

SENSORI

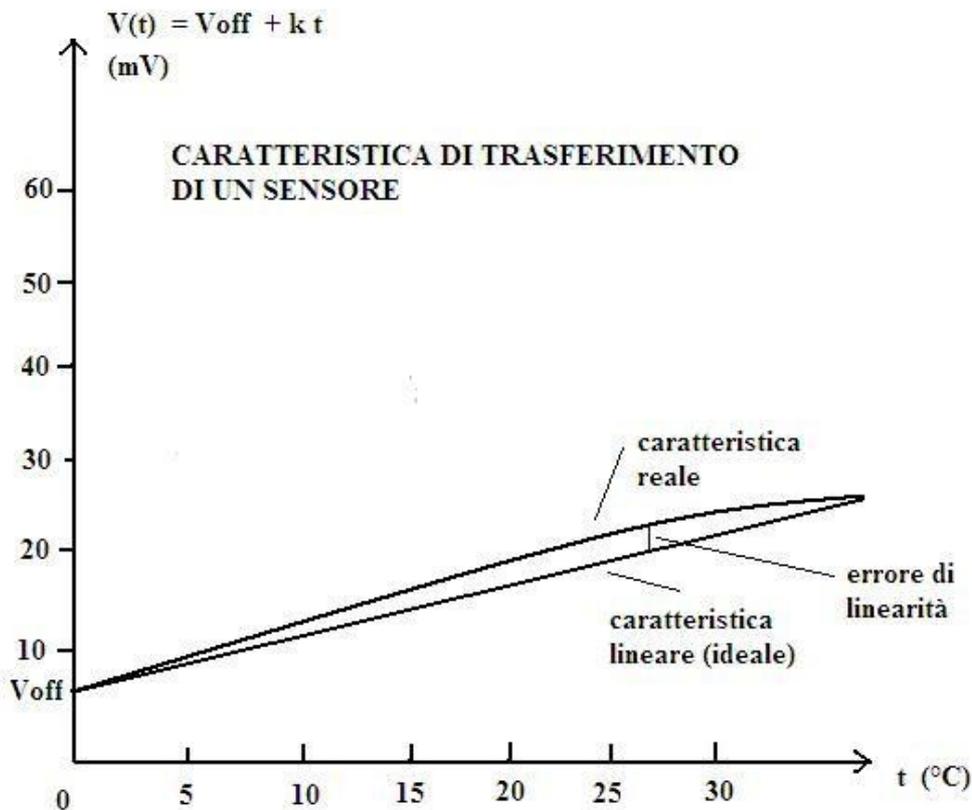


fig. 7

In un sistema di acquisizione dati i sensori costituiscono le interfacce fisiche tra i dispositivi di elaborazione dei segnali elettrici acquisiti e le corrispondenti grandezze fisiche da monitorare in funzione del tempo. Un sensore è un dispositivo avente la funzione di fornire un segnale elettrico, sotto forma di tensione o di corrente, di valore teoricamente proporzionale a quello della grandezza fisica che si desidera acquisire. Per ottenere un segnale elettrico di valore linearmente dipendente da una qualsiasi grandezza fisica (temperatura, pressione, forza, flusso luminoso, ecc.), si utilizza un dispositivo, il sensore, il cui funzionamento si basa sulla variabilità di una grandezza fisica elettrica, per esempio resistenza, capacità o induttanza, in funzione della grandezza fisica da misurare.

Per esempio, sfruttando la variabilità della resistenza elettrica dei metalli e dei semiconduttori al variare della temperatura, si realizzano dei particolari sensori di temperatura, le termoresistenze al platino, che consentono, previa taratura, di dedurre la temperatura in funzione della resistenza misurata.

Analogamente, sfruttando la variabilità della resistenza in funzione degli sforzi meccanici di trazione o di compressione, si realizzano gli estensimetri, utilizzati per misurare forze, pesi e pressioni.

Si definisce caratteristica di trasferimento la curva che rappresenta l'andamento del segnale elettrico generato dal sensore in funzione della grandezza fisica che si considera.

