

### Definizione

Misurare una grandezza significa determinarne il valore mediante l'uso di un'altra prefissata della stessa specie, assunta a unità di misura. Per ogni singola grandezza la scelta dell'unità di misura è arbitraria e lo dimostra il fatto della miriade di unità di misura esistente nei vari paesi del mondo ancora oggi.

### Un pò di storia

Le varie grandezze che si presentano alle nostre osservazioni non sono tutte indipendenti fra loro, ma la maggior parte di esse sono collegate da relazioni ben determinate. Sostanzialmente queste relazioni consentono di esprimere le varie grandezze come derivate da un limitato numero di altre grandezze definite variabili indipendenti. Per esempio, le aree, i volumi, si possono esprimere in funzione delle dimensioni lineari. Si è così ravvisata l'opportunità di scegliere le unità di misura delle varie grandezze assunte come unità fondamentali dalle quali derivare le altre, in funzione di queste. In particolare nei fenomeni meccanici tutte le grandezze sono definibili in base alle tre sole unità prese come fondamentali, in quanto indipendenti tra di loro, e quindi definite come derivate da queste. L'insieme delle 3 unità fondamentali e di tutte le derivate costituisce il **sistema assoluto di unità di misura** per i fenomeni meccanici. Volendo studiare i fenomeni elettromagnetici occorre aggiungere una quarta unità di misura fondamentale relativa ad una grandezza elettrica. Si può quindi affermare che le unità di misura di tutte le grandezze fisiche possono essere inquadrare in sistemi impostati su 4 unità fondamentali. Nel passato ha avuto importanza, per le grandezze meccaniche, il sistema assoluto C.G.S., avente per unità fondamentali il Centimetro, il Grammo e il Secondo, mentre per la grandezza elettrica si usava o la costante dielettrica nel vuoto, o la permeabilità magnetica nel vuoto. Il Congresso Internazionale dell'Aia del 1935 ha ufficialmente sancito l'adozione di un unico sistema di unità, denominato **sistema definitivo Giorgi**, dal nome del Professor Giovanni Giorgi che l'aveva proposto già nel 1901.

Il sistema definitivo Giorgi assume, per le grandezze meccaniche, le unità fondamentali seguenti (anche conosciuto come sistema M.K.S.):

1. Unità di grandezza Metro, rappresentata dal metro campione in platino-Iridio, alla temperatura di zero gradi centigradi, conservato nel Museo Internazionale di Pesi e Misure di Sevres
2. Unità di massa Kilogrammo-massa, rappresentata dal kilogrammo campione, in platino-Iridio, conservato come il precedente, ed equivalente alla massa di un  $\text{dm}^3$  di acqua distillata a zero gradi centigradi
3. Unità di tempo Secondo rappresentata dalla  $86400^{\text{ma}}$  parte del giorno solare medio.

In base a queste tre unità fondamentali si ricavano le grandezze derivate, le principali delle quali sono:

1. Unità di **forza**: è la forza che imprime alla massa di un Kg-massa una variazione di velocità (accelerazione) di 1 metro al secondo quadrato. Questa unità è stata chiamata Newton.
2. Unità di **lavoro** o di **energia**: è la quantità di lavoro che viene prodotta dalla unità "forza" che sposta di un metro (il Kg-massa) nel senso della direzione della forza stessa. Denominata Joule,  $1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$ .
3. Unità di **potenza**: è la potenza che produce il lavoro di 1 Joule al secondo. Denominata Watt,  $1\text{W} = 1\text{J}/1\text{s}$ .

