

Problema 1

<p>Segnale ottico rettangolare con durata $T_i = 200 \mu\text{s}$ ampiezza P_i (potenza ottica) lunghezza d'onda $\lambda_a = 800 \text{ nm}$ oppure $\lambda_b = 1060 \text{ nm}$</p>	<p>Fotorivelatore p-i-n in Silicio corrente di buio $I_b = 0,05 \text{ pA}$ capacità $C_D \approx 1 \text{ pF}$ coefficiente di riflessione $K_R = 0,10$ spessore strato superficiale neutro $w_s = 1,5 \mu\text{m}$ spessore strato svuotato $w_D = 30 \mu\text{m}$ coefficiente di assorbimento ottico $\alpha_1 = 650 \text{ cm}^{-1}$ a $\lambda_1 = 800 \text{ nm}$; $\alpha_2 = 10,5 \text{ cm}^{-1}$ a $\lambda_2 = 1060 \text{ nm}$</p>
<p>Preamplificatore di corrente a transimpedenza Banda limitata da polo a $f_{pa} = 100 \text{ MHz}$ $S_{ip}^{1/2} = 0,05 \text{ pA/Hz}^{1/2}$ (unilatera) (il generatore di tensione di rumore non viene specificato perchè in questo caso ha effetto trascurabile)</p>	<p>Fotorivelatore PMT fotocatodo S1 con efficienza quantica $\eta_{D1} = 3 \cdot 10^{-3}$ a $\lambda_1 = 800 \text{ nm}$ $\eta_{D2} = 6 \cdot 10^{-4}$ a $\lambda_2 = 1060 \text{ nm}$ corrente di buio al catodo $I_{bk} = 0,2 \text{ pA}$ guadagno $G = 10^5$ fattore di eccesso di rumore $F = 2$</p>

Occorre misurare l'ampiezza di singoli segnali ottici generati da laser impulsati e rivelati a grande distanza. Si utilizzano due diversi laser e come fotorivelatori un fotomoltiplicatore oppure un diodo p-i-n in silicio. Il segnale del rivelatore viene prelevato da un preamplificatore a transimpedenza e poi elaborato con un filtraggio opportuno. Caratteristiche e dati quantitativi del segnale laser, dei fotorivelatori e del preamplificatore sono sopra riportati.

- calcolare la responsività spettrale di ciascuno dei due rivelatori alle due lunghezze d'onda specificate.
- Calcolare la minima corrente misurabile con ciascuno dei due rivelatori utilizzando come filtro un semplice passabasso a un polo con costante di tempo $T_F = 1 \mu\text{s}$.
- Scegliere ora un filtro che dia il migliore risultato possibile e calcolare la minima corrente misurabile con ciascuno dei due rivelatori in queste condizioni
- Calcolare la minima potenza ottica di impulso rivelabile utilizzando il filtro ottimizzato trattato in (c).
- Volendo realizzare con un circuito integrato monolitico tutta l'elettronica del sistema di misura, si prende in considerazione di utilizzare un preamplificatore realizzato in tecnologia MOS. Questo preamplificatore ha componente bianca del rumore eguale al caso precedente, ma ha anche una componente $1/f$ molto intensa: la frequenza d'angolo del rumore $1/f$ specificata per questo preamplificatore è infatti $f_c = 2,5 \text{ MHz}$. Pertanto occorrerebbe modificare il filtraggio per limitare il contributo della componente $1/f$ e cercare di arrivare a livello di segnale minimo rivelabile paragonabile a quello valutato in (c). Per ciascuno dei due rivelatori discutere la situazione e spiegare se e perchè sia possibile ottenere questo risultato o no.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Strain gauges $R_S = 100 \Omega$ $G = 2$ Gauge Factor $P_{dmax} = 2 \mu W$ massima potenza dissipata	Preamplificatore differenziale $(S_V)^{1/2} = 10 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ con $f_{cv} = 32 \text{ kHz}$ $(S_I)^{1/2} = 5 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ con $f_{ci} = 32 \text{ kHz}$ (densita' spettrali unilatera) Guadagno abbastanza elevato da rendere trascurabile il rumore dei circuiti successivi Banda larga $f_p > 5 \text{ MHz}$
Il motore ruota a 4800 giri/min. Un sensore ausiliario fornisce un segnale di tensione sinusoidale sincrono alla frequenza di rotazione del motore.	

Un motore montato su di una struttura metallica la mette in vibrazione. Una asticella subisce una deformazione di flessione oscillante che occorre monitorare, sapendo che la sua ampiezza varia molto lentamente, su tempi assai più lunghi di un secondo. È richiesto di misurare accuratamente l'ampiezza della componente fondamentale alla frequenza f_0 del motore. Gli strain gauges metallici e il preamplificatore differenziale ad alta resistenza di ingresso utilizzati hanno le caratteristiche indicate.

a) Scegliere la disposizione dei sensori sulla asticella, la configurazione circuitale di sensori e preamplificatore e la tensione di alimentazione continua dei sensori, spiegando le ragioni delle scelte fatte. Valutare quindi il fattore di trasduzione, cioè il rapporto tra il segnale di tensione dato all'ingresso del preamplificatore e la deformazione di estensione o contrazione dell'asticella dovuta alla flessione.

b) Con la configurazione scelta, calcolare la minima deformazione misurabile utilizzando due diversi filtri per estrarre dal rumore il segnale: (b1) un filtro risonante alla frequenza f_0 con $Q=5$; (b2) un amplificatore lock-in impiegando come riferimento il segnale ausiliario sincrono al motore. Spiegare anche come si possa procedere nel caso che il segnale ausiliario sia sincrono con la vibrazione, ma rispetto ad essa abbia uno sfasamento costante non noto.

c) Si utilizzi ora una alimentazione alternata a frequenza f_m per ridurre l'effetto del rumore $1/f$ sulla misura, scegliendo opportunamente f_m . Per estrarre dal rumore il segnale, utilizzare un amplificatore lock-in e calcolare la minima deformazione così misurabile. Commentare il risultato così ottenuto al confronto di quello ottenuto in (b).

d) Nella misura effettuata in (c) si nota che oltre alla deformazione oscillante c'è anche una piccola flessione statica (anche questa varia molto lentamente, su tempi assai più lunghi di un secondo). È possibile utilizzare filtri aggiuntivi per misurare separatamente e con maggior precisione le due componenti. Individuare due filtri adatti allo scopo, calcolare le ampiezze minime così misurabili per la componente oscillante e per la componente statica e commentare i risultati a confronto dei precedenti.