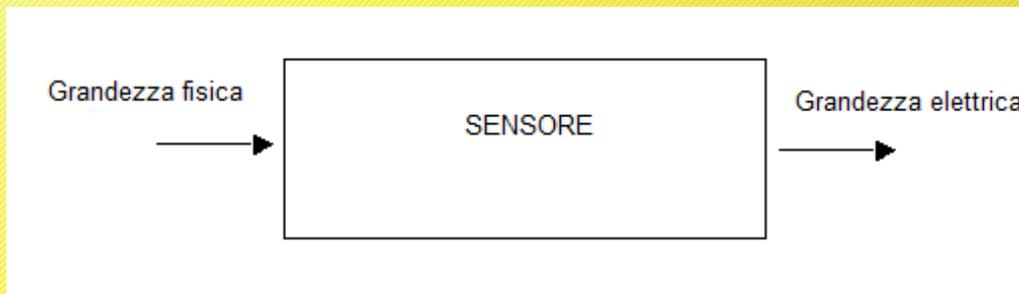


# I TRASDUTTORI

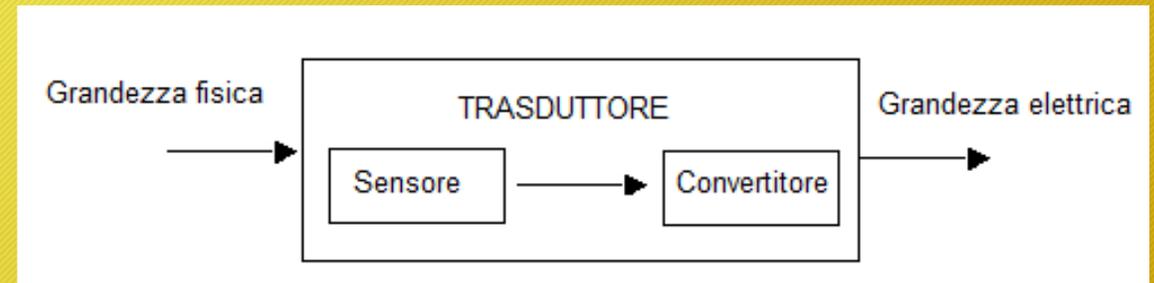
Lezione 1  
Lezione 2  
Lezione 3

Parametri principali - Caratteristiche statiche e dinamiche - Criteri di scelta - Classificazione

- Un **sensore** è un dispositivo o elemento sensibile in grado di rilevare le variazioni di una grandezza fisica (temperatura, umidità, pressione, posizione, luminosità, ecc.), e di fornire in uscita una grandezza elettrica (resistenza, capacità, ecc.) senza utilizzo di fonti di energia.



- Il **sensore + convertitore** formano, nel loro insieme, un **trasduttore** che trasforma l'energia termica d'ingresso in energia elettrica utilizzabile in uscita.



# TRASDUTTORI - ATTIVI e PASSIVI

3

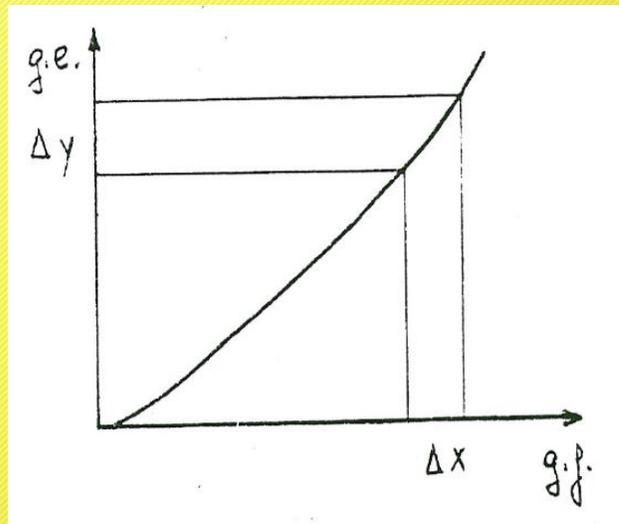
- I trasduttori sono dispositivi che **forniscono in uscita una grandezza elettrica proporzionale all'entità o alla variazione della grandezza fisica in esame.** Un trasduttore può essere classificato in base al principio fisico sul quale si basa il suo funzionamento, in base alla grandezza da misurare, oppure in base al fatto che il trasduttore sia **attivo** o **passivo**.
- **ATTIVO**: se, per effetto della grandezza fisica applicata in ingresso generano autonomamente una tensione o una corrente;
- **PASSIVO** se il trasduttore, per essere impiegato, richiede una sorgente di alimentazione esterna, chiamata eccitazione.

