

Sebastiano Goddi (sebago)

A "color che son sospesi"

11 August 2011



Estate, tempo di **vacanze**...ma non per tutti

Estate, ah la "bella stagione" degli studenti, quando - abbandonati i tristi pensieri degli ultimi compiti e delle interrogazioni da incubo - ci si abbandona al dolce far niente o ai divertimenti più disparati, sommersi da periodi di vacanze e sagre paesane di ogni genere e tipo di cui l'italica terra è piena.

Ma non per tutti.

Ci sono alcuni studenti che - ahimé - hanno avuto la pessima idea di farsi "sospendere nel giudizio" (ai miei tempi si diceva "rimandati a settembre").

Alcuni di essi hanno già affrontato (e auguriamo superato) questo "supplemento di indagine". Altri attendono i fatidici giorni di settembre in cui ci sarà il verdetto finale.

Per i (spero) pochi che hanno avuto la sventura di farsi "sospendere" nelle materie di area tecnica ho pensato di mettere a disposizione un piccolo **documento** che riguarda i **trasduttori**, che ho creato nella

solita veste di **powerpoint** per facilitare il ripasso delle cose fondamentali.

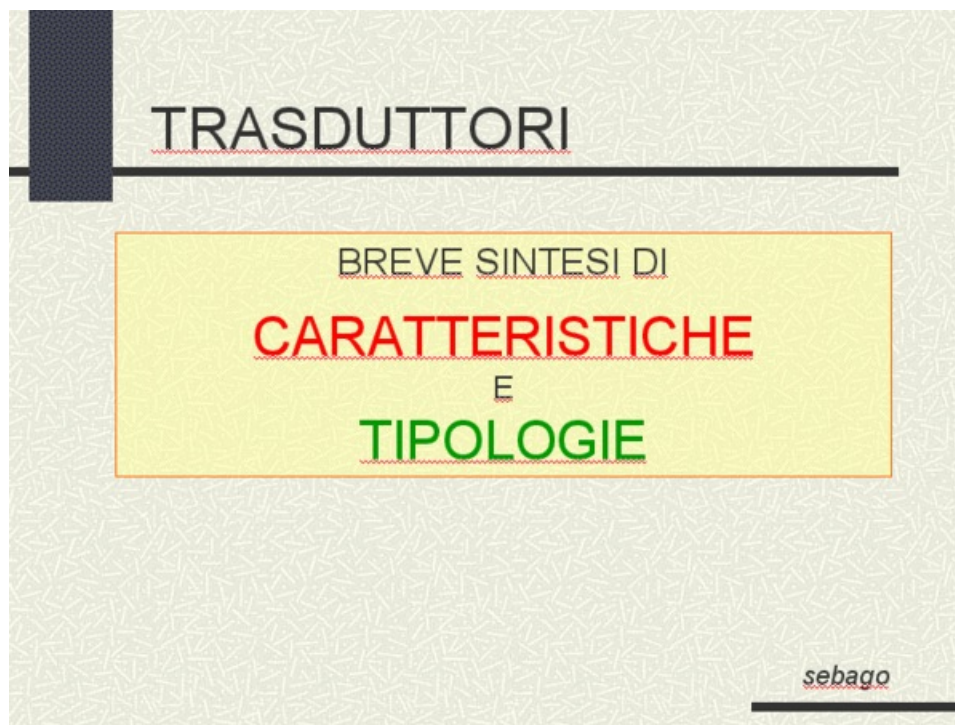
Un **avviso ai guru di EY**: è un documento che serve agli **studenti degli "anni di mezzo"** delle scuole superiori e dunque non ha la pretesa di essere esaustivo né precisissimo. Serve soprattutto a ripassare i concetti fondamentali e alcune caratteristiche dei trasduttori più noti.

Per studiare, infatti, non c'è nulla di meglio del classico e antichissimo metodo A.I.C.A.S. In ogni caso, a tutti gli sventurati che hanno l'esame, un doveroso "in bocca al lupo".

P.S.: tutti coloro che ritengono che ci siano imprecisioni grossolane possono usare la clava (magna cum clementia);

P.P.S.: tutti coloro che avessero voglia di aggiungere/correggere/modificare il file (che troverete scaricabile in allegato) sono i benvenuti; l'unica condizione che si pone è sempre la solita: condividere tutto nella nostra fantastica famiglia di EY.

