UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

CONCETTO DI MISURA

Lezione 1

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Concetto di misura

Occorre distinguere tra il concetto di MISURAZIONE e quello di MISURA :

La MISURAZIONE è il processo mediante il quale si quantifica una grandezza fisica

La MISURA è il risultato di tale processo.

Misurare permette di conoscere, di descrivere, di controllare un sistema fisico e di prendere decisioni per modificarne il suo stato.

La scienza della misura è antichissima perché misurare è un'esigenza dell'uomo che si relaziona con l'ambiente e con l'altro uomo. Riprendiamo delle affermazioni di scienziati di epoche diverse:

Galileo Galilei:

"Contiamo ciò che è contabile, misuriamo ciò che misurabile e rendiamo misurabile ciò che non lo è."

Lord Kelvin:

"Quando puoi misurare ciò di cui stai parlando e lo puoi esprimere in numeri, tu conosci qualcosa di ciò, ma quando non puoi esprimerlo in numeri, la tua conoscenza è povera e insoddisfacente."

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Incertezza di misura

L'incertezza sulla grandezza che si vuol misurare può essere causata da diversi fattori:

-Interferenza dello strumento di misura sul fenomeno fisico che si vuol misurare (errore di inserzione), ad esempio, se circola corrente nella termocoppia con cui si effettua la misura di temperatura di una stanza si scambia calore con l'ambiente e la temperatura della stanza si modifica.

-Livello di approssimazione del modello,

-Grandezze di disturbo non identificate.

L'assegnazione dell'incertezza serve a delimitare un intorno entro cui il parametro misurato può variare

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Incertezza di misura

La misura non è un numero ma è l'associazione di un numero e di un intervallo di incertezza al fenomeno che si vuole misurare di cui si è stabilito il fenomeno di riferimento ovvero l'unità di misura.

Definizione euclidea di misura:

Rapporto tra grandezza misurata e l'unità di misura (o un suo sottomultiplo).

Nel ripetere la misurazione questo rapporto oscillerà all'interno di un intervallo limitato di valori tutti ugualmente probabili.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Metodo di misura relazionale

La misurazione è la procedura empirica attraverso la quale viene determinata una particolare valutazione di una grandezza fisica come multiplo di un'unità particolare o di un valore di riferimento. (DIN 1319, 1985)

Assegnata la scala di riferimento, rispetto ad essa si può parlare di VALORE VERO e caratterizzare l'ERRORE legato alle modalità di osservazione che affligge la singola misura facendola differire dal valore vero.

Il VALORE VERO di una grandezza è il valore che le compete in realtà e che potrebbe essere noto mediante una misurazione perfetta.

Tale valore è sempre ignoto perché è caratterizzato da un numero infinito di cifre significative .

L'ERRORE è la differenza tra il valore "convenzionalmente vero" del parametro e il valore misurato.

Metodo di misura relazionale

Poiché il valore vero non è noto non è possibile determinare l'errore corrispondente. Si può solo fare una stima dell'errore probabile che si chiama INCERTEZZA del valore misurato.

Poiché non è possibile determinare il valore vero e l'errore associato si sconsiglia l'uso di tali termini. UNI 4546 Misure e Misurazioni, termini e definizioni internazionali

Definizione di Misura (UNI 4546)

Misura

Informazione costituita da:

un numero

un'incertezza

un'unità di misura

assegnati a rappresentare un parametro in un determinato stato del sistema.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Compatibilità delle misure

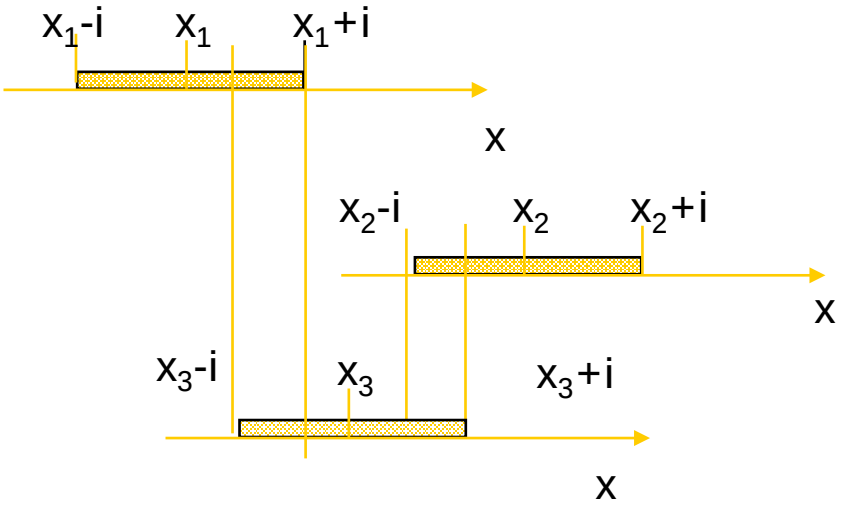
Condizione che si verifica quando le fasce di valore assegnate in diverse occasioni come misura dello stesso parametro nello stesso stato hanno almeno un elemento in comune.

