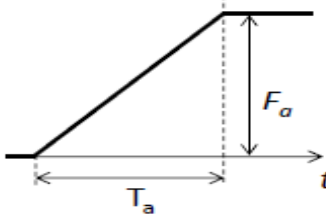
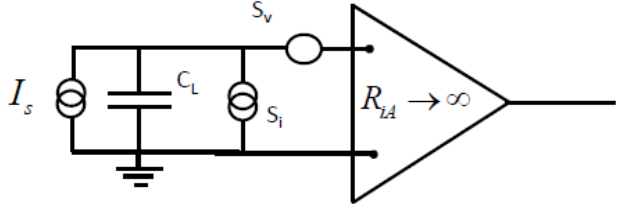


Problema 1

<p>Forza F applicata $T_a = 2,5\text{ms}$</p> 	
<p>Sensore di forza piezoelettrico $A_q = 12\text{pC/N}$ costante di conversione forza-carica $C_L = 600\text{pF}$ capacità totale del sensore e circuito collegato (NB: il generatore I_s rappresenta l'effetto piezoelettrico nel sensore)</p>	
<p>Preamplificatore resistenza di ingresso R_{iA} elevatissima $> 500\text{ M}\Omega$, da considerare ∞ $\sqrt{S_v} = 40\text{nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ a larga banda (unilatera) $\sqrt{S_i} = 0,1\text{pA} / \sqrt{\text{Hz}}$ a larga banda (unilatera); solo dove è specificato tener conto in S_i anche di una componente $1/f$ con $f_c = 160\text{ Hz}$</p>	

Un sensore di forza piezoelettrico è collegato a un preamplificatore di tensione con le caratteristiche indicate. Al sensore è applicata una forza che ha l'andamento riportato in figura: sale a rampa lineare con durata T_a da zero fino al valore F_a e poi rimane costante. Occorre misurare il valore della forza F_a utilizzando un filtraggio che migliori il rapporto S/N e quindi il valore minimo misurabile $F_{a,\text{min}}$

A) Senza considerare il rumore $1/f$, individuare e spiegare il filtraggio ottimo, che permette di ottenere il miglior risultato nella misura di forza. Ricavare:

- l'espressione del segnale in uscita dal filtraggio;
- l'espressione del valore efficace del rumore in uscita e il suo valore quantitativo;
- il rapporto S/N;
- il minimo valore misurabile del segnale di tensione del sensore e la corrispondente minima forza misurabile $F_{a,\text{min}}$

B) Descrivere e spiegare in termini intuitivi una realizzazione pratica di filtraggio quasi-ottimo basata su Gated Integrator (GI). Il filtraggio è ritenuto soddisfacente se dà un risultato non più del 10% discosto da quello del filtro ottimo. Considerare anzitutto una soluzione con apertura di gate sincronizzata in modo semplice con il segnale, ricavare per essa le stesse espressioni e grandezze quantitative richieste in A) e verificare se la soluzione soddisfa la condizione detta o no. In caso negativo, individuare come modificare la soluzione in modo da soddisfare la condizione.

C) Utilizzando lo schema pratico di filtraggio visto in (B), considerare ora l'effetto che ha la componente $1/f$ nel rumore di corrente. Si vorrebbe limitare il contributo aggiuntivo del rumore $1/f$ a livello paragonabile o inferiore a quello del rumore bianco calcolato in (B). Indicare alcuni esempi di filtraggio aggiuntivo semplice adatto a ridurre il contributo del rumore $1/f$, spiegando come li utilizzate e ricavando una valutazione quantitativa sia pure approssimata dell'effetto ottenibile sul rumore $1/f$.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

Segnale sinusoidale $v_s = V_s \cos \omega_s t$ V_s ampiezza lentamente variabile, su tempi $\geq 1s$ $f_s = 2kHz$ frequenza (freq. angolare $\omega_s = 2\pi f_s$)	Segnale di riferimento sincrono $v_R = B \cos \omega_s t$
Rumore $\sqrt{S_v} = 100nV / \sqrt{Hz}$ rumore bianco (unilatera) $f_c = 1 kHz$ frequenza d'angolo del rumore $1/f$	Filtro accordato $f_o = f_s = 2kHz$ frequenza di risonanza $Q = 10$ fattore di qualità Il blocco di filtraggio contiene un filtro risonante RLC inserito in un circuito di amplificazione tale che il guadagno del blocco alla frequenza centrale f_o è unitario

Occorre misurare l'ampiezza V_s del segnale sinusoidale indicato, accompagnato da rumore bianco e rumore $1/f$ come indicato. È disponibile un segnale di riferimento con frequenza e fase eguali al segnale da misurare. Per migliorare il rapporto S/N nelle misure si può valersi di a) un blocco di filtraggio basato su un filtro accordato (circuito risonante RLC parallelo con le caratteristiche riportate), oppure b) un Lock-in amplifier (LIA) con moltiplicatore analogico e filtro passabasso RC a polo semplice con costante di tempo T_F regolabile. I dati di misura vengono acquisiti campionando l'uscita del blocco di filtraggio o del LIA agli istanti t_m a cui si vuole misurare l'ampiezza $V_s(t)$. Occorre rilevare l'andamento nel tempo dell'ampiezza $V_s(t)$.

A) Considerando di impiegare il filtro accordato:

- indicare i parametri caratteristici del filtro che occorre conoscere per descrivere la sua azione e valutare gli effetti su segnale e rumore;
- descrivere la funzione peso nel tempo e come varia al variare dell'istante di misura t_m
- descrivere la funzione di trasferimento in frequenza, indicandone i parametri utili per i calcoli di rumore
- valutare il minimo segnale misurabile in una misura eseguita correttamente
- indicare e discutere come devono essere scelti gli istanti di campionamento per una corretta esecuzione della misura di ampiezza. Verificare se le caratteristiche del filtro dato sono adatte per rilevare l'andamento nel tempo della ampiezza del segnale $V_s(t)$.

B) Considerando di impiegare il LIA:

- descrivere la funzione peso nel tempo e come varia al variare dell'istante di misura t_m
- dimensionare il LIA in modo da eseguire correttamente le misure
- valutare il minimo segnale misurabile con una misura eseguita correttamente
- indicare e spiegare come vanno scelti gli istanti di campionamento dell'uscita del LIA per rilevare l'andamento nel tempo della ampiezza del segnale $V_s(t)$.
- confrontare i risultati ottenuti con il filtro accordato e con il LIA e spiegare in termini intuitivi le ragioni delle differenze quantitative e qualitative riscontrate

C) Vi sono casi in cui del segnale da misurare è nota la frequenza, non la fase, e interessa determinare solo l'ampiezza, non la fase. Con strumentazione dei tipi detti in (A) e in (B) si può misurare l'ampiezza anche questi casi? In caso affermativo, come proporreste di procedere?