
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2017 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 12 - BIOMEDICA

ESERCIZIO 1

Sistema di amplificazione e filtraggio di un segnale elettromiografico

Il segnale elettromiografico (EMG) viene rilevato mediante l'applicazione di un elettrodo superficiale posto sulla cute sovrastante il muscolo del paziente che si vuole analizzare e di un altro elettrodo posizionato in una zona elettricamente in quiete che ne fornisce il riferimento elettrico. Il segnale, così come misurato, ha un ampiezza di 1 mV.

1. Al segnale EMG si sovrappone un disturbo di rete, derivante dall'accoppiamento capacitivo del soggetto con la linea di distribuzione. Tale accoppiamento può essere schematizzato come una capacità di 0.02 pF fra soggetto e linea di distribuzione ed una capacità di valore 39.98 pF fra soggetto e terra. Valutare l'entità del disturbo di rete;
2. Calcolare il minimo CMRR dell'amplificatore per strumentazione (Fig. 1) al fine di avere, in uscita, un rapporto segnale disturbo pari a 100;
3. Sapendo che l'ampiezza del segnale in uscita è pari a 1V si ricavi il guadagno differenziale (G_d) e il guadagno di modo comune (G_{cm});
4. Si discuta se la misura è effettuata con una precisione superiore al 0.1%;
5. Con riferimento alla Fig. 1 trovare il valore di α e β al fine di avere il guadagno differenziale precedentemente calcolato (punto 3). Imporre un guadagno nello stadio ad alta impedenza (GHz) uguale al 40% di quello dello stadio differenziale (G_{diff}).

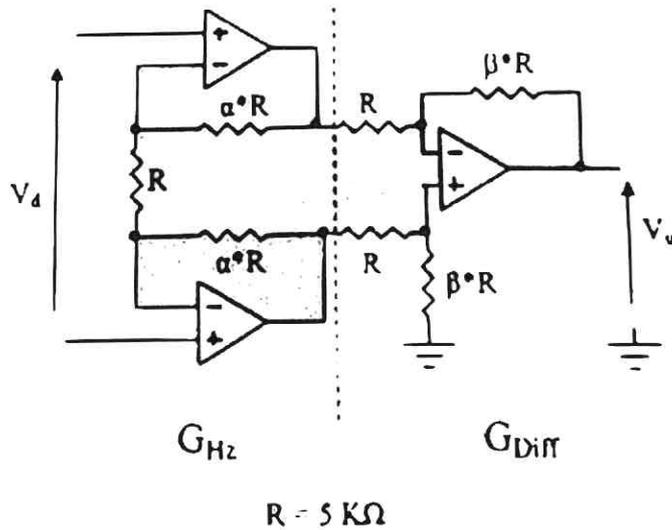


Fig. 1

6. Si calcoli la massima tolleranza dei resistori affinché sia soddisfatta la specifica sul CMRR del preamplificatore calcolata al punto 2;
7. Al fine di eliminare il disturbo a frequenze superiori a quelle del segnale, si utilizzi il circuito visualizzato in Fig. 2. Determinare la funzione di trasferimento di tale circuito ed i diagrammi di Bode del modulo e della fase;
8. Dimensionare le resistenze R_1 e R_2 e la capacità C al fine di avere una frequenza di taglio di 1500 Hz e un guadagno unitario in banda passante;
9. In uscita dal filtro passa-basso viene connesso un convertitore A/D. Si determinino il numero di bit che compongono la parola del A/D affinché l'errore di quantizzazione sia minore del 1% del fondoscala.

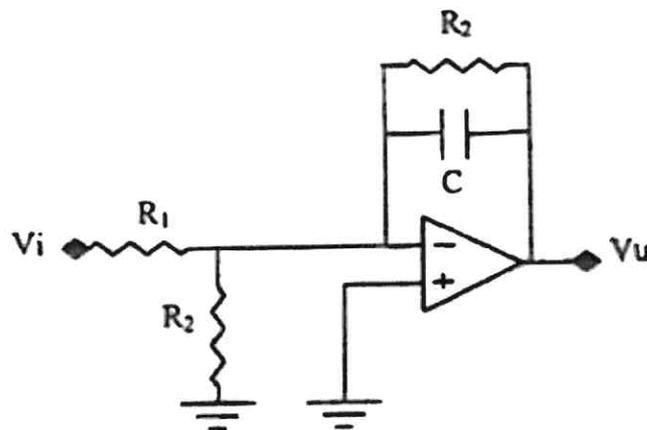


Fig. 2