Perché diverse misure siano compatibili è necessario e sufficiente che esista un elemento comune a tutte le fasce di valore:un insieme di misure che soddisfa a questa condizione si dice mutuamente compatibile.

Il concetto di compatibilità delle misure sostituisce il concetto di uguaglianza fra le misure.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Compatibilità delle misure



1,2 non compatibili

2,3 compatibili

1,3 compatibili

Dalle tre misure eseguite su un certo parametro nello stesso stato, solo 1-3 e 2-3 sono mutuamente compatibili; 1-2 non sono compatibili perché non ci sono elementi comuni nei loro intervalli.

Risulta evidente che la compatibilità non è una proprietà transitiva come l'uguaglianza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Processo di misura

La misurazione è un processo prima sviluppato mentalmente, poi realizzato in pratica.

Per misurare è necessario quindi elaborare un modello mentale del fenomeno o dell'oggetto.

Il modello influenza la scelta dello strumento da usare e la procedura di esecuzione delle misure.

MISURANDO
o insieme dei parametri che caratterizzano l'oggetto di misura

→

MODELLO
dell'oggetto da misurare che mette in relazione i parametri identificati

→

MISURAZIONE
mediante strumenti

→

MISURA
Risultato della misurazione, ovv ero misura del parametro

Processo di misura

Il tipo di modello dipende dallo scopo per cui le misure sono fatte.

Non esistono modelli migliori o peggiori ma solo modelli più o meno efficaci nel rappresentare le caratteristiche dell'applicazione per cui le misure vengono fatte.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Processo di misura

Il modello si basa su schematizzazioni

Considerare solo l'aspetto macroscopico o anche quello microscopico o atomico?

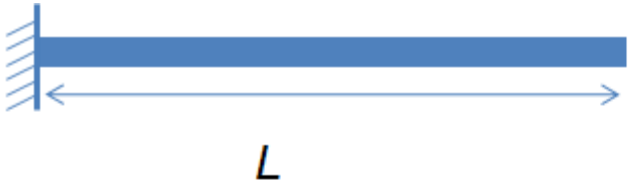
Possiamo considerare le grandezze stabili nel tempo, o dovremmo considerarle tempo varianti ?

Anche un modello molto generale non ha validità assoluta ma solo relativa; trasferire l'infinita complessità del reale in un modello non è mai possibile, e non sarebbe conveniente.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Processo di misura

Il modello può avere validità solo per ceri valori dei parametri:



$$f = \frac{PL^3}{3EI}$$

$$f \neq \frac{PL^3}{3EI}$$

Processo di misura

E' possibile pensare ad un modello per un oggetto da più punti di vista:

- geometrico → (ingombri, volume, stabilità dimensionale)
- chimico-fisico → (omogeneità, iso-ortotropismo, ecc)
- strutturale → (stima deformazione sotto un certo carico)
- fluidodinamico → (laminarità, turbolenza, ecc.)

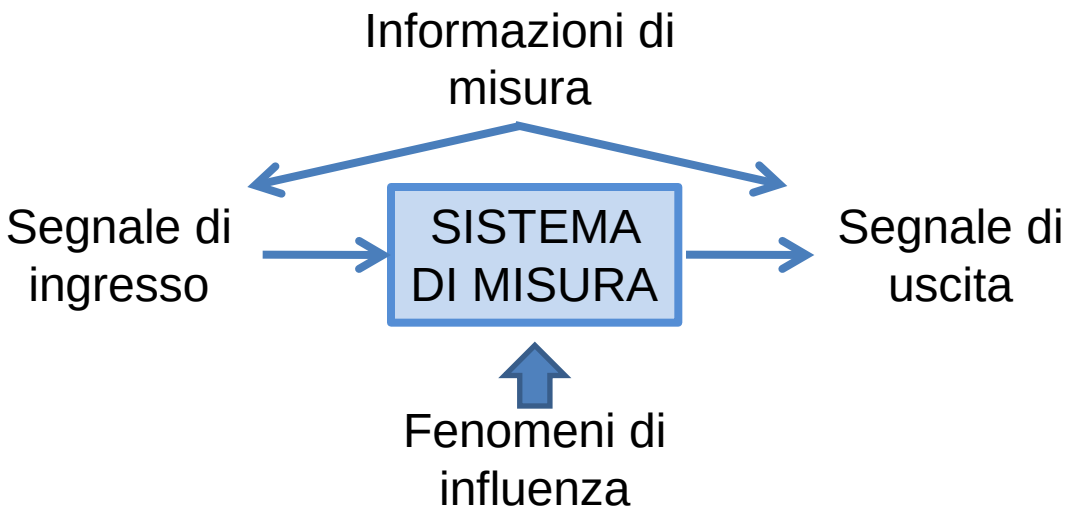
© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Processo di misura

Il processo di misura prevede l'azione concomitante di quattro unità:

- il sistema di misura è una "scatola nera" che mette in relazione
- il segnale in ingresso al
- segnale in uscita.
- le informazioni di misura che si ottengono derivano dalla conoscenza dell'uscita dello strumento e del fenomeno in ingresso.

