

Si tratta di progettare una catena di acquisizione dati a due canali, che fanno capo a due trasduttori: uno di posizione, che fornisce un segnale in corrente, e uno di forza, che fornisce un segnale in tensione di tipo differenziale, cioè senza riferimento a massa.

Uno schema a blocchi risolutivo, verificabile sui manuali scolastici e usualmente proposto ai candidati è quello delle Figure 1a e 1b. I due schemi, che si pongono in alternativa, hanno costi e prestazioni confrontabili.

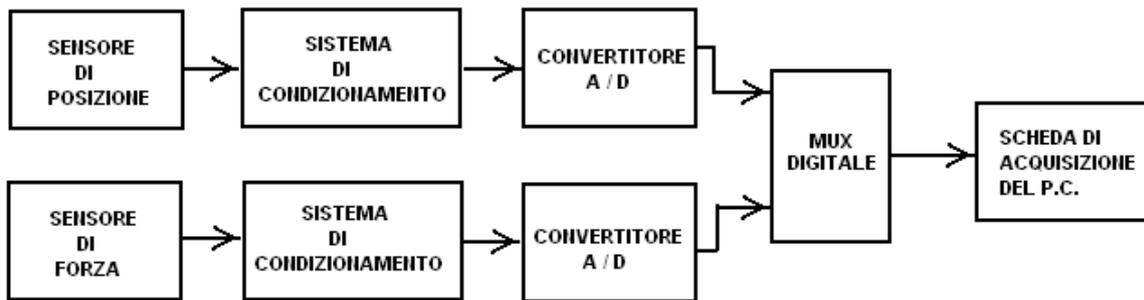


Figura 1a

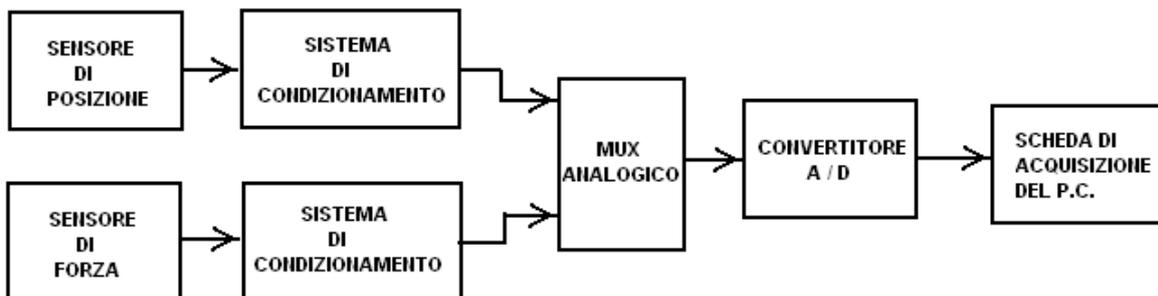


Figura 1b

I sistemi di condizionamento si intendono differenti per i due sensori ma uguali per gli schemi in alternativa; possono contenere elementi di filtraggio, di amplificazione ed essere realizzati con amplificatori operazionali per uso generale, trattando segnali a bassa dinamica. La funzione del multiplexer (MUX) è quella di collegare alternativamente all'ingresso dei blocchi a valle l'una o l'altra catena di acquisizione, con una temporizzazione adeguata. Per la sincronizzazione dei circuiti si prevederà un clock di sistema, non indicato in figura, che si immagina inserito in una rete di controllo più complessa.

2. Supponiamo che i convertitori A/D accettino una tensione in ingresso variabile fra 0 e 10 V. Per il segnale offerto dal sensore di posizione occorre una conversione I/V dall'intervallo $4 \div 10$ mA all'intervallo $0 \div 10$ V. La caratteristica ingresso/uscita del circuito di condizionamento deve dunque essere $V_{ul} = \frac{10}{0.006}(I - 0.004) = 1667 \cdot I - 6.67$, misurando V_{ul} in [V] e I in [A]. Se si utilizza il circuito di Figura 2, si ricava il possibile dimensionamento: $R_f = 1667 \Omega$ (* 1800 Ω), $R_1 = 1249 \Omega$ (* 1200 Ω), scegliendo una $V_{cc} = -5$ V.

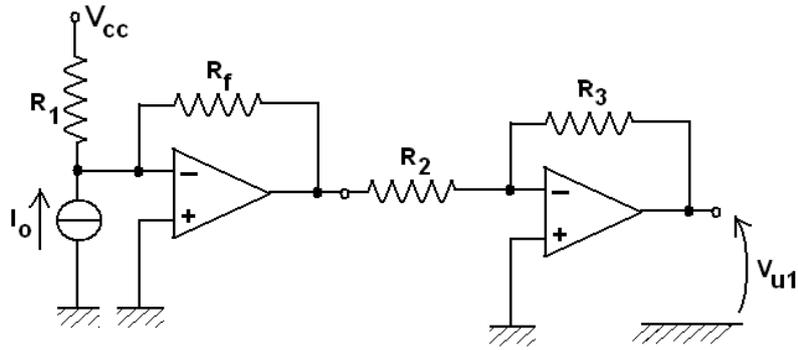


Figura 2

Il generatore di corrente I_o rappresenta il sensore di posizione. A valle del convertitore I/V occorre un circuito invertitore, che si propone nella forma di un amplificatore invertente con guadagno unitario (ad esempio, si porrà $R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$).

