

Termómetro de Resistencia de Platino

Por Ing. Silvia Medrano Guerrero

Los termómetros de resistencia eléctrica se fundamentan en el principio de que la resistencia eléctrica de los materiales depende de la temperatura, y varía de modo casi lineal al valor de ésta.



El empleo del platino como sensor de temperatura fue propuesto por W. Siemens en 1871. El termómetro de resistencia de platino (RTD) es el instrumento indicado en la escala internacional de temperatura de 1990 (ITS-90) para ser usado en el alcance comprendido de $-259,3467$ °C punto triple del hidrógeno (PT-H = 13,8033 K) y $961,78$ °C punto de solidificación de la plata (PS-Ag = 1 234,93 K).

¿Por qué el platino es el mejor elemento sensor en la termometría? La sonda de platino ofrece una medición estable y exacta, como elemento termoresistivo tiene las siguientes características, las cuales lo hacen el mejor sensor:

- Químicamente inerte a altas temperaturas,
- Punto de fusión alto ($1\ 772$ °C),
- Resistente a la oxidación a altas temperaturas,
- Coeficiente de resistividad relativamente alto ($10 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$),
- Relación altamente lineal de resistencia contra temperatura.

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico del laboratorio de metrología MetAs, S.A. de C.V.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos, y en fin con todos aquellos interesados o relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
 49 000. Cd. Guzmán, Jalisco, México
 Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 13 16 91
 E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Laboratorio de Metrología:

Presión

Alto Vacío

Temperatura

Humedad

Eléctrica

Instrumentación Industrial

Entrenamiento & Consultoría

RTD
Pt-25,5 Ω
Patrón
ITS-90

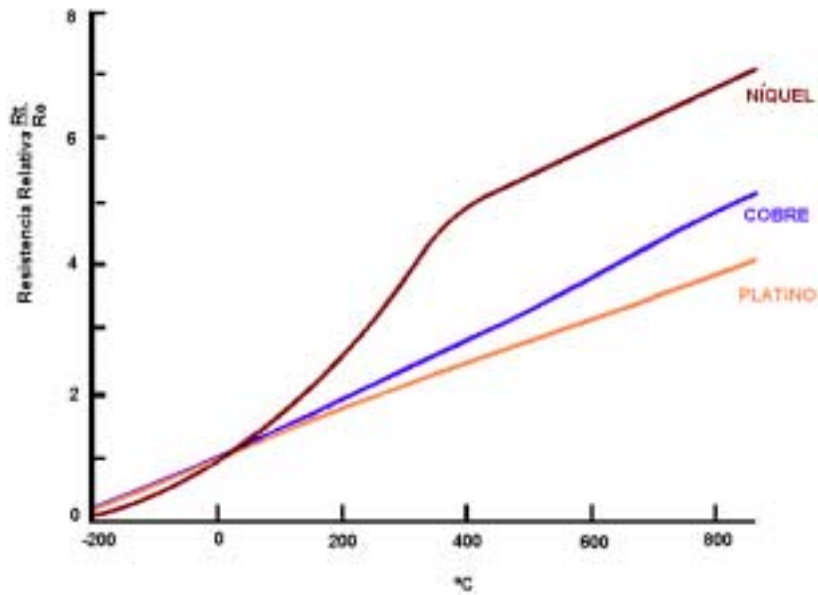


Figura 1. Comparación del RTD de platino con otros materiales

Dos de las más importantes características que definen el desempeño de los termómetros de resistencia son el grado de pureza y el diámetro del alambre.

Los metales puros tienen un coeficiente de resistencia por temperatura positivo bastante constante. El coeficiente de resistencia por temperatura es la razón de cambio de resistencia al cambio de temperatura. Un coeficiente positivo significa que la resistencia aumenta a medida que aumenta la temperatura. Si el coeficiente es constante, significa que el factor de proporcionalidad entre la resistencia y la temperatura es constante y que la resistencia y la temperatura se graficarán en una línea recta, en los RTD este coeficiente es conocido como alfa (α).

El diámetro del alambre afecta directamente a su resistencia y esta característica es indicada mediante el valor de resistencia nominal en el punto triple del agua (PT-H₂O = 0,01 °C) para un RTD patrón con la ITS-90, o en el punto de fusión del hielo (PF-H₂O = 0,00 °C) para un RTD industrial. Un alambre mas delgado tendrá una resistencia nominal menor.

Existen varias calidades de termómetros de resistencia de platino como son los termómetros de resistencia de platino patrón (normado por la ITS-90) y los termómetros de resistencia de platino industriales, los cuales comparten ciertas características comunes satisfaciendo requisitos distintos.

Material	Tipo de Termómetro	Geometría	Alcance de Uso °C
Platino	Patrón	Cápsula	-259 a 232
		Tallo largo	-200 a 660
		Alta temperatura	660 a 962
	Industrial	Cualquier forma	-200 a 850

Cuadro 1. Tipos de termómetros de resistencia de platino

Termómetro de resistencia de platino patrón

El sensor está fabricado utilizando un alambre de platino de alta pureza, revestido de vidrio o cerámica y libre de tensiones que se embobina para formar un devanado no inductivo.

Estos termómetros son fabricados para que su coeficiente de temperatura sea de $3,92 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ o mayor, ya que se utiliza alambre de platino de alta pureza.

