

- Dobbiamo definire*
- Caratteristiche generali
  - Caratteristiche statiche
  - Caratteristiche dinamiche

CARATTERISTICHE GENERALI

INGRESSO

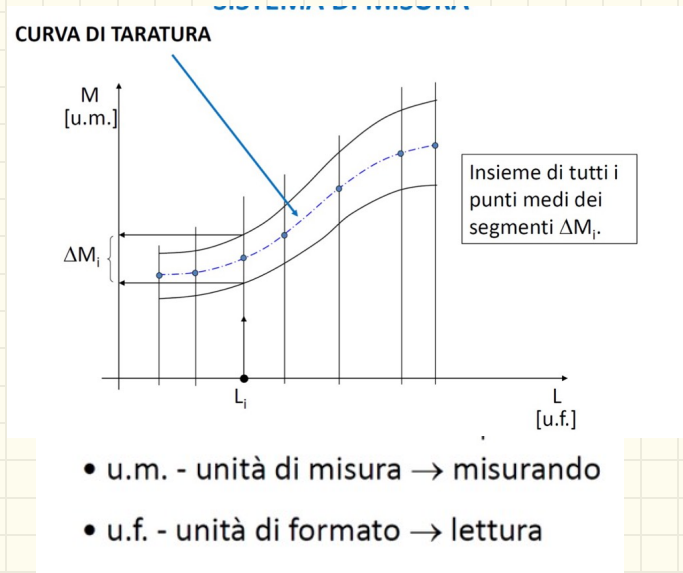
1. **Specie del misurando**: di che tipo è la grandezza fisica da misurare?
2. **Campo di misura**: ovvero il massimo valore che lo strumento può leggere (limite superiore) ovvero la **portata o range**.
3. **Overload o overrange**: quel valore dopo il quale lo strumento si danneggia.

USCITA

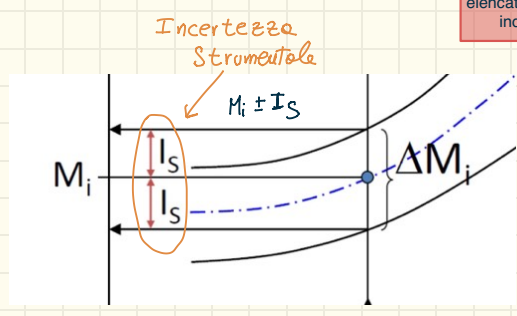
1. **Potenza erogabile**
2. **Impedenza in uscita**
3. **Qual è l'incertezza associata al dato che si produce?**
4. **Alimentazione ausiliaria**

CARATTERISTICHE STATICHE

1. **Funzione di conversione**: ovvero la funzione che permette di ricavare l'uscita dal valore di ingresso
2. **Funzione di taratura** ovvero il **diagramma di taratura**: è una relazione che permette di ricavare da ogni valore di uscita il corrispondente valore di ingresso con la **relativa fascia di incertezza**.
3. **Stabilità**: è la capacità di conservare inalterate le caratteristiche di funzionamento per un periodo di tempo abbastanza lungo
4. **Linearità**: indica di quanto l'andamento della curva si discosta da un andamento rettilineo (lineare) vedi dopo



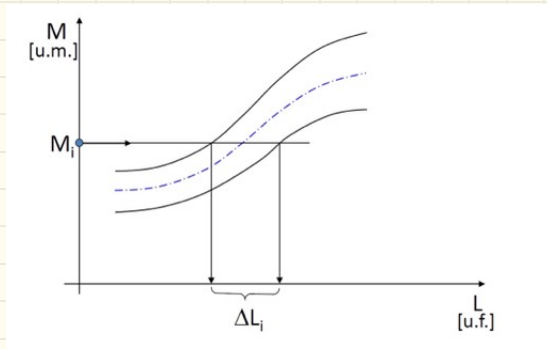
Sono **caratteristiche statiche** tutte quelle elencate fino alla prossima indicazione rossa



$$\Delta M_i = M_i \pm I_s$$
  
*fascia di valori*      *valore di misura*      *Incertezza Strumentale*

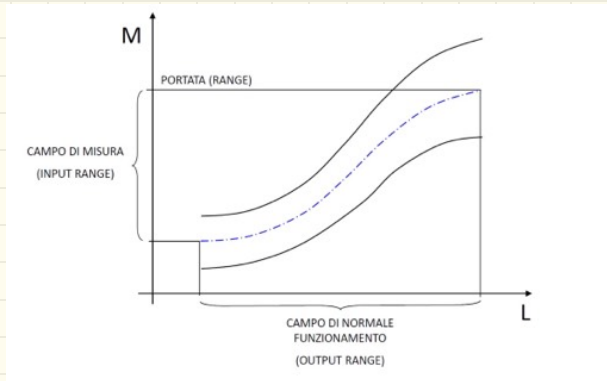
Abbiamo una serie di misurazioni (il limite minimo e massimo per ogni valore è rappresentato dalle curve nere n.d.s.). Possiamo quindi calcolare il **valore medio** per ogni misurazione e quindi l'**incertezza strumentale** è data dalla distanza dal punto medio ai punti max e min per ogni valore.