In pratica accade molto raramente che tale caratteristica corrisponda, anche approssimativamente, alla legge di proporzionalità diretta $V = k G$, oppure $I = k G$, dove V e I rappresentano rispettivamente la tensione o la corrente fornita dal sensore, k è una costante di taratura e G è la grandezza fisica da acquisire.

Generalmente la caratteristica di trasferimento si allontana in modo più o meno pronunciato dal modello ideale, a causa di alcuni errori, quali l'errore di offset e l'errore di linearità.

L'errore di offset consiste nel fatto che il segnale elettrico fornito è diverso da zero anche quando la grandezza fisica ha valore nullo.

Per esempio, un estensimetro può fornire una tensione diversa da zero, anche quando non venga sottoposto a forze.

In tal caso, supponendo che la caratteristica sia lineare, si ha:

$$V = V_{\text{off}} + K F,$$

dove V_{off} è la tensione di offset, K è la costante di taratura ed F è l'intensità della forza. L'errore di linearità si definisce come il massimo scarto, in valore assoluto, nel range nominale di funzionamento del sensore, tra la caratteristica reale e la caratteristica ideale, avendo considerato, in questo caso, come ideale, la caratteristica lineare $V = V_{\text{off}} + K F$, passante per gli estremi di quella reale, cioè per i punti $(F=0, V=V_{\text{off}})$ e $(F=F_{\text{max}}, V=V_{\text{max}})$.

(Con F_{max} e V_{max} indichiamo rispettivamente il valore massimo della grandezza fisica F ed il valore massimo della tensione V nel range nominale).

I sensori, in base al principio di funzionamento, si distinguono in: sensori attivi, se forniscono direttamente un segnale elettrico, in tensione o in corrente, in funzione della grandezza fisica (per es.: $V = k T$, o $I = k P$); sensori passivi, se si utilizza la variabilità di una grandezza elettrica, per es. la resistenza, la capacità o l'induttanza, in funzione della grandezza fisica, per ottenere una tensione o una corrente, inserendo il sensore in un circuito di misura.

Per esempio, inserendo una termoresistenza in un circuito a ponte di

Wheatstone si ottiene una tensione di squilibrio del ponte, dipendente dalla temperatura.

In base al principio fisico utilizzato i sensori si distinguono in:

- 1) Resistivi, se si basano sulla variabilità della resistenza elettrica in funzione degli sforzi meccanici (piezoresistivi), o della temperatura (termoresistivi), o del campo magnetico (magnetoresistivi), o dell'intensità di illuminamento (fotoresistivi);
- 2) Piezoelettrici, se si basano sul campo elettrico generato nei cristalli piezoelettrici (per es. il quarzo) da sforzi meccanici di trazione, compressione o taglio;
- 3) Termoelettrici, se si basano sulle forze elettromotrici termoelettriche generate per effetto Seebeck da giunzioni metalliche mantenute a temperature diverse (termocoppie);
- 4) Fotovoltaici, se si basano sulle forze elettromotrici generate per effetto fotovoltaico da una giunzione semiconduttrice PN, colpita da radiazioni infrarosse, visibili, ultraviolette, X, γ o da particelle cariche;
- 5) Fotoelettrici, se si basano sulla fotocorrente che si ottiene, per effetto fotoelettrico, nelle celle fotoelettriche a vuoto (fotodiodi a vuoto), nei fotodiodi e nei fototransistor;
- 6) Ad effetto Hall, se si basano sulle forze elettromotrici generate in particolari materiali, generalmente semiconduttori, percorsi da corrente e sottoposti a campi magnetici;
- 7) Capacitivi, se si basano sulla variabilità della capacità elettrica di un condensatore in funzione dell'umidità (igrometri) o della costante dielettrica dell'isolante posto tra le armature (sensori di livello).
- 8) Induttivi, se si basano sulla variabilità dell'induttanza di un avvolgimento dotato di un nucleo ferromagnetico estraibile (sensori di posizione-spostamento);
- 9) Elettromagnetici, se si basano sulla legge dell'induzione elettromagnetica

