

Appunti di Misure Elettriche

Classe di precisione di uno strumento

CLASSE DI PRECISIONE DI UNO STRUMENTO INDICATORE

Gli **strumenti indicatori** vengono suddivisi in *classi di precisione*; la **classe di precisione** di uno strumento è ciò che ne caratterizza l'incertezza: infatti, *appartengono ad una determinata classe tutti gli strumenti rispondenti a determinate prescrizioni metrologiche che mantengono gli errori entro i limiti specificati*. Vediamo di spiegarci meglio.

Sia dato un generico strumento indicatore. Il costruttore, nei certificati di taratura dello strumento, fornisce il valore della **classe di precisione** dello strumento stesso, definita dalla seguente relazione:

$$c = \frac{|dx_m|}{X_{FS}} \cdot 100$$

In questa formula, X_{FS} è l'**indicazione di fondo scala** dello strumento, mentre $|dx_m|$ è l'errore massimo assoluto di indicazione compiuto dallo strumento. Esplicitando proprio tale errore, scriviamo che

$$|dx_m| = \frac{c}{100} \cdot X_{FS}$$

Questa relazione ci dice che, una volta nota la classe di precisione, è possibile calcolare l'errore massimo assoluto di indicazione $|dx_m|$. Questo errore è importante in quanto il costruttore ci garantisce che, eseguita una qualsiasi misura tramite lo strumento, il corrispondente **errore assoluto di indicazione $|dx|$** risulta inferiore, per tutto il campo di misura, al valore **$|dx_m|$** :

$$|dx| = |X_m - X_v| \leq \frac{c}{100} X_{FS} = |dx_m|$$

dove, ovviamente, abbiamo indicato con X_m il *valore misurato* e con X_v il *valore vero* del misurando (o, tutt'al più, il valore misurato con uno strumento particolarmente accurato).

In base a questa relazione, dato che **$|dx_m|$** risulta essere un maggiorante dell'errore assoluto di indicazione, è più corretto parlare di **incertezza assoluta di indicazione**.

In pratica, quindi, *uno strumento rientra nei limiti della propria classe di precisione quando l'errore assoluto di indicazione $|dx|$ risulta inferiore, per tutto il campo di misura, all'errore assoluto $|dx_m|$ corrispondente alla classe dello strumento*.

Le **norme CEI** fissano i seguenti indici di classe normalizzati:

$$c = \quad 0.05 \quad 0.1 \quad 0.2 \quad 0.3 \quad 0.5 \quad 1 \quad 1.5 \quad 2 \quad 2.5 \quad 3 \quad 5 \quad (11 \text{ classi})$$

La determinazione dell'indice di classe avviene mediante **taratura** con strumento campione (o strumento preso come riferimento), come sarà descritto più avanti.

Ciò premesso, si hanno:

- **strumenti da laboratorio** (impiegati per misure di grande precisione):
 - campioni da laboratorio $c=0.05 - 0.01$
 - strumenti con buona precisione $c=0.2, 0.3$
 - strumenti con discreta precisione $c= 0.5$
- **strumenti di controllo** (impiegati per controlli saltuari negli impianti e per tarare gli strumenti da quadro);
- **strumenti da quadro** (normalmente impiegati in installazioni fisse, servono per misure continuative sugli impianti e sono caratterizzati da precisione piuttosto modesta).

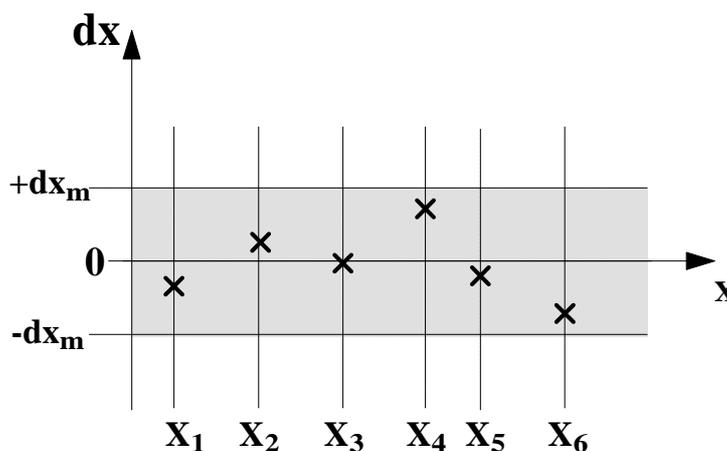
Volendo dare una interpretazione quantitativa di c , possiamo proprio basarci sulla relazione $|dx_m| = \frac{c}{100} \cdot X_{FS}$: essa dice sostanzialmente che la classe di precisione rappresenta l'errore percentuale di indicazione che si commette per una lettura effettuata a fondo scala, ossia, in altri termini, l'errore assoluto che si commette, in ogni punto della scala, espresso in termini di percentuale del fondo scala.