Nel processo entrano in gioco anche le grandezze di influenza che alterano il processo.

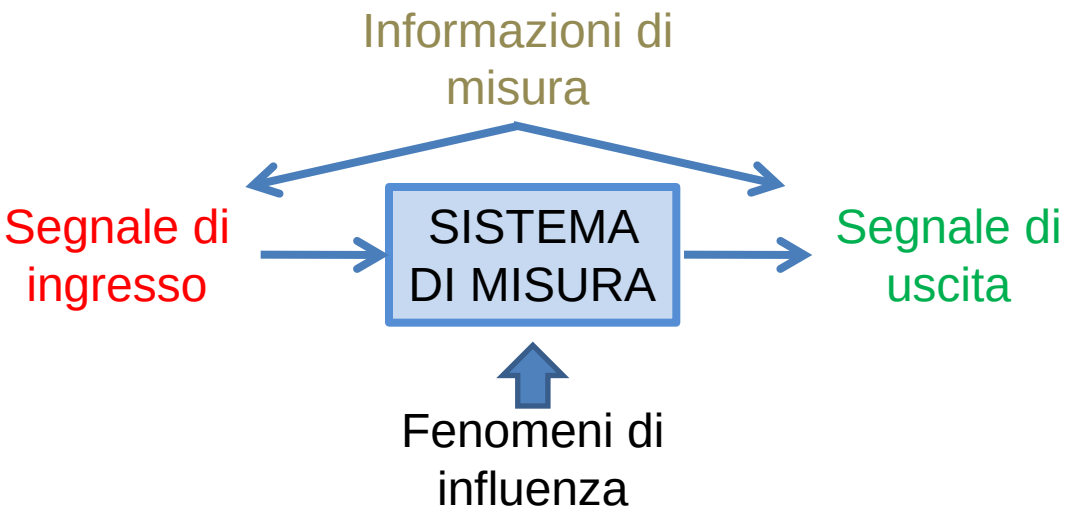


Processo di misura

Se si vuole conoscere la temperatura di una stanza, si può ottenere l'informazione:

- leggendo l'uscita di una termocoppia (uscita di un millivoltmetro),
- conoscendo l'ingresso (temperatura di una termocoppia in un punto della stanza),
- Conoscendo l'ambiente (taratura della termocoppia misurando a 1.5 m da terra lontano dalle fonti di calore).

Una grandezza di influenza è il moto dell'aria che provoca scambio termico convettivo.



Finalità delle misure

1. Controllare un processo (un termostato che controlla la temperatura in una stanza)
2. Tarare uno strumento
3. Misurare un parametro ignoto.

La finalità primitiva del misurare è aumentare la comprensione di un fenomeno parzialmente noto di cui si hanno solo conoscenze qualitative, basate su esperienze pregresse. In base a tali conoscenze è possibile definire un modello approssimato del fenomeno che permetta di formulare delle ipotesi con le quali progettare lo strumento di misura. L'atto della misurazione fornirà delle informazioni che dovranno essere confrontate con il modello preliminare. In base al livello di confidenza atteso ovvero al livello di correlazione tra modello e misura si sceglie se riprogettare il modello o mantenere l'attuale.

E' importate sottolineare che nella definizione del modello del fenomeno fisico occorre distinguere tra fenomeno principale che è quello che si vuole misurare e fenomeni secondari che dipendono dalle grandezze di disturbo o di interferenza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Finalità delle misure

Gli scopi per cui si esegue una misura sono:

– controllare un processo (monitoraggio, diagnostica).

Nei sistemi di controllo con retroazione la misura del segnale in uscita, che rappresenta l'andamento del processo, permette di decidere se intervenire con la regolazione. L'intervento viene realizzato dall'attuatore che agisce sulla grandezza di ingresso per ottenere l'uscita desiderata.

– aumentare la comprensione fisica di un fenomeno solo parzialmente conosciuto (ingegneria sperimentale).

L'ingresso è sconosciuto ma può essere misurato in base alla lettura dell'uscita ed alla conoscenza del legame tra ingresso e uscita (funzione di trasferimento) che si realizza nello strumento di misura

– eseguire la taratura di uno strumento (operazione metrologica).

