

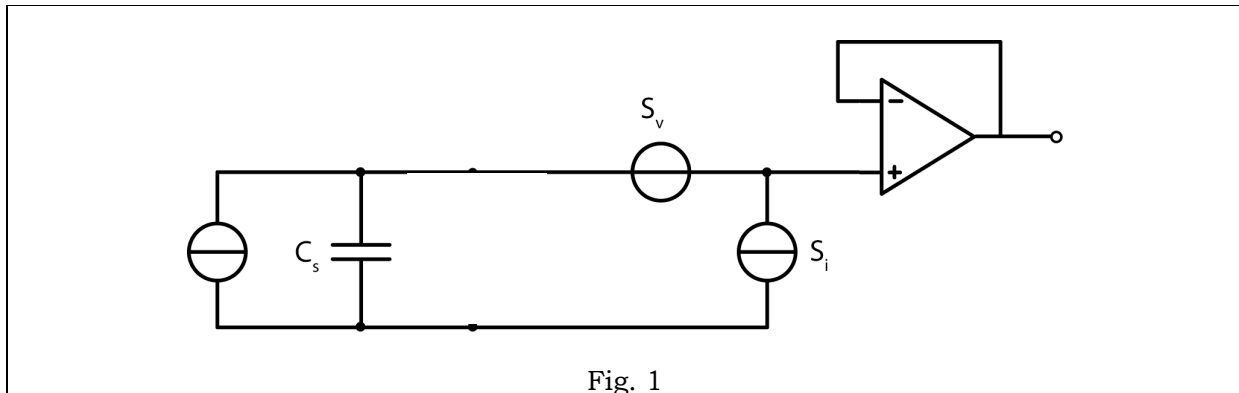
Problema 1

Fig. 1

Forza

F costante per durata $T_A = 80$ ms

Sensore piezoelettrico

$C_s = 500$ pF capacità

$A_q = 5$ pC/N costante di conversione

Preamplificatore

$R_s \rightarrow \infty$ resistenza di ingresso

$f_{pa} = 20$ MHz limite superiore di banda

$S_v^{1/2} = 4$ nV/Hz^{1/2} (unilatera)

$S_i^{1/2} = 0,01$ pA/Hz^{1/2} (unilatera)

componenti $1/f$ di S_i ed S_v con $f_{ci} = f_{cv} = 500$ Hz

Una forza F di compressione viene rilevata con un sensore piezoelettrico avente costante di conversione A_q . Al sensore è collegato un preamplificatore di tensione con le caratteristiche indicate. Si consideri la resistenza in parallelo al sensore trascurabile e l'impedenza complessiva data semplicemente dalla capacità C_s .

La forza F viene applicata istantaneamente, mantenuta costante per un tempo T_A e poi tolta istantaneamente (andamento nel tempo a rettangolo).

Considerare per ora che non vi siano componenti di rumore $1/f$ e in tali condizioni

a) Individuare e spiegare il filtraggio da usare dopo il preamplificatore per ottenere il miglior risultato possibile nella misura. Calcolare il minimo segnale così misurabile in termini di tensione sul sensore piezoelettrico, di carica piezoelettrica e di forza espressa in Newton.

b) Il filtraggio ottimo trattato in (a) è di difficile realizzazione nella pratica, ma una buona approssimazione può essere ottenuta con un filtraggio basato su Gated Integrator. Individuare un filtraggio di questo tipo e determinare i parametri quantitativi per ottimizzare le prestazioni. Calcolare il minimo segnale così misurabile in termini di tensione sul sensore piezoelettrico, di carica piezoelettrica e di forza espressa in Newton. Calcolare il fattore che indica di quanto questo risultato è peggiore rispetto all'ottimo.

