



Università degli Studi di Cassino

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale



*Associazione Nazionale
Gruppo Misure
Elettriche ed Elettroniche*

Lezioni del Corso di
Fondamenti di Misure

A.A. 2009-2010 Ing. Marco Laracca



Indice

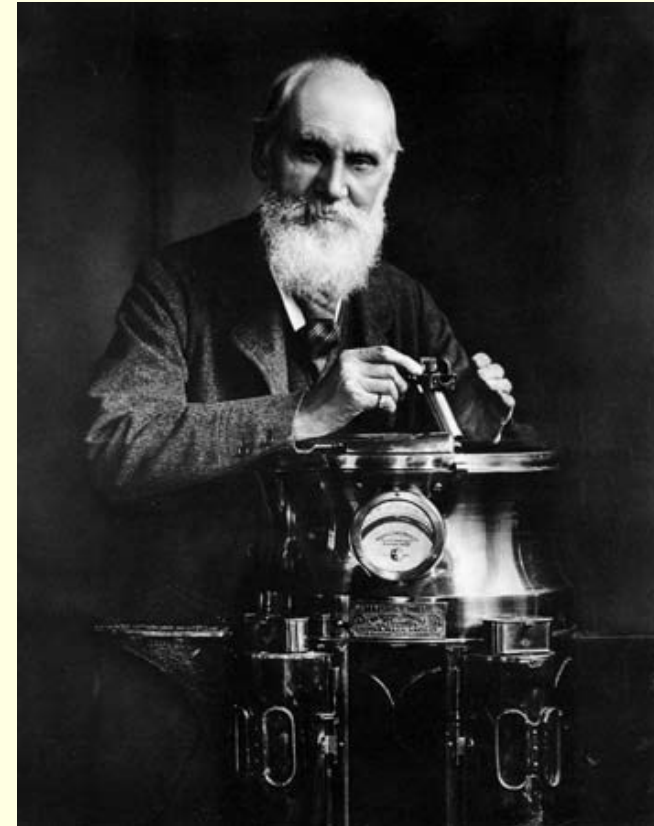
1. Il Significato Fisico della Misura
2. La Catena di Misura
3. Il Sistema Internazionale
4. Il Sistema Nazionale di Taratura

La misura delle grandezze fisiche

“...io spesso affermo che quando voi potete misurare ed esprimere in numeri ciò di cui state parlando, solo allora sapete esprimere qualcosa di esso; ma quando non vi è possibile esprimere numericamente l’oggetto della vostra indagine, allora la vostra conoscenza è scarsa ed insoddisfacente.

Questo può rappresentare solo l’inizio della conoscenza, ma nelle vostre menti voi avete a malapena fatto qualche progresso verso la Scienza, qualunque sia l’argomento...”

William Thomson - Lord Kelvin (1824-1907)



Definizioni di Metrologia

"scienza che studia i problemi inerenti alla misurazione e quindi alla scelta delle unità di misura e dei sistemi di misurazione"

il Grande Dizionario Garzanti della lingua italiana (1987)

*“Campo della conoscenza che riguarda le misurazioni.
La metrologia comprende tutti gli aspetti teorici e pratici che riguardano le misurazioni, qualunque sia il livello di accuratezza, in ogni campo della scienza e della tecnologia”*

Vocabolario internazionale dei termini fondamentali e generali di metrologia
UNI CEI U37.00.001.0 (1990)

*La misura delle grandezze fisiche***Perché si Misura?**

Esigenza	Ambito Metrologico
Commercio	Legale
Conoscenza leggi della fisica	Scientifico
Regolazione e controllo	Industriale

La misura delle grandezze fisiche

Diversi sono i motivi o le finalità per cui si effettua una misura:

- finalità **commerciali** (regolazione degli scambi commerciali)
- finalità **scientifiche** (conoscenza delle leggi fisiche definendo mediante misurazioni le proprietà dei materiali e verificando le leggi descrittive della fisica)
- finalità **industriali** (regolazione e controllo, monitoraggio e verifica dei parametri dei processi di produzione)

La conoscenza quantitativa delle grandezze fisiche consente di aumentare le interazioni tra l'uomo e l'universo e, di conseguenza, di aumentare la sua capacità di governo del sistema tramite sensori asserviti a sistemi di controllo, monitoraggio, allarme.

La misura delle grandezze fisiche

La **misura** è il procedimento che permette di ottenere la descrizione quantitativa di una grandezza fisica.

Questo processo presuppone sempre:

- l'elaborazione di un **modello descrittivo del misurando**, mediante la sua definizione e la formalizzazione di relazioni fisiche tra la grandezza misurata e altre grandezze;
- la formalizzazione di una **scala di misura**, che consenta di riconoscere una relazione d'ordine tra i diversi valori che il misurando può assumere.

La misura delle grandezze fisiche

Il processo di *misurazione* produce un'informazione quantitativa, ovvero un valore numerico definito come "*misura*". Il risultato di una misura non può essere rappresentato con un semplice numero ma è necessario associare ad esso:

- l'identificazione univoca del ***misurando*** (mediante l'elaborazione del modello descrittivo del misurando)
- la ***scala di misura utilizzata*** (mediante l'indicazione dell'unità di misura)
- la ***qualità della misura*** (mediante l'indicazione dell'incertezza di misura).



La misura delle grandezze fisiche



La misura **deve** essere espressa sulla base di una relazione del tipo:

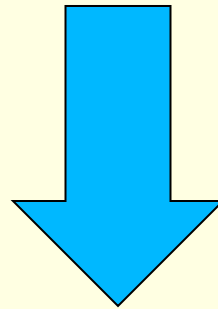
$$X = (x \pm u) g_x$$

avendo indicato con:

- X la generica grandezza di misura
- x il risultato della misura
- u l'incertezza di misura
- g_x l'unità di misura

La misura delle grandezze fisiche

Le unità di misura delle grandezze fisiche g_x sono definite tramite un sistema internamente coerente in cui, scelto in modo univoco un numero limitato di *unità fondamentali* e/o di *costanti universali*, le rimanenti *unità derivate* si ottengono mediante la definizione della specifica grandezza fisica a partire da quelle fondamentali.



