

Strumenti di misura

Lo strumento di misura è un sistema fisico costruito sulla base di teorie e tecnologie opportune per ottenere informazioni su altri sistemi fisici con i quali si fa interagire.

Come già detto una misura può farsi tramite confronto diretto con l'unità di misura oppure tramite un apposito sistema, più o meno complesso, opportunamente **TARATO**.

Uno strumento si dice *tarato* quando sia stata determinata la sua risposta in corrispondenza di un certo numero di sollecitazioni note apportate da una grandezza omogenea a quella da misurare.

L'operazione di taratura consente di leggere direttamente il valore della grandezza sollecitante

Componenti fondamentali

Lo ***strumento di misura*** interagendo con la grandezza da misurare (*sollecitazione*) fornisce un valore quantitativo (*risposta*) rilevabile.

Componenti:

rivelatore: elemento sensibile alla grandezza da misurare

trasduttore: trasforma la sollecitazione in una grandezza facilmente utilizzabile

visualizzatore: visualizza la grandezza trasformata



Esempio - termometro

rivelatore: *mercurio*

trasduttore: *mercurio e capillare*

visualizzatore: *capillare e scala tarata*

Principio di funzionamento

Sia

- G la grandezza fisica che si vuole misurare
- $V(G)$ il valore della grandezza che si vuole stimare tramite l'operazione di misura
- $R(G)$ la risposta dello strumento ad una sollecitazione apportata dalla grandezza da misurare



Il **rivelatore** interagisce con la grandezza fisica G della quale si vuole conoscere il valore $V(G)$.

Il **trasduttore** trasforma l'informazione ottenuta dal rivelatore in una grandezza G' più facile da utilizzare.

Il **visualizzatore** associa a G' il valore $R(G')$ (R = risposta dello strumento).

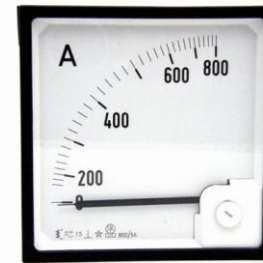
Da osservare che $R(G') = R(G'(G)) = R(G)$ è funzione di G .

Da operazioni di taratura, attraverso $R(G)$ si risale a $V(G)$.

Tipi di strumenti

Strumento analogico:

la risposta viene letta su una scala graduata sulla quale si muove un indice;



Strumento digitale:

la risposta analogica è digitalizzata (e rappresentata in cifre su un supporto visivo-display).



Curva di risposta e scala

Al variare della sollecitazione apportata dalla grandezza fisica allo strumento di misura, varia la risposta dello strumento in base alle leggi che regolano il funzionamento dello strumento stesso.

Ogni strumento è caratterizzato da una funzione $R(G)$ che **lega la risposta alla variazione della grandezza**.

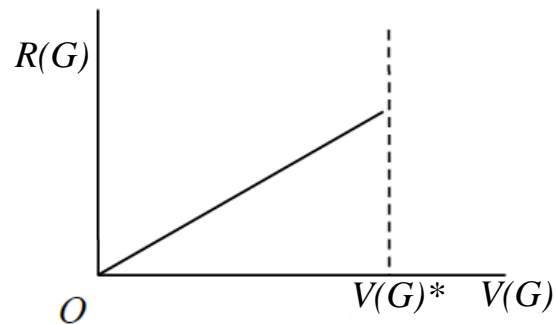
Affinchè lo strumento sia utilizzabile senza ambiguità è necessario che:

ad ogni valore di G ($\equiv V(G)$) corrisponda uno ed un solo valore di $R(G)$, e viceversa

Curva di risposta e scala

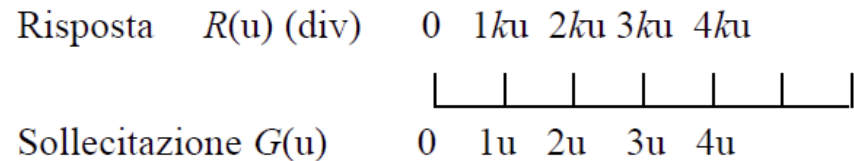
Se la risposta è di tipo lineare:

$$R(G) = k \cdot V(G)$$



Valore massimo apprezzabile dallo strumento (*portata*)

