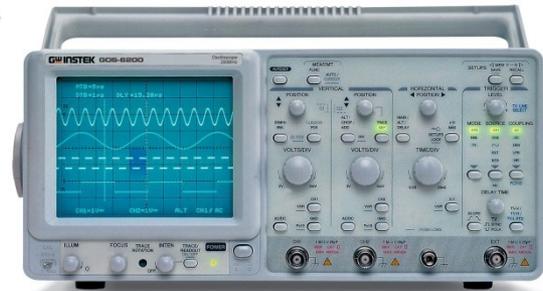
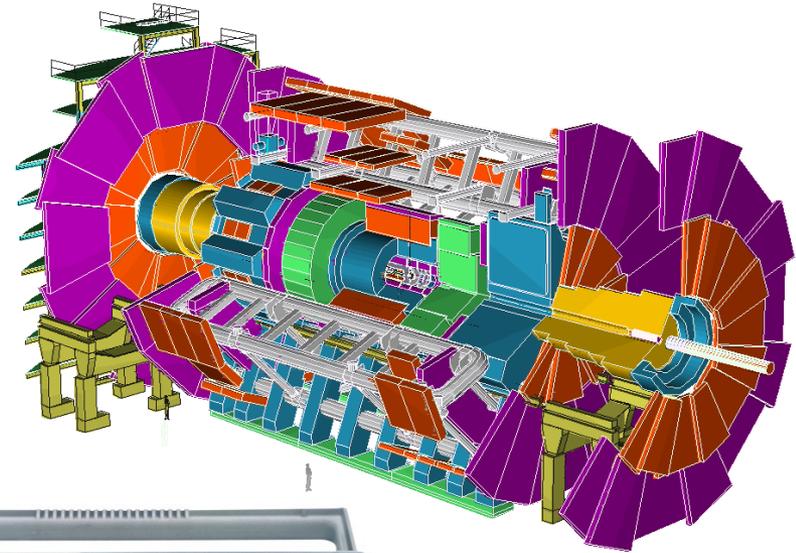


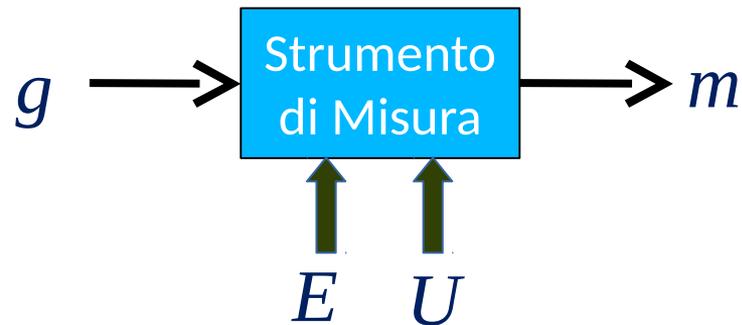
Strumenti di Misura

Le misure in fisica si ottengono attraverso gli [strumenti di misura](#), dispositivi che possono essere sia molto semplici (come un righello) sia molto complessi come i rivelatori attualmente in uso a LHC per la misura delle reazioni subnucleari.



Strumenti di Misura

Il funzionamento di un generico strumento può essere schematizzato nel seguente modo



Esempi.

Un doppio decimetro. g è la lunghezza da misurare. U è l'unità con cui è stato calibrato (tipicamente centimetri). E è la luce che illumina la scala.

Termometro a mercurio. g è la temperatura ambiente, m è la lunghezza della colonna di mercurio. Lo strumento è tarato in modo che la lettura dia direttamente il valore della temperatura nelle unità U .

Strumenti Analogici e Digitali

- Negli strumenti analogici la grandezza fisica è trasformata in un segnale analogico che può assumere un intervallo continuo di valori
- Negli strumenti digitali la grandezza fisica è trasformata, mediante dispositivi elettronici, in un numero che (spesso) viene visualizzato su un *display*. Il valore della grandezza è discretizzato.



Strumenti analogici a scala continua

Questo tipo di strumenti da indicazioni continue e quindi va letto in modo continuo valutando «al meglio» la posizione dell'indice.

