MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MISURE ELETTRONICHE E STRUMENTAZIONE

MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

Gli strumenti di misura elettronici misurano non solo grandezze elettriche, ma anche altre grandezze fisiche, mediante la loro opportuna conversione in grandezze elettriche. Si preferisce ormai adottare questa tecnica di misura perché strumenti di misura elettronici permettono di:

- avere elevate velocità e affidabilità di prestazione;
- elaborare e memorizzare i risultati delle misure;
- automatizzare le misure

CLASSIFICAZIONE DEGLI STRUMENTI DI MISURA

I sistemi di misura possono essere:

- passivi, se sottraggono energia al sistema per effettuare la misura; non devono essere alimentati, ma possono perturbare il sistema (termometro, voltmetro);
- attivi, se forniscono l'energia necessaria per la misura; il sistema non viene caricato, ma lo strumento di misura deve essere alimentato

I sistemi di misura possono anche essere:

- stimolatori, se forniscono al sistema stimoli necessarie per effettuare le misure, che tuttavia non possono compiere senza l'ausilio di altre apparecchiature;
- comparti, se forniscono gli stimoli e rilevano le misure (analizzatore di parametri);
- a bilanciamento, che effettuano la misura, quando verificano l'assenza di scambio di energia tra sistema e strumento di misura (bilancia)

GLI ERRORI

Gli errori sono presenti in ogni misura. Si dice che una misura sia completamente caratterizzata, una volta noti il valore, l'unità di misura e l'incertezza.

Gli errori possono essere:

- sistematici, si manifestano ad ogni misura e sono più o meno costanti, poiché dipendono dal sistema, dallo

strumento di misura e dal loro collegamento (resistenza di ingresso dell'operazionale);
- occasionali, dovute alle cause accidentali, come variabili aleatorie, campi elettromagnetici, ecc.;
- grossolani, come la non corretta applicazione delle tecniche di misurazione, da evitare, in quanto possono danneggiare gli strumenti di misura

Gli errori possono essere schematizzati come:
- assoluti, $E = V_{MIS} - V_{VERO}$, quindi può essere positivo o negativo;
- relativi, $E_r = \left| \frac{V_{MIS} - V_{VERO}}{V_{VERO}} \right|$, sempre positivo;
- percentuali, $E\% = 100 \left| \frac{V_{MIS} - V_{VERO}}{V_{VERO}} \right|$

DEFINIZIONI

Si definisce accuratezza la misura dell'errore commesso con un particolare strumento di misura. Può essere espresso:
- in percentuale del fondo scala, ossia della massima quantità rappresentabile sul display dello strumento;
- in funzione della lettura, ossia una percentuale fissa della misura effettuata più una quantità fissa;
- in funzione del fondoscala: percentuale fissa del fondo scala più offset;
- come percentuale del fondo scala fissa più n volte la cifra meno significativa della misura
- come parti per milione

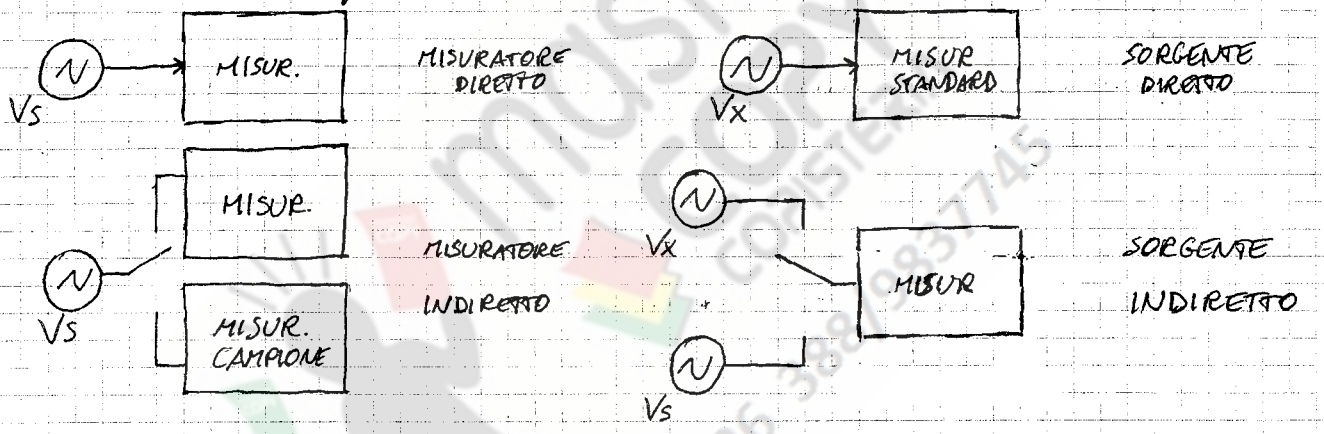
La precisione di uno strumento è la sua possibilità di misurare più volte la stessa grandezza con la stessa modalità, in modo da ottenere misure poco discostate fra loro

