

Appunti di Misure Elettriche

Appendice 3 - Cenni ai trasduttori

Strumenti di misura per grandezze non elettriche	1
Introduzione	1
Termometri.....	1
Misuratori di PH (PH-meter)	2
Igrometri	2
Anemometri.....	2
Fonometri	2
Tachimetri	2
TRASDUTTORI	3
Generalità.....	3
Selezione dei trasduttori	3
Caratteristiche	4

Strumenti di misura per grandezze non elettriche

INTRODUZIONE

L'elemento di ingresso è un *trasduttore*, che fornisce in uscita un segnale elettrico analogico in relazione univoca con la grandezza di ingresso sottoposta a misurazione (*misurando*).

Un **trasduttore** è dunque un elemento sensibile che converte la grandezza da misurare in una grandezza elettrica.

TERMOMETRI

Per misure di temperature. Il settore di impiego è dunque la **termometria**. Normalmente impiegano una **termocoppia** come trasduttore (variazione di temperatura => variazione di tensione) e rilevano temperature in un campo di (-200 : 2000°C) a seconda dello strumento.

Il principio di funzionamento consiste nel:

- contatto diretto trasduttore-corpo (*Conduzione*)
- radiazione calorica emessa dal corpo (*Convezione*)
- misura di raggi infrarossi emessi da un corpo luminoso in prevalenza impiegato per il rilievo di alte temperature (*Irraggiamento*)

Sono prevalentemente a carattere digitale. L'unità di misura normalmente è il grado centigrado (in realtà il grado Celsius).

MISURATORI DI PH (PH-METER)

Impiegati prevalentemente nel settore chimico-fisico, misurano il PH di una particolare sostanza mediante l'impiego di opportune sonde e normalmente il campo è di 0÷14 pH.

Considerato inoltre che il pH di una sostanza può essere influenzato dalla temperatura, esistono in commercio rilevatori di pH con compensazione della temperatura rendendo non più necessario il rilievo della temperatura all'atto della misura. Possono essere a lettura digitale o analogica.

IGROMETRI

Impiegati anch'essi prevalentemente nel settore chimico-fisico, servono per misurare l'umidità relativa dell'aria ambiente oppure l'umidità relativa di materiali quali carta, legno, cemento ecc. Il campo varia a seconda dell'impiego:

- (10% : 100 %) aria
- (6% : 60 %) muro, intonaco, legno
- (8% : 24 %) tessile

ANEMOMETRI

Vengono impiegati per misure di velocità di movimento dell'aria, sia essa naturale (vento) che artificiale (impianti di condizionamento).

Normalmente sono provvisti di testina a ventola di diametro circa 22mm con un campo di (0.3 : 20 m/s).

Possono essere ad integrazione nel senso che la misura visualizzata (digitalmente) corrisponde con l'indicazione media effettuata in un periodo di circa 20 s.

FONOMETRI

Per la misura del livello di rumore ad esempio in ambienti di lavoro, strade, in prossimità di apparecchiature ecc. Sono impiegati in meccanica, in acustica e nello studio delle vibrazioni.

Possono essere ad indicazione analogica o digitale.

Il trasduttore è normalmente un microfono che invia il segnale elettrico in uscita alla sezione di amplificazione e misura.

Il campo è compreso tra (20:30 dB) e 140 dB.