Ovviamente il risultato dipende anche da chi legge la scala

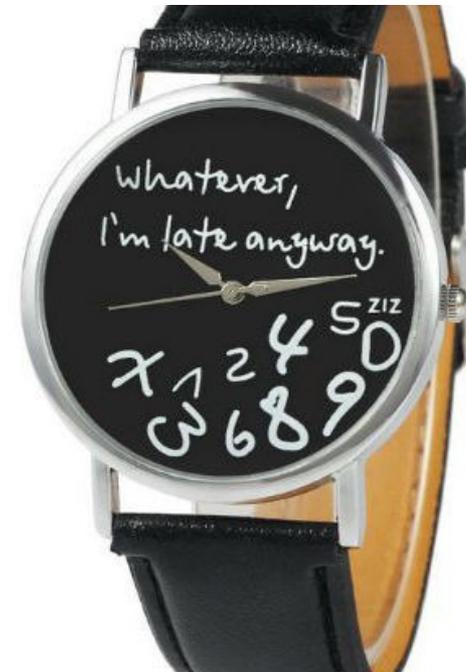
Esempio:

$T=27.5\text{ }^{\circ}\text{C}$



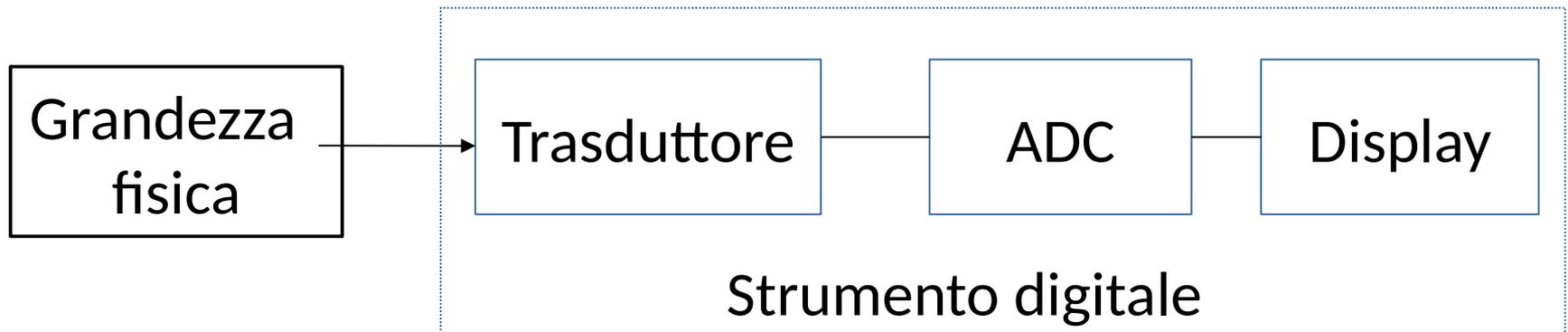
Strumenti analogici (Credenze popolari)

In qualche testo si trova scritto che si può fare una lettura affidabile di una scala analogica solo se si legge il valore indicato dalle “tacche”.
Il che è manifestamente falso. Infatti ...