Si definisce risoluzione la più piccola variazione della grandezza misurata che può essere rilevata espressa come percentuale del fondoscala.

Si dice, invece, sensibilità la più piccola variazione della grandezza misurata che può essere espressa nella unità della grandezza misurata

LA CALIBRAZIONE

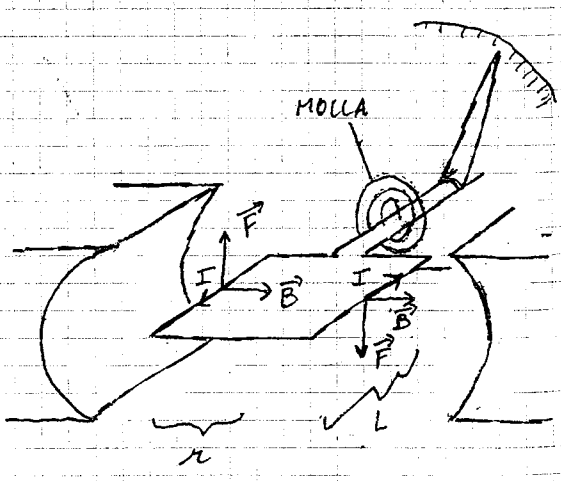
La calibrazione è una procedura con cui periodicamente (e teoricamente) un sistema di misura viene confrontato con uno standard di livello superiore ~~in cui~~ accuratezza
Garantisce le prestazioni dichiarate per lo strumento di misura, purché esso venga usato correttamente
Ad esempio, gli strumenti di misura elettronici funzionano perfettamente se usati mezz'ora dopo la loro accensione.
È una procedura costosa, ma almeno lo strumento non commette errori superiori all'accuratezza dichiarata
Si potrebbe calibrare un misuratore o una sorgente campione. Per entrambi vi sono come metodi di calibrazione quelli diretto ed indiretto



In ogni caso, lo strumento campione utilizzato ~~per~~ per la calibrazione deve avere un'accuratezza minore a quella che vorremo imporre allo strumento di misura o alla sorgente

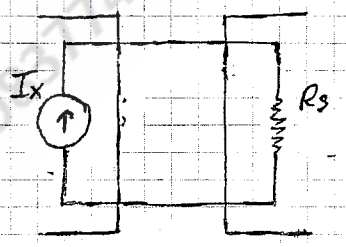
AMPEROMETRO DI D'ARSONVAL

È uno strumento elettromeccanico che misura la corrente. ~~Elettronico~~.
Uno strumento elettromeccanico è uno strumento in cui le forze elettriche generano movimenti meccanici che permettono la misura.
Un magnete opportunamente sagomato in modo da