(di Faraday -Neumann - Lenz) (sensori di posizione-spostamento,di prossimità);

10) A riluttanza variabile,se si basano sulla variabilità della riluttanza di un circuito magnetico dotato di parti mobili (sensori di posizione-spostamento,di prossimità);

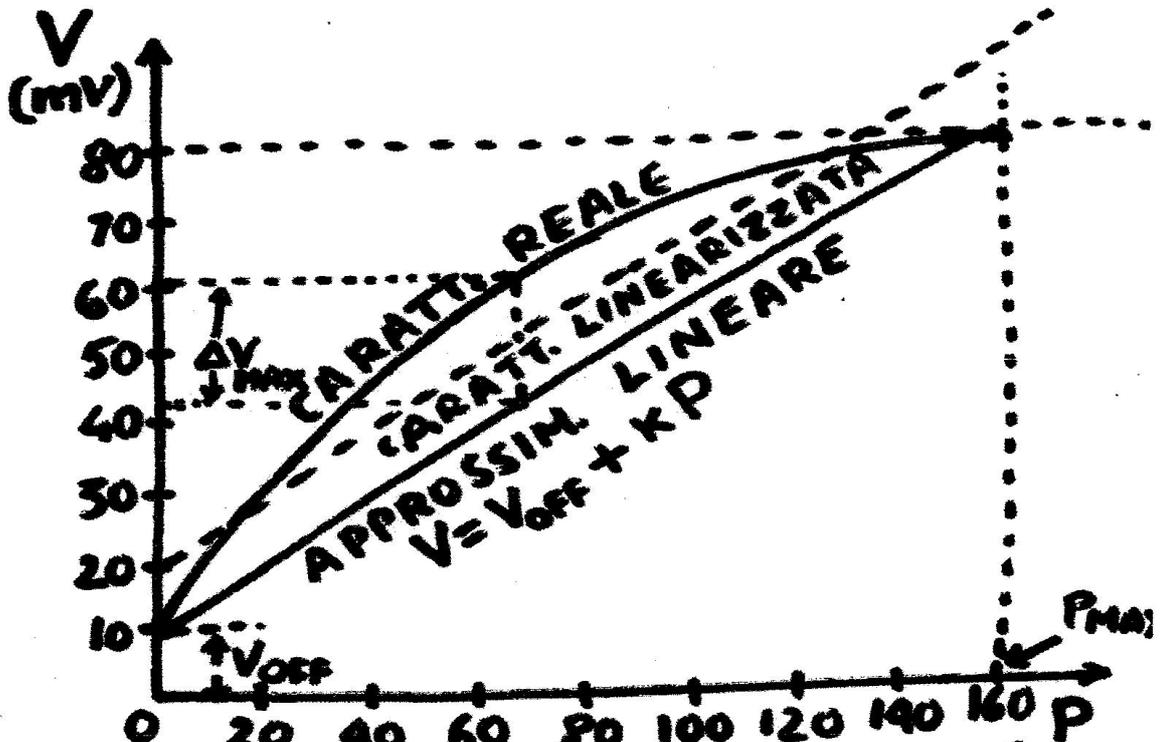
11) Potenzimetrici,se si basano sulla variabilità della tensione fornita da un partitore potenziometrico regolabile (reostato o potenziometro) in funzione dello spostamento del cursore (sensori di posizione-spostamento);

12) Piezoacustici e ultrasonici,se si basano sulle forze elettromotrici piezoelettriche generate da particolari materiali ceramici sottoposti ad onde meccaniche (sensori di distanza);

13) Elettrochimici,se si basano sui potenziali elettrochimici generati da celle elettrolitiche speciali ,costituite da coppie di elettrodi sensibili a determinati ioni o radicali chimici (sensori di ioni),oppure sulla variabilità della conducibilità di particolari materiali in presenza di gas o vapori (sensori di gas e di vapori);

14) Biologici,se si basano sulle forze elettromotrici generate da celle elettrolitiche speciali in presenza di enzimi o di altre biomolecole (sensori per analisi cliniche).

