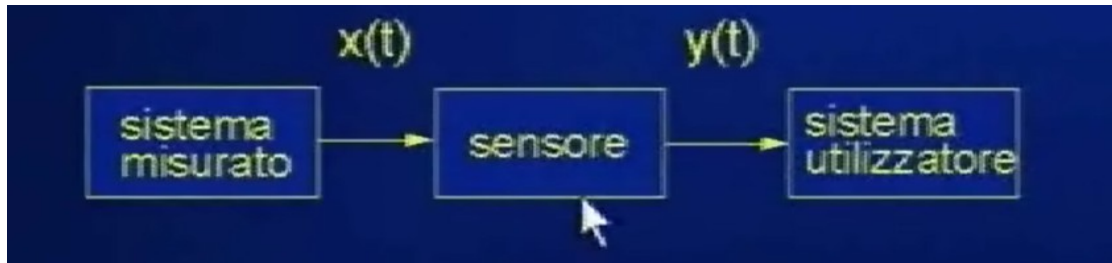


## Sensori – Appunti

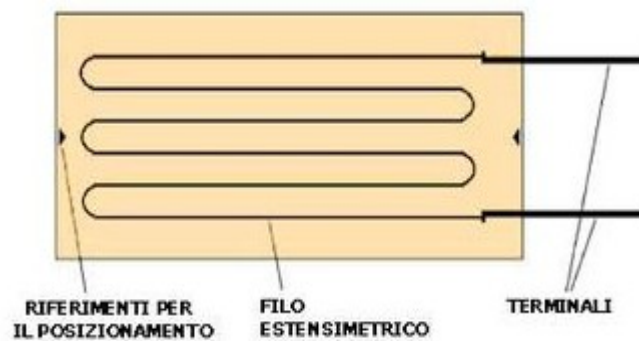
- Sensore: dispositivo che riceve un'informazione mediante un segnale di ingresso costituito da una grandezza fisica (misurando) e la restituisce mediante un segnale d'uscita costituito da una grandezza fisica diversa (in genere tensione elettrica) più adatta alle successive elaborazioni



per ogni sensore si fornisce un modello su cui ci si basa per l'elaborazione del segnale:

$$x(t) = f(y(t)) \quad , \quad y(t) = g(x(t)) \quad \text{funzione di conversione}$$

Esempio: estensimetro



Filo conduttore su supporto isolante allungabile o restringibile; converte le variazioni di lunghezza in variazioni di resistenza

$$x(t) = \frac{(\Delta L(t))}{L_0} \quad y(t) = \frac{(\Delta R(t))}{R_0}$$

il pedice 0 indica grandezze a riposo

$$\frac{(\Delta R(t))}{R_0} = K \frac{(\Delta L(t))}{L_0} \quad \text{in questo caso la funzione di conversione } g(t) = K = \text{costante}$$

Per ogni sensore si hanno delle grandezze di influenza: del sistema misurato, di quello utilizzatore, di quello ausiliario, dell'ambiente e del tempo; influenzano il comportamento del sensore.

Tipi di sensori:

**attivi:** l'energia entrante nel sistema di ingresso compare anche in uscita(es: termocoppie); il segnale di uscita è tensione o corrente

**passivi:** l'energia associata al segnale di uscita proviene in prevalenza da una sorgente ausiliaria(es: estensimetri, termoresistenze), il segnale di uscita non è riusabile, non è tensione o corrente.

Si definiscono inoltre:

- **Campo di misura:** i limiti entro il quale deve variare il misurando affinché il sensore funzioni secondo le specifiche fornite.
- **Campo di sicurezza:** insieme di valori del misurando che non producono danni permanenti al sensore; ma anche che non producano valori non richiesti dalle specifiche assegnate.

Esempio: Termoresistenza, varia la sua resistenza in funzione della temperatura:

nel campo di sicurezza si ha:

$R(T) = R_0(1 + \alpha \Delta T)$  dipende linearmente dalle variazioni di temperatura, se si esce da un certo campo di temperatura la relazione può essere non più lineare oppure se questo intervallo è troppo grosso la termoresistenza si rovina.