Il **Sistema Internazionale SI**, é il sistema di misura universalmente riconosciuto dalla collettività scientifica internazionale ed é stato ufficialmente adottato dalla Comunità Europea per tutte le transazioni di interesse economico e sociale.

La misura delle grandezze fisiche

Una misura può essere ottenuta:

- in maniera ***diretta***, per confronto diretto con l'unità di misura ed i suoi multipli o sottomultipli
(*es. le misure di massa tramite bilance a piatti*)
- in maniera ***indiretta*** (più diffusamente), mediante l'applicazione di leggi fisiche che legano la grandezza incognita ad altre misurabili direttamente
(*es. misura della velocità dalla misura di spazio e tempo, $v = s/t$*).

La misura delle grandezze fisiche

Definizione di *misura indiretta*

Metodo di misurazione nel quale il valore del misurando è ottenuto mediante misurazione di altre grandezze legate funzionalmente al misurando (VIM)

Metodo che consente di assegnare per calcolo la misura ad un misurando effettuando la misurazione con metodi diretti su altri parametri ad esso collegati (UNI 4546 - *Misure e misurazioni. Termini e definizioni fondamentali*)

Definizione di *misura diretta*

Metodo che consente di collegare il segnale di lettura alla misura del misurando senza dover conoscere esplicitamente misure di altri parametri, eccetto quello delle grandezze di influenza (UNI 4546)

La misura delle grandezze fisiche

Esempi di misure **dirette**:

- la misura di lunghezza mediante un'asta graduata;
- la misura della massa mediante una bilancia a molla (*misura ottenuta tramite la correlazione lineare esistente tra carico e deformazione, in un elemento elastico*);
- la misura della temperatura mediante un termometro a resistenza (*misura ottenuta tramite la legge fisica che lega la resistenza elettrica di un metallo alla temperatura, $R=R(T)$*).

La misura delle grandezze fisiche

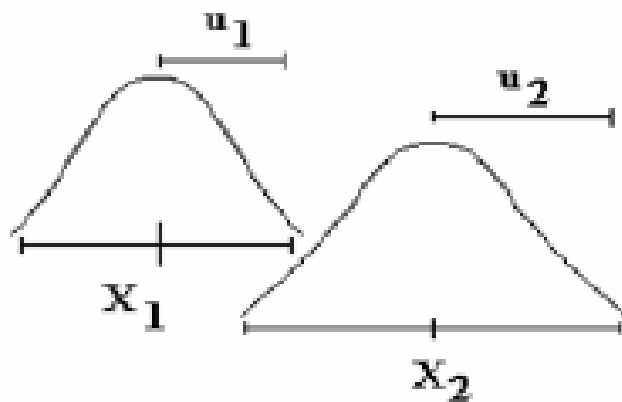
Esempi di misure **indirette**:

- la misura della potenza termica, fornita mediante un fluido termovettore ed ottenuta mediante un bilancio di prima legge (i.e. applicando il principio di conservazione dell'energia), tra l'ingresso e l'uscita del fluido nelle tubazioni del circuito idraulico;
- la misura del rendimento di un impianto termico, mediante il rapporto tra la potenza meccanica (o elettrica) ottenuta e quella termica (o chimica) fornita;
- la misura della potenza elettrica in un impianto elettrico, mediante la misura della corrente e della tensione.

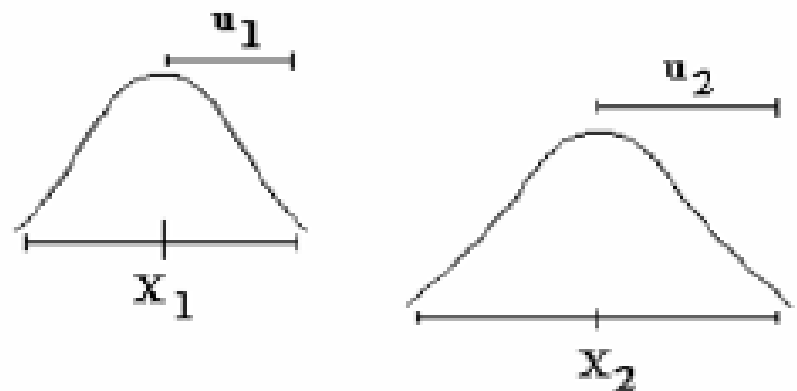
La misura delle grandezze fisiche

Si definiscono **compatibili** tra loro solo le misure di un medesimo misurando effettuate in “stati” diversi (diversi operatori con diversi strumenti e metodologie, e in diversi tempi e luoghi) che presentino almeno un elemento della propria fascia di valore in comune.

In sostanza, due misure si definiscono **compatibili** se hanno almeno un elemento della fascia di valori $x \pm u$ in comune



a) misure compatibili



b) misure non compatibili

La misura delle grandezze fisiche

La compatibilità tra due misure diverse consente l'intercambiabilità della strumentazione, degli operatori, delle metodologie di misura; in definitiva consente di:

- stabilire la correttezza di differenti metodologie di misura (con assegnate incertezze)
- confrontare in modo quantitativo prodotti di diversi fornitori

Il presupposto per garantire la compatibilità delle misure è:

- definire univocamente una scala di misura (Sistema Internazionale);
- realizzare campioni affidabili (mediante gli IMP e confronti naz/internaz.)
- disseminare i campioni sul territorio (sistema SIT in Italia);
- tarare o verificare periodicamente la strumentazione di misura (mediante i laboratori di misura e di prova che possiedano, o meglio, realizzino ***misure riferibili*** e cioè riconducibili ai valori dei campioni SI mediante una catena ininterrotta di confronti).

Un po' di Storia ...

➤ **Sistema metrico francese (1789)**

Il 7 aprile 1795 per volere dell'Assemblea Nazionale fu pubblicata la tabella ufficiale del sistema metrico decimale (universalità dell'unità di misura, riproducibilità). Il suo punto di forza è l'introduzione della decimalizzazione dell'unità.

➤ **Trattato della convenzione del metro (1875)**

17 Nazioni aderiscono alla convenzione del sistema metrico (vengono ufficialmente stabiliti come unità di misura metro e grammo) e istituiscono la Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM)

discutere ed incentivare le misure necessarie per diffondere e perfezionare il Sistema SI

Sanzionare i risultati di nuove determinazioni metrologiche fondamentali

Adottare risoluzioni scientifiche di portata Internazionale

Deliberare la definizione delle unità SI

Un po' di Storia ...

