

Problema 1

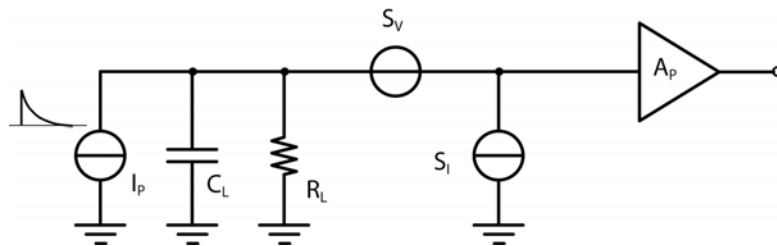


Fig. 1

$C_L = 4 \text{ pF}$; $R_L = 100 \text{ M}\Omega$
 $(S_v)^{1/2} = 10 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera)
 $(S_i)^{1/2} = 0,02 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera)

$$I_s = (Q_s/T_s) 1(t) \exp(-t/T_s)$$

Un sensore genera impulsi di corrente di forma esponenziale con costante di tempo T_s , tempo di arrivo noto e carica Q_s variabile. Esso è collegato a un preamplificatore con impedenza di ingresso e banda molto grandi (cioè tali da poter esser considerate infinite in questa trattazione) e guadagno abbastanza alto da rendere trascurabile il rumore dei circuiti a valle. C_L ed R_L rappresentano la capacità e la resistenza totali verso massa del sensore in questa configurazione. Il contributo di R_L è già contenuto in S_i . Negli spettri di rumore non si considerino componenti $1/f$. Si deve misurare e classificare individualmente gli impulsi in termini di carica Q_s .

a) Spiegare e determinare quantitativamente le caratteristiche che deve avere un filtro posto a valle del preamplificatore per rendere bianco il rumore alla sua uscita. Indicare e spiegare le caratteristiche del rumore e del segnale in uscita da questo filtro sbiancante

Considerare il caso in cui $T_s = 20 \text{ ns}$

b) Individuare il filtro adattato da aggiungere per ottenere il filtraggio ottimo nella misura di Q_s , spiegandone le caratteristiche e determinandole quantitativamente. Nei calcoli è ammesso fare approssimazioni, purchè si possa stimare che lo scostamento dei risultati ottenuti dai valori corretti sia limitato a pochi %. Valutare il rapporto segnale/rumore (S/N) ottimo e il valore della minima carica misurabile Q_{smin} corrispondente, sia in unità di carica che in numero di elettroni.

c) Per una realizzazione pratica si impieghi un secondo stadio di filtraggio che è solo una approssimazione del filtro adattato: un semplice filtro integratore a parametri costanti con costante di tempo T_F (suggerimento: scegliere T_F eguale alla "noise corner time constant"). Valutare il rapporto segnale/rumore (S/N) così ottenuto, il valore della minima carica misurabile Q_{sminF} e il fattore di peggioramento rispetto al caso ottimo.

Considerare ora il caso in cui sia $T_s = 1 \text{ }\mu\text{s}$

d) Individuare il filtro adattato da aggiungere per ottenere il filtraggio ottimo nella misura di Q_s , spiegandone le caratteristiche e determinandole quantitativamente. Valutare il rapporto segnale/rumore (S/N) ottimo, il valore della minima carica misurabile Q_{smin} corrispondente (in unità di carica e in numero di elettroni) e il fattore di peggioramento rispetto al caso (b).

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Giunzione termometrica: Resistenza termica tra giunzione p-n ed esterno dell'involucro: $R_T = 5^\circ\text{C}/\text{W}$	Preamplificatore differenziale: per ogni ingresso si ha $(S_{Vd})^{1/2} = 20 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) $(S_{Id})^{1/2} = 0,02 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ (unilatera) Componenti 1/f con $f_c = 500\text{kHz}$ per entrambi
---	--

Si deve progettare un sensore di temperatura integrato in silicio basato sulle proprietà delle giunzioni p-n. La tecnologia impiegata permette di realizzare nel chip varie giunzioni p-n con identiche proprietà e caratteristica I-V praticamente ideale, ma realizza preamplificatori di tensione a rumore non minimizzato e con elevate componenti 1/f. Si deve realizzare il sensore in modo che le giunzioni termometriche abbiano temperatura T_j che si discosti meno di $1 \text{ m}^\circ\text{C}$ da quella T dell'oggetto da misurare: $\Delta T = T_j - T < 1 \text{ m}^\circ\text{C}$. Le variazioni di temperatura da rilevare avvengono su tempi di circa 1s e si vuole rilevarle limitando anche l'errore dovuto al rumore a meno di $1 \text{ m}^\circ\text{C}$.

- Spiegare il principio di funzionamento del sensore e indicare possibili configurazioni circuitali con uno o più diodi termometrici adatte allo scopo. Dimensionare le correnti nei diodi in modo da rispettare la specifica per ΔT . Determinare quantitativamente la costante di conversione dV/dT così ottenuta per il sensore e la resistenza R_D e lo spettro di rumore di tensione S_V di ciascuna giunzione impiegata.
- Considerare dapprima di far operare il sensore in continua, con possibilità di interrompere solo ogni 15 min circa ($\approx 1000\text{s}$) per fare l'azzeramento della linea di base. Valutare in queste condizioni l'errore nella misura di temperatura dovuto al rumore, verificando se superi o no la specifica di $1 \text{ m}^\circ\text{C}$.
- Considerare ora anche la possibilità di modulare il segnale e misurare il segnale modulato immerso nel rumore utilizzando un lock-in amplifier. Si descriva almeno uno schema di modulazione e uno schema di lock-in amplifier adatti allo scopo, indicando le scelte quantitative fatte per i parametri in gioco. Valutare di conseguenza il rumore nella misura e l'errore corrispondente nella misura di temperatura.