

Misura di posizione relativa tramite potenziometri resistivi

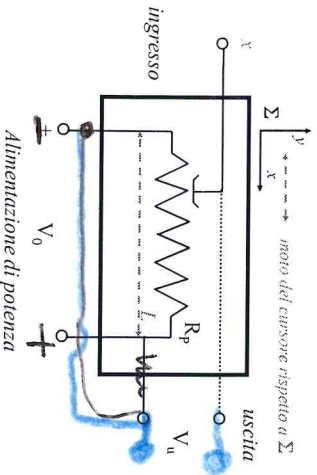
Sommario

Nel corso della presente lezione verranno svolti i seguenti argomenti:

1. cosa misuro e relative applicazioni
2. principio di funzionamento e modello matematico
3. proprietà metrologiche
4. considerazioni di impiego

Cosa misura un potenziometro resistivo?

Il moto di un corpo è definito tramite: spostamento, velocità ed accelerazione. Essi possono essere riferiti rispetto ad un sistema di riferimento relativo oppure assoluto. La misura può avvenire lungo una direzione (misura lineare) oppure attorno ad un asse (misura angolare). Lo strumento che tratteremo misura lo spostamento (lineare oppure angolare) rispetto ad un sistema relativo.



dallo schema di figura si evince:

1. che l'ingresso è lo spostamento del cursore rispetto al sistema di riferimento Σ relativo alla carcassa dello strumento
2. che l'uscita è in tensione
3. che lo strumento non è autogenerante in quanto ha bisogno di un ingresso di potenza ausiliario

Un potenziometro di misura rileva lo spostamento o la rotazione relativa. Esso trasduce la grandezza meccanica spostamento in grandezza elettrica tensione.

L'importanza della misura della posizione relativa nel campo della meccanica è rilevante. Basti pensare alle numerose applicazioni di tale strumento di misura, alcuni esempi:

1. misura dello spostamento di organi in movimento (per sistemi di produzione, meccanismi di ogni genere, etc)

4, DAUO SPOSTAMEN → VELOCITÀ & ACCELERAZIO

2. numerosi sistemi di misura trasducono il misurando in uno spostamento relativo (accelerometri, dinamometri, manometri, termometri bimetallici)

2. MACCHINES TEST PER MATERIALI

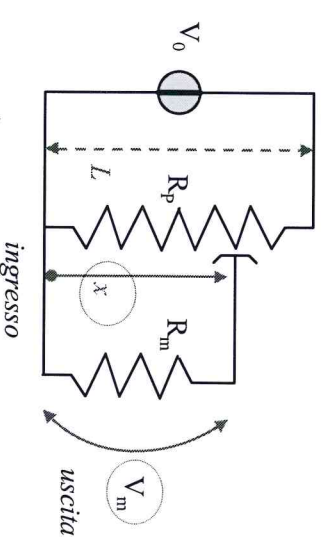
Principio di funzionamento e modello matematico

Il principio di funzionamento si basa su di una resistenza elettrica la cui distribuzione di resistenza lungo la direzione del moto relativo che si vuole misurare risulta essere uniforme. In tale maniera la resistenza compresa tra un capo del resistore ed un cursore mobile risulta essere proporzionale al moto relativo tra i due.

Tale variazione di resistenza viene trasdotta in variazione di tensione alimentando i capi del resistore con una tensione costante e rilevando la differenza di potenziale tra il cursore ed un capo del resistore.

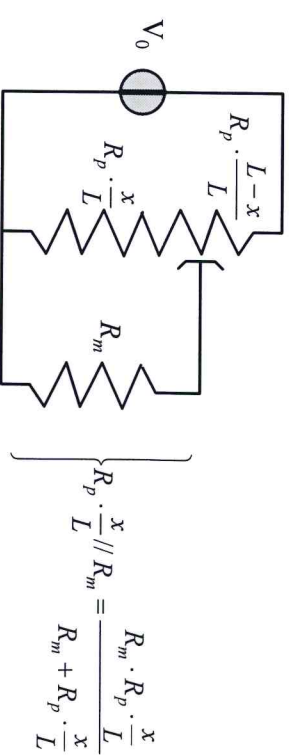
Dunque le trasduzioni delle grandezze in gioco sono:

posizione → resistenza → tensione



prima far vedere senza R_m

Dunque la tensione misurata dal voltmetro (o dal sistema di acquisizione della tensione) risulta essere data dalla partizione:



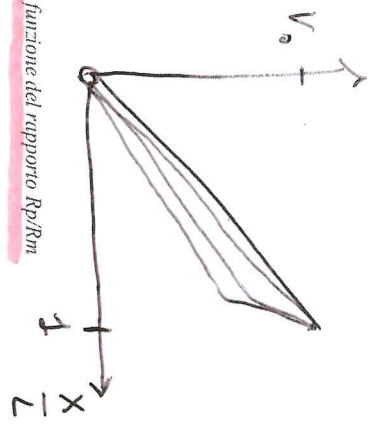
che fornisce la seguente relazione:

$R_p \propto L \Rightarrow$ deve conformarsi a filo avvolto

$$V_m = V_0 \cdot \frac{\frac{x}{L}}{1 + \frac{R_p}{R_m} \cdot \frac{x}{L} \cdot \left(1 - \frac{x}{L}\right)}$$

la quale può essere graficata in funzione di x/L :

mostrare grafico dell'andamento ingresso uscita in funzione del rapporto R_p/R_m



da tale grafico si evince che, se il rapporto R_p/R_m è molto piccolo si garantisce la linearità, altrimenti la caratteristica risulta essere fortemente non lineare. Per avere un ordine di grandezza l'errore di non linearità massimo risulta essere pari al 12% per $R_p/R_m = 1$ (per $R_p/R_m \ll 1$; 1.5* R_p/R_m).

Se si pone una resistenza in serie con il misuratore e di valore ad esso comparabile, si riporta la curva più vicino alla linearità.

Considerazioni sulla realizzazione del trasduttore

I trasduttori di posizione relativa potenziometrici possono essere realizzati in:

- a filo avvolto (90-95% dei trasduttori)
- cermet (ceramica conduttiva)
- plastica conduttiva

Nella realizzazione pratica ed impiego dello strumento di misura occorre considerare i seguenti requisiti/specifiche: massima potenza termica dissipabile, linearità, risoluzione, sensibilità, vita operativa. Tali vincoli risultano essere parzialmente in contrasto gli uni con gli altri per cui una soluzione di compromesso deve essere raggiunta:

	Requisito / Specifica	Considerazioni	Valore resistenza R_p
B	Sensibilità elevata	Dalla formula che lega ingresso - uscita si ha che essa è proporzionale alla tensione V_0 applicata la quale è anche connessa con la potenza termica dissipabile e quindi si ha che la resistenza del potenziometro dovrebbe essere alta per consentire l'applicazione ai suoi capi di una elevata tensione di alimentazione	ALTA $V = \sqrt{R \cdot P}$
A	Massima potenza termica dissipabile	La potenza termica dissipata da un resistore è pari a V_0^2/R e quindi la resistenza del potenziometro ha un valore minimo sotto il quale non può andare	ALTA $P = \frac{V^2}{R}$ basse

A questo punto parla della realizzazione a filo di conduttore avvolto

C	Risoluzione elevata	Il diametro del filo dovrebbe essere sottile, poiché la resistenza di un conduttore è inversamente proporzionale al suo diametro la resistenza del potenziometro dovrebbe essere alta	ALTA
D	Minimo errore di linearità	Per avere una caratteristica più vicina alla linearità si dovrebbe avere il rapporto R_p/R_m tendente a zero e quindi la resistenza del potenziometro dovrebbe essere bassa	BASSA
E	Limitato effetto dell'usura, massima vita operativa	Il diametro del conduttore non può essere più piccolo di un valore limite	BASSA

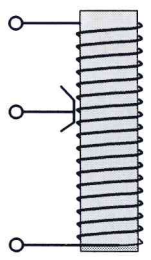
La soluzione può esistere o meno a seconda dei valori dei requisiti sopra esposti.