Inoltre si parla di **regime stazionario**: quando le variazioni del segnale di ingresso sono tali per cui la funzione di conversione  $g()$  non risulta alterata rispetto a quella che abbiamo quando il segnale di ingresso ha un valore costante. Per variazioni dinamiche cioè in **regime dinamico** si fornisce la risposta in frequenza del sistema

$$Y(f) = H(f) X(f)$$

$H(f)$ : risposta in ampiezza e fase del sensore.

Nella seguente tabella si riporta una panoramica sui sensori:

## Panoramica sui tipi di sensori

tab. 7.1 Grandezze fisiche e relativi trasduttori tipici.

Grandezze misurabili	Trasduttori	Grandezze di uscita
Temperatura	Termocoppie Resistenze al platino (RTD), termistori (PTC, NTC) Trasduttori a semiconduttore	Tensione Variazione di resistenza Corrente (tensione)
Forza Pressione	Potenzimetri, estensimetri (strain gauge) Trasduttori capacitivi Trasduttori piezoelettrici	Variazione di resistenza Variazione di capacità Tensione
Posizione Spostamento	Potenzimetri, estensimetri Trasduttori capacitivi Trasformatori differenziali, Syncro Trasduttori induttivi Trasduttori a effetto Hall Trasduttori ottici digitali (encoder incrementale) Fotodiodi, fototransistori	Variazione di resistenza Variazione di capacità Tensione Variazione di induttanza Tensione Numero di impulsi Corrente (tensione)
Velocità	Trasduttori piezoelettrici Dinamo tachimetrica Trasduttori ottici digitali (encoder tachimetrico)	Tensione Tensione Frequenza di impulsi
Intensità luminosa	Fotodiodi, fototransistori Fotoresistenze Celle fotovoltaiche	Corrente (tensione) Variazione di resistenza Tensione

## Trasduttori di Temperatura

**Termocoppie:** sfruttano l'**effetto Seebeck**:

saldati due metalli (esempio Rame e Costantina) a una certa temperatura e posta l'altra estremità di essi a un'altra temperatura si sviluppa una tensione direttamente proporzionale alla differenza delle temperature stesse

**Termoresistenze:** sfruttano materiali metallici come il platino e hanno la proprietà che la loro resistenza aumenta all'aumentare della temperatura stessa, esempio sensore PT100

$$R = R_0(1 + \alpha * T)$$

ove  $R_0$  è la resistenza a  $0^\circ\text{C}$  e la temperatura è moltiplicata per un certo coefficiente di temperatura. La dipendenza è lineare.

**Termistori:** variano la loro resistenza in maniera fortemente non lineare al variare della temperatura. Sfruttano semiconduttori drogati; la curva di variazione può essere a coefficiente positivo o negativo (NTC o PTC)

## **Trasduttori di forza e pressione**

Esempio estensimetri variano la loro resistenza al variare della forza sul conduttore che viene stirato o compresso (misurano deformazioni meccaniche).

La pressione può essere non continua, nel caso opposto generano pressione sonora (quelli piezoelettrici) ovvero se stimolati con sorgente elettrica non continua (alternata) generano un'oscillazione di pressione (suono).

## **Trasduttori di posizione**

Variano le loro caratteristiche elettriche in funzione della posizione da rilevare esempio ad **effetto Hall**:

Su un semiconduttore percorso da corrente se immerso a un campo di induzione magnetica si sviluppa una forza (detta di Lorentz) che sposta le cariche sulle estremità perpendicolari a corrente e campo magnetico e quindi si crea una differenza di potenziale.

## **Trasduttori di luminosità**

esempio: Fotoresistenze, Fotodiodi, Fototransistor Diodi LED

**Fotoresistenze**: semiconduttori che sottoposti a radiazione luminosa variano la propria conducibilità elettrica e quindi anche la propria resistenza elettrica

**Fotodiodi, Fototransistor**: giunzioni PN che sottoposti a radiazione luminosa generano corrente elettrica (**effetto Fotoelettrico** fotoni → elettroni), i Diodi LED fanno l'opposto (elettroni → fotoni)