A menzus biere



definizioni

• TRASDUTTORE:

dispositivo che presenta

→ in **ingresso** una **GRANDEZZA FISICA NON ELETTRICA**

(per esempio una **temperatura**, una **velocità**, una **forza**, ecc.)

→ in **uscita** una **GRANDEZZA ELETTRICA**

(per esempio una **tensione**, una **resistenza**, ecc.)

CORRISPONDENTE IN MODO BIUNIVOCO ALL'INGRESSO

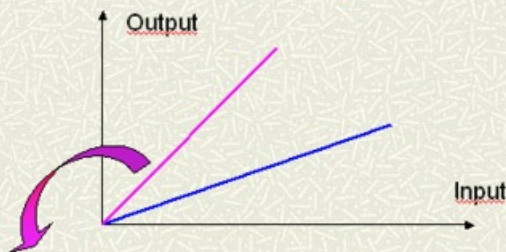


parametri significativi

→ **sensibilità:**

è la più piccola variazione dell'uscita che si riesce a percepire in seguito ad una variazione di ingresso

$$S = \frac{\Delta \text{Output}}{\Delta \text{Input}}$$

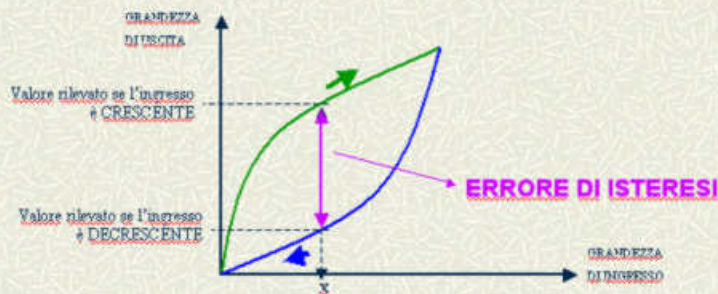


Più il **coefficiente angolare** della retta della caratteristica di trasferimento è elevato più il **trasduttore è sensibile**

parametri significativi

→ **isteresi:**

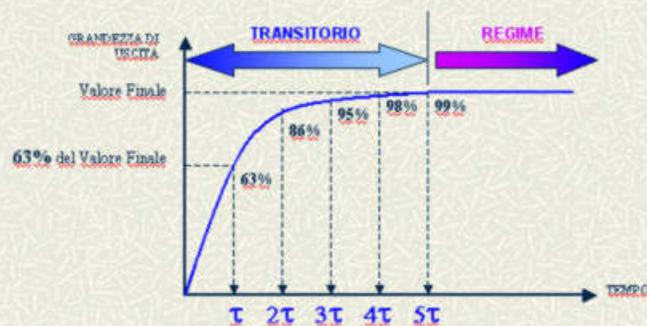
incapacità del trasduttore a dare lo stesso segnale in uscita sia quando il segnale di ingresso percorre un intervallo di valori in modo crescente sia quando il segnale di ingresso percorre un intervallo di valori in modo decrescente



parametri significativi

→ **costante di tempo:**

Tempo τ che il trasduttore impiega per fornire in uscita il 63% del valore finale



parametri significativi

→ **affidabilità:**

Capacità del trasduttore di funzionare a lungo nel tempo (anche se alcune sue caratteristiche, come per esempio la sensibilità, possono cambiare)

N.B.: da non confondere con la Qualità



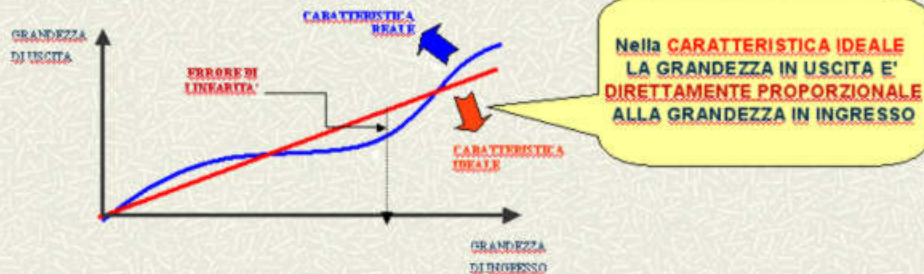
Se, con il passare del tempo, un trasduttore peggiora alcune sue caratteristiche (per es. la sensibilità o l'isteresi) ma continua a funzionare, allora è **AFFIDABILE**