➤ **Sistema Giorgi (1938)**

sistema mks (metro, chilogrammo, secondo)

sistema mks Ω (metro, chilogrammo, secondo, Ampere)

sistema mksA (metro, chilogrammo, secondo, Ampere)



➤ **Sistema Internazionale**

Il sistema internazionale nasce dall'esigenza di semplificare gli scambi commerciali e le collaborazioni scientifiche. In Italia il SI è stato ufficialmente recepito con il decreto legge dell' 11 agosto 1991 n.273.

Il suo utilizzo è obbligatorio nella stesura di atti e documenti con valore legale.

Il mancato rispetto delle norme di scrittura imposte dal SI potrebbe comportare l'invalidazione di tali atti.

Il Sistema Internazionale

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 37 del 15 febbraio 1994 - Serie generale

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo 1 (70%)

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Martedì, 15 febbraio 1994

**SI PUBBLICA TUTTI
I GIORNI NON FESTIVI**

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA, UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 20 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 56061

N. 26

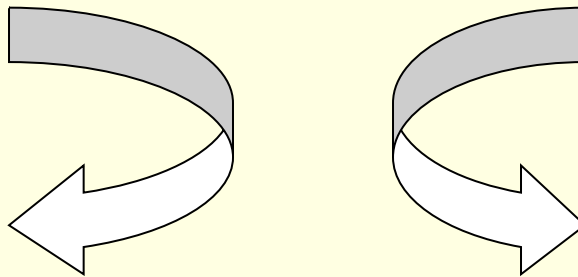
MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DECRETO MINISTERIALE 30 novembre 1993, n. 591.

Regolamento concernente la determinazione dei campioni nazionali di talune unità di misura del Sistema internazionale (SI) in attuazione dell'art. 3 della legge 11 agosto 1991, n. 273.

DUE CLASSI DI UNITA' DEL SI

Fondamentali
o di base



Derivate

*Il Sistema Internazionale***Grandezze fondamentali**

Grandezza	Nome	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Intensità di corrente elettrica	ampere	A
Temperatura termodinamica	kelvin	K
Intensità luminosa	candela	cd
Quantità di sostanza	mole	mol

Il Sistema Internazionale

Grandezze derivate

Grandezza derivata	Nome	Simbolo	In unità fondamentali SI	In unità derivate SI
angolo piano	radiante	rad	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$	
angolo solido	steradiano	sr	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$	
temperatura Celsius	grado Celsius	°C	K	
frequenza	hertz	Hz	s^{-1}	
forza	newton	N	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	
pressione	pascal	Pa	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$
energia	joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$\text{N} \cdot \text{m}$
potenza	watt	W	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$	$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$
carica elettrica	coulomb	C	$\text{A} \cdot \text{s}$	
potenziale elettrico	volt	V	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{W} \cdot \text{A}^{-1}$
capacità elettrica	farad	F	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1}$
resistenza elettrica	ohm	Ω	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$	$\text{V} \cdot \text{A}^{-1}$
conduttanza elettrica	siemens	S	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$	$\text{A} \cdot \text{V}^{-1}$
flusso induzione magn.	weber	Wb	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{V} \cdot \text{s}$
induzione magnetica	tesla	T	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{Wb} \cdot \text{m}^{-2}$
induttanza e mutua ind.	henry	H	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$	$\text{Wb} \cdot \text{A}^{-1}$
flusso luminoso	lumen	lm	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cd} = \text{cd}$	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
illuminamento	lux	lx	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{cd} = \text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$
attività (sorgente radioat.)	becquerel	Bq	s^{-1}	
dose assorbita	gray	Gy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
equivalente di dose assor.	sievert	Sv	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Multipli e sottomultipli

Fattore moltiplicativo	Prefisso	Simbolo	Fattore moltiplicativo	Prefisso	Simbolo
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	milli	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^9	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^6	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^3	kilo	k	10^{-18}	atto	a
10^2	etto	h	10^{-21}	zepto	z
10^1	deca	da	10^{-24}	yocto	y

Il Sistema Internazionale

Proprietà del Sistema Internazionale di Unità di Misura

<i>assolutezza</i>	campione scelto sulla base di leggi universali della fisica, ovvero non dipendente dai particolari materiali utilizzati;
<i>universalità</i>	campione accettato da tutti
<i>riproducibilità</i>	campione realizzabile in luoghi e tempi diversi senza differenze significative;
<i>stabilità</i>	campioni stabili, cioè connessi a fenomeni o grandezze fisiche inalterabili nel tempo;
<i>praticità</i>	grandezze fondamentali con senso fisico immediato
<i>coerenza</i>	una qualsiasi unità dovrebbe poter essere espressa come: $\mathbf{g_{SI} = m^a \, kg^b \, s^c \, A^d \, K^e \, cd^f \, mol^g}$ con a, b,... coeff. intero, (nullo, positivo o negativo)
<i>indipendenza</i>	delle grandezze fondamentali; altre grandezze derivate dalle relazioni fisiche o geometriche (es. lunghezza/superficie);
<i>uniformità</i>	scale di misura uniformi, possibilità di ricavare il valore di un qualunque intervallo mediante due letture lungo la scala.

Il Sistema Internazionale

Alcune regole del SI

- punto a mezz'altezza o di uno spazio per indicare unità derivate ottenute dal prodotto di altre unità (es. $N \cdot m$ o $N\ m$);
- barra obliqua, orizzontale o esponenti negativi per indicare unità derivate ottenute dal rapporto di altre unità (es. m/s o $m \cdot s^{-1}$);
- forme esponenziali per indicare unità derivate ottenute dal rapporto o dal prodotto di altre unità ogni volta che possano generarsi ambiguità (es. $m \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$ non $m/s \cdot A$);
- spazio tra numero e unità;
- nessuno spazio tra prefisso e simbolo della unità;
- non utilizzare simboli composti di più prefissi (es. $1\ nm$, e non $1\ mmm$);
- scrittura per esteso dei prefissi e dei simboli, quando questi non sono accompagnati dal valore numerico, risultato di una misura;
- iniziale minuscola per le unità caratterizzate da un nome proprio (es. joule, watt, ecc.);
- iniziale maiuscola quando di tali unità si adotti il simbolo (es. J , W , ecc.);
- uso fattore moltiplicativo più opportuno, al fine di ridurre il numero delle cifre significative (es. $3.63\ mm$ e non $0.00363\ m$);
- uso del plurale per le sole unità fondamentali SI: metro, secondo, grammo, candela, radiante, steradiano e relativi multipli.

