

Sondas de Temperatura

Sensores de Temperatura

Los Materiales modifican su Forma física (geometría), o su estructura molecular, modificando así el valor de resistencia, al variar el valor de la temperatura y de acuerdo a los coeficientes de variación de temperatura (α) que tengan.

Esto se aprovecha para fabricar sondas de medición de temperatura en función de la resistencia que tenga la sonda o en función de su deformación física.

Esto es muy importante, por ejemplo para la medición de la temperatura que tengan los bobinados en el interior de un motor eléctrico o de un transformador, es uno de los datos principales para la su protección y “salvación” de fallas que puedan dañar el bobinado por exceso de Temperatura.. Estas sondas nos proporcionarán una señal de alarma cuando la T^a sobrepase cierto valor.

Hay diversos dispositivos para medir la T^a .

Termistores compuestos por bimetales:

Los termostatos bimetálicos tanto en tiras como en discos, que convierten un cambio de temperatura en un movimiento mecánico, son los objetos bimetálicos más conocidos debido a su nombre.

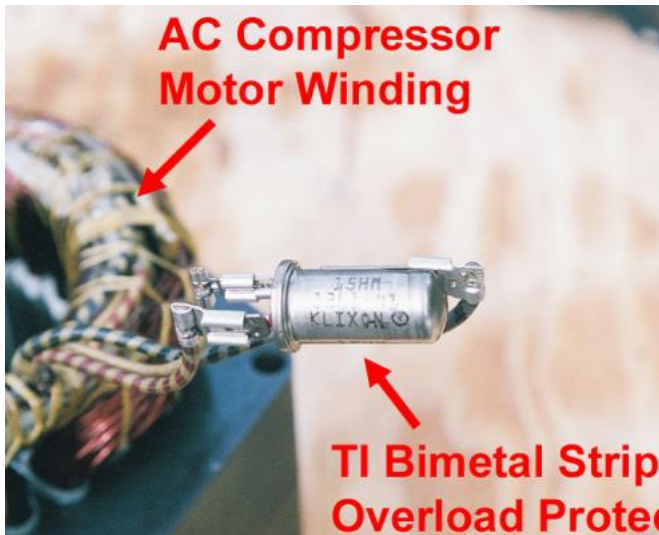
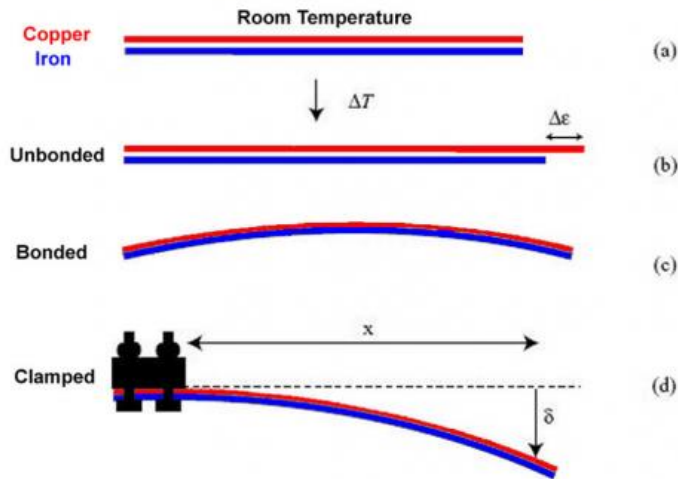
Están compuestos por dos capas de metales con diferentes coeficientes térmicos de expansión, por lo que al variar la temperatura tiende a flexionarse hacia el lado de menor coeficiente de expansión.

la corriente que circula por el mismo bimetálico o la corriente que puede calentar el conjunto, lo calienta y hace que se abra el circuito (por desacople metálico de dos bornes que conducen corriente) , limitando así la corriente máxima.

Sondas de Temperatura

Bimetal Strip

Two Metals Bonded Together with Different Coefficients of Expansion



Termopar:

Un termopar (también llamado termocupla) es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto Seebeck), que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

Consiste, básicamente, en un circuito cerrado formado por dos hilos determinados y de distintos metales unidos por sus respectivos extremos, en el cual aparece una pequeña corriente a partir de una diferencia de potencial surgida por una diferencia de temperaturas en ambos extremos.

El fenómeno es resultado del tránsito de electrones entre las uniones de los dos metales a consecuencia de una energía, en este caso térmica, aplicada a una de ellas.

Sondas de Temperatura

La señal de salida es de muy bajo nivel, entre 0,002 a 80 mV; la forma de transmitir la señal es mediante cables de compensación (hilos de los mismos metales que el termopar) o convirtiendo esta señal a 4,,20 mA.

■ Características de termopares (Norma IEC-584-1982)

TIPO	TERMOPAR	INTERVALO DE MEDIDA	ERROR MAX. (clase 1)	ERROR MAX. (clase 2)	ERROR MAX. (clase 3)	RANGO DE USO
B	Platino 30% Rodio (+) Platino 6% Rodio (-)	600 ... 1700 °C	-----	± 1,5°C ± 0,25%	± 4 °C ± 0,5%	1.370 °C 1.700 °C
E	Cromel (NiCr) (+) Constantan (-)	-40 ... 800 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75%	± 2,5°C ± 0,75%	95 °C 900 °C
J	Hierro (+) Constantan (-)	-40 ... 750 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75 %	-----	95 °C 760 °C
K	Cromel (NiCr) (+) Alumel (Ni) (-)	-40 ... 1.200 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75 %	± 2,5°C ± 1,5 %	95 °C 1.260 °C
R	Platino 13% Rodio (+) Platino (-)	0 ... 1.600 °C	± 1 °C	± 1,5 °C ± 0,25 %	-----	870 °C 1.450 °C
S	Platino 10% Rodio (+) Platino (-)	0 ... 1.600 °C	± 1 °C	± 1,5 °C ± 0,25 %	-----	980 °C 1.450 °C
T	Cobre (+) Constantan (-)	-200 ...350 °C	± 0,5 °C ± 0,4 %	± 1 °C ± 0,75 %	± 1 °C ± 1,5 %	-200 °C 350 °C

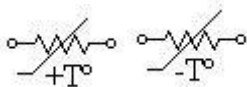
En Instrumentación industrial, los termopares **son ampliamente usados como sensores de temperatura**. Son económicos, intercambiables, tienen conectores estándar y son capaces de medir un amplio rango de temperaturas. Su **principal limitación es la exactitud** ya que los errores del sistema inferiores a un grado Celsius son difíciles de obtener.

