

Problema 1

Segnale: impulso rettangolare durata $T_P = 50 \mu\text{s}$ ampiezza V_P da misurare	Rumore: bianco a banda larga $\sqrt{S_{V,u}} = 50\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ unilatera, con limite di banda dato da filtraggio passabasso con polo semplice con costante di tempo $T_h = 50\text{ns}$
f_s frequenza di campionamento da scegliere; $T_s = 1/f_s$ intervallo tra i campioni	

Occorre misurare l'ampiezza del segnale sopra indicato accompagnato da rumore bianco a banda larga con le caratteristiche specificate

A) Individuare e spiegare il filtraggio ottimo per il caso considerato. Calcolare il rapporto S/N ottenuto e l'ampiezza minima misurabile. Ricavare il fattore di miglioramento del S/N dovuto al filtro ottimo. Indicare un filtro reale con cui il filtraggio ottimo può essere ottenuto in pratica.

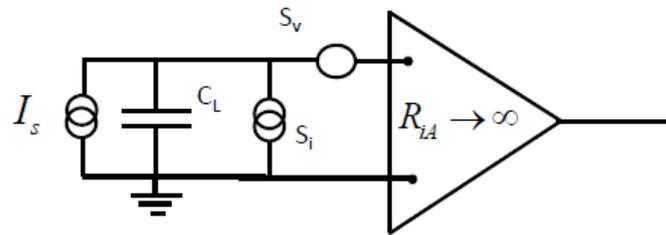
B) Spiegare come si può realizzare un filtraggio adatto al caso considerato utilizzando variabili discrete nel tempo, cioè utilizzando campionamento a frequenza costante f_s ed elaborazione dei campioni. Calcolare il S/N così ottenibile e spiegare come dipende dalla frequenza di campionamento. Confrontare il S/N ottenibile con il filtraggio a variabili discrete nel tempo a quello ottenuto in A) con il filtro a variabili continue in tempo. Discutere e spiegare se e come sia possibile con il filtro a campioni ottenere un risultato migliore di quello del filtro continuo.

C) Utilizzare l'approssimazione a forma triangolare della funzione di autocorrelazione del rumore. Basandosi su questa approssimazione, scegliere la frequenza di campionamento cercando di ottenere il migliore risultato, calcolare il rumore e il S/N e confrontarli con quelli del filtro ottimo.

D) Tenere ora presente che il risultato in C) è stato ottenuto utilizzando una descrizione approssimativa delle caratteristiche del rumore e rivedere criticamente la situazione. Anzitutto individuare e spiegare qualitativamente se il calcolo approssimato effettuato in C) fornisce una valutazione del rumore corretta oppure sottostimata oppure sovrastimata. Impostare poi il calcolo corretto del rumore basandosi sulle sue vere caratteristiche e con esso valutare il risultato realmente ottenibile con la frequenza di campionamento scelta in C).

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

**Sensore di forza piezoelettrico**

$A_q=10\text{pC/N}$ costante di conversione forza-carica
 $C_L= 500\text{pF}$ capacità totale del sensore e circuito collegato
 (il generatore I_s rappresenta l'effetto piezoelettrico nel sensore)

Forza F applicata

Caso 1: impulso a gradino
 Caso 2: impulso a rettangolo di durata $T_p = 5\text{ms}$

Preamplificatore

resistenza di ingresso R_{iA} elevatissima $> 500\text{M}\Omega$, da considerare ∞
 limite di banda $f_{pa}=20\text{MHz}$

$\sqrt{S_{v,u}} = 20\text{nV} / \sqrt{\text{Hz}}$ a larga banda (unilatera)

$\sqrt{S_{i,u}} = 0,2\text{pA} / \sqrt{\text{Hz}}$ a larga banda (unilatera); solo dove specificato tener conto in S_i anche di una componente $1/f$ con $f_c=1\text{KHz}$

Un sensore di forza piezoelettrico è collegato a un preamplificatore di tensione con le caratteristiche indicate. Utilizzando questo sensore-preamplificatore e un filtraggio adeguato della sua uscita occorre misurare la forza applicata nei due casi indicati.

A) Per ciascuno dei due casi di forza indicati, individuare e spiegare il filtraggio che permette di ottenere il miglior risultato nella misura di forza senza considerare il rumore $1/f$. Calcolare il rapporto S/N così ottenibile e valutare la minima forza misurabile. Confrontare i risultati nei due casi e spiegare intuitivamente il confronto.

B) Per ciascuno dei due casi di forza indicati, indicare e spiegare una realizzazione pratica del filtraggio che utilizza solo filtri lineari **a parametri costanti** e una procedura di misura con la quale essa costituisce una approssimazione del filtraggio ottimo visto in A.

C) Considerare ora anche la componente $1/f$ nel rumore di corrente per ciascuno dei due casi di forza indicati. Utilizzando lo schema di filtraggio visto in (B), si vuole limitare il contributo aggiuntivo del rumore $1/f$ in modo che sia paragonabile o inferiore a quello del rumore a larga banda calcolato in (B). A questo scopo è possibile aggiungere ulteriore filtraggio oltre a quello visto in (B). Per ciascuno dei due casi di forza detti spiegare se e quale filtraggio intendete aggiungere, calcolare il contributo di rumore $1/f$ risultante e confrontarlo con il contributo del rumore a larga banda, spiegando intuitivamente i risultati.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)