Il Sistema Internazionale

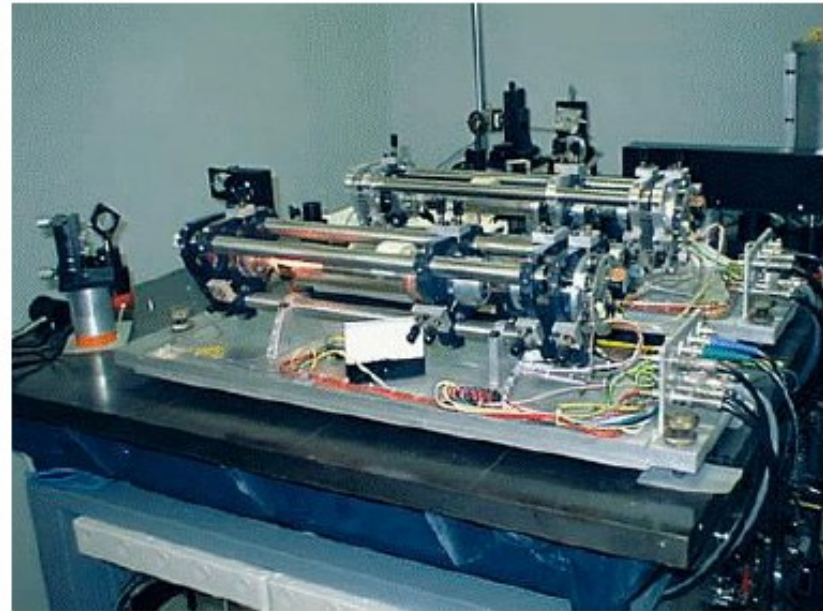
Lunghezza: metro (m)

Il metro è la lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di $1/299792458$ di secondo.

La velocità della luce nel vuoto è per definizione:

$$c_0 = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Il campione nazionale è realizzato presso l'IMGC-CNR mediante laser elio-neon stabilizzati per riferimento a transizioni della molecola dello iodio. Il valore della lunghezza d'onda ($\lambda = 632,99139822 \text{ nm}$) è ricavato da una misura di frequenza rispetto al campione di tempo in base alla relazione $\lambda = c_0/f$, con un'incertezza tipo relativa di $2,5 \cdot 10^{-11}$.



Curiosando ... la storia del metro

Data	Definizione	Incertezza
1800	Decimilionesima parte di un quadrante di un meridiano terrestre	
1889	Distanza fra due riferimenti incisi su un'asta di platino iridio conservata a Sèvres	10^{-7}
1960	1.650.763.73 volte la lunghezza d'onda emessa nel vuoto dagli atomi del nuclide ^{86}Kr nella transizione dal livello $2p_{10}$ al $5d_5$	10^{-9}
1983	Attuale definizione	10^{-11}

Il Sistema Internazionale

Massa: kilogrammo (kg)

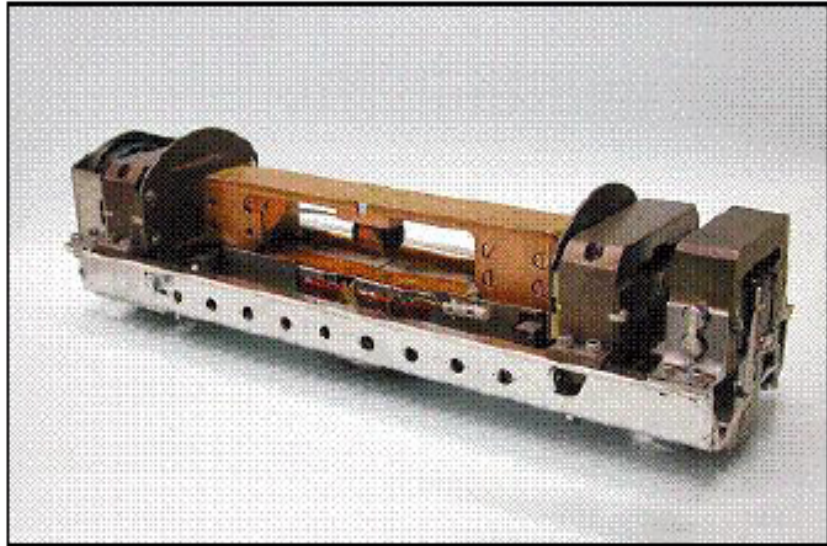
Il kilogrammo è l'unità di massa; esso è uguale alla massa del prototipo Internazionale.

Nota: Il prototipo è costituito da un cilindro di platino-iridio di altezza uguale al diametro conservato presso il BIPM. Per motivi di stabilità a lungo termine è auspicabile un prossimo collegamento dell'unità di massa con le costanti fondamentali e atomiche.

Il campione nazionale è la copia n. 62 del prototipo internazionale conservato presso l'IMGC, con il suo testimone n. 76. Presso il Ministero Attività Produttive esistono anche le copie n. 5 e n. 19 denominate rispettivamente Prototipo nazionale del primo e del secondo ordine, impiegati in metrologia legale.



Il Sistema Internazionale

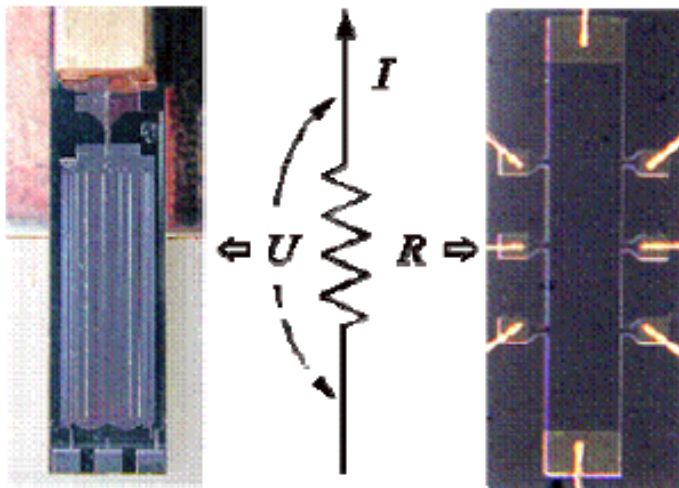


Tempo: secondo (s)

Il secondo è la durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133.