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

4

- **Grandezza fisica** che misurano;
- **Sensibilità** esprime il rapporto fra la variazione della grandezza di uscita e la corrispondente variazione della grandezza d'ingresso. Lo strumento risulterà essere molto sensibile quando a parità di grandezza d'ingresso la grandezza di uscita è molto elevata.



$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

5

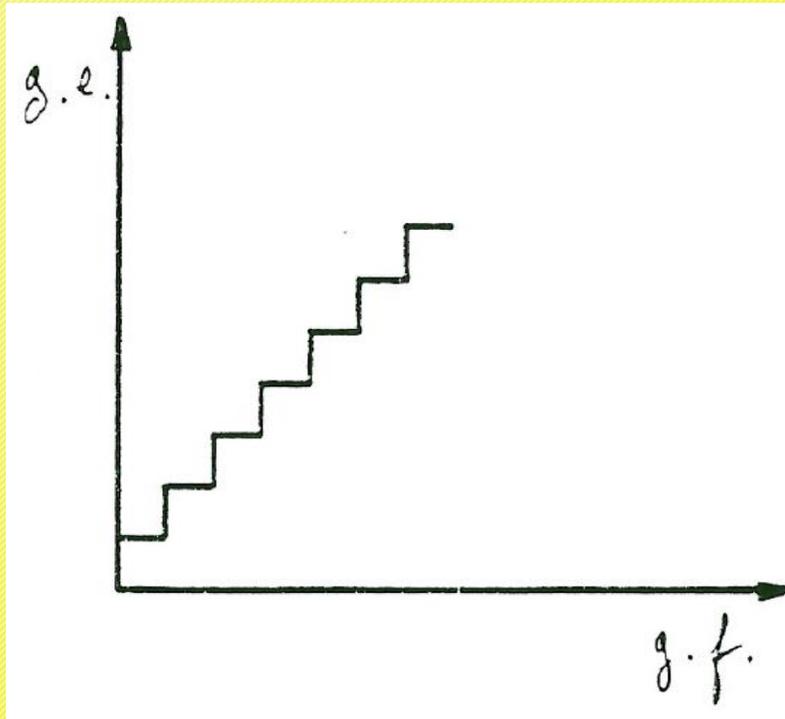
- ***Range di funzionamento o campo di funzionamento***: è l'intervallo di valori entro cui il trasduttore lavora secondo i parametri stabiliti. Appena esce dal range il trasduttore non funziona più, e ritorna a lavorare appena rientra nell'intervallo. Il range di ingresso definisce i limiti entro cui può variare l'ingresso; mentre il range di uscita definisce i limiti entro cui può variare l'uscita.
- ***Segnale di uscita***: indica il tipo di segnale che il sensore offre in uscita; può essere analogico o digitale, una tensione, una corrente, una resistenza, ecc.

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

6

- **Risoluzione:** ci fornisce l'errore tra l'uscita teorica e quella reale del trasduttore.



