

Multipli e sottomultipli			
Nome	Simbolo	Moltiplicazione	
exa	E	10^{18}	
peta	P	10^{15}	
tera	T	10^{12}	
giga	G	10^9	
mega	M	10^6	
kilo	k	10^3	
etto	h	10^2	
deca	da	10^1	
deci	d	10^{-1}	
centi	c	10^{-2}	
milli	m	10^{-3}	
micro	μ	10^{-6}	
nano	n	10^{-9}	
pico	p	10^{-12}	
femto	f	10^{-15}	
atto	a	10^{-18}	

N = valori di ripetizioni della misura

Valore medio: $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$

Deviazione dal valor medio

(scostamento): $\delta_k = x_k - \bar{x}$

Varianza speimentale:

$$s^2(x_k) = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N \delta_k^2$$

Scarto tipo sperimentale:

$$s(x_k) = \sqrt{s^2(x_k)}$$

Scarto (deviazioni) tipo σ :

$$\pm 1\sigma = 68.27\% \text{ , } \pm 2\sigma = 95.45\% \text{ , }$$

$$\pm 3\sigma = 99.73\%$$

Scarto tipo del valor medio

sperimentale:

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_k)}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2}$$

VALUTAZIONE DI TIPO A

Incertezza (uncertainty):

$u_A(\bar{x})^2 = s^2(\bar{x})$ in termini di varianza,

$u_A(\bar{x}) = s(\bar{x})$ in termini di scarto tipo

VALUTAZIONE DI TIPO B

$[-a, +a]$ intervalllo centrato sul valore medio \bar{x}

Se PDF uniforme $\rightarrow u_B(\bar{x}) = \frac{a}{\sqrt{3}}$

Se PDF triangolare $\rightarrow u_B(\bar{x}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$

Se PDF gaussiana $\rightarrow u_B(\bar{x}) = \frac{a}{3}$

Incertezza combinata standard:

$$u_C(\bar{x}) = \sqrt{u_A^2(\bar{x}) + u_B^2(\bar{x})}$$

Incertezza estesa:

$$U(\bar{x}) = k \cdot u_C(\bar{x})$$

in cui k = fattore di copertura (numero intero)

p = probabilità di copertuta

Se k = 1 \leftrightarrow p \approx 68 %

Se k = 2 \leftrightarrow p \approx 95 %

Se k = 3 \leftrightarrow p \approx 99 %

GRANDEZZA CALCOLATA IN MO-DO INDIRETTO y

y è una grandezza calcolata indirettamente che è funzione di altre grandezze:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Incertezza tipo composta:

$$u_C(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f(x_1, x_2, \dots, x_m)}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u_C^2(x_i)}$$

STRUMENTI DIGITALI

incertezza strumentale (accuracy), in forma binomiale:

$$a = \Delta_g = \pm (c\% \cdot \bar{x} + b \cdot \text{digit})$$

a andrà sostituita nella formula di $u_B(\bar{x})$

Se non viene indicata una PDF dello strumento,

utilizzare PDF uniforme

Incertezza assoluta:

$$\Delta x = \pm U$$

Incertezza relativa:

$$\frac{\Delta x}{x} = \pm \frac{U}{x}$$

Incertezza percentuale:

$$\Delta x\% = \pm 100 \cdot \left(\frac{U}{x} \right)$$

Incertezza relativa in ppm (parti per milione):

$$\frac{\Delta x}{x} \text{ (ppm)} = \pm 10^6 \cdot \left(\frac{U}{x} \right)$$

CIFRE SIGNIFICATIVE (APPROSSIMAZIONI):

Si parte da U intervallo. Si può scegliere 1 o 2 cifre contigue (attaccate, vicine) diverse da zero (partendo da sinistra). U si arrotonda SEMPRE per eccesso (la cifra da approssimare aumenta di 1), x al valore più vicino (cioè se la cifra a destra della cifra da approssimare è maggiore di 5, la cifra aumenta di 1; se è il contrario rimane come è) Dato il k dall'esercizio, moltiplicare l'incertezza assoluta calcolata e, solo alla fine, approssimare alle cifre significative dato dall'esercizio.

COMPATIBILITA' TRA LE MISURE

Metodo grafico:

si può disegnare e graficare la misura disegnando una retta e ponendo il valore centrale delle misure ed i loro intervalli: se gli intervalli si sovrappongono, anche solo gli estremi, le misure sono compatibili

Metodo analitico:

Date due misure, con i loro valori centrali x_1, x_2 con le loro incertezze $u(x_1), u(x_2)$, due misure sono compatibili se:
 $|x_1 - x_2| \leq \alpha \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2}$
dove α è il fattore di ricopertura(α deve essere un numero intero).

Per essere una buona misura, si accettano valori di α da 1 a 3 compresi.

