

Problema 1

Segnale: impulso rettangolare $T_p = 1\text{ms}$ durata V_p ampiezza da misurare	Rumore: bianco a banda larga $\sqrt{S_{V,u}} = 40\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ unilatera, limite di banda dato da filtraggio passabasso con polo semplice con costante di tempo $T_h = 100\text{ns}$
f_s frequenza di campionamento, da scegliere; $T_s = 1/f_s$ intervallo tra i campioni	Con impulsi ripetitivi (domande C e D): frequenza di ripetizione $f_r = 100\text{Hz}$ ampiezza degli impulsi lentamente variabile, su tempi $T_c=10\text{s}$ o più lunghi

Un segnale a impulso rettangolare di durata T_p proviene da un preamplificatore collegato a un sensore, accompagnato da rumore bianco con densità spettrale S_V a banda larga limitata da un polo semplice a f_h (ovvero costante di tempo $T_h = 1/2\pi f_h$). È disponibile un impulso ausiliario sincronizzato con il segnale rettangolare.

Si vuole misurare l'ampiezza di un **singolo impulso**.

A) Scegliere un filtro che fornisca il miglior risultato possibile per rapporto segnale/rumore (S/N) e segnale minimo misurabile, spiegando i motivi della scelta. Valutare il segnale minimo misurabile.

B) Considerare ora un filtraggio operante su variabili discrete nel tempo, cioè che per misurare l'impulso utilizza un campionamento a tempi discreti con frequenza di campionamento f_s costante e una successiva elaborazione dei campioni acquisiti (potendo utilizzare anche elaborazioni digitali). Scegliere la frequenza di campionamento f_s e i pesi da dare ai campioni nella elaborazione, spiegando i motivi della scelta. Valutare S/N e segnale minimo.

Confrontare il risultato ottenuto con il filtraggio discreto ora visto con quello del filtraggio continuo visto in (A). Spiegare come si possa procedere per migliorare il risultato ottenuto con il filtro a campioni; discutere in termini intuitivi come avvenga il miglioramento e quale sia il miglior risultato a cui si può arrivare.

Si consideri ora di avere **impulsi ripetitivi** con frequenza di ripetizione $f_r = 100\text{Hz}$. Gli impulsi hanno ampiezza che varia lentamente e si vuole monitorare le variazioni di ampiezza che avvengono in tempi di 10s o più lunghi.

C) limitandosi ancora a utilizzare un filtro analogico che processa segnali continui, spiegare come si possa modificare il filtraggio visto in (A) per migliorare S/N e minimo segnale. Valutare il risultato ottenuto con il filtraggio modificato e commentarlo in termini intuitivi.

D) spiegare come si possa modificare il filtraggio a campionamento e media dei campioni visto in (B) per migliorare S/N e minimo segnale. Valutare il risultato ottenuto con il filtraggio modificato e confrontarlo con quello visto in (C), discutendo in termini intuitivi i risultati.

In conclusione, riassumere e confrontare in termini intuitivi i risultati forniti dai tipi di filtraggio visti a variabili continue e variabili discrete e la loro praticità di impiego nei casi di impulso singolo e di impulsi ripetitivi.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Termoresistenza PT100 Valore di riferimento a 273 K (0°C) $R_{T0} = 100 \Omega$ Coefficiente di temperatura $\alpha = 3,9 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ Potenza max dissipabile $P_d < 5 \mu\text{W}$	Requisiti della misura di temperatura Precisione $\Delta T < 10 \text{mK}$ Misura di T effettuata ogni secondo
Preamplificatore differenziale Limite di banda da polo semplice a $f_{pa} = 1 \text{MHz}$ (costante di tempo $T_n = 0,16 \mu\text{s}$) densità efficace di rumore $S_v^{1/2} = 25 \text{nV/Hz}^{1/2}$ bianca (unilatera) e componente 1/f con $f_c = 10 \text{kHz}$ $S_i^{1/2} = 10 \text{pA/Hz}^{1/2}$ bianca (unilatera) e componente 1/f con $f_c = 10 \text{kHz}$	

Un termometro a resistenza Pt100 viene usato per rilevare con precisione migliore di $0,01^\circ\text{C} = 10 \text{mK}$ l'andamento della temperatura in una piccola cella di reazione chimica. Per un rilevamento corretto la temperatura va misurata una volta al secondo.

La Pt100 è già montata nella cella e collegata in configurazione a ponte di Wheatstone con resistenze eguali; è prescritto che la potenza dissipata nel sensore Pt100 non superi $5 \mu\text{W}$. Il riferimento non causa errore significativo (la sua temperatura è stabile entro 1mK). Al ponte è collegato un preamplificatore differenziale con le caratteristiche indicate.

A) Scegliere l'alimentazione del ponte spiegando i motivi della scelta. Valutare il fattore di conversione da temperatura a tensione di uscita del ponte. Valutare la densità spettrale di rumore totale riferito all'ingresso del preamplificatore. Spiegare quale genere di filtraggio convenga usare per ridurre l'errore di misura dovuto al rumore

B) In prima istanza limitarsi a utilizzare per il filtraggio un filtro a parametri costanti. Scegliere il filtro indicando i valori dei suoi parametri significativi per il calcolo del S/N. Spiegare come è il segnale in uscita dal filtro e quindi come occorre procedere per misurarlo. Valutare il minimo segnale misurabile e la corrispondente minima variazione di temperatura. Verificare se così si ottiene la precisione richiesta o no e spiegare in termini intuitivi se sia possibile ottenere un risultato migliore ricorrendo a un filtraggio più efficiente.

C) Potendo ora utilizzare anche filtri a parametri variabili e con struttura più complessa, scegliere un filtraggio che possa dare prestazioni migliori, spiegando i motivi della scelta. Dimensionare i parametri del filtro, valutare il minimo segnale misurabile e la corrispondente minima variazione di temperatura, verificando se si ottiene la precisione richiesta o no. Confrontare e i risultati ottenuti con i due tipi di filtraggio e spiegare in termini intuitivi la differenza di prestazioni.