## INTERVALLO DI LETTURA

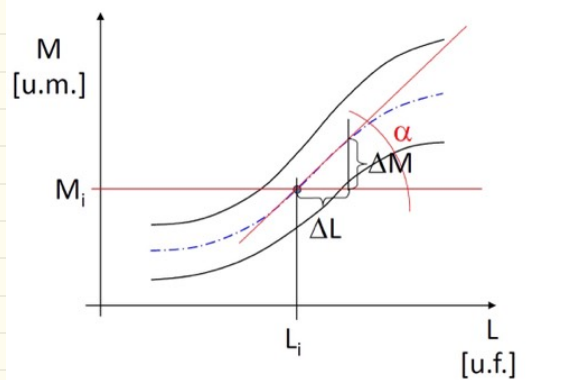


A partire da un valore misurato  $M_i$  possiamo dire quali valori in input possono darci quel dato valore.

## PORTATA E CAMPO DI NORMALE FUNZIONAMENTO



## SENSIBILITA'



La sensibilità è la tangente alla curva di taratura in un dato punto: è definita come la **più piccola variazione della grandezza apprezzabile dallo strumento**.

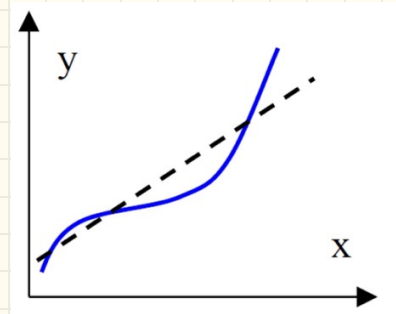
$$K = \frac{1}{\tan(\alpha)} = \frac{dL}{dM} \approx \frac{\Delta L}{\Delta M}$$

# LINEARITA'

Come abbiamo detto prima la linearità indica quanto la curva di taratura si discosta da un andamento rettilineo. Possiamo calcolarla in diversi modi:

1. Riferita allo zero
2. Riferita agli estremi
3. Indipendente
4. Riferita alla retta ai minimi quadrati

**Bisogna notare** che il costruttore non dichiara con quale metodo ha valutato la linearità della sua macchina, e quindi potrebbe riportare il valore migliore.



## Riferita allo zero

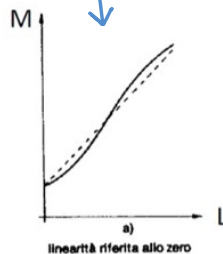
Disegniamo la retta e poi la spostiamo in modo da **rendere minima la distanza** tra la curva e la retta **ma passa per l'estremo inferiore**.

## Riferita agli estremi

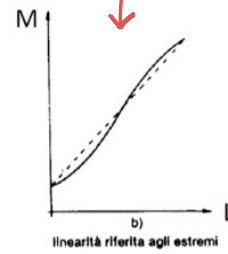
Uniamo semplicemente gli estremi con una retta.

### Modi per valutare la linearità:

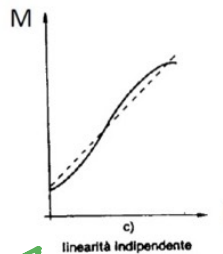
- Linearità riferita allo zero: la retta di riferimento passa per l'estremo inferiore della curva di taratura, corrispondente all'estremo inferiore del campo di misura, ed è tracciata in modo da rendere minimo il più elevato (in valore assoluto) degli scostamenti.
- Linearità riferita agli estremi: la retta di riferimento congiunge i due estremi della curva di taratura corrispondenti ai due estremi del campo di misura.
- Linearità indipendente: la retta di riferimento è quella che rende minimo il più elevato (in valore assoluto) degli scostamenti.
- Linearità riferita alla retta ai minimi quadrati: la retta di riferimento è quella che corrisponde al valor minimo della somma dei quadrati degli scostamenti.



