

Problema 1

Impulso: $s_x(t) = V_p \cdot e^{-\frac{t}{T_p}}$ con $T_p = 10 \mu\text{s}$ e V_p variabile Rumore: densità (unilatera) $S_n^{1/2} = 50 \text{ nVHz}^{-1/2}$ a larga banda limitata da polo semplice con costante di tempo $T_n = 1\text{ns}$	Campionatore: a frequenza di clock $f_s = \frac{1}{T_s}$ regolabile con continuità da 1 a 10 MHz
---	--

Un segnale a impulso esponenziale decrescente è accompagnato da rumore con le caratteristiche indicate.

- Determinare il filtraggio ottimale e valutare la minima ampiezza $V_{Pmin,op}$ con esso misurabile
- Considerare di utilizzare in pratica un filtro RC passabasso a un polo semplice. Individuare quale valore della sua costante di tempo T_F fornisca il miglior risultato confrontando la funzione peso in tempo e in frequenza dello RC con quella del filtro ottimo e traendone indicazioni quantitative approssimate; non occorre effettuare il calcolo preciso del massimo (S/N) in funzione di T_F . Valutare la minima ampiezza $V_{Pmin,RC}$ così misurabile
- Cercare ora di approssimare il filtraggio ottimale utilizzando un apparato in grado di effettuare un filtraggio discreto prelevando campioni di segnale e rumore ed effettuando la media pesata dei campioni con distribuzione dei pesi scelta dall'operatore. Spiegare come scegliere la distribuzione dei pesi e calcolare la minima ampiezza $V_{Pmin,D}$ così misurabile, chiarendo in particolare come essa dipenda da T_s . Scegliere di conseguenza T_s e valutare la $V_{Pmin,D}$ corrispondente.
- Analizzare se sia possibile migliorare il risultato ottenibile con il filtraggio discreto visto in (c) inserendo prima del campionatore un filtro a parametri costanti, spiegando che tipologia di filtro utilizzare e quale sia il suo effetto. Indicare un esempio semplice di filtro e valutare la minima ampiezza $V_{Pmin,DF}$ misurabile utilizzandolo insieme al filtraggio discreto. Discutere quale tipo di pre-filtro occorre impiegare per ottenere il miglior risultato. Indicare un filtro che lo realizzi in pratica (almeno approssimativamente) e valutare la minima ampiezza $V_{Pmin,DF}$ così misurabile.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Termosensore a diodi p-n: Resistenza termica tra giunzione p-n ed esterno dell'involucro: $R_T = 10^\circ\text{C}/\text{W}$	Preamplificatore differenziale di tensione: resistenze di ingresso da considerare $\rightarrow \infty$: rumore a ciascun ingresso $(S_{Va})^{1/2} = 40 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) $(S_{ia})^{1/2} = 0,1 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera)
--	---

Un sensore di temperatura integrato in chip di silicio è basato su due giunzioni p-n con caratteristica I-V praticamente ideale e uguali proprietà. Nel chip è integrato un preamplificatore con le caratteristiche indicate. La polarizzazione dei due diodi è regolabile dall'esterno del chip. Le variazioni di temperatura da rilevare avvengono su tempi di circa 1s e si vuole limitare l'errore dovuto al rumore a qualche 0,001 K. Si vuole inoltre che la temperatura di ciascuna giunzione (T_j) si discosti meno di 0,001 K da quella T dell'oggetto della misura: $\Delta T = T_j - T < 0,001 \text{ K}$.

a) Considerando di utilizzare il sensore a due diodi integrati polarizzato in continua

- Spiegare il principio di funzionamento del sensore
- Spiegare possibili alternative di progetto del sensore
- Indicare quale delle alternative di progetto produce eguale ΔT nei due diodi
- Indicare la configurazione circuitale usata
- Utilizzando due diodi identici, dimensionare le correnti in modo da rispettare la specifica per ΔT
- Determinare la costante di conversione dV/dT ottenuta in queste condizioni.

b) Valutare l'errore dovuto al rumore nella misura della tensione del sensore e di conseguenza l'errore in temperatura (cioè la minima variazione di temperatura misurabile), utilizzando un filtraggio adatto alla misura.

c) Considerare ora che in S_{Va} sia presente anche una componente $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 200\text{kHz}$ e sia possibile fare l'azzeramento della linea di base solo ogni 1000s circa. Valutare in queste condizioni l'errore nella misura di temperatura.

d) Si dispone di un generatore di segnale sinusoidale a $f_R = 2\text{MHz}$ e di un lock-in amplifier in grado di operare a tale frequenza. Analizzare e spiegare:

- se e come sia possibile utilizzare il segnale del generatore per modulare il segnale del sensore per portarlo fuori dalla zona spettrale dominata dal rumore $1/f$. Spiegare se e come usereste il segnale direttamente con la sua forma d'onda sinusoidale o con altra forma d'onda generata a partire da esso.
- se e come si possa usare il segnale sinusoidale come riferimento per il lock-in amplifier e di conseguenza come il segnale di uscita dal lock-in dipenda dall'ampiezza del segnale termometrico modulato.
- Valutare l'errore nella misura di temperatura dovuto al rumore in queste condizioni.