

Solución a problemas frecuentes en mediciones con termocuplas

Por Guido Di Ciancia, SVS Consultores

info@svsconsultores.com.ar, www.svsconsultores.com.ar

Las mediciones de temperatura están presentes en la mayoría de los procesos industriales. Existen mayoritariamente dos tipos de termoelementos en los procesos industriales: termorresistencias (RTD) y termocuplas (termopar) (TC). En este artículo técnico veremos los principios de funcionamiento de las termocuplas, su aplicación (en comparación con las termorresistencias) y los problemas y soluciones frecuentes. A pesar de ser uno de los métodos de medición más difundidos, en nuestra experiencia solemos encontrar diversos problemas asociados a esta medición.





La conversión de una diferencia de temperatura (ΔT) a un voltaje (ΔV) se describe por el efecto termoeléctrico. El efecto *seebeck* describe la conversión de calor (ΔT) a electricidad (ΔV), es el que se utiliza como principio en las mediciones de termocuplas. En contraposición el efecto Peltier, describe la creación de una diferencia de temperatura debido a una diferencia de voltaje.

Las termocuplas están compuestas por dos cables de distintos componentes (en general, metales o aleaciones) unidos en uno de sus extremos y abiertos en el otro. Ellas generarán una diferencia de potencial (tensión, voltaje), cuando se les aplique una diferencia de temperatura en los extremos. La junta caliente (donde los metales están unidos) estará en contacto con la temperatura del proceso; la junta fría estará en los bornes abiertos del termoelemento. Este es un primer problema con el que nos encontramos: nuestro interés es medir

(conocer) la temperatura del proceso, sin embargo, la termocupla medirá diferencias de temperatura.

Como ya mencionamos, las termocuplas o termopares estarán compuestas en su extremo por una unión de dos metales puros o aleaciones; ejemplos de termocuplas habituales utilizan: cromo-alumel, hierro-constantán, cobre-constantán, platino-platino/rodio. Fueron clasificadas por distintos entes como ANSI, ISA, DIN, y los tipos más utilizados en la industria son las termocuplas tipo J, K, T, R y S. La selección del tipo de termocupla se basa en distintos factores como costo, disponibilidad, rango de operación, salida, estabilidad, reactividad química, etcétera.

Existen diversos códigos de colores para facilitar la identificación de los distintos tipos de

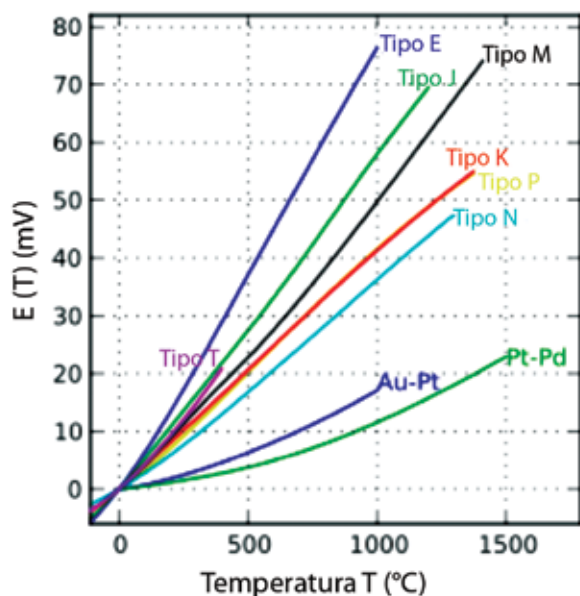
Tipo	Material		Código de color	Rango	
	Cable positivo	Cable negativo		Mínimo	Máximo
J	Hierro	Constantán		0	750
K	Cromo	Alumen		-200	1250
T	Cobre	Constantán		-200	350
E	Constantán	Constantán		-200	900

Referencia: Tipo, materiales, código de colores según ANSI y rango de termocuplas. Fuente: *National Instruments*.



termocuplas, sin embargo, por nuestra experiencia, recomendamos utilizar este método solo como orientación, ya que existen muchas normas con distintas combinaciones de colores para una misma termocupla, lo cual puede prestar a confusión (normas de Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Japón, IEC, otras). Un método más seguro para determinar qué tipo de termocupla se posee es medir puntos de temperatura (midiendo también la temperatura de la junta fría) y, con una tabla de voltaje (mV), determinar de qué tipo de termocupla se trata.

