

Problema 1

Un preamplificatore a banda larga (limitata da un polo semplice a frequenza $f_s = 100$ kHz) collegato a un sensore fornisce a un istante noto (segnalato da un impulso di sincronismo) un singolo segnale di forma nota, del quale si deve misurare l'ampiezza V_p . Il rumore che accompagna il segnale ha densità spettrale (unilatera) uniforme $(S_n)^{1/2} = 10$ nV/Hz^{1/2} a banda larga, limitata dal preamplificatore. Si considerino i due seguenti casi: segnale rettangolare di durata $T_p = 10$ ms, segnale esponenziale $V_p 1(t) \exp(-t/T_p)$ con costante di tempo $T_p = 10$ ms e **per entrambi i casi:**

- Valutare dapprima il minimo segnale misurabile operando direttamente all'uscita del preamplificatore, senza utilizzare alcun ulteriore filtraggio.
- Scegliete ora un tipo di filtro analogico che permetta di ottenere migliore sensibilità, cioè un minor valore per il minimo segnale misurabile (NB: non è necessario che il filtro sia lo stesso in entrambi i casi, può anche essere diverso da un caso all'altro). Spiegate con quali criteri dimensionereste il filtro per ottimizzare la misura richiesta. Dimensionatelo e valutate il segnale minimo così misurabile.
- Invece di un filtro analogico ora utilizzate un apparato elettronico che campiona ripetutamente il segnale, digitalizza i campioni e li invia a un computer che elabora i dati. Spiegate con quali criteri scegliereste la frequenza di campionamento e scegliereste come elaborare i campioni per ottimizzare la misura richiesta. Dimensionate questo filtraggio e valutate il segnale minimo così misurabile.
- Dite quali ritenete siano i vantaggi e gli svantaggi dei due tipi di filtraggio sopra detti, spiegando chiaramente e discutendo le ragioni di quello che affermate. Confrontare i due tipi di filtraggio in particolare dal punto di vista del minimo segnale misurabile.

Problema 2

Si vogliono misurare con elevata precisione le piccole variazioni di temperatura di un campione posto in una camera termostatica a circa 40 °C, monitorandole ogni 2 s. A contatto termico con il campione viene posto un sensore a termoresistenza in Platino (avente resistenza $R_{T0} = 200$ Ω alla temperatura di riferimento di 20 °C). Occorre limitare la potenza dissipata nel sensore a meno di 100 nW. Per prelevare la tensione da misurare si dispone di un preamplificatore differenziale a larga banda, limitata da un polo semplice a frequenza $f_p = 10$ kHz. I generatori di rumore riferiti all'ingresso del preamplificatore hanno densità spettrali (unilatera) efficaci: in corrente $S_i^{1/2} = 2$ pA/Hz^{1/2} uniforme; in tensione $S_v^{1/2} = (S_B + K/f)^{1/2}$ con $S_B^{1/2} = 12$ nV/Hz^{1/2} uniforme e frequenza d'angolo $f_c = 5$ kHz per la componente $1/f$.

- Indicate come configurereste un apparato di misura basato su un ponte di Wheatstone e dimensionatelo in tutti i suoi componenti. Motivate e discutete le scelte fatte, inclusa quella del valore adottato per il rapporto delle resistenze nel ponte.
- Nelle condizioni stabilite in (a), valutate la minima variazione di temperatura misurabile operando direttamente all'uscita del preamplificatore, senza utilizzare alcun ulteriore filtraggio.
- Scegliete un filtraggio da usare dopo il preamplificatore per migliorare la precisione della misura, dimensionatelo e valutate in queste condizioni la minima variazione di temperatura misurabile.

(NB: segue a retro il Problema 3)

Problema 3

Per effettuare misure di potenza ottica continua a lunghezza d'onda $\lambda_I = 0,45 \mu\text{m}$ potete usare un fotodiode al silicio con efficienza quantica $\eta_D = 0,6$ e corrente di buio $I_D = 0,001 \text{ pA}$ oppure un fotomoltiplicatore con catodo S20 con efficienza quantica $\eta_F = 0,2$ e corrente di buio al catodo $I_F = 0,0001 \text{ pA}$ e avete a disposizione un preamplificatore di corrente avente rumore descritto mediante un generatore di corrente di rumore riferito all'ingresso con densità efficace unilatera $S_i^{1/2} = 0,1 \text{ pA/Hz}^{1/2}$ uniforme.

(a) Dopo aver definito la NEP (noise equivalent power) dei fotorivelatori spiegando da quali parametri del dispositivo dipenda, valutate quantitativamente la NEP per ciascuno dei rivelatori sopra detti.

(b) Per ciascuno dei due rivelatori collegato al tipo di preamplificatore detto, valutate il minimo segnale ottico che si può misurare con un tempo di misura di circa un secondo, (ovvero banda di filtraggio del rumore di circa 1Hz). Confrontate i risultati ottenuti e commentateli.