La taratura viene eseguita per confronto con strumenti che forniscono misure con minore incertezza nei laboratori metrologici. Lo scopo è verificare il modello matematico dello strumento ricavandone la curva di taratura e la funzione di trasferimento.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 1

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 1

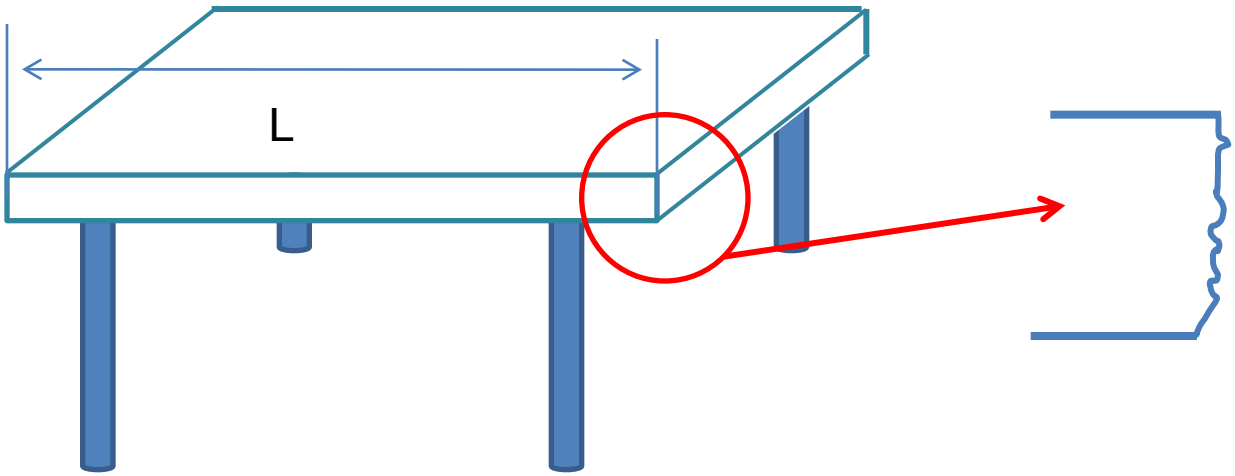
Esempi per la comprensione del concetto di misura

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Concetto di misura

L'esecuzione di una misura di basa sulla definizione di un modello.

Ad esempio se si vuole misurare la lunghezza di un tavolo, ovvero la distanza tra le superfici che delimitano il tavolo in una direzione, occorre schematizzare tali superfici come porzioni di piano. Questa modellazione è valida solo da un punto di vista macroscopico, che non tenga conto, cioè, della rugosità superficiale o di irregolarità di lavorazione.



Concetto di misura

Anche una semplice misura può richiedere un modello sofisticato.

In generale, però, il modello è tanto più potente quanto più è sintetico e funzionale, ovvero costruito in relazione allo scopo che la misura si prefigge.

Se la funzione della misura della lunghezza del tavolo è quella di determinare se è possibile farlo passare attraverso una porta, la lunghezza può essere definita come distanza tra due piani tangenti al tavolo (modello). La lunghezza massima del tavolo andrà confrontata con la larghezza dello stipite della porta.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Fenomeno principale e fenomeni secondari

La grandezza principale da misurare è la lunghezza del tavolo.

Le grandezze secondarie o di interferenza dipendono dall'ambiente di misura:

-temperatura,

-umidità relativa dell'aria,

-stato di sollecitazione (trazione o compressione)

Poiché è impossibile operare in un ambiente isolato dal resto del mondo le grandezze di disturbo possono influenzare la misura introducendo delle interferenze sulla grandezza principale.

Ad esempio, l'aumento della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria causa una dilatazione del materiale costituente il tavolo e pertanto un aumento della sua lunghezza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Grandezze di disturbo

Le grandezze di disturbo non identificabili introducono un'incertezza nella misurazione di cui bisogna tener conto.

Per esempio nel esprimere la lunghezza di una barra metallica come 302.021 mm occorre dichiarare la temperatura a cui è stata effettuata la misurazione ovvero 30.0 ±0.1°C.

Infatti una aumento di qualche grado può causare una dilatazione della barra di qualche decimo di millimetro.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Misura

La misura è costituita da un numero, un'incertezza e un'unità di misura.

La lunghezza del tavolo, misurata con metro avvolgibile, sarà:

L = 1501.0 ± 0.5 mm

numero incertezza unità di misura

L'incertezza dipende dalla risoluzione dello strumento di misura.

L'incertezza è collegata alla finalità della misurazione e deve essere definita in funzione di essa. Se si vuol conoscere l'ingombro del tavolo ai fini di trasporto è sufficiente un'incertezza del millimetro o del centimetro. Se il tavolo dovrà essere utilizzato come banco ottico di precisione la sua planarità dovrà essere misurata con un'incertezza del micrometro.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 2

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 2

Definizioni fondamentali

UNI 4546 Misure e Misurazioni, termini e definizioni internazionali

UNI CEI U37.00.001 Vocabolario intenzionale dei termini fondamentali e generali di metrologia

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Misura

Informazione costituita da un numero, un'incertezza e un'unità di misura che rappresenta un parametro in un determinato stato del sistema.

