sensibilità nei casi (a) e (b) sopra detti modificando il filtraggio. Indicare e spiegare le modifiche da fare e calcolare nei due casi la sensibilità di misura così ottenibile.
- d) Tenere ora conto anche della componente di rumore $1/f$ e riesaminare in questa condizione i tre casi (a), (b) e (c). Individuare in quali di questi casi occorra introdurre un ulteriore filtraggio per limitare il contributo del rumore $1/f$ ed eventualmente scegliere e dimensionare questo filtraggio. Nelle condizioni così determinate calcolare il peggioramento della misura dovuto al rumore $1/f$ in ciascuno dei tre casi detti.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

PMT $\eta = 2\%$ a $\lambda = 620\text{nm}$ $n_B = 2 \cdot 10^4$ c/s $G > 10^6$	PD $\eta = 50\%$ a $\lambda = 620\text{nm}$ $I_B = 2$ pA
Carico $R_L = 1$ k Ω $C_L = 1$ pF	Preamplificatore $S_V^{1/2} = 1$ nV/(Hz) ^{1/2} (unilatera) $S_I^{1/2} = 0,5$ pA/(Hz) ^{1/2} (unilatera)

Si deve misurare la potenza ottica P di impulsi rettangolari di durata T_P emessi da un laser a lunghezza d'onda $\lambda = 620\text{nm}$. Come rivelatore si usa un fotomoltiplicatore (PMT) oppure un fotodiodo a semiconduttore (PD), in entrambi i casi con una resistenza di carico R_L collegata a un preamplificatore a larga banda ed elevata impedenza di ingresso. Sono riportate nella tabella le caratteristiche dei due rivelatori, del carico (inclusa la capacità totale C_L del circuito di carico) e del preamplificatore (i generatori di rumore riguardano il preamplificatore, non includono il rumore della resistenza di carico).

a) Si consideri anzitutto di dover misurare un singolo impulso di durata breve $T_{P1} = 100\text{ns}$ utilizzando un gated integrator che riceve l'uscita dal preamplificatore. Considerare dapprima di utilizzare il PMT, trascurare l'effetto delle fluttuazioni statistiche del guadagno G , valutare il peso dei vari contributi di rumore, tener conto di quelli dominanti trascurando quelli minori e calcolare la minima potenza misurabile P_m . Ripetere l'analisi considerando di utilizzare il PD e calcolare anche in questo caso la minima potenza misurabile P_m . Confrontare e commentare i due casi, spiegando in termini intuitivi le differenze riscontrate.

b) Allo scopo di ottenere maggiore sensibilità, si consideri ora di poter usare un impulso di durata maggiore $T_P = mT_{P1}$. Considerare dapprima di utilizzare il PMT procedendo come sopra detto e determinare il miglioramento della sensibilità in funzione del fattore m di allungamento del tempo T_P . Ripetere l'analisi considerando di utilizzare il PD e calcolare anche in questo caso il miglioramento della sensibilità in funzione di m . Confrontare e commentare i due casi, spiegando in termini intuitivi le differenze riscontrate.

c) Sempre allo scopo di ottenere maggiore sensibilità, si consideri ora di poter usare impulsi ripetitivi di durata breve T_{P1} e fare la media delle misure di N impulsi. Determinare il miglioramento della sensibilità in funzione del numero N , prima considerando di usare il PMT e poi il PD. Confrontare e commentare i due casi, spiegando in termini intuitivi le differenze riscontrate.

d) Tener conto ora anche delle fluttuazioni statistiche del guadagno G del PMT che causano un fattore di eccesso di rumore $F = 2$. Riconsiderare in queste condizioni il caso (b) per il PMT e mostrare cosa cambia qualitativamente e quantitativamente, spiegandolo in termini intuitivi.