La scala di tempo nazionale è derivata presso l'IEN da un insieme di orologi atomici al cesio indipendenti ed è controllata via satellite con le scale tempo degli altri Paesi. Essa è mantenuta entro ± 100 ns rispetto al riferimento internazionale UTC (Unified Time Coordinated). L'unità di tempo è realizzata presso l'IEN con una incertezza tipo relativa di 1×10^{-13} .

Il Sistema Internazionale



Corrente elettrica: ampere (A)

L'ampere è quella corrente costante che, mantenuta in due conduttori paralleli, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti nel vuoto alla distanza di un metro l'uno dall'altro, eserciterebbe tra i due conduttori la forza di 2×10^{-7} newton per ogni metro di lunghezza.

Questa definizione fissa la permeabilità magnetica nel vuoto al valore

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}.$$

L'unità di corrente è derivata presso lo IEN dal campione nazionale di corrente elettrica (schiera di giunzioni Josephson) e di resistenza elettrica (dispositivo per l'effetto Hall quantistico). La derivazione avviene secondo la relazione $I = U/R$ tra la corrente elettrica I , la tensione U che essa produce attraversando una resistenza R e la stessa resistenza. L'incertezza tipo relativa è di 5×10^{-7} .

Il Sistema Internazionale

Temperatura termodinamica: kelvin (K)

Il kelvin è la frazione $1/273,16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua.

Nota: la temperatura termodinamica oltre che in kelvin (K), può essere espressa nella unità grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$). La relazione tra la temperatura espressa in $^{\circ}\text{C}$ (simbolo t) e la temperatura in kelvin (simbolo T) è:

$$t / ^{\circ}\text{C} = T / \text{K} - 273,15$$

Il punto triplo dell'acqua è realizzato all'IMGC con una incertezza tipo relativa di 3×10^{-7} . La Scala di Temperatura Internazionale del 1990 (STI 90) che definisce sia le Temperature Internazionali kelvin, simbolo T_{90} , che le Temperature Internazionali Celsius, simbolo t_{90} , è realizzata nell'intervallo da 25 K a 3000 K utilizzando 12 punti fissi e due tipi di termometri campione, a resistenza elettrica di platino tra 25 K e 1235 K ed a radiazione tra 1235 K e 3000 K.

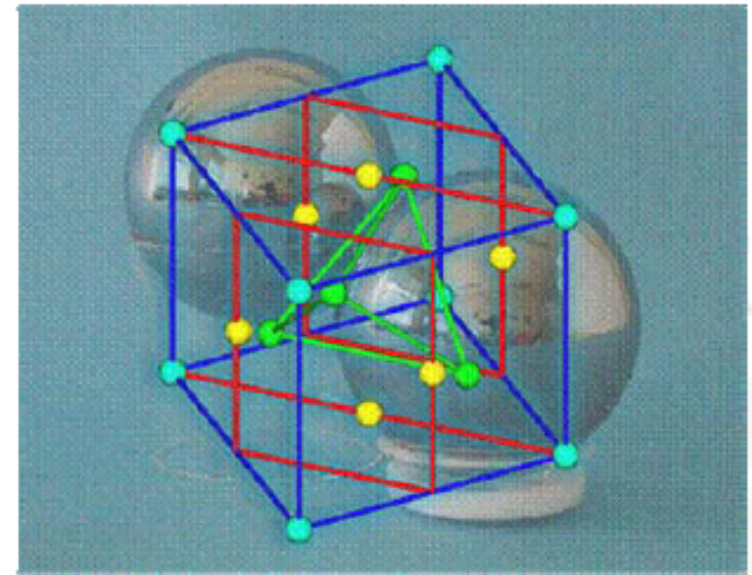


Il Sistema Internazionale

Quantità di sostanza: mole (mol)

La mole è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi contenuti in 0,012 kg di carbonio 12.

Quando si usa la mole, le entità elementari devono essere specificate, e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, altre particelle o gruppi di particelle. Nota: è inteso che in questa definizione si fa riferimento ad atomi di carbonio 12 non legati, a riposo e nello stato fondamentale.

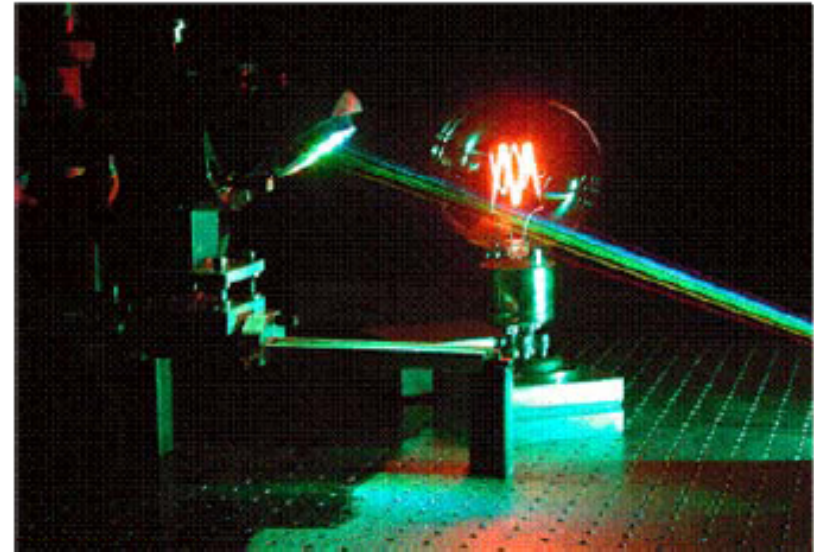


Il numero di entità fondamentali contenuti in una mole corrisponde alla “costante di Avogadro” che è stata determinata anche presso l’IMGC da misure di massa volumica e di costante reticolare (interferometria a raggi X) su monocristalli di silicio molto puro. La costante di Avogadro, $N_A = 6,022\,141\,99 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ è nota con incertezza tipo relativa di $7,9 \times 10^{-8}$ (CODATA 1998).