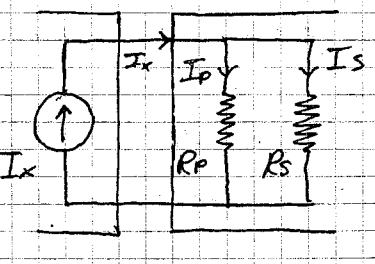


Tel. 050 8312126
Cell. 338 0837745

generare un $\vec{B}$ uniforme è posto attorno ad un cilindro, sul quale sono avvolte N le spire su cui scorre la corrente da misurare.
La spira è soggetta ai seguenti momenti e forze.
$\vec{F_1} = \vec{F_2} = I \cdot \vec{L} \wedge \vec{B}$
$M = 2ILBr \Rightarrow M_{TOT} = n\,2ILBr$ (n numero di spire)
Nella posizione in figura viene poi messa una molla che equilibra il momento delle forze magnetiche. Il momento generato dalla molla è
$M_m = k\Delta\theta$
dove k è la costante della molla e $\Delta\theta$ è la variazione di inclinazione della spira rispetto al piano orizzontale
Quest'ultimo è esprimibile come
$$\Delta\theta = \frac{nBA}{k} I \text{, poiché } M = M_m$$
Tale variazione di angolo è proprio quella che si vede ~~nel go nella~~ nel quadrante della scala dello strumento.
Circuitalmente, l'amperometro di D'Arsonval può essere schematizzato come una resistenza R_S che chiude un generatore ideale di corrente I_x. La corrente misurata è quella che scorre in R_S che, in questo caso, è proprio I_x.

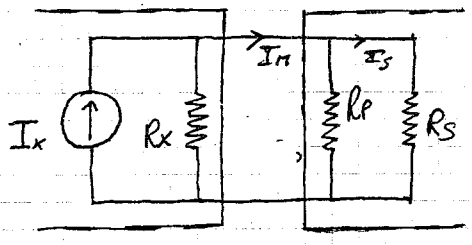


In questo modo, lo strumento ha un fondoscala che ne garantisce il corretto funzionamento di decine o centinaia di MA.



Per aumentare la portata si può collegare in parallelo a R_S una resistenza R_P, detta resistenza di shunt. In questo modo
$$I_S = \frac{R_P}{R_S + R_P} I_x \Rightarrow I_x = \frac{R_S + R_P}{R_P} I_S$$
L'amperometro può ora misurare correnti senza che esse scorrano completamente lungo R_S
In generale bisogna pensare che il generatore di corrente non è ideale, ma ha al suo interno una componente

resistiva. La corrente che entrerà nello strumento sarà, quindi,



$$I_M = \frac{R_x}{R_x + (R_S // R_P)} I_x$$

Minore è la resistenza interna, minore è l'errore sistematico commesso. Infatti,

$$|\varepsilon_{\%}| = 100 \left| \frac{I_M - I_x}{I_x} \right| = \frac{R_S // R_P}{R_x + (R_S // R_P)} 100$$

Fissando un errore massimo accettabile

$$|\varepsilon| < |\delta| \Rightarrow \frac{R_S // R_P}{R_x + (R_S // R_P)} < |\delta| \Rightarrow R_S // R_P < \frac{|\delta|}{1-|\delta|} R_x$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Dell'amperometro, si può dire che:

- ha una scala lineare, poiché $\Delta\theta = \frac{nBA}{k} I$;
- a causa dell'inerzia meccanica, ha un comportamento di tipo passa-basso; per uno strumento di misura, significa che esso appresso le variazioni della misura solo in continuo o a bassissime frequenze;
- la risoluzione è ~~la~~ il 2% del f.s.;
- se il B applicato dal magnete è grande, si può trascurare l'effetto di campi magnetici esterni

È importante osservare che la resistenza di shunt peggiora la sensitività dello strumento. Infatti

$$I_M = \frac{R_P}{R_S + R_P} I_x \Rightarrow I_x = \frac{R_S + R_P}{R_P} I_M \Rightarrow \Delta I_x = \frac{R_S + R_P}{R_P} \Delta I_M$$

Per accrescere la sensitività si può aumentare il momento agente sulla spira, aumentando n o A, ricordando che $M_{TOT} = nBIA$

In questo modo, tuttavia aumenta la massa del sistema, quindi i tempi di risposta.

IL GALVANOMETRO

È uno strumento che misura una tensione tra due punti. È detto anche voltmetro.

Ha una struttura simile all'amperometro di D'Arsonval, con la differenza che al posto della molla, vi è un filo*, sul