

Problema 1

Situazione. Un preamplificatore collegato a un sensore ha banda limitata da un polo semplice a frequenza f_p e rumore con densità S_n a larga banda, limitata ad alta frequenza dal taglio dell'amplificatore stesso. Esso fornisce segnali impulsivi. Per ottenere l'informazione che interessa occorre misurare la ampiezza di ogni singolo segnale, mentre non interessa rilevarne la forma (per chiarezza: occorre effettuare solo misure relative dei vari segnali; la misura assoluta dell'ampiezza verrà ricavata in un secondo tempo effettuando una taratura dell'apparato, cioè effettuando misure di segnali di ampiezza nota). Il rapporto segnale/rumore (S/N) all'uscita dell'amplificatore è basso e per migliorarlo si ha a disposizione un passabasso RC a parametri costanti con un polo semplice e valore di RC regolabile. I dati quantitativi sono:

preamplificatore con $f_p = 1\text{MHz}$ e $(S_n)^{1/2} = 5 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (valore di densità unilatera);
segnali circa rettangolari con durata $T_s = 500 \mu\text{s}$ e ampiezza A dell'ordine di dieci microVolt;

Domande:

- 1) valutare il S/N all'uscita del preamplificatore
- 2) come scegliete il valore di RC per avere la migliore precisione possibile nella misura: RC molto minore oppure circa eguale oppure molto maggiore della durata T_s del segnale?
- 3) indicare il valore di RC da impiegare e valutare il S/N con esso ottenibile
- 4) se si fosse liberi di scegliere liberamente un altro filtro, sarebbe possibile ottenere un valore di S/N migliore? In caso negativo, spiegare perchè. In caso affermativo, spiegare quale filtro si adotterebbe e quale valore di S/N si otterrebbe.

Si prenda ora in considerazione che nello spettro di rumore del preamplificatore vi è anche una componente di tipo $1/f$ con frequenza di angolo $f_c = 200 \text{ Hz}$ e rispondere alla domanda:

- 5) quale filtraggio aggiungereste per ridurre l'effetto del rumore $1/f$ sulla precisione della misura senza pregiudicare il filtraggio del rumore a larga banda? Rispondere dando anche indicazioni quantitative su questo filtraggio.

Problema 2

Situazione. E' la stessa del Problema 1 per quanto riguarda il preamplificatore, ma ora i segnali sono impulsi di forma esponenziale: $s(t) = A 1(t) \exp(-t/ T_i)$, con $T_i = 10 \mu\text{s}$ e ampiezza A dell'ordine di dieci microVolt. Occorre anche in questo caso misurare la ampiezza di ogni singolo segnale.

Domande:

rispondere alle stesse domande del Problema 1, tenendo presente che in questo caso la RC va confrontata con la costante di tempo T_i del segnale.

Problema 3

Situazione. Occorre misurare l'andamento della temperatura in una provetta in cui avvengono processi biochimici, rilevando i valori a intervalli di un secondo. Si utilizza un termosensore a resistenza in platino immerso nella provetta e si richiede che la potenza P_d dissipata nel sensore sia inferiore a 100nW . La resistenza del sensore alla temperatura di riferimento è $R_0 = 250 \Omega$.

Domande:

Progettare un apparato elettronico per effettuare le misure con la massima precisione possibile. Indicare la configurazione circuitale impiegata, la strumentazione di misura che volete utilizzare, le caratteristiche quantitative dei componenti che volete impiegare. Valutare la precisione che ritenete di ottenere, cioè stimate l'errore in gradi centigradi da cui saranno affetti i valori di temperatura rilevati.