

Problema 1

Al fine di misurare l'ampiezza A di un segnale sinusoidale con frequenza f_0 e fase φ_0 note [cioè $v(t) = A\cos(2\pi f_0 t + \varphi_0)$] si considerino due diversi tipi di filtro: un filtro passabanda RLC risonante e un amplificatore lock-in.

- per ciascuno dei due filtri, descrivere la struttura e spiegare come si ricava la funzione peso conoscendo le caratteristiche del filtro.
- per ciascuno dei due filtri, si consideri di effettuare misure campionando l'uscita in diversi istanti t e si spieghi come cambia la funzione peso da un istante t all'altro.
- per ciascuno dei due filtri, spiegare esattamente quale informazione riguardo il segnale si ottenga dalle misure effettuate in istanti t diversi.
- in caso sia nota la frequenza f_0 , ma non più la fase φ_0 , si può ancora ottenere una misura accurata dell'ampiezza A ? In caso affermativo, spiegare come procedereste per ottenerla per ciascuno dei due filtri.

Problema 2

Il segnale del Problema 1 ha frequenza $f_0 = 10 \text{ kHz}$ e proviene da un preamplificatore a larga banda. Questo preamplificatore ha un taglio a bassa frequenza (dato da un polo semplice a frequenza $f_i = 10 \text{ Hz}$) e un taglio ad alta frequenza (dato da un polo semplice a frequenza $f_s = 100 \text{ kHz}$) e ha rumore riferito all'ingresso con ampiezza spettrale costante $S_n^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ a larga banda, che viene poi limitata dal preamplificatore stesso. Il segnale è generato da un sensore e la sua ampiezza A porta l'informazione di una grandezza lentamente variabile (ad esempio una temperatura) che si vuole campionare ogni $0,1 \text{ s}$.

- considerando dapprima di campionare direttamente l'uscita del preamplificatore senza interporre alcun filtraggio, valutare il rumore con cui si confronterà il segnale.
- considerando poi di utilizzare un filtro passabanda risonante con $Q = 5$, valutare il rumore in questo caso.
- considerando infine di utilizzare un amplificatore lock-in, decidere come scegliere i suoi parametri per ottenere il minimo rumore compatibilmente con i requisiti della misura e valutare questo rumore.

Problema 3

Si vuole misurare l'ampiezza di **singoli** impulsi ottici a lunghezza d'onda 550 nm , con durata $T_L = 100 \text{ ns}$ e debole intensità. Si dispone di fotorivelatori a vuoto dotati di catodo multialcali S20 avente corrente di buio di circa 10^{-15} A ed efficienza quantica $\eta = 10 \%$ alla lunghezza d'onda detta, che operano collegati a un preamplificatore a larga banda, limitata ad alta frequenza da un polo semplice a $f_p = 100 \text{ MHz}$, con resistenza di ingresso 50Ω e rumore riferito all'ingresso avente densità spettrale costante $S_p^{1/2} = 25 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ (incluso il contributo della resistenza di ingresso).

- considerando dapprima il caso che il fotorivelatore sia un fotomoltiplicatore, scegliere un filtraggio adatto a ottenere la migliore sensibilità e valutare la potenza ottica del minimo segnale ottico così misurabile.
- considerando poi che il fotorivelatore sia un fototubo (cioè un fotodiodo a vuoto), anche in questo caso scegliere un filtraggio opportuno e valutare la potenza ottica del minimo segnale ottico così misurabile.