(c) Tenere ora conto anche dei contributi dovuti alle componenti di rumore $1/f$ e cercare di limitarli in modo che risultino inferiori o almeno paragonabili al rumore valutato in (b). Valutare anzitutto i contributi dati dalla componente $1/f$ di corrente e dalla componente $1/f$ di tensione con il filtraggio detto in (b). Se risulta necessario, introdurre anche un filtraggio complementare e dimensionarlo in modo che i contributi di rumore $1/f$ risultino possibilmente inferiori o almeno paragonabili al rumore valutato in (b)

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Fotodiode p-i-n: $\eta=0,31$ efficienza quantica a $\lambda=700\text{nm}$ $I_B = 0,1\text{pA}$ corrente di buio $C_S = 1\text{pF}$ capacità (diode e collegamenti) $R_S = 1\text{k}\Omega$ resistenza di carico	Fibra ottica in plastica: $A_{a,d} = -20\text{ dB/Km}$ attenuazione in potenza $v_p=2\cdot 10^8\text{ m/s}$ velocità di propagazione $R=0,04$ coefficiente di riflessione dal termine fibra (4% della potenza)
Preamplificatore: impedenza ingresso elevata $\rightarrow \infty$ banda limitata da polo $f_{pa} = 100\text{ MHz}$ $S_V^{1/2} = 4\text{ nV/Hz}^{1/2}$ (unilatera) rumore di tensione $S_I^{1/2} = 1\text{ pA/Hz}^{1/2}$ (unilatera) rumore di corrente	Impulsatore Laser: $\lambda=700\text{nm}$ lunghezza d'onda $P_L=1\text{mW}$ potenza dell'impulso rettangolare $T_a = 200\text{ ns}$ durata dell'impulso con impulso elettrico sincrono a impulso ottico $f_L= 1\text{ kHz}$ frequenza di ripetizione di impulsi

Per misurare la lunghezza di fibre ottiche in plastica si sfrutta la riflessione del segnale ottico sul termine della fibra. Si lancia un impulso ottico in fibra, si rileva l'impulso riflesso che ritorna all'inizio della fibra e se ne misura il ritardo T_p rispetto al lancio. Nota la velocità v_p di propagazione in fibra, dal ritardo T_p si ricava la lunghezza L_p della fibra. Si utilizza un impulsatore laser che genera impulsi ottici rettangolari di durata $T_a = 200\text{ ns}$ e lunghezza d'onda $\lambda = 700\text{ nm}$ e un impulso elettrico sincrono a ciascun impulso ottico. Il fotorivelatore utilizzato e il circuito ad esso associato hanno le caratteristiche sopra indicate.

a) Considerare di effettuare la misura osservando direttamente l'impulso in uscita dal preamplificatore con un oscillografo, cioè senza utilizzare alcun altro filtraggio. Indicare chiaramente come procedere per eseguire la misura in queste condizioni e spiegare come individuare il tempo di propagazione T_p . Calcolare la minima potenza di impulso riflesso così misurabile e valutare la corrispondente massima lunghezza di fibra misurabile.

b) Valutare il miglioramento ottenibile utilizzando il filtraggio ottimo per rilevare l'impulso riflesso, cioè calcolare il fattore di miglioramento di potenza minima misurabile e il corrispondente incremento di lunghezza di fibra misurabile.

c) Per realizzare con buona approssimazione il filtraggio ottimo individuare e spiegare un filtro lineare a parametri costanti. Ricavare la forma d'onda dell'impulso di uscita dal filtro e tracciare un grafico che mostri gli impulsi di ingresso e di uscita del filtro nella loro corretta relazione di tempo. Indicare chiaramente come procedere per eseguire la misura e spiegare come individuare il tempo di propagazione T_p .

d) Per realizzare con buona approssimazione il filtraggio ottimo utilizzare ora un Gated Integrator (GI) controllato da calcolatore. Il calcolatore riceve gli impulsi di sincronismo dal laser, comanda l'operazione di integrazione del GI con un ritardo T_R controllato e programmabile, rileva il risultato, lo memorizza ed elabora i dati raccolti. Spiegare chiaramente come occorre procedere per eseguire la misura, tracciare un grafico dei valori misurati in funzione di T_R e spiegare come individuare il tempo di propagazione T_p . Valutare il tempo necessario per effettuare questa misura con il GI e confrontarlo con quello necessario nel caso (c).

e) Utilizzando l'apparato costituito da GI controllato da calcolatore visto al punto (d) è possibile migliorare ulteriormente la sensibilità della misura e la lunghezza di fibra misurabile sfruttando la ridondanza di informazione data dalla ripetizione degli impulsi laser. Spiegare come procedere per ottenere questo miglioramento e calcolare l'aumento di lunghezza di fibra misurabile in funzione della ridondanza utilizzata. Basandosi sui risultati ottenuti, discutere se e quale limite vi sia in pratica al miglioramento ottenibile.