Los termómetros de resistencia de platino se dividen en tres grupos que depende del montaje del sensor:

Termómetros de resistencia de platino criogénicos (cápsula)

- Se emplean como instrumentos de interpolación de la ITS-90
- Su intervalo de operación va de $-259,3467 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (PT-H) hasta $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (PT-H₂O)
- La resistencia nominal de estos sensores es de $25,5 \text{ } \Omega$ a $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Su sensibilidad es de $0,1 \text{ } \Omega/^{\circ}\text{C}$

Termómetros de resistencia de platino de tallo largo

- Su alcance de operación va de $-189,3442 \text{ }^{\circ}\text{C}$ punto triple del argón (PT-Ar = 84 K) hasta $660 \text{ }^{\circ}\text{C}$ punto de solidificación del aluminio (PS-Al = 933,473 K)
- La resistencia nominal de estos sensores es de $25,5 \text{ } \Omega$ a $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Su sensibilidad aproximada es de $0,1 \text{ } \Omega/^{\circ}\text{C}$

Termómetros de resistencia de platino de alta temperatura

- Su alcance de operación va de $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $961,78 \text{ }^{\circ}\text{C}$ punto de solidificación de la plata (PS-Ag = 1 234,93 K)
- La resistencia nominal de estos sensores es de $2,5 \text{ } \Omega$ a $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$ con una sensibilidad de $0,01 \text{ } \Omega/^{\circ}\text{C}$ o resistencia nominal de $0,25 \text{ } \Omega$ a $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$ con una sensibilidad de $0,001 \text{ } \Omega/^{\circ}\text{C}$

Termómetro de resistencia de platino industrial

Estos termómetros pueden ser fabricados para que su coeficiente de temperatura sea de $3,91 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ o mayor cuando se fabrican con platino puro o con coeficiente de $3,85 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ cuando se utiliza aleaciones con el platino.

Típicamente, la resistencia a $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (punto de fusión del hielo) de estos sensores es de $100 \text{ } \Omega$, $200 \text{ } \Omega$, $500 \text{ } \Omega$ ó $1\ 000 \text{ } \Omega$. De los cuales el más utilizado es el de $100 \text{ } \Omega$, conocido como "RTD Pt-100" para fabricarlo se utiliza alambre cuyo diámetro es de $0,025 \text{ mm}$ con el fin de minimizar costos de fabricación puesto que para valores mayores de resistencia es necesario utilizar alambres mas delgados.

Estos termómetros tienen una gran exactitud en las mediciones, están diseñados para ser utilizados en lugares en los que el termómetro estará sometido a cierto tipo de vibraciones o estará expuesto a golpes mecánicos que impiden el uso de termómetros patrón. Se fabrican en varios modelos, sus características de comportamiento varían, dependiendo de su diseño, pureza del platino como sensor, tratamiento térmico, esfuerzos mecánicos, etc. Se pueden encontrar tolerancias de operación que van de $\pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 y 3 hilos
RTD Industrial

4 hilos
RTD patrón

Medición de resistencia

La técnica de dos hilos (Figura 2), en donde la resistencia se mide en las terminales del sistema, por lo que la resistencia de los hilos forma parte de la cantidad desconocida que se pretende medir.

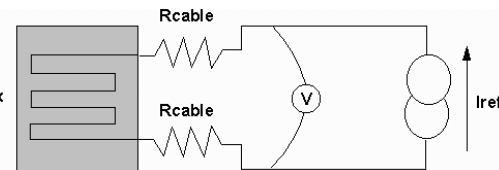


Figura 2. Medición de RTD a 2 hilos

Por el contrario, la técnica de cuatro hilos (Figura 3) mide la resistencia en los terminales del RTD, con lo cual la resistencia de los hilos queda eliminada de la medición.

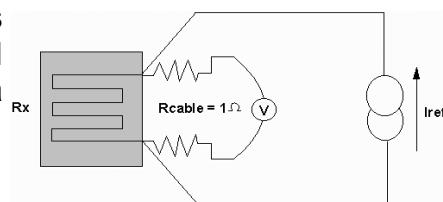


Figura 3. Medición de RTD a 4 hilos

La técnica de tres hilos ofrece una solución intermedia que elimina un hilo, pero no es tan exacta.

Normas de referencia

A continuación se listan las normas de referencia más utilizadas en la fabricación y operación de termómetros de resistencia de platino:

ASTM E 644-91	Standard test methods for: testing industrial resistance thermometers,
ASTM E 1137-87	Standard specification for: industrial platinum resistance thermometers,
BS 1904	Industrial platinum resistance thermometer,
DIN 43760	Industrial platinum resistance thermometer,
IEC 751-1993	Industrial platinum resistance thermometer sensor,
OIML R 84-1989	Resistance-thermometer sensor made of platinum, copper or nickel (for industrial and commercial use).

Estas normas incluyen el termómetro de resistencia de platino de 100Ω a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ con coeficiente de temperatura $3,85 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, aunque la OIML R 84 incluye termómetros de resistencia de diferentes materiales con resistencia de 5 a $1\ 000 \Omega$ a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ con coeficiente de temperatura $3,85 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ y $3,91 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Todas estas normas utilizan los coeficientes de la curva de ajuste de Callendar-Van Dusen.

Referencias

Méndez, E. Valencia, J. y Licea, D. (1997) Publicación Técnica: Termometría de resistencia. CENAM, Centro Nacional de Metrología. Los Cués, Querétaro, México.

Creus, A. (1995) Instrumentación industrial. Alfaomega Marcombo. México, D.F.