Esempio

Facciamo adesso un esempio concreto per comprendere a pieno quanto detto. Supponiamo di avere 6 distinte misure della stessa quantità: $\{X_1, X_2, \dots, X_6\}$. Ad esse corrisponderanno altrettanti errori assoluti di indicazione $\{|dx_1|, |dx_2|, \dots, |dx_6|\}$. Allora, la classe dello strumento ci garantisce che sia verificata la seguente condizione:

$$|dx_i| \leq \frac{c}{100} X_{FS} = |dx_m| \quad \text{per } \forall i=1,2,\dots,6$$

La figura seguente chiarisce ulteriormente il concetto:



In ascisse sono riportati i valori X_i ottenuti nelle singole misure, mentre in ordinate sono riportati i corrispondenti errori assoluti di indicazione (che ovviamente non possiamo conoscere). La classe di precisione ci garantisce che tali errori siano maggiorati, in modulo, dalla quantità $|dx_m|$ e cioè che siano confinati all'interno della fascia indicata in figura. Questo spiega appunto perché $|dx_m|$ è rigorosamente una incertezza.

Incertezza relativa ed assoluta di indicazione

Naturalmente, dall'incertezza assoluta di indicazione possiamo anche passare alla **incertezza relativa di indicazione**:

$$\frac{|dx_m|}{X} = \frac{c \cdot X_{FS}}{100 \cdot X}$$

Questa quantità rappresenta una maggiorazione dell'errore relativo di indicazione:

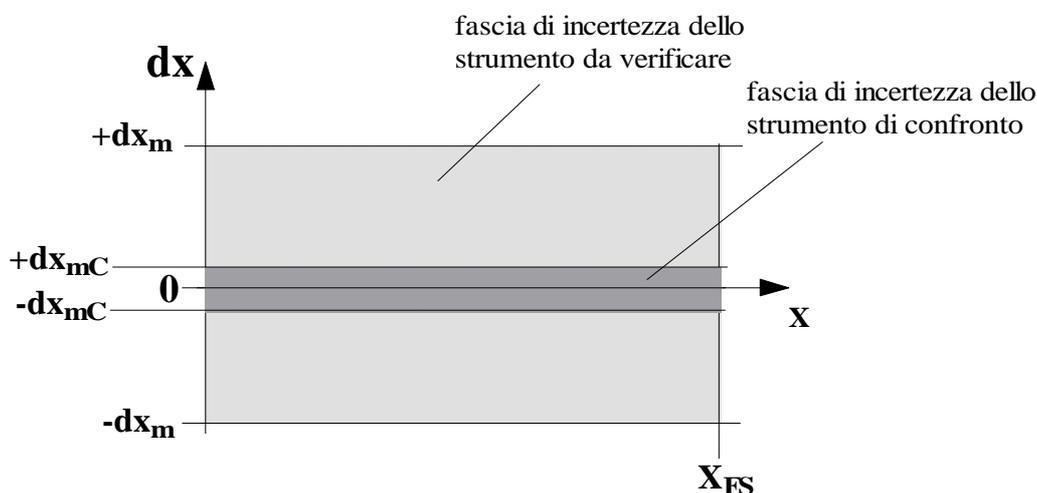
$$\frac{|dx|}{X} \leq \frac{|dx_m|}{X}$$

E' evidente che l'incertezza relativa di indicazione diminuisce all'aumentare del valore misurato X , il che significa che è *bene effettuare, quando possibile, tutte le misure in condizioni di fondo scala*.

VERIFICA DI UNO STRUMENTO INDICATORE

Verificare uno strumento di misura significa controllare che le indicazioni da esso fornite siano affette da errori che rientrano comunque nella classe di precisione dello strumento stesso. Ovviamente, tutti i parametri ambientali e certe caratteristiche della grandezza da misurare devono essere compresi entro limiti fissati dalle Norme o almeno dal costruttore.

