

TERMISTORI

I termistori (termine derivato dall'inglese "*thermistor*" crasi di "Thermal Sensitive Resistors") sono elementi termometrici che presentano come sensore un semiconduttore generalmente ottenuto da miscele di ossidi metallici sinterizzati. Questi composti, anche tramite opportuni drogaggi, sono caratterizzati sia da una spiccata mobilità con la temperatura dei portatori di carica (elettroni o lacune), sia da una notevole dipendenza della concentrazione di questi ultimi con la temperatura. Tutto ciò garantisce a questi elementi sensibili una caratteristica di variazione della resistenza al variare della temperatura (curva caratteristica) del tipo:

$$R = a e^{b/T} \quad (VI.1)$$

dove a e b sono due costanti che dipendono dal materiale semiconduttore scelto.

La resistenza R dei termistori (ottenuti ottimizzando i rapporti di massa degli ossidi di nichel, magnesio, cobalto, rame, ferro ed uranio, in modo da realizzare il miglior compromesso fra resistività e sensibilità), a differenza di quanto accade per i termometri a resistenza, è quindi decrescente al crescere della temperatura (Fig.VI.1) ed il loro coefficiente di temperatura α (definito analogamente ai termometri a resistenza) è negativo e non costante nel campo di temperatura di impiego (più alto alle basse temperature e più basso alle alte).

Questa è la ragione per cui al termine termistore talvolta si aggiunge la sigla NTC ("Negative Temperature Coefficient") a sottolineare la negatività del coefficiente di temperatura. Quest'ultimo che può assumere valori anche dell'ordine di $40.000 \div 60.000^\circ\text{C}^{-1}$ è comunque di almeno un ordine di grandezza superiore a quelli caratteristici dei termometri a resistenza.

Esistono anche termistori PTC ("Positive Temperature Coefficient") basati sull'impiego di materiali ferroelettrici (ad esempio il BaTiO_3 opportunamente drogato con Sb) che sono

caratterizzati da una resistività debolmente decrescente con la temperatura, ma ad una temperatura caratteristica (detta critica) presentano una curva di resistenza che varia positivamente e bruscamente di molti ordini di grandezza, per poi tornare alla caratteristica precedente (fig. VI.2). Questa caratteristica fa sì che i PTC vengano spesso utilizzati per funzioni di allarme.

Per quanto riguarda i termistori NTC, che sono noti ed impiegati in campo elettrico da decine di anni, è opportuno sottolineare che la loro utilizzazione come sensori di temperatura si è via via affermata solo negli ultimi decenni in conseguenza: i) sia delle migliorate tecniche di produzione per sinterizzazione (che hanno permesso di garantire la uniformità della produzione e quindi l'intercambiabilità dei sensori), ii) sia per l'applicazione di tecniche di invecchiamento/stabilizzazione, che hanno fortemente ridotto la non stabilità iniziale della curva caratteristica dei termistori, garantendo così la produzione di unità riproducibili e stabili.

Sono, infatti, ormai in produzione termistori speciali con curve caratteristiche unificate (Norme ISO ed UNI), che ne garantiscono la perfetta intercambiabilità. Le ISO curve (vedi fig.VI.2) presentano valori di R_0 ($T=25^\circ\text{C}$) da 0.5, 1, 2, 4, 15, 16, 25, 100, 400 k Ω . Le curve proposte dall'UNI hanno invece valori di R_0 ($T=25^\circ\text{C}$) di 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2, 5, 10, 30, 50, 100 k Ω .