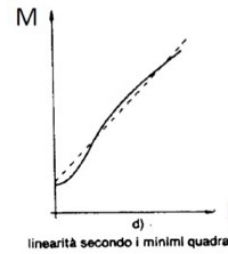
linearità riferita allo zero



linearità riferita agli estremi



linearità indipendente



linearità secondo i minimi quadrati

## Indipendente

Tracciamo una retta che ci permette di **rendere minima la distanza tra la retta e la curva**

## Minimi quadrati

Valutiamo gli scostamenti **elevati al quadrato** (sommatoria) e troviamo la retta che minimizza questi scostamenti al quadrato.

# RISOLUZIONE

È la variazione del valore del misurando che provoca una variazione apprezzabile del valore della grandezza in uscita; in altre parole è il valore minimo che modifica l'output.

#Risoluzione

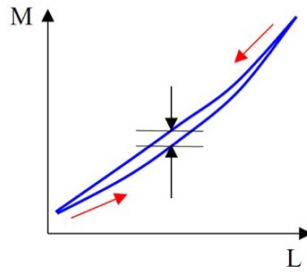
# PRECISIONE

È la semi-ampiezza della fascia di valori attorno al valore misurato ed all'interno della quale si ritiene sia presente il misurando entro un certo livello (in percentuale 95-100%)

#Precisione

# ISTERESI

- **isteresi**: massima differenza tra i valori della uscita corrispondenti al medesimo misurando, quando si considerano tutti i valori del campo di misura, ed ogni valore viene raggiunto con misurando prima crescente e poi decrescente.



A seconda del “verso di percorrenza” abbiamo un diverso comportamento dello strumento: anche durante l'esercitazione abbiamo fatto due misurazioni: una in salita ed una in discesa proprio per osservare un eventuale fenomeno di isteresi.

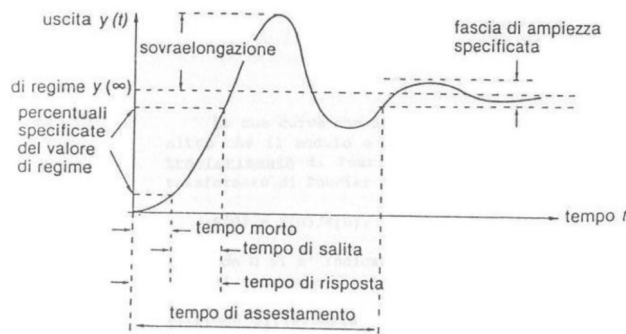
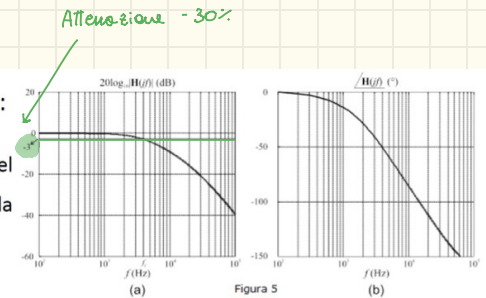
## CARATTERISTICHE DINAMICHE

La risposta in frequenza ci dice quali sono le **caratteristiche dinamiche** dello strumento. Valutiamo queste caratteristiche grazie al **diagramma di Bode**.

Abbiamo già incontrato il valore di 3dB: ovvero quel valore che attenua il segnale di circa il 30%; possiamo andare a guardare il diagramma di Bode proprio per valutare cosa accade a quell'attenuazione.

### Nel dominio della frequenza:

- Risposta in frequenza: curve del modulo e della fase rispetto alla frequenza (Diagrammi di Bode).



È importante osservare come risponde il sistema **ad un gradino**: ovvero cosa accade se l'ingresso cambia da 0 ad un valore ben definito in un brevissimo tempo.

Solitamente il sistema risponde con una **sovraelongazione** che viene poi **smorzata nel tempo**.

• **Limite di velocità** (*velocity limit*): massima velocità di variazione del misurando oltre la quale l'uscita non varia corrispondentemente.

• **Tempo di recupero** (*recovery time*): intervallo di tempo richiesto dopo un evento specificato (ad es. un sovraccarico) affinché il sensore riprenda a funzionare secondo le caratteristiche specificate.

**Vita (life)**: E' la durata minima garantita di funzionamento del trasduttore, in condizioni di piena validità delle sue caratteristiche metrologiche.

## CARATTERISTICHE FISICHE

- Dimensioni
- Peso
- Montaggio
- Materiali di costruzione
- Accessori
- Regolazioni