Nell'effettuare la misurazione del parametro deve essere definito lo stato del sistema mediante la determinazione delle variabili di stato fondamentali.

Per esempio nella misurazione della lunghezza del tavolo occorre definire la temperatura, l'umidità relativa dell'aria e lo stato di sollecitazione.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Incertezza

Intorno limitato del valore del parametro, corrispondente agli elementi della fascia di valori che gli possono essere assegnati durante la misurazione.

L'incertezza è costituita da tutti i valori appartenenti all'intorno. Per rappresentare il parametro si può scegliere un qualsiasi valore dell'intorno.

La valutazione dell'incertezza dipende da molteplici fattori:

-Ripetibilità del fenomeno,

-Ripetibilità dello strumento,

-Riproducibilità delle condizioni ambientali,

-Campo di validità del modello del fenomeno,

-Riferibilità,

-Stima della probabilità che le misure eseguite possano essere ripetute compatibilmente da un altro sperimentatore, in altro luogo e in altro tempo.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Unità di misura

Termine di riferimento usato per convenzione per confrontare una grandezza con altre della stessa specie.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Parametro

Grandezza pertinente a un sistema alla quale è necessario assegnare valori per descrivere il sistema stesso, la sua evoluzione e le sue interazioni con altri sistemi.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

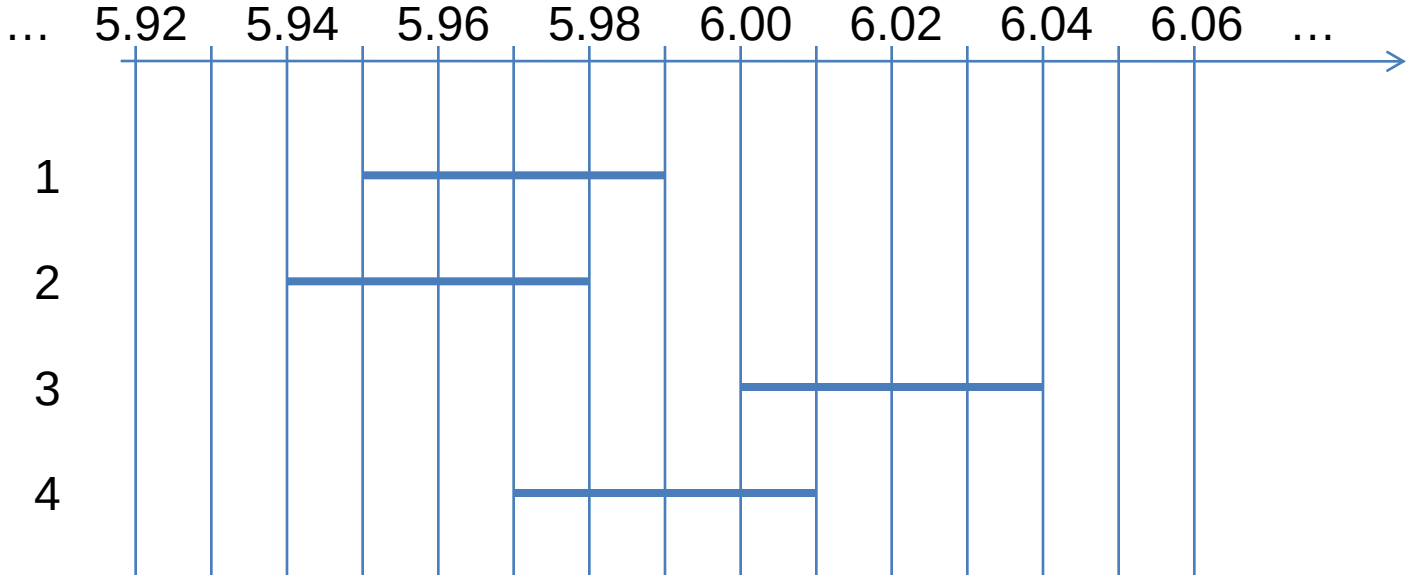
Stato del sistema

Insieme dei valori assunti contemporaneamente dai parametri del sistema.

Il numero dei parametri dipende dal modello del sistema e potrebbe essere uguale al numero dei parametri identificabili del sistema.

Compatibilità delle misure

Condizione che si verifica quando le fasce di valore assegnate in diverse occasioni come misura dello stesso parametro nello stesso stato hanno almeno un elemento in comune.



Sono mutualmente compatibili le misure: -1, 2 e 4, -3 e 4;

Non sono mutualmente compatibili le misure: 1, 2, 3 e 4.

Non esistono misure uguali ma compatibili.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Incertezza intrinseca

Minima incertezza che può essere assegnata alla misura di un parametro.

