

**Problema 1**

In una provetta in cui avviene una reazione biochimica la temperatura varia nell'intervallo tra 30 e 40 °C e si vuole rilevarne l'evoluzione misurandola con elevata precisione una volta al secondo. Viene impiegato un sensore a termoresistenza in Platino (avente resistenza  $R_{T0} = 100 \text{ Ohm}$  alla temperatura di riferimento di 20 °C) posto nella usuale configurazione a ponte di Wheatstone con resistenze eguali. Occorre limitare la potenza dissipata nel sensore a meno di 1 *microW*. Per effettuare la misura viene applicata al ponte la tensione di alimentazione  $V_A$  una volta al secondo per una durata  $T_A = 100 \text{ ms}$ . La tensione da misurare viene prelevata tramite un preamplificatore differenziale avente banda  $f_p = 100 \text{ kHz}$ . I generatori di rumore riferiti all'ingresso hanno densità spettrali (unilatera) efficaci come segue: generatore di corrente  $(S_i)^{1/2} = 1 \text{ pA/Hz}^{1/2}$  uniforme; generatore di tensione  $(S_v)^{1/2} = (S_B + K/f)^{1/2}$  con  $(S_B)^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}$  uniforme e componente  $1/f$  avente frequenza d'angolo  $f_c = 5 \text{ kHz}$ . Disegnare lo schema elettrico del sistema di misura e quindi:

- scegliere anzitutto un semplice filtraggio che impedisca al contributo del rumore  $1/f$  di divergere e quindi, utilizzando direttamente l'uscita del preamplificatore senza alcun ulteriore filtraggio, valutare il rumore nella misura;
- nelle condizioni dette in (a), valutare la precisione nella misura di temperatura;
- scegliere un filtraggio da usare dopo il preamplificatore per migliorare la precisione e in questa situazione ripetere le valutazioni fatte in (a) e (b).

**Problema 2**

Sempre nell'apparato di misura considerato nel Problema 1, si consideri ora di impiegare una alimentazione del ponte di Wheatstone con tensione alternata sinusoidale avente ampiezza massima  $V_A$  e frequenza  $f_A = 500 \text{ Hz}$ .

- ancora con un semplice filtraggio che impedisca al contributo del rumore  $1/f$  di divergere e utilizzando direttamente l'uscita del preamplificatore senza alcun ulteriore filtraggio, valutare il rumore nella misura di tensione e di conseguenza la precisione nella misura di temperatura;
- utilizzando dopo il preamplificatore il filtraggio ottenuto mediante un semplice filtro accordato alla frequenza  $f_A$  e avente  $Q = 5$  ripetere le valutazioni fatte in (a).
- volendo migliorare ulteriormente la precisione, come cambiereste l'alimentazione del ponte e/o il filtraggio da usare dopo il preamplificatore? Facendo attenzione a utilizzare quanto proposto in modo compatibile con i requisiti posti alla misura (esposti nel Problema 1) ripetere le valutazioni fatte in (a).

**Problema 3**

- Spiegare come viene definita e che significato e utilità ha la NEP (noise equivalent power) di un fotorivelatore.
- Considerando di dovere progettare e realizzare misuratori di potenza ottica per il campo spettrale visibile, fare una valutazione preliminare di massima dei livelli di NEP ottenibili da apparati optoelettronici di questo tipo basati su fotodiodi p-i-n in silicio e su fototubi moltiplicatori, confrontandoli criticamente in funzione dell'applicazione prevista.