Nota: como se puede observar en la figura, a bajas temperaturas muchas termocuplas entregarán valores de milivolts similares; a medida que aumente la temperatura, las rectas se separarán, lo que permite su identificación con mayor eficacia.



Si el elemento sensor está lejos del elemento de recepción de la señal (transmisor o tarjeta de entrada/salida de un sistema), deberíamos conectarla hasta dicho elemento y se debería utilizar el mismo cable de la termocupla para generar el voltaje correspondiente. Esta distancia puede ser a

veces larga y los elementos que componen la termocupla pueden ser costosos, por lo que surge la necesidad de utilizar un cable especial denominado "cable compensado", un cable que entrega una tensión similar a la de la termocupla pero hecho de materiales más económicos. Surge un interrogante casi de forma instantánea: ¿por qué no utilizar cable compensado como termocupla, ya que es más económico y produce los mismos milivolts por diferencia de temperatura? La respuesta reside en que el cable compensado, en general, no resiste las condiciones de proceso y las termocuplas más costosas, sí. Como probablemente ya se dio cuenta, al entregar el cable compensado milivolts similares a los que entrega una termocupla, existe un tipo de cable compensado que se corresponde a cada tipo de termocupla. Cuidado: el cable compensado posee polaridad, si se conecta el cable compensado con la polaridad inversa, se producirá el efecto opuesto al que se busca y aumentará el error. No se debe utilizar cable de dos hilos de cobre como extensión, ya que no agrega los milivolts correspondientes a la diferencia de temperatura entre los bornes de la termocupla y la bornera del receptor.

Bornera del equipo de medición

Las termocuplas, como ya mencionamos, miden diferencia de temperatura (no temperaturas), por lo que conocer la temperatura de junta fría será crítico para conocer la temperatura de proceso. Si cometemos un error de dos grados en la temperatura de junta fría, cometeremos el mismo error en la temperatura del proceso, por lo que conocer la temperatura de junta fría es vital. Muchos transmisores y multicalibradores poseen la opción de compensar "automáticamente" ya que miden la temperatura ambiente; se debe verificar esta compensación por temperatura ambiente, tanto si está habilitada como si está debidamente calibrada ya que, como vimos, su funcionamiento es crítico respecto a la determinación de la temperatura del proceso.

Como consideración general sobre las termocupas y sobre las mediciones, al no conocer, en general, la temperatura real del proceso, no sabremos la magnitud del error que estamos cometiendo al realizar la medición de temperatura (en este caso, error equivale a valor real de temperatura de proceso – valor de temperatura medido con termocupla), por lo que hay que ser muy cuidadosos en una correcta instalación, con cable compensado del tipo y polaridad correspondiente, verificando que la compensación de junta fría esté realizada de la forma correcta. Una buena práctica es verificar el buen funcionamiento del conjunto con un elemento de calibración que genere una temperatura (por ejemplo, un bloque seco con un patrón de temperatura) donde se introduzca la termocupla y se verifique el funcionamiento.

Las mediciones de temperatura son una de las mediciones más frecuentes en las plantas industriales pero no por eso hay que descuidarlas. A diferencia de otros elementos, en la medición con termocupla nada nos informará que estamos cometiendo un error en la medición si compensamos mal la temperatura de junta fría o si seleccionamos o conectamos mal el cable compensado, por lo que no está de más ser cuidadoso en este tipo de mediciones revisando todos los elementos que comprenden a una buena medición con termocupla. Otro tema de importancia es la instalación de termoelemento en el proceso, que será motivo del siguiente artículo.

Evaluando el desempeño de las termocuplas, en términos generales, las ventajas respecto a las termorresistencias son: poseer un mayor rango de trabajo, soportar mejor las vibraciones y soportar mejor los ciclos de temperatura, y las posibles desventajas son: menor exactitud, mayor deriva (corrimiento en el tiempo) y eventual contaminación.

La selección de termoelemento (termorresistencia o termocupla) y eventualmente qué tipo de termocupla utilizar debe surgir de un análisis profundo de cada proceso. ❖

Referencias

- » Instituto Alemán de Normalización, DIN 43713
- » Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, ANSI MC96.1-1982 *Temperature Measurement Thermocouples*
- » Szklanny, Sergio, *Mediciones industriales*

Nota del editor: Respecto de mediciones con termorresistencias, "Solución a problemas frecuentes en mediciones con termorresistencias", del mismo autor, publicada en *AADECA Revista* N.º 2, páginas 44 a 46.

Las siglas están desglosadas en página 5.