Essa dipende dal metodo di misura, dal metodo di misurazione, dalla definizione del parametro e dello stato del sistema in cui è definito.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Modello

Insieme organico di relazioni tra i parametri che descrive le interazioni tra i sistemi e le loro evoluzioni.

Il modello descrive la realtà complessa con l'ausilio di relazioni semplici e di approssimazioni valide.

Per esempio il modello degli effetti dell'accelerazione su un punto materiale di massa *m* è dato dalla Legge di Newton:

$$F = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

Finalità del modello:

-descrivere il comportamento di un sistema,

- verificare la compatibilità tra misure diverse dello stesso parametro,

- misura di un parametro mediante la misura di altri parametri (misura indiretta: la massa del punto materiale può essere misurata come rapporto della forza agente su di esso e la sua accelerazione).

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Modello

Insieme organico di relazioni tra i parametri che descrive le interazioni tra i sistemi e le loro evoluzioni.

La validità del modello dipende dal campo di valori assunti dal parametro e dalle ipotesi assunte sullo stato del sistema in cui è definito il parametro.

Per esempio:

Il modello statico per la misura di lunghezza di un tavolo non è valido se si usa come strumento di misura un comparatore sensibile alle dilatazioni istantanee.

Il modello lineare che esprime la deformazione di una trave incastrata all'estremità:

$$f = \frac{Pl^3}{3EJ}$$

non è valido se le deformazioni in gioco superano 1/10 della lunghezza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 3

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Sessione di studio 3

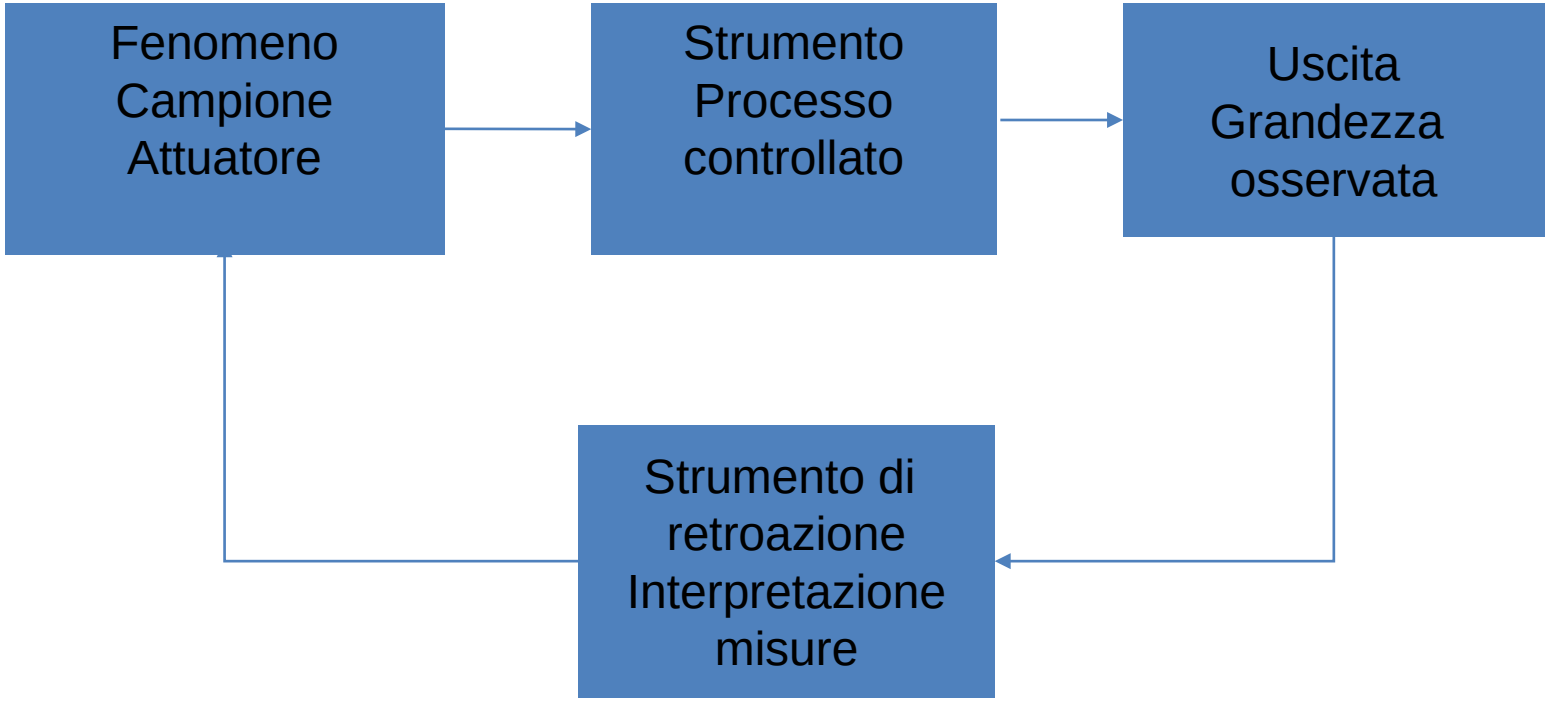
Finalità delle misure

Finalità delle misure

1. Controllare un processo (un termostato che controlla la temperatura in una stanza)
2. Tarare uno strumento
3. Misurare un parametro ignoto.