Strumenti digitali

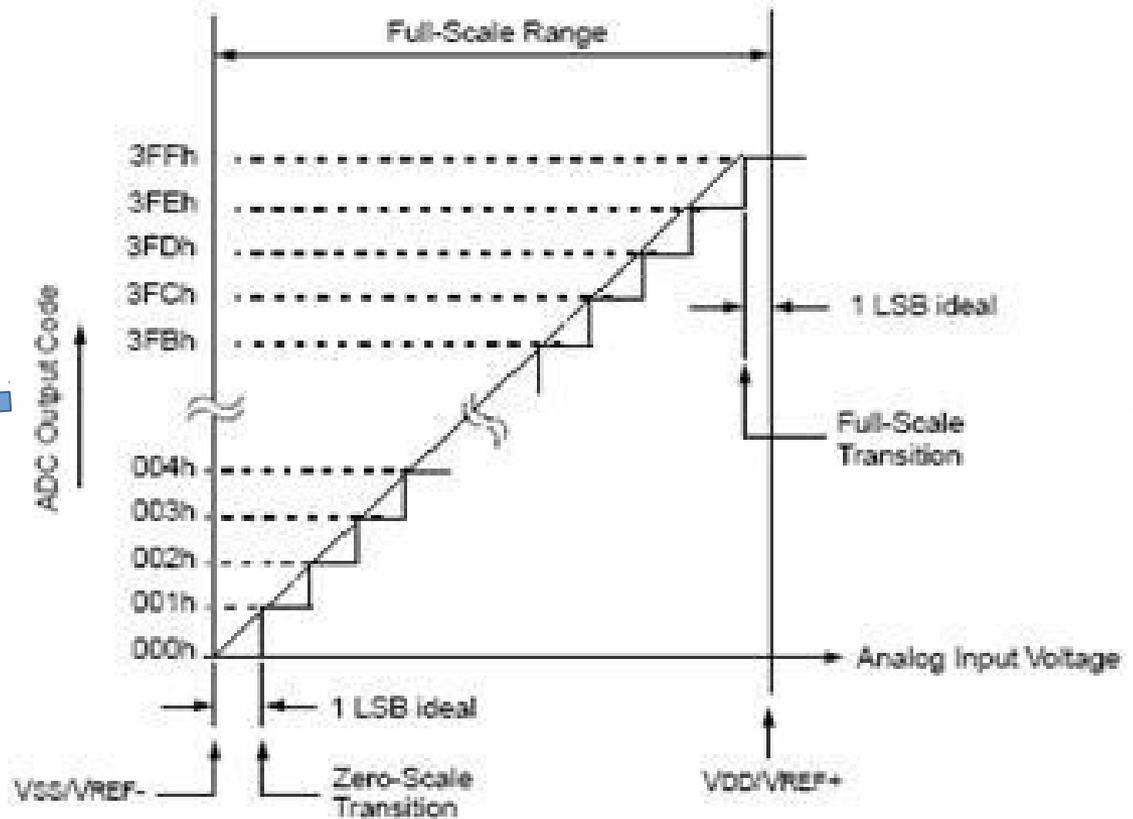
Negli strumenti digitali la grandezza fisica e' trasformata con l'uso di trasduttori in un segnale elettrico. Il segnale elettrico (analogico) è digitalizzato



Strumenti digitali:

ADC - funzione di trasferimento

Numero
proporzionale
alla grandezza fisica



Votaggio proporzionale alla grandezza fisica

Principali Caratteristiche degli Strumenti di Misura

- **Intervallo di Funzionamento (ing.: Range)** : *valori min e max del valore della grandezza misurata*

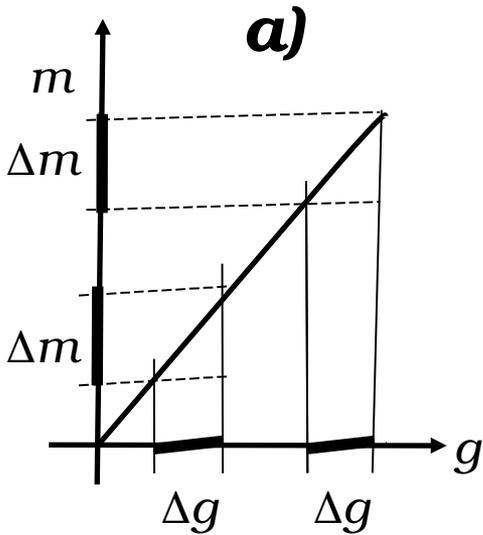
- **Sensibilità:** E' il rapporto tra la variazione della risposta dello strumento (m) e la variazione del corrispondente stimolo (g)