TACHIMETRI

Impiegati nel controllo e misura di velocità angolari Il principio di funzionamento può essere:

- per contatto diretto del sensore meccanico con il corpo
- per esplorazione a mezzo raggio luminoso con sensore ottico

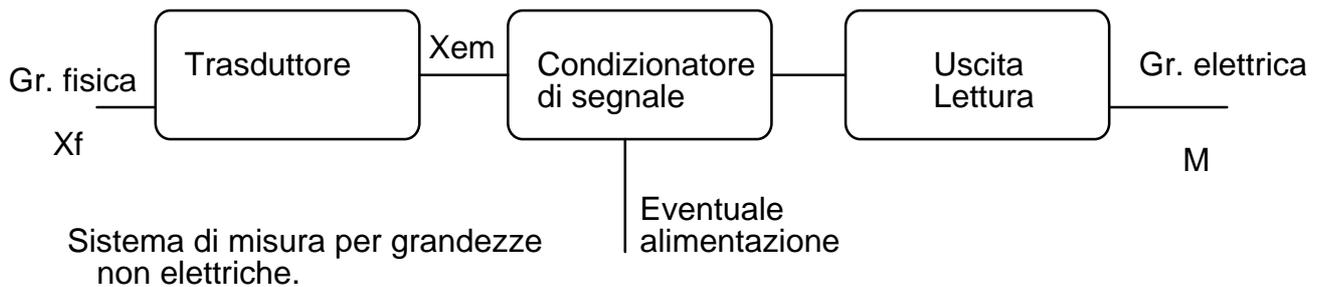
I tachimetri vengono impiegati anche per misure di velocità lineari in (m/minuto).

Il campo di misura è: (50:20000 g/m).

TRASDUTTORI

GENERALITÀ

Il **trasduttore** è l'elemento sensibile che converte una forma di energia, proporzionale alla grandezza fisica X_f da misurare, in altra forma proporzionale ad una grandezza elettromagnetica X_{em} :



Esistono due tipi base di trasduttori:

- **trasduttori attivi:** *convertono energia direttamente da uno stato ad un altro*, senza la necessità di alimentazione propria o di una eccitazione. Un esempio sono le **termocoppie**, che forniscono in uscita una tensione elettrica in funzione di una variazione di temperatura in ingresso. In generale, sono dispositivi in cui la grandezza di ingresso produce un segnale di tensione o corrente. Si ha perciò un controllo di energia senza alterarne la natura.
- **trasduttori passivi:** *controllano semplicemente l'energia*. Sono perciò dispositivi in cui la grandezza fisica produce la variazione di un parametro elettrico passivo (resistenza, capacità, induttanza). Questi trasduttori non convertono l'energia direttamente, ma piuttosto **controllano** quella proveniente da un'altra sorgente mantenendo tale energia inalterata nella forma.

E' opportuno evidenziare il caso delle **termocoppie** che necessitano, per il collegamento, di conduttori aventi le stesse caratteristiche del *bimetallo* usato nella realizzazione della termocoppia, perché in caso contrario si verrebbero a creare f.e.m. termoelettriche indesiderate che provocherebbero un inevitabile errore nella misura.

SELEZIONE DEI TRASDUTTORI

La scelta di un trasduttore dipende dai seguenti fattori:

- caratteristiche (descritte nel paragrafo seguente);
- principio fisico;
- grandezza di ingresso/uscita (elettromagnetica);
- intervallo di valori della grandezza di ingresso (escursione).

CARATTERISTICHE

Le principali caratteristiche in base alle quali valutare un trasduttore sono le seguenti:

Sensibilità: rapporto tra la variazione del segnale in uscita al trasduttore e la corrispondente variazione della grandezza in ingresso (es: per la termocoppia rame-costantana circa $45 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$).

Risoluzione: corrisponde alla più piccola quantità che può essere misurata, ovvero la minima variazione dell'ingresso che provoca un'apprezzabile variazione in uscita.

Escursione (range): intervallo di valori della grandezza in esame che il trasduttore è in grado di misurare, individuato dai valori limite inferiore e superiore (end-points teorici).

Influenza condizioni ambientali: quali bisogna considerare, ad esempio, l'influenza della temperatura, dell'accelerazione, delle vibrazioni o della corrosione sul buon funzionamento del trasduttore (*grandezze di influenza*).

Risposta in frequenza: corrisponde alle variazioni dell'uscita in funzioni della frequenza di ingresso. Chiaramente le caratteristiche del trasduttore non devono cambiare entro il campo di frequenza stabilito dal costruttore.