In ognuna delle tre categorie all'interno delle quali possono essere raggruppate le diverse tipologie di misurazioni, il processo di misurazione può essere schematizzato ad anello chiuso.

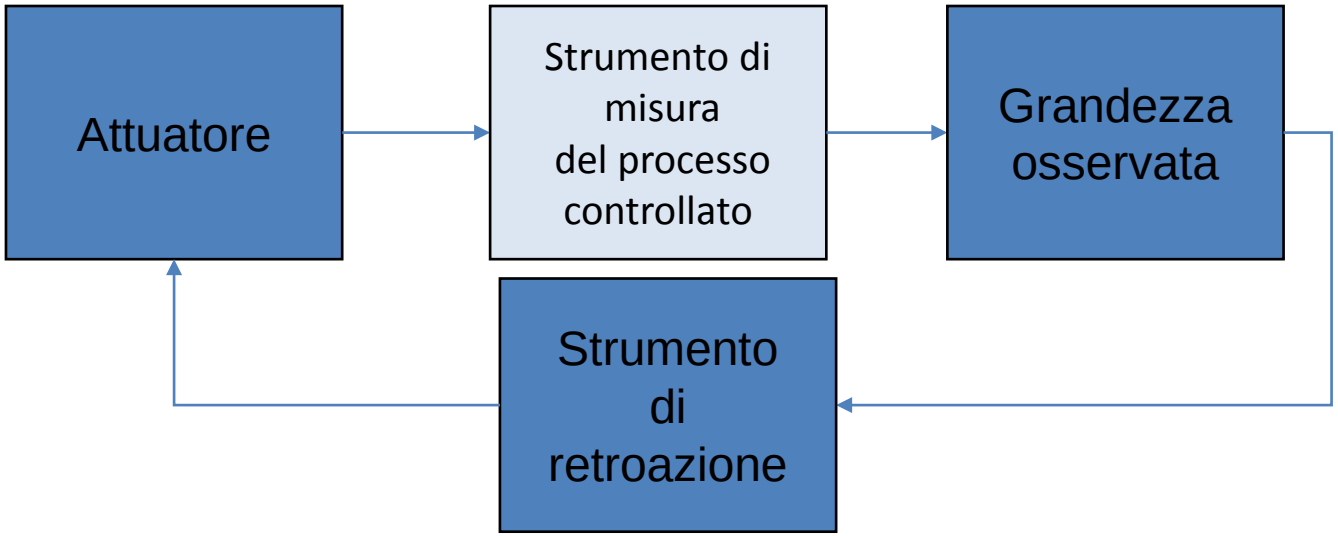
Rappresentazioni schematica del processo di misurazione



Elementi di un generico sistema di misura

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Rappresentazioni schematica del processo di misurazione



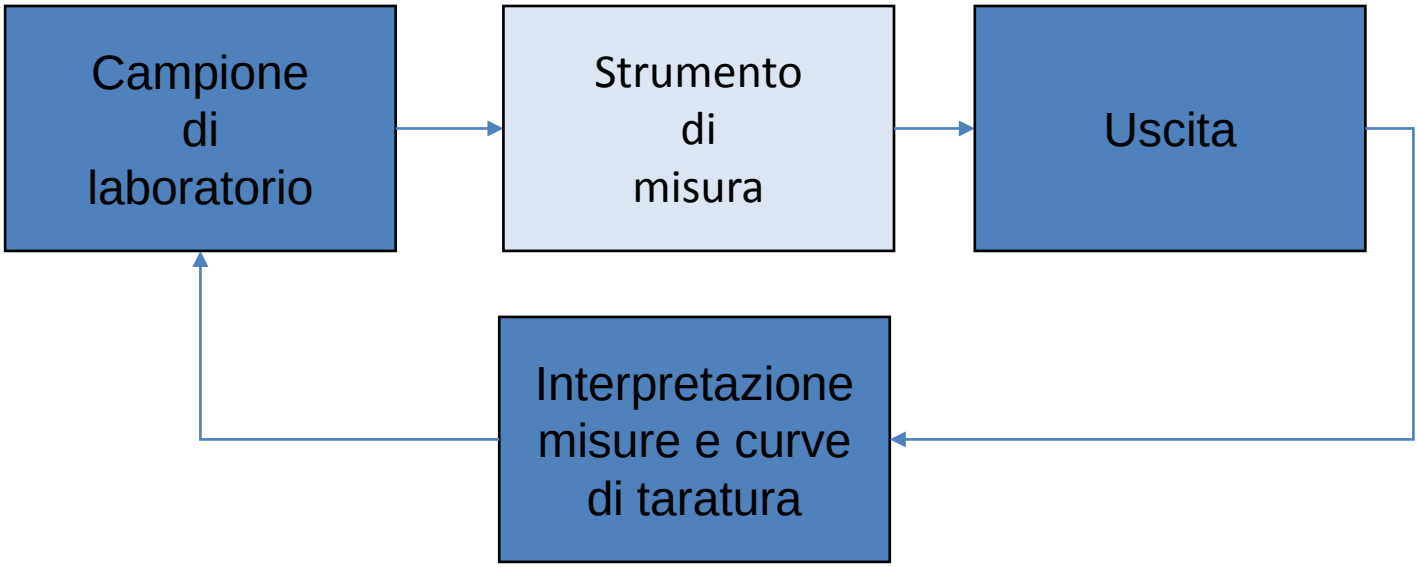
Sistema di misura per controllo di processo