## UN PO' DI STORIA

1790	Il governo francese avvia il primo tentativo di costruire un sistema di unità di misura.
1795	Il governo francese introduce per legge il <u>Sistema metrico decimale</u> . Prima definizione del metro come la frazione $1/10^7$ dell'arco di meridiano terrestre dal polo all'equatore. La definizione verrà modificata nel 1799.
1799	Il campione naturale del metro ( $1/10^7$ dell'arco di meridiano terrestre dal polo all'equatore) viene sostituito da un campione artificiale costituito da una barra in platino ( <i>metro legale di Fortin</i> ). Il campione verrà sostituito nel 1889. Viene costruito il campione in platino del chilogrammo.
1832	Gauss promuove il Sistema Metrico, adottando per le misure di tempo il secondo definito astronomicamente.
1874	La British Association for the Advancement of Science (BAAS) introduce il sistema c.g.s., un sistema coerente basato sulle tre unità meccaniche: centimetro, grammo, secondo.
1875	La Convenzione del metro viene firmata a Parigi dai rappresentanti di 17 stati. Viene istituito il <u>Bureau International des Poids et Mesures</u> .
1880	La British Association for the Advancement of Science (BAAS) introduce un insieme coerente di unità pratiche per l'elettromagnetismo, tra cui l'ohm, il volt e l'ampere.
1889	La 1a C.G.P.M. introduce i nuovi campioni in platino-iridio del metro e del chilogrammo. Insieme con il secondo, le tre unità della meccanica formano il sistema M.K.S. Il campione del metro verrà sostituito nel 1960.
1901	Giorgi mostra che è possibile combinare le 3 unità meccaniche del sistema M.K.S. con le unità pratiche dell'elettromagnetismo, formando un sistema coerente con 4 unità fondamentali: le tre meccaniche ed una elettromagnetica ( <u>Sistema Giorgi</u> ).
1948	La 9a C.G.P.M. definisce l'ampere con riferimento alla legge dell'azione elettrodinamica tra due conduttori paralleli.
1954	La 10a C.G.P.M. introduce il kelvin e la candela.
1960	Il campione artificiale del metro (barra in platino-iridio) viene sostituito da un campione naturale, il <i>metro ottico</i> , definito come un multiplo della lunghezza d'onda della luce emessa dall'isotopo 86 del kripton. Il campione verrà sostituito nel 1983.
1961	La 11a C.G.P.M. introduce il <u>Sistema Internazionale (S.I.)</u> .
1967	La 13a C.G.P.M. definisce il secondo con riferimento alla frequenza della radiazione emessa dall'isotopo 133 del Cesio. Nasce l'orologio al Cesio. Viene anche ridefinito il kelvin come unità di misura della temperatura.
1971	La 14a C.G.P.M. definisce la mole come unità di misura della quantità di sostanza.
1979	La 16a C.G.P.M. ridefinisce la candela come unità di misura dell'intensità luminosa.
1983	La 17a C.G.P.M. ridefinisce il metro come la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un ben definito intervallo di tempo. La velocità della luce nel vuoto diviene una costante esatta.

Molto spesso per esprimere un valore è necessario usare un multiplo o un sottomultiplo di una unità di misura per evitare di scrivere un numero con molte cifre. Nella tabella che segue sono elencati i prefissi di detti multipli e sottomultipli usati nell'SI, con rispettivo simbolo e fattore moltiplicativo.

Prefisso	Simbolo	English	Fattore di moltiplicazione	Espressione numerica esatta
yotta	Y	yotta	$10^{24}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	zetta	$10^{21}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	exa	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000 000
peta	P	peta	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000 000
tera	T	tera	$10^{12}$	1 000 000 000 000 000
giga	G	giga	$10^9$	1 000 000 000
mega	M	mega	$10^6$	1 000 000
kilo	K	kilo	$10^3$	1 000
etto	h	hecto	$10^2$	100
deca	da	deka	$10^1$	10
sottomultipli				
dieci	d	dieci	$10^{-1}$	0.1
centi	c	centi	$10^{-2}$	0.01
milli	m	milli	$10^{-3}$	0.001
micro	μ	micro	$10^{-6}$	0.000 001
nano	n	nano	$10^{-9}$	0.000 000 001
pico	p	pico	$10^{-12}$	0.000 000 000 001
femto	f	femto	$10^{-15}$	0.000 000 000 000 001
atto	a	atto	$10^{-18}$	0.000 000 000 000 000 001
zepto	z	zepto	$10^{-21}$	0.000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	yocto	$10^{-24}$	0.000 000 000 000 000 000 000 001

