

Problema 1

	
Segnale: A_P ampiezza da misurare $T_P = 25 \mu\text{s}$ costante di tempo dell'esponenziale $T_R = 1 \text{ ms}$ intervallo tra un impulso e il successivo	Rumore: $\sqrt{S_V} = 50 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) banda limitata da polo a $f_V = 100 \text{ MHz}$
Disturbo sinusoidale con $A_D \approx 100 \mu\text{V}$ ampiezza $f_D = 20 \text{ kHz}$ frequenza nota con incertezza $\pm 1\%$; fase non nota	componente di rumore $1/f$ $f_C = 40 \text{ kHz}$

Dall'uscita a bassa impedenza di un apparato proviene una sequenza di impulsi di tensione con forma d'onda esponenziale di costante di tempo T_P e ampiezza A_P , spazati da un intervallo costante T_R e accompagnati da rumore a larga banda S_V come specificato. È disponibile un impulso ausiliario che segnala l'istante di inizio di ciascun impulso esponenziale. L'ampiezza A_P varia e deve essere misurata individualmente per ciascun impulso.

A) Indicare e spiegare il filtraggio ottimo per la misura richiesta e valutare con tale filtraggio la minima ampiezza misurabile

B) Spiegare quali caratteristiche qualitative e quantitative deve avere un filtro reale a parametri costanti per costituire una approssimazione del filtraggio ottimo. Scegliere di conseguenza un **semplice filtro a parametri costanti**, dimensionarlo e valutare la minima ampiezza con esso misurabile, confrontandola con l'ottimo. Indicare con quali caratteristiche il filtraggio scelto approssima bene l'ottimo e con quali altre caratteristiche invece si discosta dall'ottimo determinando il peggioramento di prestazioni valutato.

C) Considerare ora che nell'uscita dell'apparato si sovrapponga al segnale un disturbo sinusoidale a frequenza f_D con ampiezza A_D . Utilizzando il filtro impiegato in (B), descrivere l'effetto del disturbo all'uscita del filtro e valutare quantitativamente la deviazione che esso produce nel valore misurato dell'ampiezza di impulso A_P , confrontandola con l'ampiezza minima valutata in (B).

D) Si vuole ridurre la deviazione dovuta al disturbo a livello paragonabile o minore della ampiezza minima misurabile limitata solo dal rumore. A questo scopo si può cambiare il filtro visto in (B) e si può utilizzare anche filtri lineari a parametri variabili. Scegliere un filtraggio reale da usare, spiegando perchè lo ritenete adatto allo scopo, dimensionarlo e valutare 1) l'ampiezza minima misurabile limitata solo dal rumore e 2) la deviazione prodotta dal disturbo, tenendo presente che la frequenza del disturbo f_D è nota con incertezza $\pm 1\%$ e la fase non è nota.

E) Considerare ora che nel caso (D) il rumore abbia anche una componente $1/f$ con la frequenza d'angolo f_C indicata. Spiegate anzitutto con quali criteri occorre modificare il procedimento di misura e/o il filtraggio per ridurre il contributo del rumore $1/f$. Scegliete quindi una soluzione, dimensionate i parametri in gioco e fate una valutazione anche solo approssimata del contributo di rumore $1/f$ nella misura effettuata in queste condizioni.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

<p>Strain gauges: $R_S = 100 \Omega$ resistenza $G = 2$ Gauge factor $P_{dmax} = 4 \mu W$ massima potenza dissipata Coefficiente di temperatura</p> $\alpha = \frac{\Delta R_S}{R_{S0}} = 4 \cdot 10^{-3} C^{-1}$ <p>Differenza di temperatura tra sensori non controllabile, con valore massimo $\Delta T_{max} \approx \pm 1 C$</p>	<p>Preamplificatore differenziale:</p> $\sqrt{S_V} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ densità efficace (unilatera) di rumore di tensione riferito all'ingresso differenziale $\sqrt{S_I} = 5 \text{ pA/Hz}^{1/2}$ densità efficace (unilatera) di rumore di corrente riferito all'ingresso differenziale Banda larga $f_p > 100 \text{ MHz}$
<p>Per la domanda C Deformazione meccanica oscillante sinusoidale a frequenza $f_0 = 100 \text{ Hz}$ con ampiezza ϵ_0 da misurare quasi costante (variabile su tempi $> 10 \text{ s}$). È disponibile un segnale elettrico di riferimento con frequenza e fase eguale alla oscillazione meccanica</p>	<p>Per la domanda D Nel rumore del preamplificatore tener conto anche di componenti a spettro $1/f$ con frequenza d'angolo $f_{cv} = 40 \text{ kHz}$ per il rumore di tensione $f_{ci} = 40 \text{ kHz}$ per il rumore di corrente</p>

Strain gauges metallici con le caratteristiche indicate sono montati su un motore a combustione interna per monitorare le deformazioni. Non è possibile montarli in modo da mantenere accuratamente eguale la temperatura dei sensori di cui si vorrebbe bilanciare le variazioni termiche. Per il prelievo dei segnali si utilizza un preamplificatore differenziale ad alta resistenza di ingresso con le caratteristiche indicate. Il pezzo da monitorare è soggetto a deformazioni di trazione e compressione sia statiche (cioè variabili su tempi lunghi $> 10 \text{ s}$) sia con vibrazioni sinusoidali.

A) Indicare e spiegare la configurazione circuitale di sensori e preamplificatore e la tensione di alimentazione continua dei sensori da usare. Calcolare il fattore di trasduzione da deformazione meccanica a segnale di tensione all'ingresso del preamplificatore. Spiegare l'errore causato dalla differenza di temperatura tra i sensori e darne una valutazione quantitativa.

B) In una misura di deformazione statica effettuata con alimentazione continua dei sensori e con rumore $1/f$ trascurabile, scegliere un filtraggio e valutare la minima deformazione misurabile limitata dal rumore. Confrontare questa ampiezza con l'errore dovuto a differenza di temperatura tra i sensori in questa misura. Analizzare e spiegare se e come sia possibile o non possibile ridurre l'errore da differenza di temperatura utilizzando una alimentazione in alternata dei sensori.

C) Considerare ora una misura della deformazione dinamica indicata. Operando con alimentazione continua dei sensori e con rumore $1/f$ trascurabile, scegliere un filtraggio adatto per misurare l'ampiezza dell'oscillazione, dimensionarlo e valutare la minima ampiezza misurabile limitata dal rumore. Confrontare questa ampiezza con l'errore dovuto a differenza di temperatura tra i sensori in questa misura.

D) Considerare ora anche le componenti di rumore $1/f$ indicate e valutare il conseguente peggioramento del risultato della misura eseguita come indicato in (C). Discutere se e come sia possibile o non possibile ottenere un miglioramento utilizzando una alimentazione in alternata dei sensori. In caso affermativo indicare come eseguire la misura con alimentazione in alternata, valutare la minima ampiezza così misurabile e spiegarla a confronto con quella vista in (C).