CARATTERISTICA DI TRASFERIMENTO DI UN SENSORE (SENSORE DI PRESSIONE)



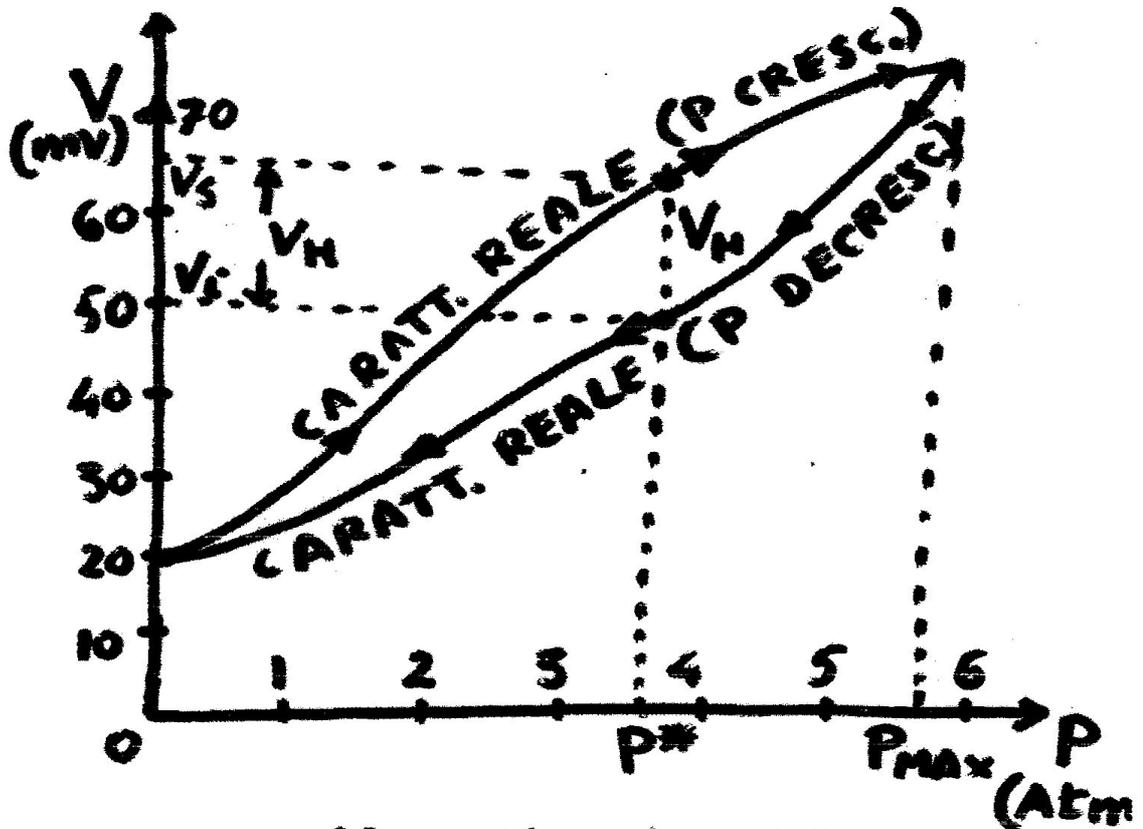
ΔV_{MAX} : ERRORE MASSIMO DI LINEARITA'

(KILO PASCAL)

K : SENSIBILITA' = $\frac{V - V_{OFF}}{P} = \frac{80 - 10}{160} = 0.437 \text{ mV/kPa}$



ESEMPIO DI ISTERESI DI UN SENSORE



$$V_H = V_S - V_S' = 65 - 50 = 15 \text{ mV}$$

ISTERESI
MASSIMA

RIFERIMENTI WEB SUI SENSORI

1)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/Sensori.htm>

2)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/SensoriTemperatura.htm>

3)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/SensoriPressione.htm>

4)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/SensoriLuce.htm>

5)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/SensoriCampoMagnetico.htm>

6)

<http://www.fisica.uniud.it/irdis/supporto/Sensori/panoramica/SensoriPosizione.htm>