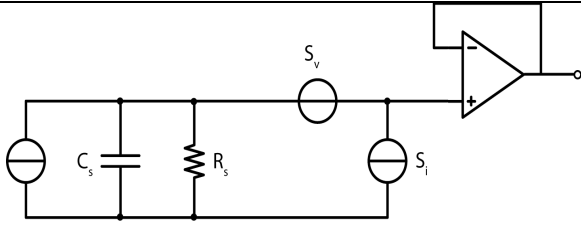


**Problema 1**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>R_L = 200 \text{ M}\Omega</math> resistenza di carico</li> <li>• <math>C_L = 5 \text{ pF}</math> capacità totale di carico</li> <li>• <math>S_v^{1/2} = 10 \text{ nV/Hz}^{1/2}</math> densità efficace unilatera di rumore di tensione</li> <li>• <math>S_i^{1/2} = 0,05 \text{ pA/Hz}^{1/2}</math> densità efficace unilatera di rumore di corrente</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• segnale di corrente dal rivelatore: a impulso rettangolare con durata <math>T_p = 10 \mu\text{s}</math> ampiezza <math>I_D</math></li> </ul>	<p><b>Per la domanda D</b></p> <p>segnale spurio indotto in uscita dal preamp da interferenza a radiofrequenza: sinusoidale con frequenza <math>f_r = 80 \text{ KHz}</math> ampiezza <math>V_r \approx 400 \mu\text{V}</math></p>

Un rivelatore genera impulsi di corrente di forma rettangolare che occorre misurare e classificare individualmente in termini della loro ampiezza  $I_D$ . Esso è collegato a un preamplificatore con impedenza di ingresso e banda molto grandi (da considerare infinite in questa trattazione) e guadagno sufficiente a rendere trascurabile il rumore dei circuiti a valle. Il rumore di  $R_L$  è contenuto in  $S_v$ . Non si considerino componenti di rumore  $1/f$ .

A) Spiegare e determinare le caratteristiche del filtro da porre a valle del preamplificatore per rendere bianco il rumore (consiglio: considerare  $R_L$  come infinita). Indicare e spiegare le caratteristiche del rumore e del segnale in uscita da questo filtro sbiancante. Spiegare e determinare le caratteristiche del successivo filtro adattato, che occorre per completare il filtraggio ottimo. Determinare il rapporto segnale/rumore S/N così ottenuto e valutare la minima ampiezza di impulso misurabile, sia in termini di tensione in uscita dal filtro sbiancante che in termini di corrente dal rivelatore.

B) Si consideri ora di impiegare come approssimazione pratica del filtro adattato un Gated Integrator, con integrazione che inizia all'inizio dell'impulso e ha durata eguale a quella dell'impulso  $T_G = T_p$ . Determinare il rapporto segnale/rumore S/N così ottenuto e confrontarlo con il S/N ottimo. Valutare la minima ampiezza di impulso misurabile, anche qui sia in termini di tensione in uscita dal filtro sbiancante che in termini di corrente dal rivelatore

C) Analizzare e discutere in termini intuitivi se sia o non sia possibile migliorare il S/N utilizzando un GI sempre con integrazione  $T_G = T_p$ , ma con inizio ritardato rispetto all'inizio dell'impulso in ingresso del GI. In caso affermativo, come si può determinare quale ritardo conviene utilizzare? (consiglio: ragionare osservando il disegno della forma d'onda dell'impulso di ingresso del GI con a fronte di essa la funzione peso del GI).

D) Vi sia ora una interferenza elettromagnetica che produce in uscita dal preamplificatore un disturbo come indicato. Operando come in (B) valutare l'ampiezza del disturbo così introdotto nella misura. Spiegare come si possa modificare l'uso del GI per eliminare il disturbo, valutare il S/N in queste condizioni e confrontarlo con l'ottimo.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

**Problema 2**

<p><b>Strain gauges:</b>  <math>R_S = 200 \Omega</math> Resistenza  <math>G = 4</math> Gauge factor  <math>P_{dmax} = 10 \mu W</math> massima potenza dissipata          Coefficiente di temperatura  <math display="block">\alpha = \frac{\Delta R_S}{R_{S0}} = 4 \cdot 10^{-3} C^{-1}</math>         differenza di temperatura tra sensori non controllabile, con valore massimo  <math>\Delta T_{max} \approx \pm 2 C</math></p>	<p><b>Preamplificatore differenziale:</b>  <math>S_v^{1/2} = 10 nV/Hz^{1/2}</math> densita' efficace unilatera di rumore di tensione riferito a ingresso differenziale          con <math>f_{cv} = 32 kHz</math>  <math>S_i^{1/2} = 5 pA/Hz^{1/2}</math> densita' efficace unilatera di rumore di corrente riferito a ingresso differenziale  <math>f_{ci} = 32 kHz</math>          Banda larga <math>f_p &gt; 100MHz</math></p>
<p><b>Per la domanda B</b>          Deformazione meccanica oscillante sinusoidale a frequenza <math>f_0 = 100Hz</math> con ampiezza <math>\epsilon_0</math> da misurare.          Disponibile segnale elettrico di riferimento con eguale frequenza e fase</p>	<p><b>Per la domanda C</b>          Deformazione meccanica impulsiva con durata <math>T_p = 10 ms</math> con ampiezza <math>\epsilon_p</math> da misurare.          Disponibile segnale elettrico che indica l'inizio dell'impulso meccanico</p>

Un sensore è montato su un componente da monitorare in una motocicletta, dove non risulta possibile montare anche il sensore di compensazione termica abbastanza vicino da avere temperature eguali dei due sensori. Gli strain gauges metallici e il preamplificatore differenziale ad alta resistenza di ingresso utilizzati hanno le caratteristiche indicate. Nel funzionamento il pezzo può essere soggetto a varie deformazioni di compressione, da quasi statiche (variabili su tempi lunghi  $> 10s$ ) a dinamiche, sia vibrazioni con andamento sinusoidale che singoli impulsi con andamento rettangolare nel tempo.

A) Indicare quale configurazione circuitale di sensori e preamplificatore e quale tensione di alimentazione continua dei sensori usare, spiegando le ragioni delle scelte fatte. Valutare quindi il fattore di trasduzione (rapporto tra il segnale di tensione all'ingresso del preamplificatore e deformazione di contrazione del pezzo). Spiegare quale tipo di errore causi la differenza di temperatura tra i sensori e valutarlo quantitativamente.

B) In una data situazione occorre misurare una deformazione dinamica oscillante sinusoidale a frequenza  $f_0 = 100Hz$  con ampiezza che varia lentamente (su tempi  $> 10s$ ). Si dispone di un segnale elettrico ausiliario che indica la frequenza e la fase dell'oscillazione meccanica. Scegliere un filtraggio adatto per misurare l'ampiezza dell'oscillazione, dimensionarlo e valutare la minima ampiezza misurabile. Analizzare quantitativamente e spiegare l'errore introdotto nella misura dalla disegualianza di temperatura tra i sensori.

C) In altra situazione occorre misurare l'ampiezza di una deformazione impulsiva con andamento nel tempo a rettangolo di durata  $T_p = 10 ms$ . Si dispone di un segnale elettrico di sincronismo che indica l'inizio dell'impulso meccanico. Scegliere un filtraggio adatto per misurare l'ampiezza dell'impulso, dimensionarlo e valutare la minima ampiezza misurabile. Analizzare quantitativamente e spiegare l'errore indotto nella misura dalla disegualianza di temperatura tra i sensori.