

Problema 1

a) Funzione peso di un filtro lineare: cosa è ed a che serve? Che differenze vi sono tra quelle dei filtri a parametri costanti e quelle dei filtri a parametri variabili? Spiegarlo in generale e chiarirlo in particolare per i filtri integratore approssimato RC e gated integrator, che abbiano valori paragonabili di costante di tempo $T_F = RC$ e tempo di integrazione T_G .

Considerate ora di impiegare i due filtri detti per misurare l'ampiezza di segnali impulsivi esponenziali $v(t) = V_S 1(t) \exp(-t/T_S)$ con valore di T_S paragonabile a quelli di T_F e T_G .

b) Spiegare come eseguite la misura. Per il gated integrator spiegare in particolare come situate nel tempo il comando al gate rispetto al segnale e per entrambi i filtri spiegare in quale istante campionate l'uscita del filtro per la misura. Se poi si sposta l'istante di campionamento come cambia la misura?

Considerate ora che i segnali abbiano $T_S = 5 \mu s$ e siano accompagnati da rumore approssimativamente bianco con densità spettrale unilatera $(S_n)^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ e limite superiore di banda $f_n \gg 1/T_S$.

c) Spiegate come scegliete i valori dei parametri T_F e T_G dei filtri per cercare di ottenere il migliore rapporto segnale/rumore (S/N) e valutate di conseguenza l'ampiezza V_{Smin} del minimo segnale misurabile. Potete utilizzare anche considerazioni approssimate e valutazioni numeriche, ma arrivate a scelte e valutazioni quantitative.

d) Con che criterio si può giudicare la qualità del risultato ottenuto nel punto (c)? È possibile effettuare un filtraggio che permetta di misurare segnali ancora più piccoli? In caso affermativo spiegare come ciò sia possibile e valutare il minimo segnale così misurabile.

Considerate ora che il rumore abbia anche una componente spettrale di tipo $1/f$ con frequenza caratteristica $f_c = 1 \text{ kHz}$.

e) Quanto aumenta il rumore nella misura a causa del rumore $1/f$? Spiegare in che modo e quanto si possa ridurre questo effetto, arrivando a valutazioni quantitative.

Problema 2

Utilizzando come sensore una termoresistenza di platino (resistenza $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$ alla temperatura di riferimento di 0°C) si deve realizzare un termometro di precisione portatile (alimentato a batteria) per misurare piccolissime variazioni di temperatura in una microcella, limitando la potenza termica dissipata nel sensore a 1 nW . Si richiede di misurare la temperatura ogni $0,5 \text{ s}$. Per il prelievo della tensione sul sensore si dispone di un amplificatore differenziale integrato con resistenza di ingresso elevata $\gg 1 \text{ M}\Omega$ e generatori di rumore riferiti all'ingresso a larga banda con densità spettrale unilatera $(S_v)^{1/2} = 5 \text{ nV/Hz}^{1/2}$ e $(S_i)^{1/2} = 1 \text{ pA/Hz}^{1/2}$.

a) Indicare e spiegare la configurazione circuitale che si intende adottare per realizzare il termometro, motivando le scelte fatte.

b) Valutare la variazione di temperatura minima misurabile con la configurazione scelta.

Tenere ora conto del fatto che il preamplificatore integrato è realizzato in tecnologia MOS ed ha pertanto anche una forte componente di rumore $1/f$ con frequenza d'angolo caratteristica $f_c = 100 \text{ kHz}$.

c) Quanto aumenta a causa del rumore $1/f$ la minima variazione di temperatura misurabile con il termometro indicato nelle risposte ad (a) e (b)?

d) Come si può modificare la configurazione circuitale e/o il procedimento di misura per ridurre l'effetto del rumore $1/f$? Non potete cambiare sensore e amplificatore, ma potete aggiungere nel termometro anche altri circuiti, integrati e/o non integrati. Spiegare la soluzione adottata e arrivare a una valutazione quantitativa della minima variazione di temperatura misurabile con le modifiche indicate.