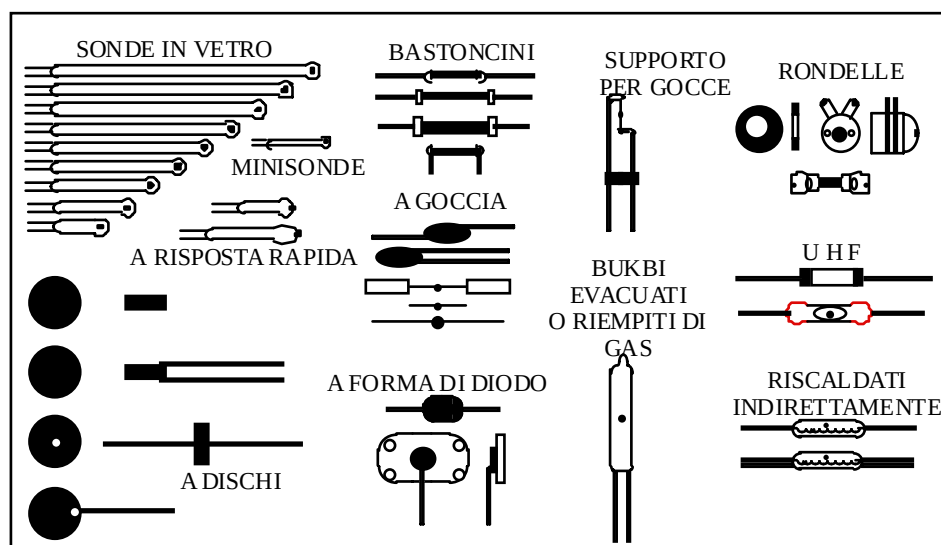


Fig.VI.1 Termistori

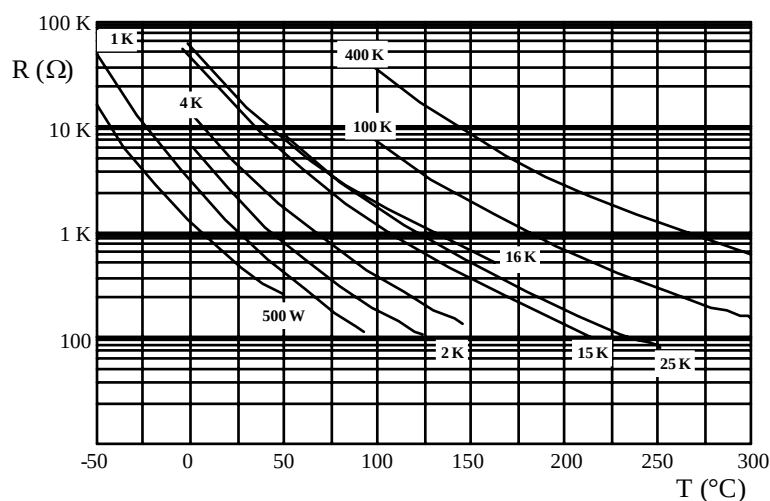


Fig.VI.2 Curve caratteristiche dei termistori (curve ISO)

Si noti che a differenza di quanto avviene per le termoresistenze (Pt 100 significa una termoresistenza da 100 ohm a 0° C) i valori di resistenza di riferimento R_0 di tali curve caratteristiche sono valutati a 25°C, retaggio questo che deriva dalla già citata origine elettrica dei termistori.

Quanto su esposto ed il confronto tra le curve caratteristiche dei sensori consente di confrontare il differente comportamento dei termometri a resistenza e dei termistori al variare della temperatura. Appare subito evidente la maggiore variazione di resistenza a parità di salto di temperatura che caratterizza i termistori (in un intervallo di 100° C si possono ottenere variazioni di resistenza elettrica anche di 2 ordini di grandezza c.f.r fig. 5) e quindi la loro maggiore capacità di misura di piccole differenze di temperatura, sebbene in un campo molto limitato 0-300°C rispetto ai campi tipici dei termometri a resistenza di platino e con una ripetibilità ed un'affidabilità molto inferiore.

I vantaggi dei termistori possono essere così riassunti:

- basso costo unitario;
- piccole dimensioni;
- piccoli tempi di risposta;
- segnale molto elevato.

Per contro gli svantaggi risultano:

- campo di temperatura limitato (0-300°C);
- curva caratteristica non lineare;
- possibile deriva;
- valore di misura da correggere per autoriscaldamento.

Per quanto riguarda quest'ultima affermazione è facile ricavare, dati gli elevati valori delle resistenze caratteristiche R_0 (ordine dei kilohm o dei megaohm), che qualsiasi sia la corrente di misura (anche pochi milliampere), l'autoriscaldamento è sempre elevato (ordine dei gradi) per cui il valore letto dal termistore è sovrastimato rispetto al valore di misura e su questo bisogna operare una correzione che è funzione del coefficiente di dispersione (noto solo per alcune applicazioni caratteristiche e di solito fornito dal costruttore) caratteristico dell'accoppiamento sensore/ambiente.

Va infine sottolineato che i ponti per l'alimentazione dei termistori non presentano i problemi riportati nel capitolo precedente per i termometri a resistenza in quanto data l'elevato valore della resistenza dell'elemento sensibile i problemi di collegamento e quelli termoelettrici sono del tutto trascurabili.

I settori di applicazione in cui i termistori hanno maggiori probabilità di successo sono quelli della regolazione degli impianti di condizionamento (caratterizzati dalla necessità di rilevare e regolare piccole escursioni della temperatura) e tutte le applicazioni in cui prevale l'esigenza di ottenere un'elevata sensibilità piuttosto che una elevata precisione di misura. Non ultima fra le caratteristiche dei termistori è quella del basso costo che ne favorisce l'impiego in molte applicazioni industriali e civili in cui sensori di più elevato pregio (termoresistenze o termocoppie che costano almeno dieci volte di più come sensori ed altrettanto come alimentatori e rilevatori) non possono trovare applicazione.