

**Problema 1**

Si deve misurare l'ampiezza  $A$  di un piccolo segnale sinusoidale immerso in rumore avente densità spettrale (unilatera)  $S_n$ . L'ampiezza  $A$  è lentamente variabile e va rilevata almeno una volta al secondo. La frequenza  $f_o$  e la fase  $\varphi$  del segnale sono fisse e note, in quanto rilevabili su un segnale di riferimento disponibile con ampiezza  $B$  fissa e  $S/N$  elevato. Viene impiegato un apparato di filtraggio lineare e la misura viene effettuata campionando l'uscita dell'apparato.

(a) Considerando che il filtraggio sia effettuato con un filtro passabanda avente  $Q=10$  accordato a  $f_o$  spiegare: 1) come è la funzione peso del filtro nel tempo e in frequenza, 2) come essa cambi a seconda dell'istante a cui si effettua il campionamento e 3) di conseguenza cosa rappresentano i valori che si ottengono in queste misure.

(b) Considerando ora che il filtraggio sia dato da un amplificatore lock-in rispondere alle stesse domande del punto (a).

(c) Posto che sia:  $S_n(f) = S_{no} + K/f$  con  $(S_{no})^{1/2} = 12 \text{ nV/Hz}^{1/2}$  e frequenza d'angolo  $f_c = 2 \text{ kHz}$ ;  $A = 0,25 \text{ } \mu\text{V}$  e  $f_o = 2 \text{ kHz}$ , valutare quantitativamente il  $S/N$  che si può ottenere nelle misure effettuate come detto nei precedenti punti (a) e (b)

(d) Posto che venga ora cambiata la frequenza  $f_o$  portandola a  $f_o = 40 \text{ Hz}$  mentre le altre condizioni rimangono invariate, rispondere alla stessa domanda del punto (c).

**Problema 2**

Per rilevare la temperatura di un forno che opera intorno a  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  viene utilizzata una termocoppia tipo K (Chromel-Alumel) con coefficiente caratteristico  $dV/dT = 40 \text{ } \mu\text{V/}^\circ\text{C}$  e giunzione di riferimento a temperatura ambiente (intorno a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , monitorata con precisione da un termometro ausiliario). Preamplificatore ed elettronica di misura si trovano a notevole distanza dal forno e di conseguenza le resistenze dei fili di collegamento dei due metalli sono notevoli e differenti tra loro ( $R1 = 600 \text{ } \Omega$  e  $R2 = 400 \text{ } \Omega$ ) ed il potenziale di massa  $V_{CM}$  del forno è notevolmente differente da quello dell'elettronica, dell'ordine di  $V_{CM} = 10 \text{ V}$ . Si vuole rilevare le variazioni di temperatura di almeno  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  su tempi dell'ordine di  $10 \text{ s}$ .

(a) Disegnare lo schema di massima dei collegamenti elettrici e indicare quale tipo di preamplificatore intendete utilizzare, quali siano i suoi parametri che per il nostro caso hanno maggiore importanza e quali specifiche richiedete per essi.

(b) Considerando che i generatori di rumore riferiti all'ingresso abbiano componenti a larga banda con densità dell'ordine di  $(S_v)^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}$  e  $(S_i)^{1/2} = 4 \text{ pA/Hz}^{1/2}$  valutare il loro effetto nella misura richiesta.

(c) Considerando che i generatori di rumore riferiti all'ingresso abbiano anche componenti di tipo  $1/f$  con frequenza d'angolo  $f_c$  intorno a  $10 \text{ kHz}$ , valutare il loro effetto nella misura richiesta e spiegare se e come si possa effettuare la misura in modo da renderlo in pratica trascurabile.

**Problema 3**

Un apparato ottico analogo al radar, basato su un laser impulsato, rileva la presenza di oggetti nell'aria e misura a che distanza si trovano rilevandone l'impulso riflesso e misurando il suo ritardo rispetto all'impulso lanciato. Gli impulsi lanciati sono rettangolari con durata  $10 \text{ ns}$ , potenza  $1 \text{ mW}$ , lunghezza d'onda  $780 \text{ nm}$ . Si può contare su una riflessione di circa  $1 \%$  e occorre tener conto di una attenuazione atmosferica di  $3 \text{ dB/km}$  (in potenza). Volendo estendere quanto più possibile la distanza di rilevazione, scegliere il fotorivelatore e l'elettronica che intendete impiegare per la misura, motivando le scelte fatte. Verificare quindi quantitativamente la distanza massima di rilevamento così ottenibile.