Termistores (PTC/NTC):

Un termistor es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento **se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura**. El término termistor proviene de Thermally Sensitive Resistor. Existen dos tipos de termistor:

- **NTC** (Negative Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura (α) negativo
- **PTC** (Positive Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura (α) positivo

Son elementos PTC los que la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura y elementos NTC los que la resistencia disminuye cuando aumenta la temperatura.



Sondas de Temperatura

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado. Usualmente, los termistores se fabrican a partir de óxidos semiconductores, tales como el óxido férrico, el óxido de níquel, o el óxido de cobalto.

Sin embargo, **a diferencia de los sensores “RTD”** (del inglés: resistance temperature detector es un detector de temperatura resistivo o “termoresistencia”) que veremos a continuación, la variación de la resistencia con la temperatura **es no lineal**. Para un termistor NTC, la característica es hiperbólica. **Para pequeños incrementos de temperatura, se darán grandes incrementos de resistencia.**

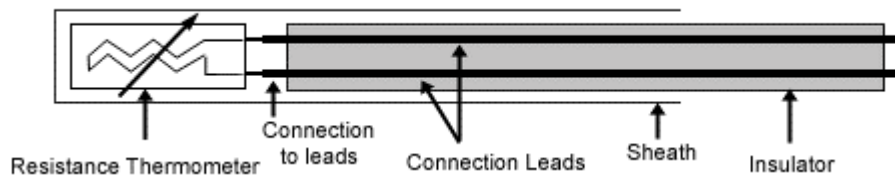
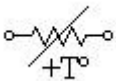


Diagrama esquemático de una resistencia termométrica, o resistencia detectora de temperatura (RTD).

Termorresistencias (RTD):

Un **RTD** (del inglés: resistance temperature detector) es un detector de temperatura resistivo, es decir, un **sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura**. Su símbolo es el siguiente, en el que se indica una variación lineal con coeficiente de temperatura positivo.



Al calentarse un metal habrá una mayor agitación térmica, dispersándose más los electrones y reduciéndose su velocidad media, aumentando la resistencia. **A mayor temperatura, mayor agitación, y mayor resistencia.**

En este caso sin embargo tal como indicábamos anteriormente, por lo general **la variación es bastante lineal en márgenes amplios de temperatura.**

Los materiales empleados para la construcción de sensores RTD suelen ser conductores tales como el cobre, el níquel o el platino.

Sondas de Temperatura



Un sensor muy común es el **Pt100** (RTD de platino con $R=100\ \Omega$ a $0\ ^\circ\text{C}$). En la siguiente tabla se muestran valores estándar de resistencia a distintas temperaturas para un ejemplo de sensor Pt100.

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	0	20	40	60	80	100
Resistencia (Ω)	100	107.79	115.54	123.24	130.87	138.50

Ventajas de los RTD

- Margen de temperatura bastante amplio.
- Proporciona las medidas de temperatura con mayor exactitud y repetitividad.
- El valor de resistencia del RTD puede ser ajustado con gran exactitud por el fabricante (trimming), de manera que su tolerancia sea mínima. Además, éste será bastante estable con el tiempo.
- Los RTD son los más estables con el tiempo, presentando derivas en la medida del orden de $0.1\ ^\circ\text{C/año}$.
- La relación entre la temperatura y la resistencia es la más lineal.
- Los sensores RTD tienen una sensibilidad mayor que los termopares. La tensión debida a cambios de temperatura puede ser unas diez veces mayor.
- La existencia de curvas de calibración estándar para los distintos tipos de sensores RTD (según el material conductor), facilita la posibilidad de intercambiar sensores entre distintos fabricantes.
- A diferencia de los termopares, no son necesarios cables de interconexión especiales ni compensación de la unión de referencia.

Inconvenientes de los RTD

- Dado que el platino y el resto de materiales conductores tienen todos una resistividad muy baja, para conseguir un valor significativo de resistencia será

Sondas de Temperatura

necesario devanar un hilo de conductor bastante largo, por lo que, sumando el elevado coste de por sí de estos materiales, el coste de un sensor RTD será mayor que el de un termopar o un termistor.

- El tamaño y la masa de un RTD será también mayor que el de un termopar o un termistor, limitando además su velocidad de reacción.
- Los RTD se ven afectados por el autocalentamiento.
- Los RTD no son tan durables como los termopares ante vibraciones, golpes...
- No tener en cuenta la resistencia de los hilos de interconexión puede suponer un grave error de medida.
-

RESUMEN: Principal diferencia entre Termistores

Las **sondas NTC y PTC** tienen una variación de la resistencia con la temperatura **no lineal**. Para un termistor NTC, la característica es hiperbólica. **Para pequeños incrementos de temperatura, se darán grandes incrementos de resistencia.**

Las **RTD o termoresistencias** tienen una variación de la resistencia con la temperatura **muy lineal** y admite un gran abanico de resistencias en función de temperaturas.