Scala lineare

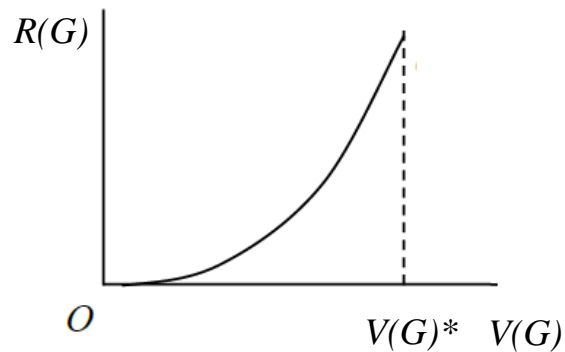


In uno strumento analogico $R(G)$ definisce la scala dello strumento (\rightarrow la successione delle posizioni delle tacche con i corrispondenti valori)

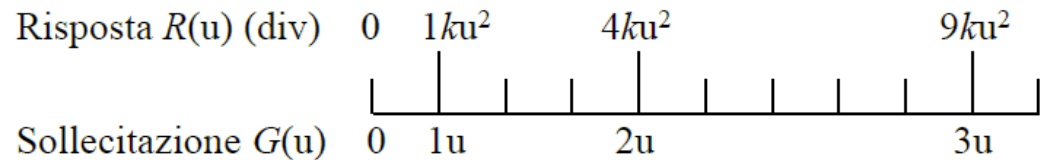
Curva di risposta e scala

Se la risposta è di tipo quadratico:

$$R(G) = k \cdot V^2(G)$$



Scala quadratica



↓

Valore massimo apprezzabile
dallo strumento (*portata*)

Caratteristiche generali degli strumenti di misura

Intervallo di funzionamento:

È dato dal valore minimo – *soglia* – e dal valore massimo – *portata* – della grandezza in esame che lo strumento è in grado di fornire

Fuori da questo intervallo la qualità della misura non è garantita ed in alcuni casi è possibile che lo strumento sia danneggiato



attenzione alla portata!

Prontezza:

È legata al tempo necessario (***tempo caratteristico*** τ) affinché lo strumento risponda ad una variazione della grandezza.

tempo
caratteristico τ



prontezza



Rappresenta *la rapidità con cui lo strumento è in grado di fornire il risultato di una misura.*

Sensibilità

È la più piccola variazione della grandezza apprezzabile dallo strumento,

ovvero

È la più piccola variazione della sollecitazione che induce una variazione di risposta dallo strumento

Una definizione più rigorosa della sensibilità è:

Sia $\Delta V(G)$ una variazione della grandezza G a cui corrisponde una variazione $\Delta R(G)$ della risposta dello strumento.

Si definisce *sensibilità* il limite per $\Delta V \rightarrow 0$ del rapporto $\frac{\Delta R(G)}{\Delta V(G)}$

$$s = \lim_{\Delta V(G) \rightarrow 0} \frac{\Delta R(G)}{\Delta V(G)} = \frac{dR(G)}{dV(G)}$$

La sensibilità in generale è una funzione arbitraria di $\Delta V(G)$, ovvero non è costante in tutto l'intervallo di funzionamento. S è costante solo se $R(G)$ è lineare (*infatti essa rappresenta la pendenza della curva di risposta*).

Poichè gli strumenti non sono in grado di rivelare variazioni infinitesime della sollecitazione, è più opportuno esprimere la sensibilità in termini di variazioni finite

$$S = \frac{\Delta R(G)}{\Delta V(G)}$$

La sensibilità ha dimensioni $[G]^{-1}$
(es.: bilancia: div/mg).

Ad essa è legata l'indeterminazione con cui è misurata la grandezza G (*incertezza di sensibilità*): $\Delta V(G) = \frac{\Delta R(G)}{S}$

La *incertezza di sensibilità* rappresenta l'intervallo di $V(G)$ entro il quale lo strumento fornisce la stessa risposta.

Per strumenti *digitali*, l'*incertezza di sensibilità* corrisponde ad una unità sull'ultima cifra esibita dallo strumento.