

Nociones básicas de los termopares

Nota de aplicación

Serie de folletos informativos sobre las aplicaciones de los termopares

Este es el primer folleto informativo de los cuatro que abordan las aplicaciones de los termopares:

1. Nociones básicas de los termopares
2. Cómo elegir un equipo de calibración de termopares
3. Cálculo de incertidumbres en un sistema de calibración de termopares
4. Cómo calibrar un termopar

¿Qué es un termopar?

El termopar es un sensor que se utiliza para medir la temperatura. Se usa, en general, en muchas aplicaciones industriales y científicas, gracias a su bajo costo, a los amplios rangos de temperatura, a los límites de altas temperaturas y a su disponibilidad de distintos tipos y tamaños. Se encuentra en casi todos los mercados industriales, entre los que se incluyen la generación de energía eléctrica, el petróleo y el gas, las industrias aeroespacial y farmacéutica, los semiconductores, la biotecnología, el procesamiento de alimentos y los metales.

Existen cientos de tipos de termopares fabricados a partir de distintas combinaciones de metales puros y aleaciones, cada uno con sus propias características y su adecuación a la aplicación. Para identificarlos, se les asigna un tipo de letra a cada uno. Los termopares de tipo E, J, K, N y T son de "base metálica", los tipos más comunes que usan materiales de hierro, constantán, nicrosil, cobre, cromel y alumel. Los termopares de tipo B, R y S son de "metales nobles" (principalmente, de materiales de platino y rodio), que son más costosos y se usan en aplicaciones de alta temperatura.

¿Cómo funciona un termopar?

En la década de 1820, el físico estonio-alemán Thomas Johann Seebeck descubrió que, cuando ocurre una diferencia de temperatura entre dos conductores eléctricos distintos, se produce la diferencia de voltaje correspondiente. Este fenómeno se conoce en la actualidad como efecto Seebeck o termoelectrico. Es el responsable del comportamiento de los termopares.



La figura 1 muestra un ejemplo de la construcción de un termopar. El termopar consiste en dos cables distintos de termoelemento, A y B, unidos en el extremo T_1 (la unión "caliente"). Los cables se encuentran aislados uno del otro en toda su longitud. El otro extremo, T_2 , (la unión "fría") se mantiene a una temperatura de referencia constante (por lo general, el punto de fusión del hielo). La unión fría es el punto de transición del alambre del termopar al alambre de cobre para la conexión con el medidor. El alambre del termopar se puede conectar directamente a un medidor o a un indicador provisto de un circuito interno de unión fría. Normalmente, esta configuración es menos precisa que cuando se usa una unión fría externa, mantenida en el punto de fusión del baño de hielo. El instrumento corrige electrónicamente la diferencia entre la temperatura real T_1 y la temperatura de referencia T_2 y mide el termopar para indicar el valor de temperatura real T_1 . Este ajuste se denomina compensación de unión fría (CJC).

Se genera un voltaje (la fuerza termoelectrónica) entre los alambres de la unión fría (T_2) cuando la unión caliente (T_1) se expone a una temperatura que difiere de la primera. Para leer el voltaje del termopar, se usa un instrumento conectado a los cables conductores desde la unión fría.

En teoría, dicha medición del voltaje depende únicamente de la diferencia de temperatura ($T_1 - T_2$). A medida que cambia la T_1 , la salida de voltaje del termopar varía de manera proporcional (no lineal) a dicha modificación en la temperatura. La salida del voltaje varía de unos -10 a 77 mV (según el tipo de termopar y la temperatura de medición). La correlación de temperatura frente a voltaje establece una relación exclusiva de los distintos tipos de termopares. Estas relaciones se resumen en las tablas de referencia que, a su vez, proporcionan la base para la calibración del termopar.

¿Por qué se deben calibrar los termopares?

Es importante tener en cuenta que el voltaje del termopar no se genera en la "unión caliente", donde se acoplan los dos metales (T_1), sino en toda su longitud (desde T_1 a T_2) a la que los alambres se exponen en un gradiente de temperatura. La diferencia de temperatura entre las uniones y el voltaje de medición solo es correcta si el alambre del termopar es homogéneo (uniforme en su composición). Como el termopar se usa en ámbitos industriales, los cables conductores pueden perder la homogeneidad por el calor, la exposición a los químicos o los daños mecánicos (por ejemplo, el alambre puede doblarse debido al gradiente de temperatura). Si la sección no

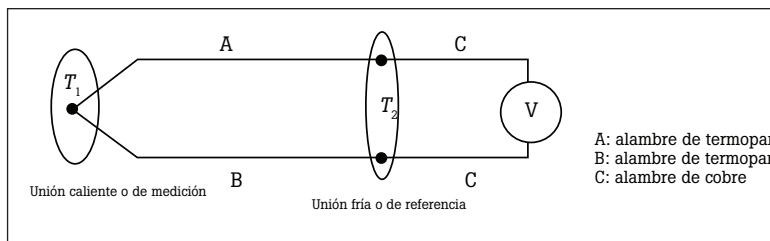


Figura 1: Construcción del termopar.

homogénea del circuito de un termopar se expone a un gradiente de temperatura, el voltaje medido difiere, lo que produce un error. Por lo tanto, se deben revisar y calibrar periódicamente los termopares, para asegurarse de que efectúen de manera correcta la medición.

Los termopares de base metálica (tipos E, J, K, N y T) desarrollan, por lo general, cualidades "no homogéneas" cuando se utilizan por encima de los 200 °C. Calentarlos sobre una superficie alterará aún más el alambre; de manera similar, moverlos cambiará el gradiente de temperatura. Ambas acciones producirán errores de calibración. En estos casos, se requiere la calibración "in situ" (en el sitio). Para ello, se debe insertar un termómetro de referencia a lo largo del termopar que se calibra, y comparar las lecturas.

Los termopares de metales nobles (tipos B, R y S) también pueden resultar afectados por la carencia de homogeneidad, pero los efectos son menores (de unos 0,3 °C), por lo que se pueden calibrar de manera efectiva. Los termopares de base metálica que se usan únicamente con valores de temperatura menores a 200 °C (los de tipo K, a menos de 120 °C) no exhiben, por lo general, cualidades no homogéneas significativas y se pueden calibrar fuera de la planta.¹

¹Para conocer más datos sobre la no homogeneidad de los termopares, consulte "Making Sense of Thermocouples", una guía técnica elaborada por el Laboratorio de estándares de medición de Nueva Zelanda.

Fluke Calibration. Precisión, rendimiento, confianza.™

Electricidad	RF	Temperatura	Presión	Caudal	Software
--------------	----	-------------	---------	--------	----------

Fluke Calibration
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Países Bajos

Para más información, llame a:

En los EE. UU. (877) 355-3225 o Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África +31 (0) 40 2675 200 o Fax +31 (0) 40 2675 222
En Canadá (800)-36-FLUKE o Fax (905) 890-6866
Desde otros países +1 (425) 446-5500 o Fax +1 (425) 446-5116
Página web: <http://www.flukecal.com>

©2015 Fluke Calibration.
Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.
Impreso en los EE. UU. 11/2015 6004059A_LAES

No se permite modificar este documento sin el permiso por escrito de Fluke Calibration.