Inoltre, può essere richiesta la media pesata tra i valori.

Date L misure compatibili, la media pesata è:

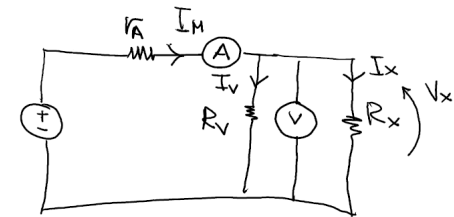
$$\overline{x_{MP}} = \frac{\sum_{l=1}^L \frac{x_l}{u^2(x_l)}}{\sum_{l=1}^L \frac{1}{u^2(x_l)}}$$

L'incertezza della media pesata vale:

$$u^2(\overline{x_{MP}}) = \frac{1}{\sum_{l=1}^L \frac{1}{u^2(x_l)}}$$

MISURA VOLTAMPEROMETRICA

Misura di resistenza con voltmetro a valle:



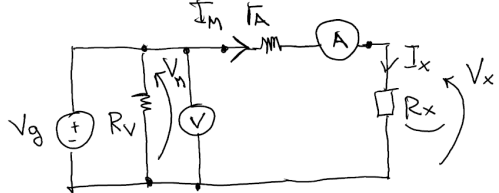
$$R_m = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V_m}{I + I_v} = \frac{V_m}{I + \frac{V_m}{R_v}} < \frac{V_m}{I} = R_x$$

oppure, in termini solo di resistenze:

$$R_x = \frac{R_m}{1 - \frac{R_m}{R_v}}$$

dove R_v è la resistenza del voltmetro, r_A è la resistenza dell'amperometro, R_x è la resistenza nominale del bipolo da misurare, R_m è la resistenza misurata

Misura di resistenza con voltmetro a monte:



$$R_m = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V + r_a \cdot I_m}{I_m} > \frac{V}{I_m} = R_x$$

oppure, in termini solo di resistenze:

$$R_x = R_m - r_A$$

dove R_v è la resistenza del voltmetro, r_A è la resistenza dell'amperometro, R_x è la resistenza nominale del bipolo da misurare, R_m è la resistenza misurata

ELETTROTRCNICA

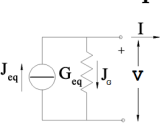
Legge di Ohm:

$$V = R \cdot I$$

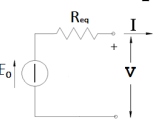
Calcolo della potenza:

$$P = V \cdot I$$

Circuito equivalente di Norton:



Circuito equivalente di Thevenin:



DERIVATE

Derivate semplici:

$$\frac{d}{dx} x^\alpha = \alpha x^{\alpha-1}$$

$$\frac{d}{dx} \alpha^x = \ln(\alpha) \alpha^x$$

$$\frac{d}{dx} \log_\alpha(x) = \frac{1}{x \ln(\alpha)}$$

$$\frac{d}{dx} \ln(x) = \frac{|x|}{x}$$

$$\frac{d}{dx} e^x = e^x$$

$$\frac{d}{dx} \sin(x) = \cos(x)$$

$$\frac{d}{dx} \cos(x) = -\sin(x)$$

$$\frac{d}{dx} \tan(x) = \frac{1}{\cos^2(x)} = 1 + \tan^2(x)$$

Regole di derivazione:

$$(k \cdot f(x))' = k \cdot f(x)'$$

$$(f(x) \pm g(x))' = f'(x) \pm g'(x)$$

$$(f(x) \cdot g(x))' = f'(x) \cdot g(x) + f(x) \cdot g'(x)$$

$$\left(\frac{f(x)}{g(x)} \right)' = \frac{f' \cdot g - f \cdot g'}{g^2(x)}$$

$$\left(\frac{1}{f(x)} \right)^{-1} = -\frac{f'}{f^2(x)}$$

$$[f(g(x))]' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

Derivate di funzioni composte:

$$D[f(x)]^\alpha = \alpha [f(x)]^{\alpha-1} \cdot f'(x)$$

$$D \log(f(x)) = \frac{f'(x)}{f(x)}$$

$$D \alpha^{f(x)} = f'(x) \cdot \alpha^{f(x)} \cdot \ln(\alpha)$$

$$D e^{f(x)} = f'(x) \cdot e^{f(x)}$$

$$D \sin(f(x)) = f'(x) \cdot \cos(f(x))$$

$$D \cos(f(x)) = f'(x) \cdot -\sin(f(x))$$

$$D \tan(f(x)) = \frac{f'(x)}{\cos^2(f(x))}$$

REGOLA PER FARE LE DERIVATE PARZIALI:

considera tutte le altre variabili come costanti rispetto alla variabile in cui fare la derivata

FORMULARIO SCRITTO MISURE ELETTRONICHE