Dopo la guerra, nel 1946, il Comitato Internazionale dei Pesi e Misure decise di utilizzare l'Ampere (A) quale unità di misura elettrica da aggiungere al sistema Giorgi. L'Ampere fu definito come l'intensità di corrente elettrica costante la quale, mantenuta in due conduttori rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti alla distanza di un metro uno dall'altro, nel vuoto, produrrebbe fra questi conduttori una forza eguale a  $2 * 10^{-7}$  unità M.K.S. di forza per metro di lunghezza, e cioè  $2 * 10^{-7}$  Newton. Le quattro unità fondamentali del sistema Giorgi internazionalmente adottate restano così precisate come: Metro, Kilogrammo-massa, Secondo, Ampere (anche chiamato sistema M.K.S.A). In base a queste si definiscono tutte le altre grandezze derivate. Alle Conferenze generali sui pesi e le misure nel periodo compreso tra il 1954-1971, si è definito e adottato il Sistema Internazionale ( SI ), esso prevede l'aggiunta di tre nuove unità campione:

- Kelvin: è l'unità di temperatura termodinamica ed è uguale alla frazione di 1/273.16 della temperatura del punto triplo dell'acqua.
- Candela: la candela è l'unità di misura dell'intensità luminosa ed è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente che emette radiazione monocromatica di frequenza  $540 * 10^{12}$  hertz e che ha un'intensità radiante in quella direzione di 1/683 watt per steradiante.
- Mole: è una quantità di sostanza di un dato sistema che contiene un numero di entità elementari uguale a quello di atomi contenuti in 0.012 chilogrammi dell'isotopo  $^{12}\text{C}$  del carbonio.

Nello stesso periodo, per venire incontro alla crescente necessità di maggiore precisione, si sono ridefiniti i campioni del metro e del secondo. Attualmente il SI è adottato nella quasi totalità dei paesi del mondo. Nel nostro in particolare, lo stesso è stato recepito e legalizzato con l'emanazione del DPR del 22.08.82 n. 802, a recepimento della direttiva CEE n. 80/181 del 20 dicembre 1979.

Grandezza	Formula di definizione	Nome/Unità	Abbreviazione
<b>Fondamentali</b>			
lunghezza ( l )	Campioni	metro	m
massa		kilogrammo-massa	Kg
tempo ( t )		secondo	sec
corrente elettrica ( I )		ampere	A
<b>Geometriche</b>			
Area	$S = l^2$	metro quadrato	$m^2$
Volume	$V = l^3$	metro cubo	$m^3$
Angolo	$\alpha$ (numero)	radiante	r
Numero di spire	N (numero)	spira	sp
<b>Fisiche Generali</b>			
Energia e Lavoro	W	Joule	J
Potenza	$P = W / t$	Watt	W
<b>Meccaniche</b>			
Velocità lineare	$V = l / t$	metro per secondo	m/sec
Accelerazione lineare	$a = v / t = l / t^2$	metro per secondo quadro	$m/sec^2$
Velocità angolare	$\omega = \alpha / t$	radiante per secondo	r/sec
Forza (peso)	$f = W / l$	newton	N
Coppia meccanica	$C = W / \alpha$	joule per radiante	J/r
Pressione	$p = f / S$	newton per metro quadro	$N/m^2$
Peso specifico	$\gamma = r / l^3$	newton per metro cubo	$N/m^3$
<b>Elettriche</b>			
Quantità di elettricità	$Q = I * t$	Coulomb (A per sec)	C
Tensione elettrica	$V = P / I$	Volt	V
Campo elettrico	$R = V / I$	Volt per metro	V/m
Resistenza elettrica	$R = V / I$	Ohm	$\Omega$
Capacità	$C = Q / V$	Farad	F
Induttanza	$L = V * t / I$	Henry	H
Costante dielettrica	$\epsilon = C * l / S$	Farad per metro	F/m
<b>Magnetiche</b>			
Flusso magnetico	$\Phi = V * t / N$	Weber	Vb
Tensione magnetica	$F = N * I$	Amperspira	Asp
Campo magnetico	$H = F / l$	Amperspira per metro	Asp/m
Riluttanza	$R = N * l / \Phi$	Henry	$H^2$
Induzione magnetica	$B = \Phi / S$	Weber per metro quadro	$Vb/m^2$
Permeabilità magnetica	$\mu = B / H$	Henry per metro quadro	H/m