Il Sistema Internazionale

Intensità luminosa: candela (cd)

La candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} hertz e la cui intensità energetica in quella direzione è pari a $1/683$ watt allo steradiante. L'unità di intensità luminosa è realizzata presso l'IEN per derivazione dal campione nazionale di tensione elettrica e di resistenza elettrica mediante un radiometro assoluto; essa è conservata mediante un gruppo di lampade di corrente costante. L'incertezza tipo relativa è di 5×10^{-3} per intensità luminosa da 100 a 500 cd.



Riferibilità delle misure

Il Sistema Nazionale di Taratura (SNT) è stato istituito dalla legge n. 273 del 1991

Esso è costituito dagli Istituti Metrologici Primari (INRIM, INMRI/ENEA) e dai Centri di Taratura accreditati SIT

Gli Istituti Metrologici realizzano, conservano e disseminano i campioni delle unità di misura del Sistema SI

La disseminazione può essere effettuata direttamente dagli Istituti Metrologici o indirettamente, tramite i Centri di Taratura SIT

LEGGE 11 agosto 1991 N. 273

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Promulga

la seguente legge:

Art. 1

Sistema nazionale di taratura

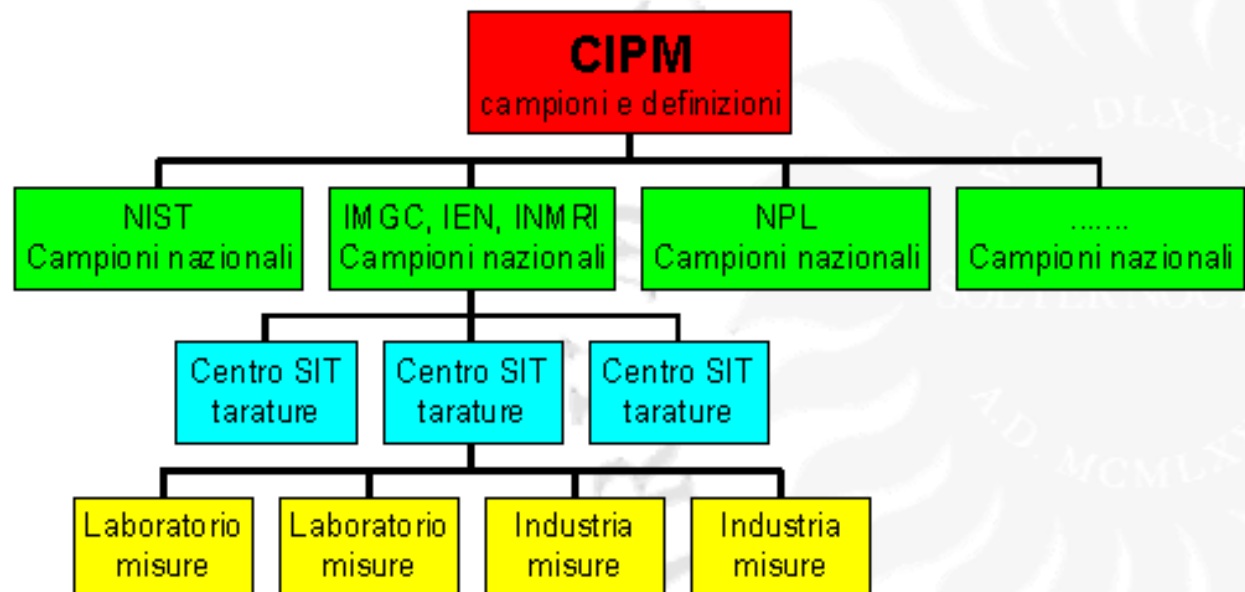
1 Il sistema nazionale di taratura è costituito dagli istituti metrologici primari e dai centri di taratura e ha il compito di assicurare la riferibilità ai campioni nazionali dei risultati delle misurazioni.

Il Sistema Nazionale di Taratura

Riferibilità:

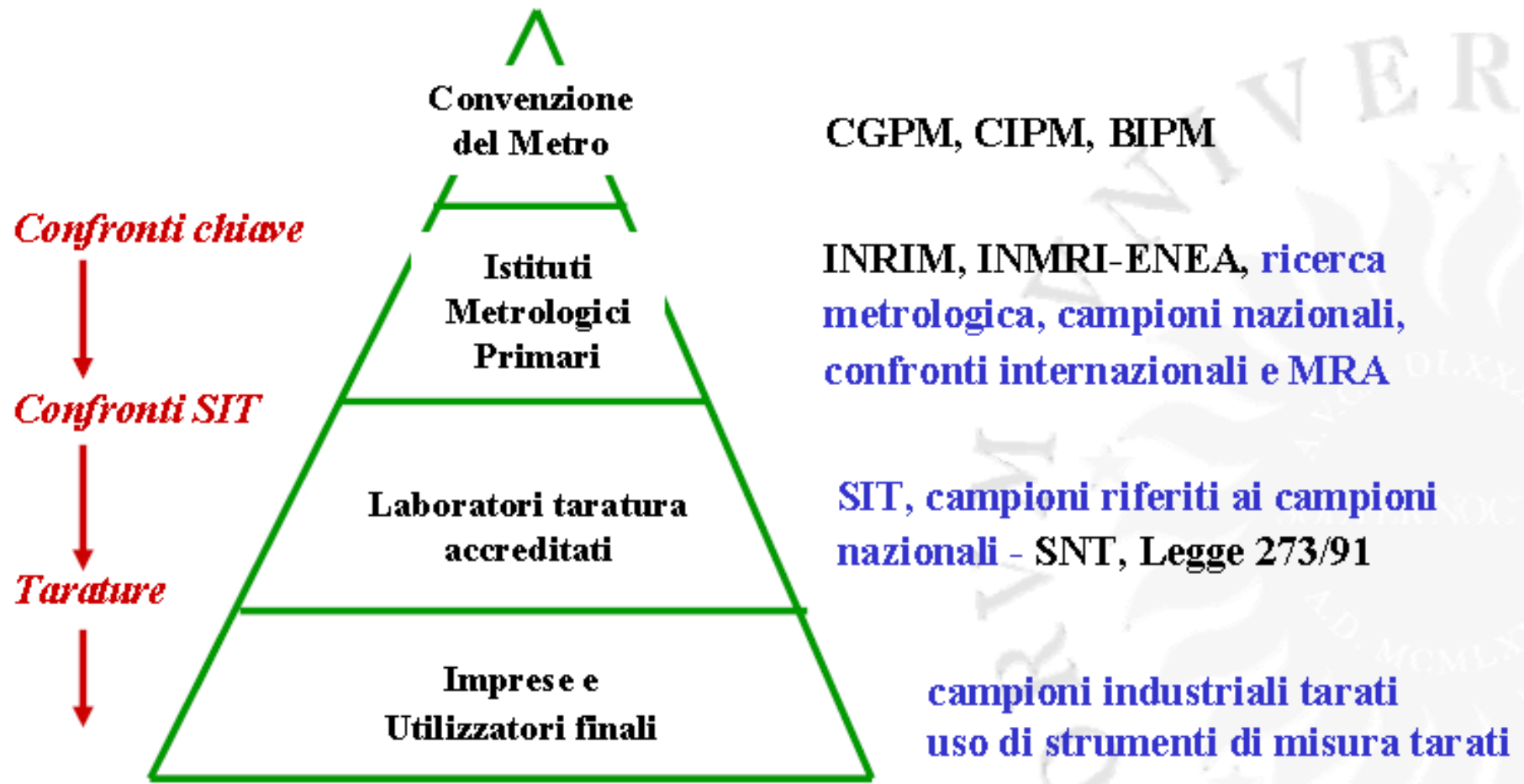
proprietà del risultato di una misurazione consistente nel poterlo riferire a campioni appropriati, generalmente nazionali od internazionali, attraverso una catena ininterrotta di confronti, **tutti con incertezza dichiarata.**