$$S(g) = \frac{dm}{dg}$$

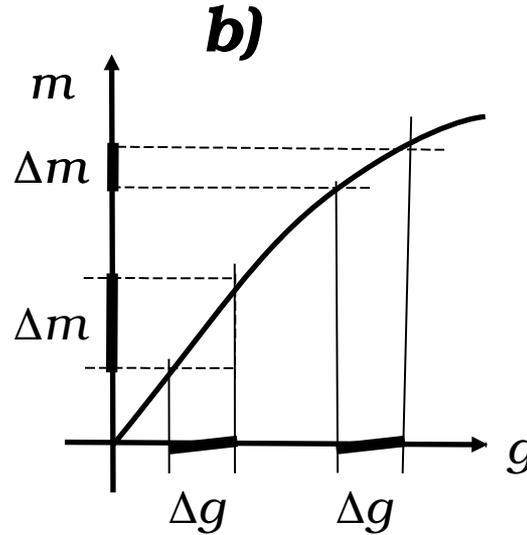
- **Linearità:** capacità dello strumento di dare una risposta proporzionale alla grandezza misurata.
- **Accuratezza:** capacità dello strumento di dare una risposta vicino al valore vero della grandezza (concetto qualitativo)
- **Precisione (o Ripetibilità):** capacità dello strumento di dare la stessa risposta alla stessa sollecitazione (concetto qualitativo)
- **Prontezza:** *tempo necessario per reagire alla sollecitazione* t
 t (termometro) ~ secondi, t (oscilloscopio) ~ 10^{-9} s

Sensibilità e Linearità

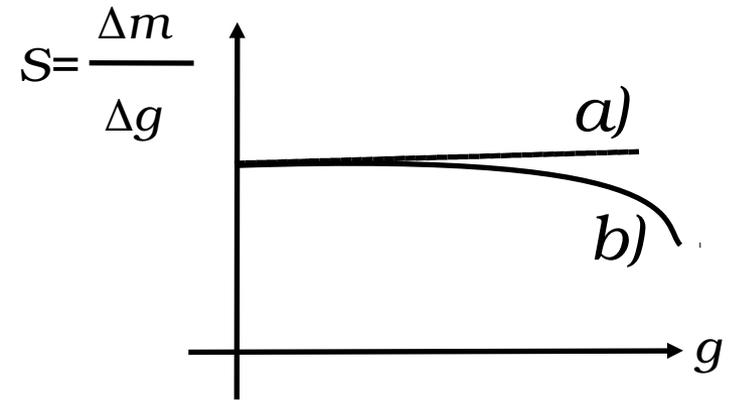
Linearità e sensibilità di uno strumento sono collegate.
Curve di risposta di uno strumento a risposta lineare *a)* e non lineare *b)* (per saturazione della risposta)



Risposta lineare
Sensibilità costante



Risposta non-lineare
Sensibilità variabile



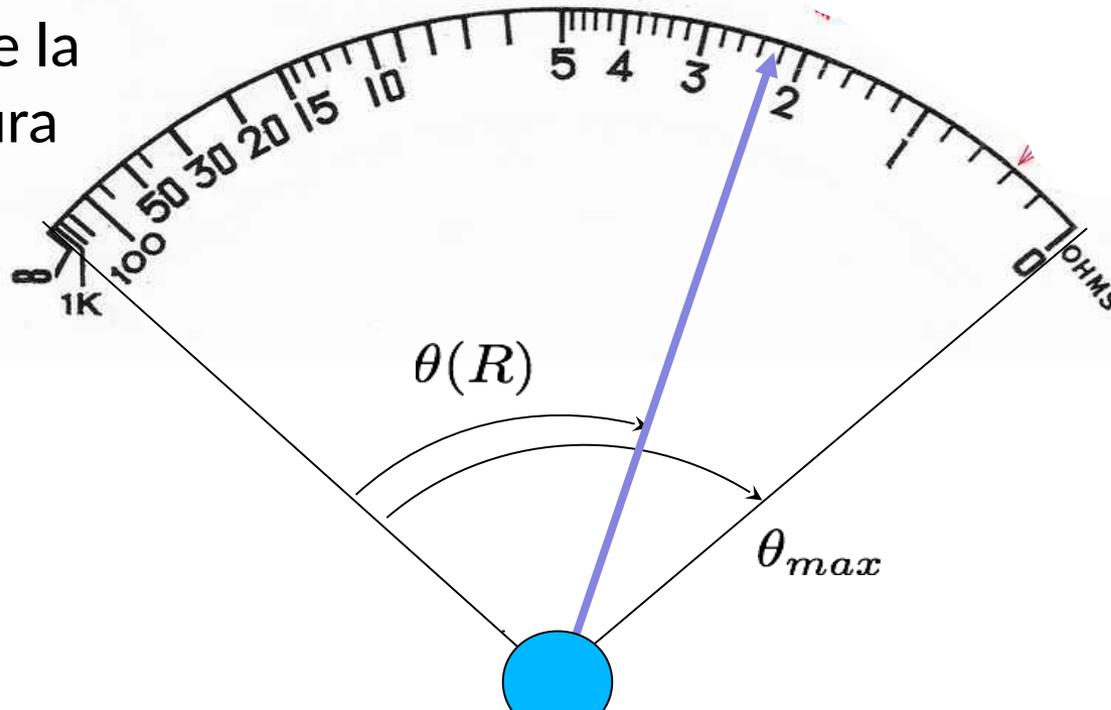
Sensibilità per risposta lineare e non-lineare