Se, con il passare del tempo, un trasduttore presenta ripetutamente guasti tali da renderlo inutilizzabile e da richiederne la riparazione, allora **NON E' AFFIDABILE**

parametri significativi

→ **linearità:**



parametri significativi

→ range di funzionamento:

Intervallo dei **valori di ingresso** che possono essere assunti dalla grandezza che deve essere trasdotta.

N.B.: all'interno di questi valori, il costruttore garantisce il corretto funzionamento del trasduttore.



classificazione e tipologie: un brevissimo elenco

→ trasduttori di posizione:

potenziometri, encoder, trasformatori differenziali

→ trasduttori di forza:

estensimetrici (*strain gage*), piezoelettrici

→ trasduttori di temperatura:

termoresistenze, termocoppie, termistori

→ trasduttori di velocità:

dinamo tachimetriche, encoder incrementali, LVT

trasduttori di posizione: il POTENZIOMETRO



assumendo L_1 come grandezza di ingresso,
si rileva V come grandezza di uscita



trasduttori di forza: l'ESTENSIMETRO



nella **REGIONE ELASTICA**: $\sigma = E \cdot \epsilon$ [E: modulo di Young]

SFORZO e **DEFORMAZIONE RELATIVA** sono **DIRETTAMENTE PROPORZIONALI**

trasduttori di forza: l'ESTENSIMETRO

Si rileva che la **variazione di resistenza** di un conduttore sottoposto a trazione è proporzionale allo **sforzo applicato**, che a sua volta è proporzionale alla **deformazione** prodotta:

$$\frac{R - R_0}{R_0} = K \cdot \frac{L - L_0}{L_0} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{\Delta R}{R_0} = K \cdot \epsilon}$$

in cui:

- R_0 : resistenza a riposo dell'estensimetro (indicata dal costruttore)
- R : resistenza dell'estensimetro sottoposto a trazione
- L_0 : lunghezza a riposo dell'estensimetro
- L : lunghezza dell'estensimetro sottoposto a trazione
- K : coefficiente di taratura (indicato dal costruttore)

di conseguenza:

**LA MISURA DI UNA VARIAZIONE DI RESISTENZA
CI PERMETTE DI CALCOLARE UNA DEFORMAZIONE RELATIVA**

trasduttori di forza: l'ESTENSIMETRO

ESTENSIMETRI a CONDUTTORE (rame-nichel)



ESTENSIMETRI a SEMICONDUCTORE (germanio o silicio drogati, spessore 10-50 µm)



ESSENDO 50 VOLTE PIU' SENSIBILI DI QUELLI A CONDUTTORE, SONO USATI PER RILEVARE DEFORMAZIONI MOLTO PICCOLE

Gli estensimetri vanno applicati al corpo da misurare per mezzo di **SPECIALI COLLANTI**

trasduttori di forza: l'ESTENSIMETRO

CARATTERISTICHE TIPICHE E CONFRONTI

	A CONDUTTORE	A SEMICONDOTTORE
COEFFICIENTE DI TARATURA K	2	100
RESISTENZA R_0	120 - 350 - 600 - 1000 Ω	120 Ω
ERRORE DI LINEARITA'	1% su un campo di 10000 μ	1% su un campo di 100 μ
DEFORMAZIONE MASSIMA	25000 μ	5000 μ
VITA MEDIA	10^7 deformazioni	10^6 deformazioni

trasduttori di temperatura: le TERMORESISTENZE

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

LA RESISTENZA DEI METALLI VARIA AL VARIARE DELLA TEMPERATURA

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

in cui:

R_0 : resistenza alla temperatura di 0 °C

R : resistenza alla temperatura T

T : temperatura da rilevare

α : coefficiente di variazione lineare

LA PIU' USATA E' LA

Pt100

TERMORESISTENZA AL PLATINO



CARATTERISTICHE:

$R_0 = 100 \Omega$

$\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Errore di linearità: 2% (per $T = 0 - 500 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Costante di tempo minima : 100 ms

