

Problema 1

<p>V_S ampiezza di impulso variabile, da misurare</p> <p>$T_P = 20 \mu s$ durata dell'impulso rettangolare</p> <p>$\sqrt{S_B} = 20 nV/\sqrt{Hz}$ densità unilatera di rumore bianco limitata da polo a $f_n = 100 MHz$</p> <p>$f_c = 6 kHz$ frequenza d'angolo del rumore $1/f$</p>	
---	--

Misura dell'ampiezza V_S di un segnale rettangolare di durata T_P accompagnato da un rumore bianco di densità $\sqrt{S_B}$ a larga banda limitata da un polo a frequenza f_n .

a) Spiegare quale sia il filtro ottimo per la misura e quale sia la sua banda per il rumore. Ricavare l'espressione del rumore in uscita e quella del rapporto S/N. Calcolare l'ampiezza minima $V_{Smin,o}$ misurabile con il filtraggio ottimo e confrontarla con la minima misurabile senza effettuare alcun filtraggio.

Si intende utilizzare invece del filtro ottimo semplici filtri passivi a parametri costanti costituiti da resistenze e capacità e l'obiettivo è ottenere un rapporto S/N che sia almeno il 90% dell'ottimo.

b) Utilizzare un semplice filtro integratore approssimato con costante di tempo $T_F = RC$. Ricavare l'espressione della sua banda per il rumore e l'espressione del rapporto S/N ottenuto. Dimensionare T_F in modo che il filtro RC abbia banda di rumore eguale a quella del filtro ottimo e in queste condizioni valutare l'ampiezza minima $V_{Smin,1}$ misurabile e confrontarla con la $V_{Smin,o}$ ottima per verificare se l'obiettivo sia raggiunto o no. Esaminare se aumentando o diminuendo la T_F si possa migliorare il risultato. In caso affermativo determinare il valore di T_F che dà il miglior risultato, valutare l'ampiezza minima così misurabile e confrontarla con l'obiettivo.

c) Utilizzare ora un filtro con due integratori in cascata (con costante di tempo $T_F = RC$). Ricavare l'espressione della sua banda per il rumore. Dimensionare T_F in modo che il filtro abbia banda di rumore eguale a quella del filtro ottimo. In queste condizioni ricavare l'espressione del rapporto S/N e valutare l'ampiezza minima $V_{Smin,2}$ misurabile, confrontandola con la $V_{Smin,o}$ ottima per verificare se l'obiettivo sia raggiunto o no. Spiegare in termini intuitivi perchè a parità di banda di rumore il filtro a due stadi RC dà un risultato migliore del filtro RC semplice.

d) Si aggiunge ora al rumore bianco una componente di rumore $1/f$ con frequenza d'angolo $f_c = 6 kHz$. Viene utilizzato il filtro RC-RC visto in (c) e occorre aggiungere un filtraggio che riduca il contributo di rumore della componente $1/f$ a livello eguale o minore di quello del rumore bianco.

Per limitare il rumore $1/f$ potete utilizzare i seguenti filtri

(d1) Semplice azzeramento dello offset di linea di base effettuato prima di iniziare le misure.

(d2) Filtro differenziatore CR a parametri costanti

(d3) Baseline Restorer (filtro differenziatore a parametri commutati).

Per ciascuno dei filtri detti spiegare i valori che assumete per i parametri del filtraggio, calcolare di conseguenza il contributo di rumore $1/f$ risultante e verificare se l'obiettivo è raggiunto.

(NB: il testo prosegue a retro del foglio)

Problema 2

TERMOCOPPIA V_T tensione della termocoppia $dV_T/dT = 11 \mu V/^\circ C$ termocoppia di tipo R Fili da 20 Ω/m e 30 Ω/m	PREAMPLIFICATORE DIFFERENZIALE $R_d = 50 M\Omega$ resistenza di ingresso differenziale $R_c = 200 M\Omega$ resistenza di ingresso verso massa CMRR = 110 dB
CABINA DI CONTROLLO ELETTRONICA $L=10$ m distanza dal termostato $V_{CM} \approx 25$ V differenza di potenziale di massa tra termostato e cabina di controllo	$\sqrt{S_v} = 20$ nV/Hz ^{1/2} bianca unilatera e componente 1/f con frequenza d'angolo $f_{cv} = 1$ MHz $\sqrt{S_i} = 0,01$ pA/Hz ^{1/2} bianca unilatera e componente 1/f con frequenza d'angolo
OPERAZIONI DI MISURA $T_C = 20$ min durata di un ciclo di misura $T_I = 10$ min di riposo tra i cicli Durante il ciclo la temperatura del forno varia tra 300°C e 400°C e la temperatura della cabina elettronica può variare fino a $\pm 2^\circ C$ Si vuole rilevare le variazioni di temperatura del forno che avvengono su tempi di 1s o più lunghi.	$f_{ci} = 10$ kHz $V_o = 100 \mu V$ tensione di offset $dV_o/dT = 5 \mu V/^\circ C$ deriva termica di offset Riferimento di temperatura (contatti di ingresso dell'amplificatore) monitorata con precisione $\pm 0,1^\circ C$

In un forno si svolge una sequenza di cicli operativi in cui la temperatura varia tra 300°C e 400°C, con un intervallo di riposo tra un ciclo e il successivo. Il controllo di temperatura impiega come sensore una termocoppia standard tipo R (cioè Pt-Pt/Rh). L'apparato elettronico è sito a distanza in cabina di controllo e tra cabina e forno vi è una differenza di potenziale di massa V_{CM} . L'apparato impiega un amplificatore da strumentazione (preamplificatore differenziale) integrato monolitico in tecnologia CMOS con le caratteristiche qui sopra indicate.

a) Descrivere e disegnare la configurazione circuitale di sensore e preamplificatore collegato. Spiegare quale filtraggio occorre impiegare dopo il preamplificatore. Indicare e spiegare qualitativamente le caratteristiche del circuito che possono causare errore nella misura di temperatura.

b) Per ciascuna causa di errore citata valutare quantitativamente l'errore di temperatura prodotto nella misura con il circuito indicato. Fare una graduatoria di importanza delle cause di errore in base all'entità dell'errore prodotto.

Considerare ora che nel circuito integrato dell'amplificatore siano disponibili switch MOSFET controllati da comandi di tensione applicati dall'esterno. Con il comando si può porre lo switch MOSFET in stato chiuso (bassa resistenza tra i terminali, praticamente un corto circuito tra i terminali) oppure in stato aperto (alta resistenza tra i terminali, praticamente un circuito aperto tra i terminali). Due switch sono collegati a un terminale di ingresso (terminale +) dell'amplificatore differenziale; altri due switch sono collegati all'altro terminale di ingresso (terminale -). Da ciascuno dei terminali, uno dei due switch è collegato al primo filo della termocoppia e l'altro switch è collegato al secondo filo della termocoppia.

c) Gli switch permettono di modulare il segnale di tensione della termocoppia. Con un segnale modulato si può utilizzare un filtraggio migliore, che riduce notevolmente l'errore prodotto da alcune delle cause sopra dette. Spiegare come realizzereste una modulazione del segnale (cioè spiegare che sequenza di comandi daresti agli switch) e come è il segnale modulato risultante. Indicare il filtraggio che utilizzate per misurare il segnale modulato, spiegando e specificando quantitativamente i parametri scelti. Per ciascuna causa citata in (b) spiegare se con questa modulazione l'errore di temperatura si riduce o no, in caso affermativo valutando questo errore.