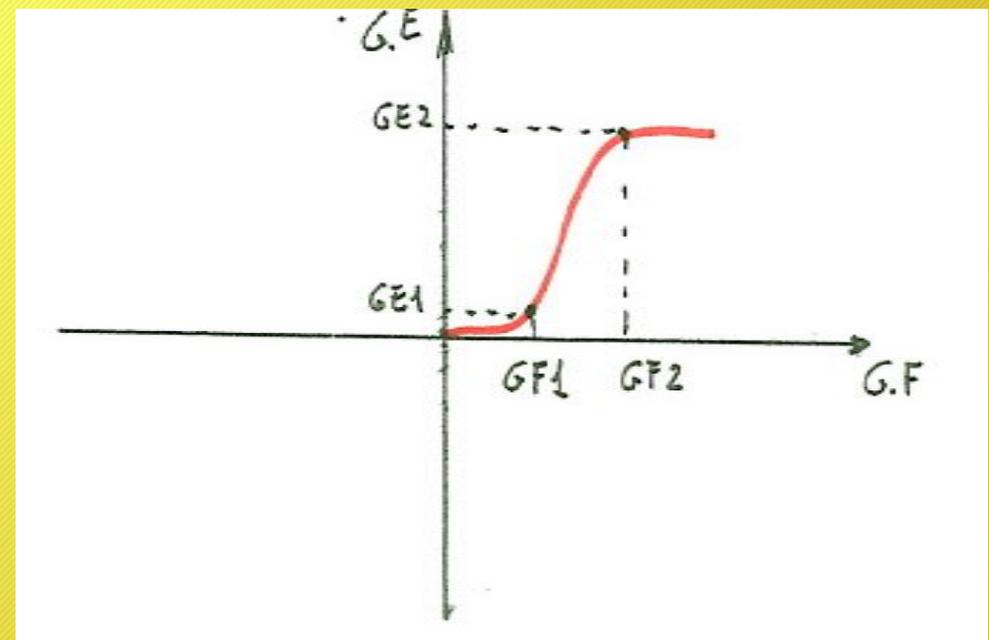
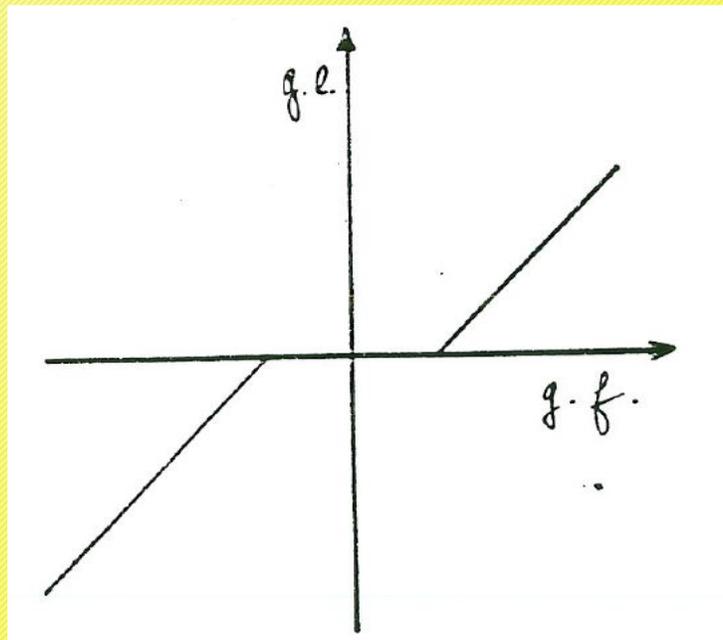
*L'incertezza si ha in questo caso poiché per un dato valore della g.e. misurata esistono più valori della g.f. che la possono aver generata.*

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

7

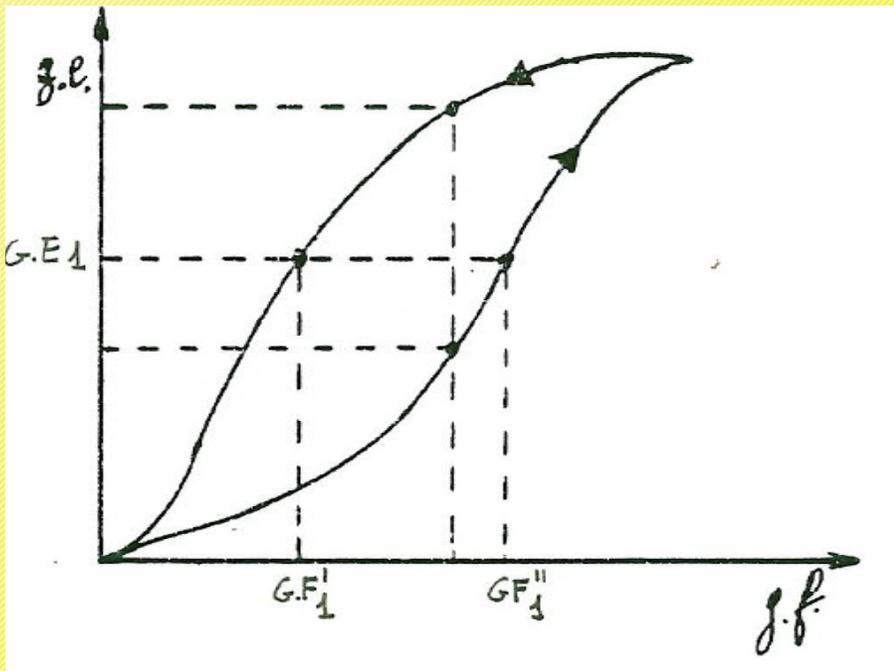
- **Soglia:** E' il minimo valore della g.f. che determina una g.e. in uscita dal trasduttore.



# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

- **Isteresi**: Con tale termine si indica la massima differenza tra due «cammini» di andata e di uscita del trasduttore durante un ciclo di calibrazione.



Dalla figura si può notare che, misurando un certo valore della grandezza elettrica (g.e.) non possiamo sapere se il valore misurato corrisponde ad uno o all'altro valore della grandezza fisica o viceversa.

Nota la g.f. non possiamo prevedere esattamente il corrispondente valore della g.e. («il valore giusto dipende dalla storia passata»).

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche statiche

9

- **Funzione di trasferimento**: è la relazione fra la grandezza da rilevare e la grandezza dall'uscita del trasduttore; può essere descritta da una relazione matematica o da una tabella di valori.
- **Errore di misura**: rappresenta la differenza fra il valore reale della grandezza ed il valore misurato. Tale differenza può dipendere, oltre che da errori di calibrazione e linearità, dalle imperfezioni costruttive, da variazioni termiche o di alimentazione, dall'invecchiamento del dispositivo e dalle sollecitazioni a cui è sottoposto.
- **Caratteristiche dinamiche**: esprimono il funzionamento del sensore in presenza di rapide variazioni di grandezza di ingresso o di grandezze d'ingresso periodiche. I principali parametri sono il tempo di risposta, il tempo di salita e il tempo di assestamento.

# PRINCIPALI PARAMETRI DEI TRASDUTTORI

## Caratteristiche dinamiche

10

- ***Caratteristiche dinamiche***: esprimono il funzionamento del sensore in presenza di rapide variazioni di grandezza di ingresso o di grandezze d'ingresso periodiche. I **principali parametri** sono il tempo di risposta, il tempo di salita e il tempo di assestamento.

# Criteri pratici di scelta dei trasduttori

11

Un trasduttore ideale dovrebbe avere le seguenti specifiche:

- caratteristica di trasferimento (I/O) lineare
- range di funzionamento ampio
- alta sensibilità
- bassa risoluzione
- tempo di risposta nullo
- assenza di isteresi

# Criteri pratici di scelta dei trasduttori

12

In realtà, un generico trasduttore presenta solo alcune di queste specifiche. E' compito del progettista scegliere il dispositivo che meglio si adatta all'apparato da realizzare. In ogni caso nella scelta non si può prescindere dal costo e dalla reperibilità del componente per eventuali, e a volte inevitabili, interventi di riparazione.

Spesso la scelta di un trasduttore risulta condizionata da un compromesso tra le varie specifiche.

# Classificazione dei trasduttori

13

Esistono diverse classificazioni dei trasduttori, ognuna delle quali è riferita a particolari elementi presi in considerazione, quali il tipo del segnale d'uscita, il principio fisico di funzionamento, la natura della grandezza d'ingresso, ecc.

Una prima classificazione dei trasduttori è basata sulla presenza o meno di una fonte di energia esterna, necessaria al loro funzionamento.

