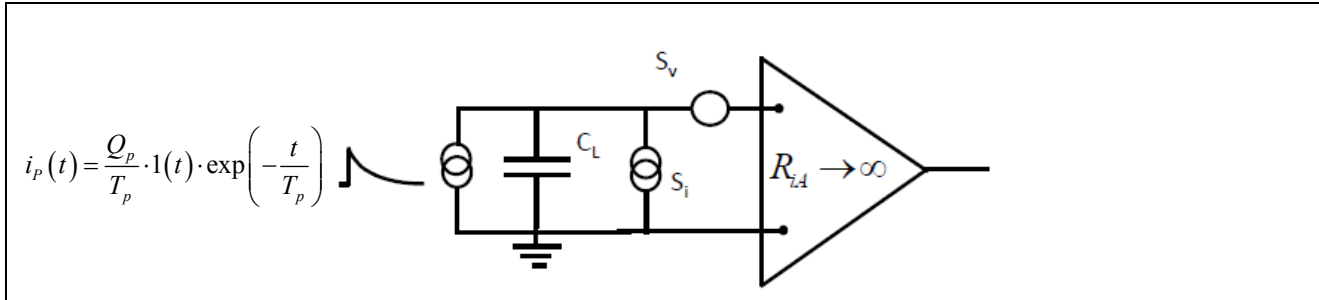


Problema 1



<p>Rivelatore:</p> $i_p = \frac{Q_p}{T_p} \cdot 1(t) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_p}\right)$ $T_p = 1 \mu s$	<p>Preamplificatore:</p> $C_L = 1 \text{ pF (totale, inclusa quella del rivelatore)}$ $\sqrt{S_v} = 10 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}} \text{ (unilatera)}$ $\sqrt{S_i} = 0,01 \text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}} \text{ (unilatera)}$ <p>Amplificazione elevata, sufficiente per considerare trascurabile il rumore dei circuiti elettrici che seguono; limite di banda superiore elevato, molto maggiore delle frequenze che qui interessano</p>
--	--

Disturbo indotto da interferenza elettromagnetica:
 frequenza $f_d = 400 \text{ kHz}$, nota con incertezza $\pm 1\%$
 ampiezza all'ingresso del preamplificatore $V_d \approx 100 \mu V$

Un rivelatore collegato a un preamplificatore con altissima impedenza di ingresso produce impulsi di corrente con forma esponenziale nota, tempo di arrivo noto e carica Q_p variabile da impulso a impulso. Negli spettri di rumore non si considerano componenti $1/f$. Si vuole misurare e classificare individualmente gli impulsi in base alla carica Q_p .

A) Individuare il filtraggio ottimo per la misura di Q_p e spiegarne le caratteristiche. Valutare il rapporto segnale/rumore (S/N) ottimo e il valore della minima carica misurabile $Q_{p \text{ min, opt}}$, misurata sia in Coulomb che in numero di elettroni.

B) Individuare ora una approssimazione del filtraggio ottimo realizzabile con un Gated Integrator GI in sostituzione del filtro adattato. **Non** cercare di trovare matematicamente il valore di T_G che massimizza il S/N; scegliere la durata di integrazione T_G ragionando in termini intuitivi e spiegando il criterio con cui fate la scelta. Calcolare la carica minima $Q_{p \text{ min, GI}}$ così misurabile con il GI e confrontarla con l'ottimo assoluto $Q_{p \text{ min, opt}}$ visto in A. Verificate infine con qualche calcolo numerico se la scelta di T_G risulta critica o se invece si possano ottenere buoni risultati anche con altri valori di T_G entro un ampio intervallo.

C) Si consideri ora una situazione in cui la misura viene disturbata da una interferenza elettromagnetica, che induce all'ingresso del preamplificatore un forte disturbo sinusoidale a frequenza $f_d = 400 \text{ kHz}$. Il dimensionamento del filtraggio visto in B può essere cambiato in modo da ridurre efficacemente questo disturbo: spiegare come questo si possa ottenere, dimensionare il filtro antidisturbo e verificare per esso la minima carica misurabile determinata dal rumore, confrontandola con il risultato del filtro ottimo. Una imperfetta valutazione della frequenza f_d porta a un dimensionamento meno efficace nella riduzione del disturbo: sapendo che la frequenza f_d del disturbo è nota con incertezza $\pm 1\%$, valutare a che livello può arrivare il disturbo all'uscita del GI e confrontarlo con il rumore.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Diodo laser Potenza $P_L > 1mW$ a $\lambda_L = 800nm$ costante o modulabile fino a $f_L = 100kHz$	Preamplificatore di corrente Rumore di corrente riferito all'ingresso $\sqrt{S_i} = 0,01pA / \sqrt{Hz}$ bianco a larga banda $f_a = 1MHz$ Frequenza d'angolo del rumore $1/f$ $f_c = 1kHz$ (S_v di tensione è trascurabile dato che la sorgente è ad alta impedenza) Amplificazione sufficiente a considerare trascurabile il rumore dell'elettronica impiegata dopo il preamplificatore
Fotodiodo PIN Efficienza quantica: $\eta_D = 0,40$ a $\lambda_L = 800nm$	Potenza ottica trasmessa Componente P_c continua e componente P_o oscillante a $f_o = 1Hz$ hanno ampiezze quasi costanti, che variano su tempi $> 500s$

La concentrazione di soluto nel fluido che scorre in un condotto viene monitorata facendo attraversare il condotto da un fascio laser e misurando la potenza ottica trasmessa. Le caratteristiche della sorgente (diodo laser) e del rivelatore (fotodiodo PIN e preamplificatore) sono indicate. La concentrazione ha due componenti: una continua e una oscillante a 1Hz ed è disponibile un segnale di riferimento che indica frequenza e fase della oscillazione. Sia l'ampiezza della componente continua che quella della componente oscillante sono quasi costanti, variano solo su tempi lunghi. Le misure vengono eseguite in cicli di circa 2 ore e 45 min intervallati da soste di 15 min.

A) Utilizzare il diodo laser a potenza costante e tenere conto del solo rumore bianco. Scegliere un filtraggio adatto per misurare la componente continua e un filtraggio adatto per misurare la componente oscillante e calcolare per ciascuna componente la minima potenza così misurabile.

B) Utilizzando ancora potenza ottica incidente costante, tener conto ora anche del rumore $1/f$ e spiegare se e come il filtraggio impiegato in A vada modificato per limitare il contributo $1/f$. Calcolare per ciascuna componente la minima potenza misurabile in queste condizioni.

C) Utilizzare ora potenza ottica incidente modulata. Scegliere la modulazione e il filtraggio da impiegare per misurare la componente continua. Calcolare la minima potenza così misurabile, confrontare con il risultato ottenuto in B) e spiegare intuitivamente le ragioni della differenza

D) Utilizzare ancora potenza ottica incidente modulata. Scegliere il filtraggio da impiegare per misurare l'ampiezza della componente oscillante, spiegando i criteri usati per la scelta. Calcolare la minima potenza così misurabile, confrontare con il risultato ottenuto in B) e spiegare intuitivamente le ragioni della differenza.