Nel caso della realizzazione a conduttore disposto linearmente in forma di filo stesso o su supporto isolante non risulta essere possibile in quanto la bassa resistività del materiale condurrebbe a:

1. l'impiego di tensioni V_0 di alimentazione del trasduttore molto basse per rispettare i vincoli di dissipazione di potenza \Rightarrow bassa sensibilità (basta osservare la formula che lega l'ingresso x all'uscita V_m)
2. l'impiego di un diametro molto sottile per il conduttore \Rightarrow problemi di usura

nota che se la resistenza è molto bassa quella di contatto è ad essa comparabile (

La soluzione non coincide con nessuna delle due citate in precedenza bensì consiste nell'avvolgere un sottile (ma non troppo) filo di conduttore attorno ad un supporto. Nella figura di seguito esposta è mostrato un esempio.



Numerosi trasduttori potenziometrici impiegano la soluzione del filo avvolto.

In particolare i requisiti sopra analizzati risultano essere difficili da soddisfare simultaneamente allorquando:

- il moto relativo da misurare è ampio (circa 0.5 m)
- la soluzione è molto fine (qualche centesimo)
- la vita operativa richiesta è elevata (decine di milioni di cicli)

In tale caso una soluzione alternativa impiegabile è quella di utilizzare potenziometri resistivi in uno dei materiali alternativi sopra elencati. In tale caso si ha infatti:

Requisito / Specifica	Considerazioni nel caso di impiego di film resistivi in materiale non altamente conduttivo	Valore resistenza R_p
A	Massima potenza termica dissipabile	ALTA (si abbassa il limite inferiore)
B	Sensibilità elevata	ALTA
C	Risoluzione elevata	Viene meno tale vincolo
D	Minimo errore di linearità	BASSA
E	Limitato effetto dell'usura, massima vita operativa	Viene meno tale vincolo + 50 milioni di cicli (plastica conduttiva)

Esiste, come spesso accade, un rovescio della medaglia che è rappresentato dal fatto che:

- tali potenziometri sono più sensibili alla temperatura per cui la caratteristica cambia al variare della temperatura
- la resistenza di contatto è maggiore e quindi il rumore elettrico introdotto nello strisciamento, i ho via

Considerazioni di impiego dinamico

tenere e guarda me Tenere che si comporta (STRESS INTRASFERIMENTO)

Stabilità del contatto

Il contatto tra cursore e fili avvolti potrebbe saltare per velocità di scorrimento che eccitano la struttura del cursore alla propria frequenza naturale.

- Le soluzioni a tale problema potrebbero essere due:
1. aggiunta di un secondo cursore in modo tale che, se uno dei due si trova nella condizione di risonanza, l'altro no
 2. si aggiunge dell'olio ad alta viscosità

Effetto di carico dinamico

Lo strumento, visto come trasduttore di spostamento, ovvero con ingresso la posizione relativa ed in uscita la tensione, può essere considerato di ordine zero in quanto l'impedenza elettrica può essere considerata prevalentemente resistiva alle frequenze di movimento meccaniche raggiungibili praticamente. Succede infatti che in un moto meccanico le frequenze in gioco non sono sufficienti per rendere la parte induttiva (si ricordi che il potenziometro è costruito con del filo avvolto) e capacitiva di entità rilevabile nei confronti di quella resistiva.

Non è però da trascurare l'effetto di carico (od inserzione) costituito dalla massa ed attrito allorché andiamo a commettere il cursore all'organo meccanico di cui vogliamo misurare il moto. I costruttori di potenziometri forniscono tali valori nei fogli delle specifiche dello strumento.

Possibili configurazioni del trasduttore

- I potenziometri possono essere trovati nelle seguenti configurazioni:
- lineari per la misura di posizione relativa
 - rotazionali a singolo giro o multigiro per la misura di rotazione relativa
 - a filo (compongono un sistema multigiro con un rocchetto di filo ed una molla di richiamo per la misura di spostamento relativo del capo del filo)

VIENE MENO TALE VINCOLO CON UN POTENZIOMETRO

+ RUMORE

PARTE ELETTRICA

MISCELA