Esempio di scala non lineare ohmmetro

Gli ohmmetri analogici (misurano la resistenza) hanno una scala non lineare (iperbolica). La sensibilità è elevata a bassi valori del misurando e diminuisce a valori alti.

Esercizio. Calcolare la sensibilità di un ohmmetro sapendo che la funzione di risposta alla misura di R è:

$$\theta(R) = \frac{1}{1 + R/r} \theta_{max}$$



Accuratezza e Precisione

Tutti gli strumenti (o più correttamente la strumentazione) influenzano in modo più o meno marcato le misurazioni che si eseguono. Si possono avere fluttuazioni della misura casuali (dovute a molteplici «variabili di influenza» come temperatura, inquinamento elettromagnetico, attriti meccanici,...) oppure sistematiche (dovute a tarature non perfette).

Questi effetti definiscono la qualità dello strumento e sono riassunti nelle due proprietà che vengono dette:

Accuratezza e Precisione

Nota su Accuratezza e Precisione

Accuratezza e Precisione si riferiscono a caratteristiche della misurazione che uno strumento può eseguire; entrambe sono concetti *qualitativi* che qualificano il comportamento degli strumenti.

Analogia del Bersaglio per Accuratezza e Precisione.



High Accuracy
High Precision



Low Accuracy
High Precision



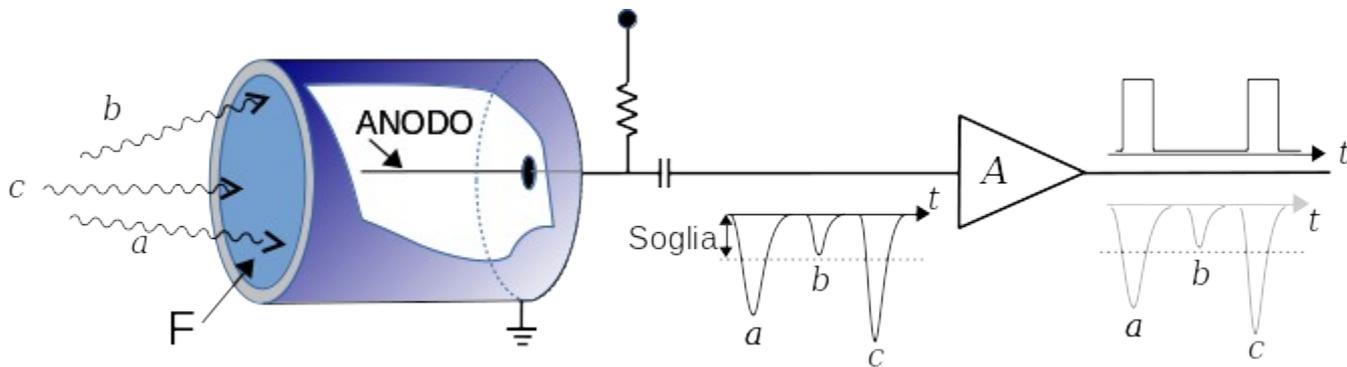
High Accuracy
Low Precision



Low Accuracy
Low Precision

Contatori

I contatori sono speciali rivelatori, tipicamente di radiazione ionizzante, che danno una risposta consistente in un segnale elettrico di “breve durata”.



**Contatore
Geiger**

Una caratteristica del contatore è la sua efficienza (η). $(1 - \eta)$ è la probabilità che il contatore, colpito dalla radiazione, non emetta il segnale (inefficienza)