# Criteri pratici di scelta dei trasduttori

14

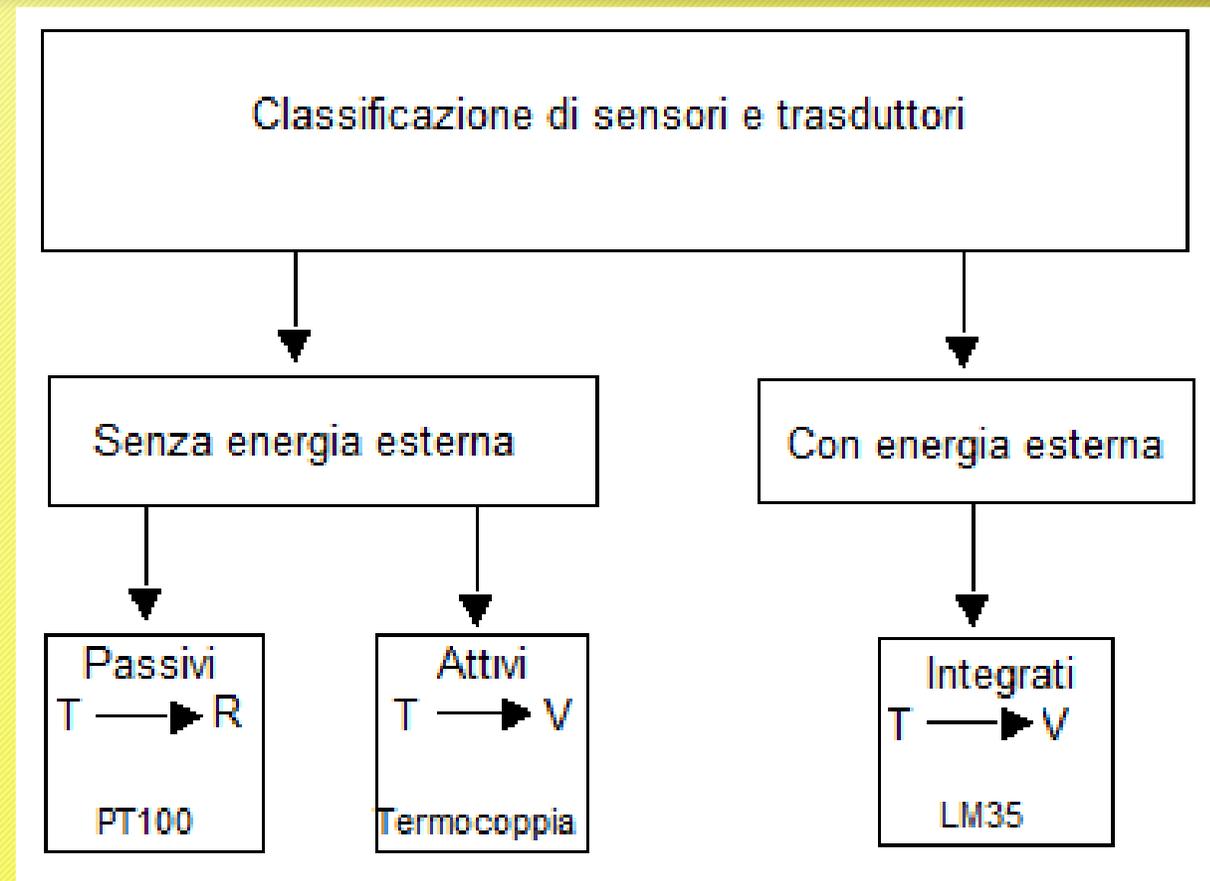
In generale un buon trasduttore deve avere:

- ❖ elevato range della grandezza da controllare
- ❖ perfetta linearità per ottenere la massima precisione
- ❖ piccolo tempo di risposta
- ❖ bassa resistenza di uscita

Le altre specifiche possono essere valutate per ottimizzare il rapporto costo/prestazioni.

# Classificazione dei trasduttori

15



# Classificazione dei trasduttori

16

**Trasduttori passivi (sensori)** Sono sensori ai quali bisogna fornire energia esterna perché la grandezza fisica d'ingresso possa essere trasformata in una grandezza elettrica d'uscita. Alcuni esempi sono: la fotoresistenza, la termoresistenza e il potenziometro, che producono in uscita variazioni di resistenza in relazione a variazioni, rispettivamente, della luminosità, della temperatura e della posizione assunta dal cursore mobile.