[VIM, 6.10]



Il Sistema Nazionale di Taratura

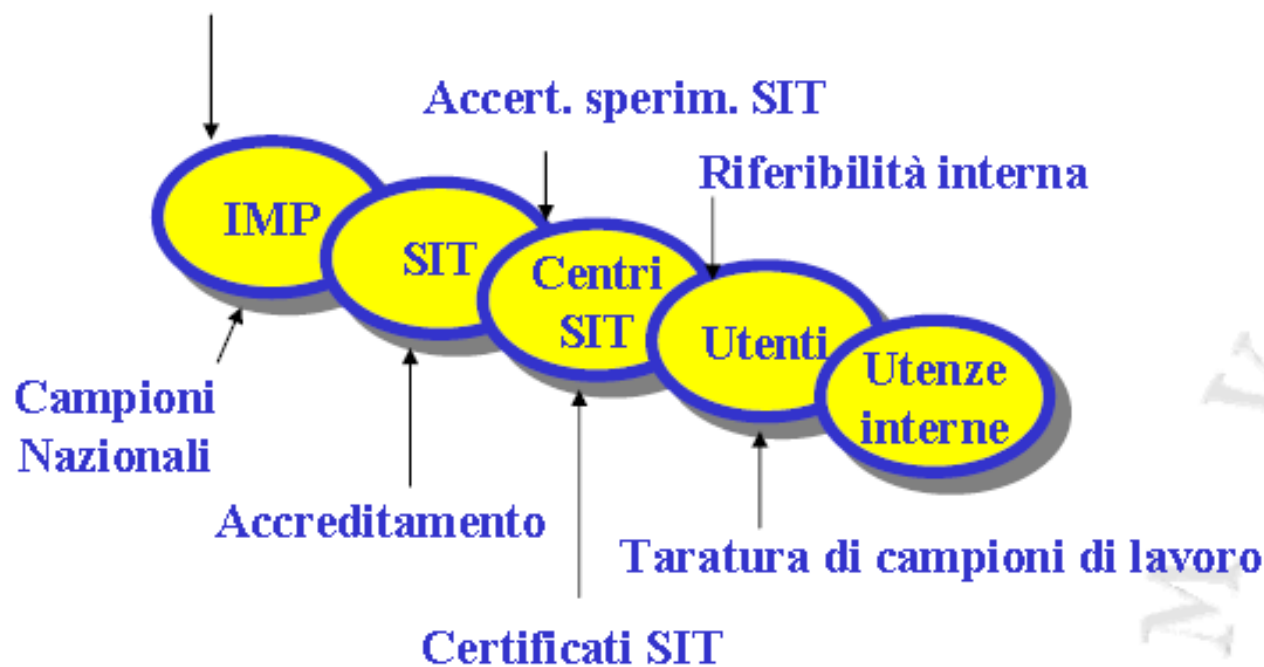
Piramide della riferibilità



Il Sistema Nazionale di Taratura

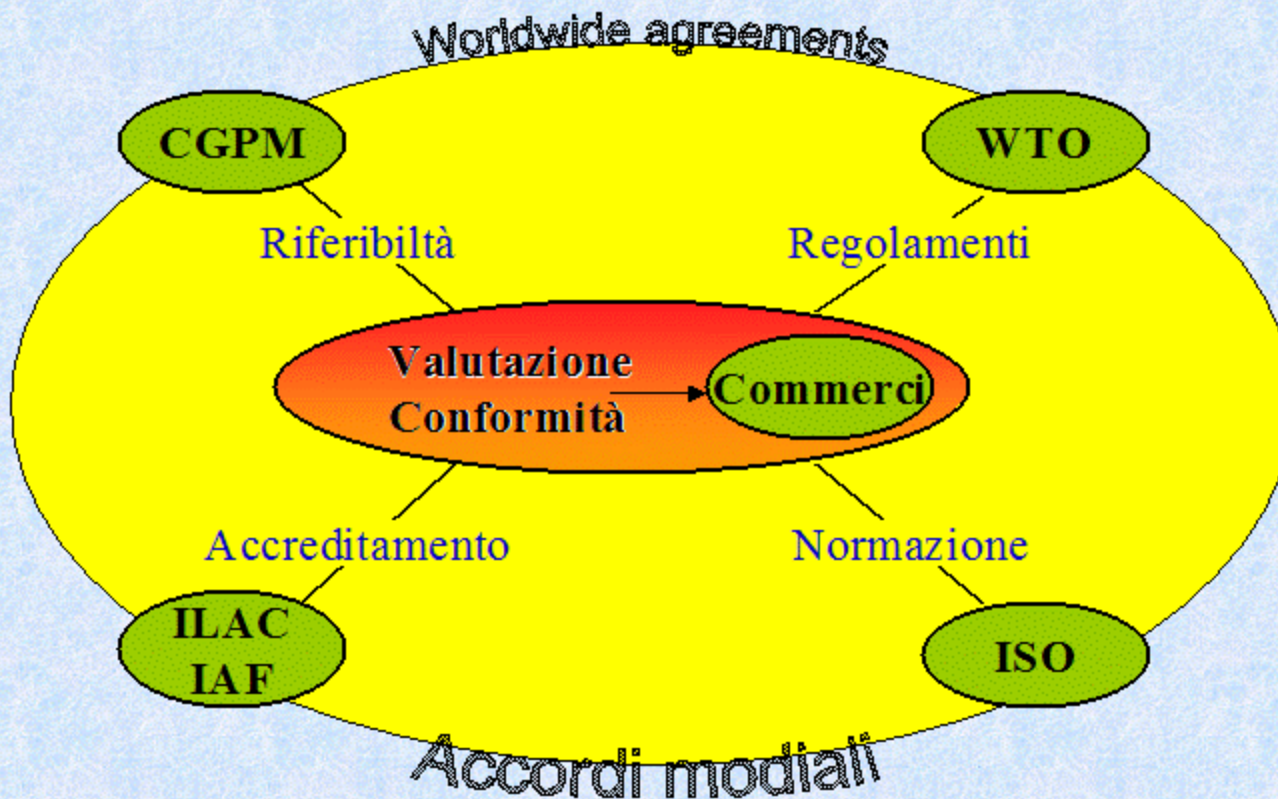
Ispezioni periodiche EA

La catena della riferibilità in Italia

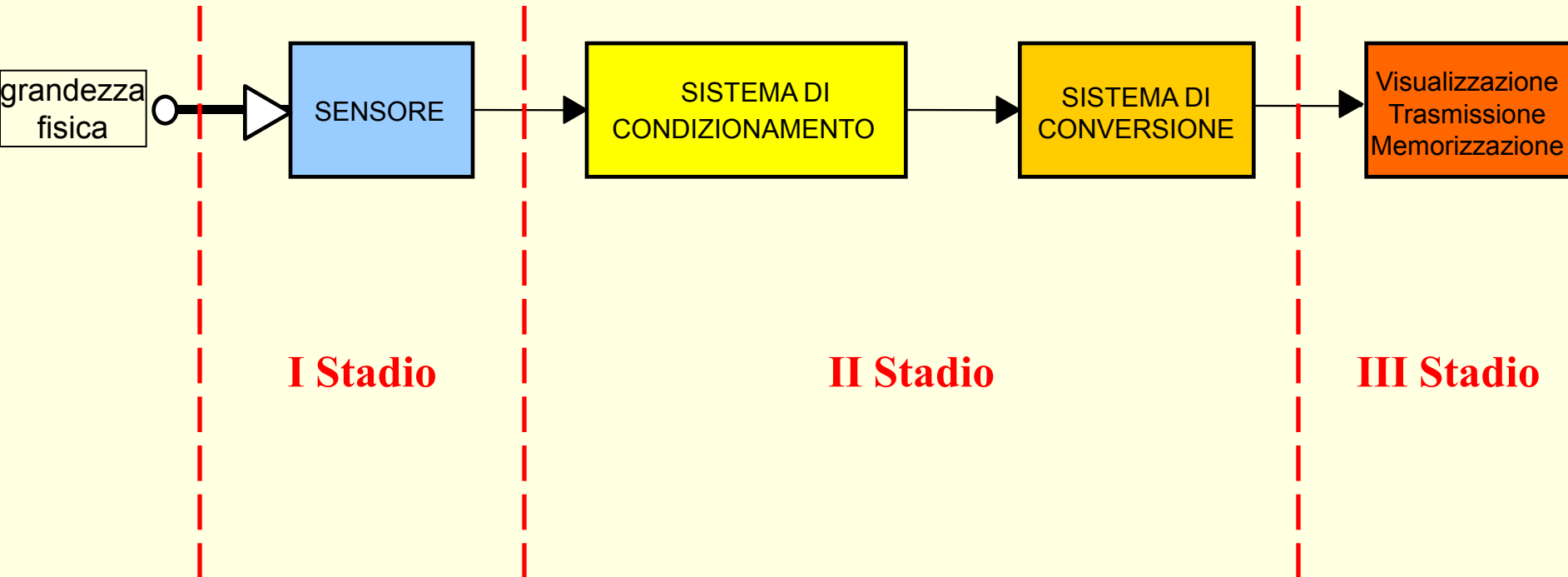


La misura delle grandezze fisiche

Libera circolazione delle merci e dei servizi



La catena di misura



La catena di misura

Catena di Misura: I Stadio

elementi sensibili o ***sensori***, che costituiscono il primo elemento in una generica catena di misura, ed il cui ruolo è quello fondamentale di “*sentire*” la grandezza oggetto della misurazione (*misurando*), trasformandola in un’altra grandezza fisica (*segnale di misura*), più idonea alle successive elaborazioni; il segnale di misura può essere della stessa specie o, più frequentemente, di specie diversa rispetto a quella del misurando: solo in tal caso, il sensore può anche definirsi *trasduttore*

Catena di Misura: II Stadio

gli elementi **trasformatori/trasmittitori** il cui ruolo è quello di elaborare il segnale di misura, trasmetterlo all’elemento successivo eventualmente amplificandolo; tali elementi possono essere di tipo meccanico, elettrico ed ottico e talvolta richiedono somministrazione di energia per il funzionamento

Catena di Misura: III Stadio

gli elementi **rivelatori/indicatori**, il cui compito è quello di fornire all’utente (uomo o calcolatore), il valore numerico della misura espresso in opportune unità di misura (è possibile distinguere tra dispositivi di lettura analogica - indice mobile su scala graduata - e dispositivi di lettura digitale)

Le Interazioni di un sistema di misura