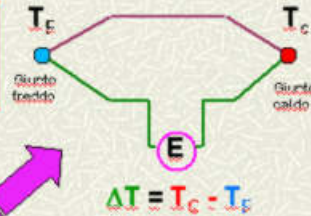
Corrente: 10 mA (limite autoriscaldamento)

trasduttori di temperatura: le TERMOCOPPIE

PRINCIPIO DI
FUNZIONAMENTO

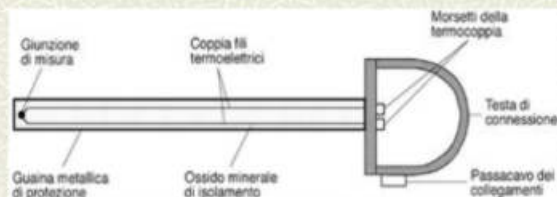
Effetto SEEBECK

In un anello costituito da due metalli differenti con due zone di giunzione poste a differenti temperature si manifesta una forza elettromotrice che risulta direttamente proporzionale alla differenza di temperatura esistente fra le giunzioni.



$$\Delta T = T_C - T_F$$

$$E = K \cdot \Delta T$$



Per ottenere $E = K \cdot T_C$ si pone T_F in ambiente termostato a 0°C oppure si costruiscono sistemi di compensazione

trasduttori di temperatura: le TERMOCOPPIE

CARATTERISTICHE TIPICHE E CONFRONTI



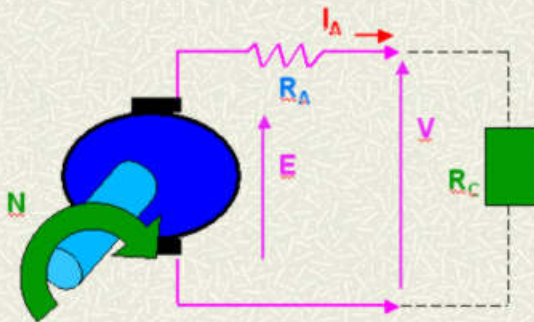
	Rame (Cu) Costantina (Cu-Ni)	Platino (Pt) Platino-Rodio (Pt-Rh)
K	$20 \div 50 \frac{\mu\text{V}}{^\circ\text{C}}$	$6 \div 12 \frac{\mu\text{V}}{^\circ\text{C}}$
Precisione	meno di 3°C	circa 0.75°C
Variazione	lineare	lineare
Range	$-200^\circ\text{C} \div 400^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C} \div 1300^\circ\text{C}$
Costante di tempo	circa 30 s	circa 50 ms

trasduttori di velocità: la DINAMO TACHIMETRICA

Si tratta di un **GENERATORE ELETTRICO** che è in grado di generare una **FORZA ELETTROMOTRICE PROPORZIONALE ALLA VELOCITA' DI ROTAZIONE**

$$E = K_D \cdot N$$

K_D : costante dinamo
 N : n° di giri al minuto (rpm)



E : TENSIONE A VUOTO
RA : RESISTENZA AVVOLGIMENTI
RC : RESISTENZA DI CARICO
IA : CORRENTE DI ARMATURA
V : TENSIONE ALLE SPAZZOLE
 $V = E - R_A \cdot I_A$

trasduttori di velocità: la DINAMO TACHIMETRICA

Dal confronto fra le formule:

$$E = K_D \cdot N$$

$$V = E - R_A \cdot I_A$$

La **tensione V alle spazzole** è tanto più vicina alla **tensione E a vuoto** quanto minore è la **corrente erogata al carico**

Esempio di CARATTERISTICHE:

$$K_D = 0,06 \text{ V/(giri/min)}$$

$$N_{MAX} = 10\,000 \text{ giri/min}$$

$$\text{Linearità} = 0,5 \%$$

$$\text{Limite di carico} = 240 \text{ mA}$$

N.B.: la tensione alle spazzole **V** presenta anche una **leggera ondulazione** dovuta alla **commutazione fra spazzole**. Tale ondulazione può essere opportunamente eliminata con l'impiego di filtri

Download

[Documento originale in PowerPoint](#)

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Sebago:a-color-che-son-sospesi>"