Un sistema di controllo con retroazione si basa sull'interpretazione della grandezza in uscita dello strumento di misura, che rappresenta l'andamento del processo da controllare, per ricavare la strategia dell'intervento di regolazione. Finché l'uscita non è uguale a quella desiderata lo strumento di retroazione controlla l'attuatore che agisce sulla grandezza in ingresso. Lo strumento di misura è parte integrante del circuito di retroazione .

Es. Controllo di temperatura di una stanza: un termometro misura la temperatura della stanza che deve essere uguale ad un certo valore T. Se la temperatura misurata è minore di T viene azionato il sistema di riscaldamento finché la temepratura non uguaglia T.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Rappresentazioni schematica del processo di misurazione

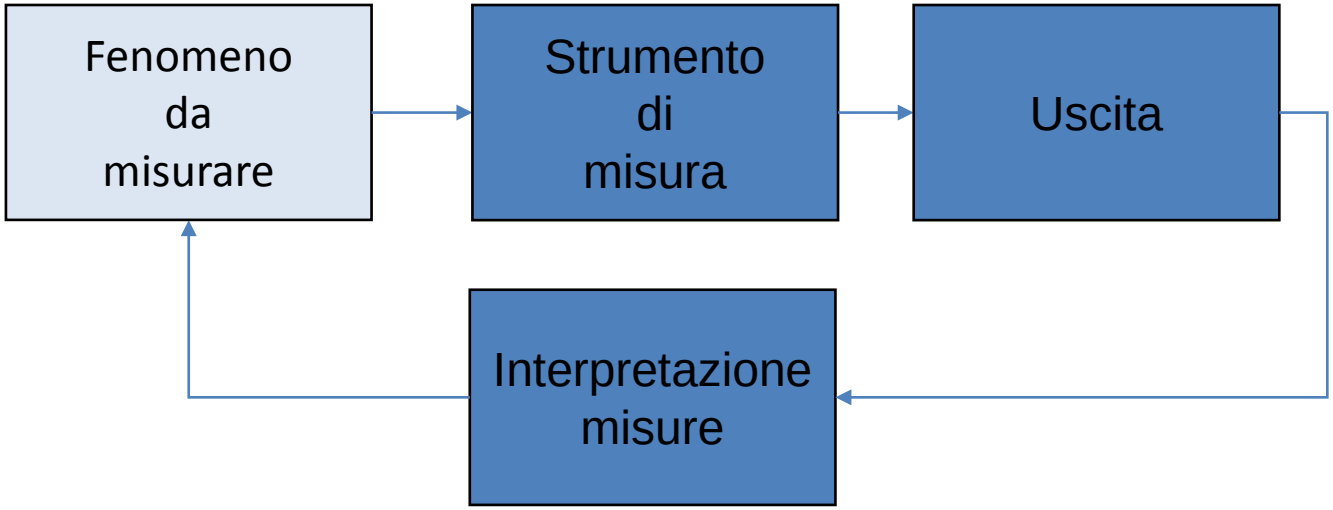


Sistema di misura per taratura

Il processo di misurazione serve a determinare le caratteristiche di uno strumento che viene messo in relazione con un campione. Analizzando statisticamente le letture dell'uscita dello strumento si possono individuare le caratteristiche metrologiche dello strumento.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

Rappresentazioni schematica del processo di misurazione



Sistema di misura per conoscere un fenomeno fisico

Lo strumento di misura viene posto in contatto o in prossimità del sistema fisico che si vuole misurare. La lettura dell'uscita dello strumento viene interpretata per essere messa in relazione con il fenomeno fisico.

Es. Se si vuole conoscere la lunghezza di un tavolo (fenomeno fisico) si utilizza un metro avvolgibile (strumento di misura) e si effettuano n letture, che vengono poi elaborate statisticamente per ottenere un'informazione attendibile sulla misura di lunghezza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it