Effetti di carico: tutti i trasduttori assorbono una quantità di energia dalla grandezza in esame (trasduttore come carico nei confronti della grandezza di ingresso).

Calibrazione: l'operazione di calibrazione di un trasduttore corrisponde con la misurazione della grandezza di uscita per valori noti della grandezza di ingresso al trasduttore stesso.

Per ciclo di calibrazione si intende una prova che copra tutto il campo del trasduttore; la prova viene suddivisa in due parti, uno per valori crescenti della grandezza e l'altro per valori decrescenti

Isteresi: corrisponde con la massima differenza tra i due cammini di andata e di ritorno dell'uscita di un trasduttore durante il ciclo di calibrazione. E' espressa in *percentuale del fondo scala* (% f.s.)

Linearità: corrisponde con il massimo scostamento, espresso in % di f.s., tra curva di calibrazione e una linea retta di riferimento.

Errore: è la differenza tra il comportamento reale del trasduttore e il comportamento ideale (curva teorica, in % f.s.).

Condizioni ambientali: quando il trasduttore viene fatto lavorare in condizioni diverse da quelle nominali, si hanno errori nelle grandezze di uscita. E' quindi opportuno definire un campo di temperatura di funzionamento per cui gli eventuali errori si mantengono entro i limiti prefissati.

Per effetto della temperatura si può avere

- traslazione della curva di calibrazione
- cambiamento della pendenza della curva calibrazione

Tempo di risposta: quando in ingresso al trasduttore applichiamo una sollecitazione a gradino (cioè un gradino della grandezza da misurare) l'uscita (risposta) varierà fino a raggiungere, dopo un certo tempo, un nuovo valore. A tale proposito vengono definiti i seguenti tempi caratteristici:

- **costante di tempo** (τ): tempo impiegato per raggiungere il 63% del valore finale
- **tempo di salita**: tempo impiegato per passare dal 10% al 90% del valore finale
- **tempo di risposta**: tempo impiegato per raggiungere una percentuale prefissata del valore finale.

Caratteristiche di affidabilità: l'affidabilità del trasduttore corrisponde alla probabilità che l'elemento funzioni in maniera corretta secondo certe caratteristiche ed in certe condizioni di lavoro per un determinato tempo.

Sovraccarico: qualora la grandezza di ingresso esca dal campo, si può avere il guasto del trasduttore. A tale proposito, si può definire un **tempo di recupero** corrispondente con il tempo occorrente al trasduttore per tornare al funzionamento nominale dopo che è stato posto in sovraccarico.

Vita utile: è il tempo per il quale il trasduttore opera senza modificare le sue prestazioni.

Ripetibilità: attitudine del trasduttore a fornire valori della grandezza in uscita poco diversi tra loro, a parità di segnale di ingresso, nelle stesse condizioni di lavoro.

Stabilità: capacità del trasduttore a conservare inalterate le sue caratteristiche di funzionamento per un intervallo di tempo relativamente lungo.

A titolo di esempio, vediamo alcuni valori tipici di alcuni dei parametri appena citati per una termocoppia e per un termistore:

<i>Parametro</i>	<i>Termocoppia</i>	<i>Termistore</i>
Sensibilità	10÷50 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	0.1÷1 $\text{k}\Omega/^\circ\text{C}$
Stabilità (anno)	0.5 $^\circ\text{C}$	1 $^\circ\text{C}$
Range temp.	-200÷1600 $^\circ\text{C}$	-100÷350 $^\circ\text{C}$
Diametro minimo	0.4 mm	0.4 mm
Costo	20 000:50 000	> 100 000

Autore: **SANDRO PETRIZZELLI**
 e-mail: sandry@iol.it
 sito personale: <http://users.iol.it/sandry>
 succursale: <http://digilander.iol.it/sandry1>