Per il segnale offerto dal trasduttore di forza, è sufficiente un'amplificazione pari a $A_{v2} = \frac{10}{0.36} = 27.78$. Poiché il testo specifica che la tensione fornita dal trasduttore è di tipo differenziale, è utile un amplificatore per strumentazione come quello di Figura 3, disponibile anche in forma integrata.

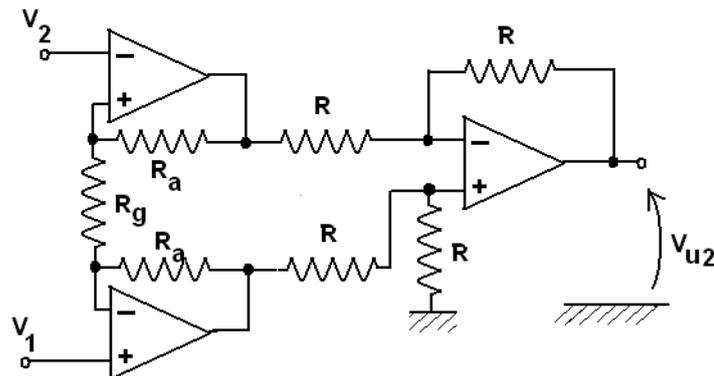


Figura 3

La tensione differenziale $V_1 - V_2$ rappresenta l'uscita del trasduttore. Si può fissare $R = 10 \text{ k}\Omega$ ed essendo il guadagno dello schema pari a $A_{v2} = 1 + \frac{2R_a}{R_g} = 27.78$, si possono scegliere $R_a = 20 \text{ k}\Omega$ e $R_g = 1.5 \text{ k}\Omega$. Per tutti gli amplificatori integrati si suppone un'alimentazione duale $\pm 12 \text{ V}$.

3. Occorre formulare un'ipotesi sulla dinamica dei processi in esame. La velocità con cui ogni contenitore viene riempito e pesato può ritenersi nell'ordine di un pezzo al secondo, in assenza di informazioni sulle caratteristiche del sistema automatico. Ne conseguirebbe una frequenza di monitoraggio pari a 2 Hz per ciascuna catena, assimilando i segnali condizionati a grandezze da trattare con un campionamento "alla Shannon". Pertanto, la frequenza di campionamento, intesa come velocità di conversione A/D dei campioni rilevati può essere stimata del medesimo ordine, per ciascuna catena, e non rappresenta un elemento di criticità nel progetto.

4. La sensibilità del trasduttore di posizione si valuta come $S_1 = \frac{\Delta I}{\Delta d} = \frac{(10-4) \times 10^{-3}}{(500-60) \times 10^{-3}} = 0.014 \text{ A/m}$; perciò uno scostamento di 5 mm corrisponde a una variazione di corrente di 0.07 mA, che producono una variazione di 116.7 mV. Dalla relazione $q = \frac{V_{FS}}{2^N}$, nella quale s'indica con q il passo di quantizzazione, N il numero di bit utilizzati nella conversione e V_{FS} la tensione di fondo scala (qui assunta pari a 10 V), ricaviamo che, per rispettare la condizione sull'errore massimo (non superiore a 5 mm), occorre un numero di bit maggiore di 6, poiché l'errore massimo è uguale alla metà del passo. Assumiamo $N = 8$.

La sensibilità del trasduttore di forza è $S_2 = \frac{0.36}{30} = 0.012 \text{ V/N}$, quindi una variazione di 0.05 N corrisponde a una variazione di tensione di 0.6 mV che producono una variazione di 16.7 mV all'ingresso del convertitore A/D. Sulla base delle stesse considerazioni sopra svolte, risulta necessario un numero di bit non inferiore a 10 e assumiamo, pertanto, $N = 12$.
 Riguardo al tipo di convertitore, la dinamica lenta dei processi in gioco permette di adottare circuiti semplici e poco costosi, come i convertitori a integrazione.

5. Il tipo di strumentazione più idonea per collaudare il funzionamento dei circuiti di condizionamento, facendo riferimento alle comuni dotazioni d'un laboratorio di elettronica, può individuarsi in apparecchiature come il multimetro, il generatore di funzioni e l'oscilloscopio.