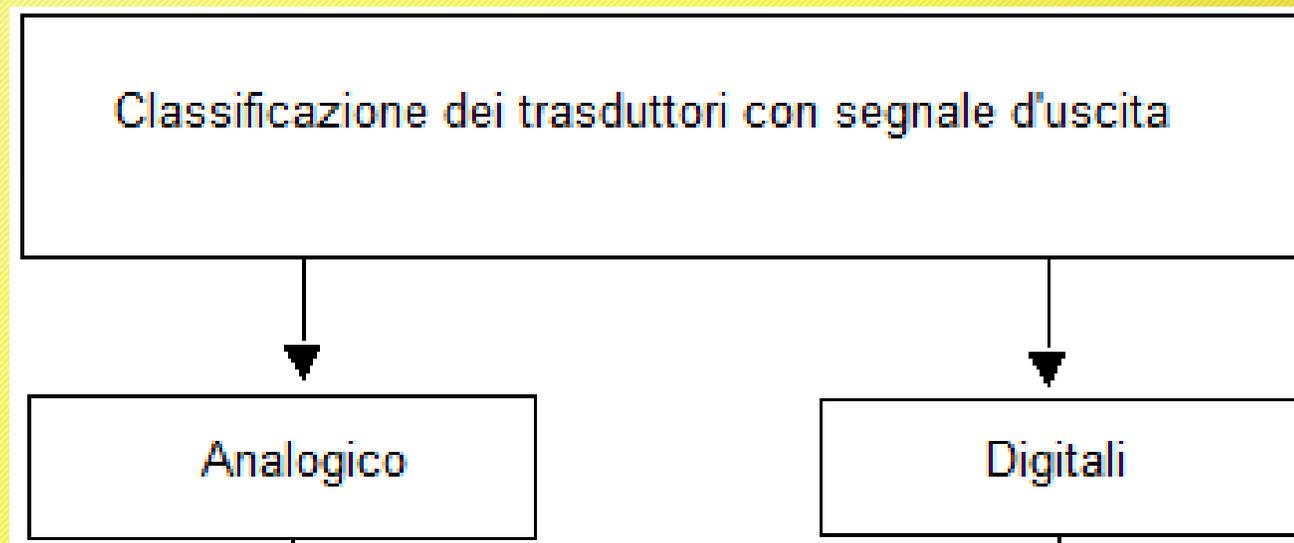
**Trasduttori attivi (trasduttori autogeneranti)** Forniscono in uscita una grandezza elettrica direttamente utilizzabile senza consumo di energia esterna. In taluni casi il trasduttore fornisce in uscita una grandezza elettrica che può essere manipolata dai circuiti elettronici di elaborazione. E' il caso delle celle fotovoltaiche e delle termocoppie che generano una tensione d'uscita in funzione, rispettivamente, della luminosità e della temperatura.

**Trasduttori integrati** Forniscono in uscita una grandezza elettrica (tensione o corrente). Questi trasduttori, a volte complessi e costosi, integrano nel chip alcuni componenti elettronici che trasformano la generica grandezza fisica rilevata in una grandezza elettrica (tensione o corrente).

# Classificazione dei trasduttori

17

Una classificazione basata sul tipo di segnale d'uscita distingue i trasduttori come riportato:



# Classificazione dei trasduttori

18

**Analogici.** Presentano una caratteristica ingresso/uscita costituita da una funzione continua. La grandezza d'uscita e quella d'ingresso variano con continuità assumendo tutti i valori appartenenti a un sottoinsieme dei numeri reali. E' il caso di molti trasduttori passivi (termistori NTC, fotoresistenza, ecc.) e di svariati trasduttori in forma integrata che forniscono in uscita, come grandezza elettrica, una tensione o una intensità di corrente.

**Digitali.** Presentano una caratteristica ingresso/uscita che può assumere solo due distinti valori: alto o basso. Al valore alto si associa il livello logico "1", mentre a quello basso si associa il livello logico "0". La lamina bimetallica è un esempio di trasduttore digitale, vista come un relè termico, o l'encoder incrementale che genera un treno d'impulsi.

## ***Bibliografia***

- *Appunti vari*