



Fig. 1 (a)

Fig. 1 (b)

Problema 1

Da un sensore proviene tramite un preamplificatore a banda larga, limitata da un polo semplice a frequenza f_n , un segnale impulsivo rettangolare con durata T_p nota e ampiezza V_p che occorre misurare. L'intervallo di tempo in cui si trova il segnale è noto, indicato da un impulso ausiliario di sincronismo. Il segnale da misurare è accompagnato da rumore a banda larga avente densità spettrale S_n (unilatera) limitata dal preamplificatore. Il segnale non è ripetitivo, occorre misurare un singolo impulso.

I dati sono: $T_p = 2\mu s$, densità efficace $(S_n)^{1/2} = 500 nV/(Hz)^{1/2}$, frequenza di taglio $f_n = 4 MHz$. Per filtrare il rumore si ha a disposizione i filtri indicati in figura, nei quali occorre scegliere i valori di resistenze e capacità.

(a) valutare la minima ampiezza che si può misurare direttamente all'uscita del preamplificatore, senza utilizzare alcun filtro.

(b) spiegare come con i circuiti indicati si possa realizzare un filtraggio utile per ottenere maggiore sensibilità. Precisare che tipo di filtraggio sia e valutare a quanto riduce l'ampiezza minima così misurabile.

(c) Scegliere i valori di resistenze e capacità in modo da realizzare il filtraggio indicato in (b) (tenendo conto anche delle limitazioni dei componenti reali). Valutare il segnale e il rumore all'uscita di ciascun filtro. Confrontare i due filtri e discutere quale dei due sia più vantaggioso (tenere conto anche delle conseguenze riguardanti l'elettronica che segue il filtro nell'apparato di misura).

Si consideri ora che il rumore abbia anche una componente $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 10 kHz$ e

(d) valutare il contributo al rumore dato dalla componente $1/f$ quando si utilizzi il filtraggio descritto in (b) e discutere la sua importanza rispetto a quello del rumore a banda larga. Fare la valutazione prima senza introdurre altri filtri, poi scegliendo e utilizzando anche un filtraggio che riduca significativamente il contributo $1/f$ senza danneggiare sensibilmente il filtraggio del rumore a banda larga.

Problema 2

Si consideri ora un caso simile a quello del Problema 1 nel quale però gli impulsi sono ripetitivi. Il sensore è impiegato per rilevamenti su un motore che gira a un regime variabile tra 750 e 7500 giri/min e genera un impulso per ogni giro. Anche ora è disponibile un impulso ausiliario che indica il tempo in cui vi è il segnale da misurare. Si vuole misurare l'ampiezza V_p degli impulsi e verificare se e come dipenda dal regime di rotazione. Nella misura occorre raggiungere maggiore sensibilità rispetto al caso del Problema 1 e ci si può valere della ripetitività dei segnali per ottenerla.

(a) Spiegare se e come sia possibile in questo caso utilizzare i filtri del tipo in Fig.1 utilizzati nel Problema 1, eventualmente cambiando il dimensionamento di resistenze e capacità se risulta utile.

(b) Per ciascun filtro ricavare e spiegare come il segnale e il rumore in uscita dipendano dall'ingresso e dai parametri del filtro e valutare il minimo segnale misurabile.

(c) Confrontare i due filtri e discutere quale dei due sia più vantaggioso in questo caso.

(NB: segue il Problema 3 nella pagina 2)

Problema 3

Utilizzando strain gauges metallici aventi resistenza $R_s = 100 \Omega$ e Gauge Factor $G = 2,5$ occorre misurare le deformazioni dovute alla flessione di una barretta metallica in una struttura. Occorre limitare accuratamente gli effetti sulla misura dovuti alla temperatura, compensando accuratamente gli effetti termici sui sensori. Occorre anche evitare effetti di autoriscaldamento dei sensori e perciò viene prescritto che la potenza P_d dissipata nel sensore non superi $1 \mu W$. Le deformazioni da misurare possono essere sia statiche che dinamiche e si vuole rilevare deformazioni piccole, possibilmente fino a 100 microstrain (1 microstrain = 1 parte per milione) e seguire l'andamento nel tempo di deformazioni variabili campionandole ogni 100 ms.

Per prelevare il segnale si dispone di un preamplificatore differenziale avente guadagno $A_p = 100$, banda passante limitata da un polo semplice a frequenza $f_p = 160 \text{ kHz}$, alta resistenza di ingresso, generatori di rumore riferiti all'ingresso con le densità spettrali efficaci seguenti: di tensione $(S_v)^{1/2} = 5 \text{ nV}/(\text{Hz})^{1/2}$ a larga banda e componente $1/f$ con frequenza d'angolo 800 Hz; di corrente $(S_i)^{1/2} = 4 \text{ pA}/(\text{Hz})^{1/2}$ e componente $1/f$ con frequenza d'angolo 1600 Hz (valori riferiti a densità unilatera).

(a) scegliere e spiegare la configurazione circuitale (sensori, preamplificatore, ecc.) che intendete usare per ottenere un segnale elettrico che contenga l'informazione della deformazione richiesta. Dimensionare i parametri della configurazione e valutare quantitativamente il fattore di trasduzione, cioè la tensione prodotta in uscita per microstrain.

(b) scegliere e spiegare l'apparato con cui si intende filtrare il rumore ed estrarre il segnale da misurare. Dimensionare i parametri dell'apparato e valutare il minimo valore di deformazione così misurabile.