Per determinare gli **errori di indicazione** di uno strumento, è necessario misurare contemporaneamente la stessa grandezza sia con lo strumento da verificare sia con un altro strumento (detto quindi **strumento di confronto**) di gran lunga migliore. In termini quantitativi, ciò significa che la fascia di incertezza dello strumento di confronto deve essere di gran lunga inferiore rispetto a quella dello strumento da verificare:



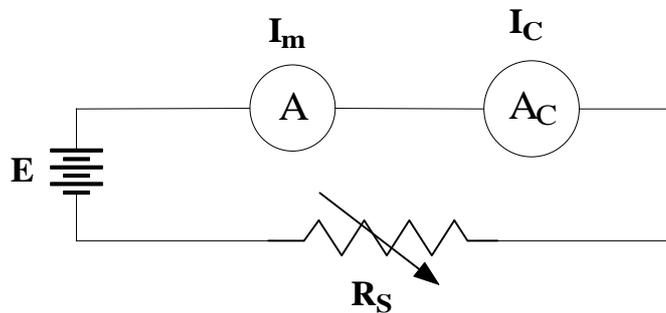
Dato che

$$|dx_m| = \frac{c}{100} X_{FS} \qquad |dx_{mC}| = \frac{c_C}{100} X_{FS,C}$$

è evidente che, a parità di fondo scala, dovremo usare uno strumento di confronto con classe di precisione sufficientemente inferiore a quella dello strumento da verificare. La Norma stabilisce che si debba prendere $c_C \leq c/5$.

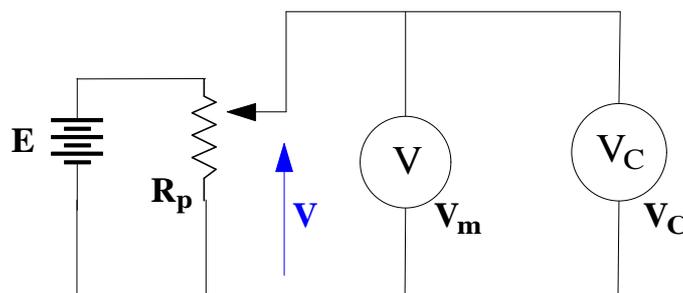
Verifica per confronto di amperometri e voltmetri

Supponiamo di dover verificare l'accuratezza di un **amperometro A**, tramite confronto con un **amperometro campione A_C**. Il circuito da usare è il seguente:



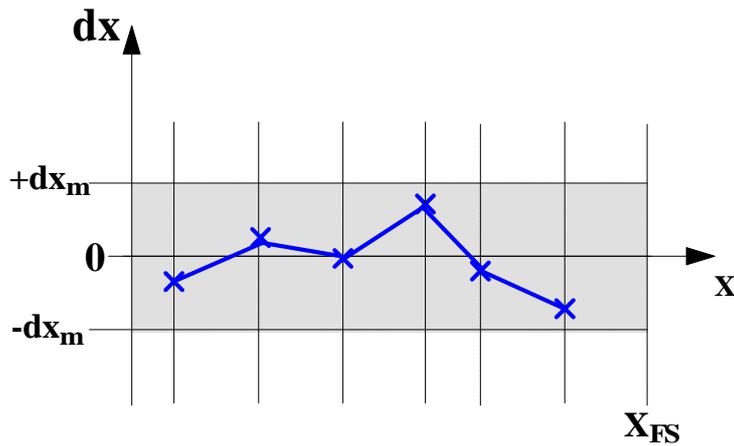
Abbiamo dunque posto in serie i due amperometri, nei quali fluisce quindi la stessa corrente, prodotta da un generatore di tensione E in serie ad un resistore variabile R_S. Da notare che è opportuno fare in modo che la portata dell'amperometro di confronto sia maggiore di quella dell'amperometro sotto verifica.

Discorso perfettamente duale dovremo fare per verificare l'accuratezza di un voltmetro V:



In questo caso, la tensione da far misurare ai due voltmetri, posti in paralleli, è quella ottenuta tramite un potenziometro R_p collegato ad una batteria E.

Sia nel caso del voltmetro sia nel caso dell'amperometro, dovremo dunque procedere ad una serie di misure, avendo cura di variare ogni volta la quantità da misurare, da un valore minimo generico ad un valore massimo leggermente inferiore alla portata. Successivamente, dovremo controllare che tutte le misure ottenute rientrino nella fascia di incertezza dello strumento da verificare:



Qui entra in gioco lo strumento di confronto: infatti, non potendo mai conoscere con precisione l'errore assoluto dx commesso in ciascuna misura x_m , potremo solo farne una **stima**, adottando, come stima del valore vero x_v del misurando, la misura x_c fornita dallo strumento di confronto:

$$dx = x_m - x_v \cong x_m - x_c$$

Stimati, quindi, gli errori assoluti corrispondenti a ciascuna misura, dovremo verificare che essi risultino sempre inferiori, in modulo, a $|dx_m| = \frac{c}{100} X_{FS}$. Se così non fosse, se cioè quella linea spezzata dovessero andare al di fuori della fascia di incertezza, dovremmo aumentare la classe di precisione, ossia **declassare lo strumento**.

Autore: **SANDRO PETRIZZELLI**
 e-mail: sandry@iol.it
 sito personale: <http://users.iol.it/sandry>
 succursale: <http://digilander.iol.it/sandry1>