

# Implementación de un punto triple para la calibración de termómetros industriales de precisión en el rango de temperaturas entre 0 ° C y 60 ° C

Giorgio P.; Layño P.; Tischler M.

Departamento de Patrones Nacionales de Medida (DPNM)

## RESUMEN

Las termorresistencias de tipo industrial (*TRI*) se calibran en el *DPNM* por comparación con termorresistencias patrones con incertidumbres de 0.02 ° C, en el mejor de los casos. Con el propósito de disminuir esta incertidumbre se puso en funcionamiento una celda de succino nitrilo (*SN*), apta para calibrar termómetros de diámetro inferior a 5 mm y que, en el intervalo comprendido entre 0 ° C y 60 ° C, permite lograr incertidumbres típicas menores que 0,01 ° C.

## INTRODUCCION

La medición de temperaturas con termómetros de resistencia de platino de tipo industrial (*TRI*) en el intervalo de temperaturas comprendidas entre 0 ° C y 121 ° C con incertidumbres del orden de 0,01 ° C es un requerimiento cada vez más frecuente, que proviene de áreas muy diversas, como la metrología, la alimentación, la medicina. En muchas aplicaciones metrológicas es suficiente llegar hasta 60 ° C, mientras que la temperatura de 121 ° C es usual en aplicaciones medicinales y de alimentación, por ejemplo esterilizaciones.

Las *TRI* típicas, *PT100*, se calibran, siguiendo normas aceptadas internacionalmente, tal como la *IEC 751*, que propone, para el intervalo mencionado, un polinomio de segundo grado:

$$R(T) = R_0 (1 + \alpha \cdot T + \beta \cdot T^2) \quad (1)$$

Para calcular los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  es necesario contar, por lo menos, con dos puntos de calibración. Nuestro laboratorio cuenta con los puntos: de fusión de galio (29,7646 ° C) y de solidificación de indio (156,5985 ° C). Esta última temperatura está muy por encima

del intervalo de temperaturas que se usan típicamente en metrología y es un hecho muy conocido que la exposición de una *PT100* a una temperatura superior a la de su uso normal, puede ser motivo de aparición de inestabilidades. Por lo tanto el punto triple de *SN*, es una alternativa conveniente, que junto con el punto de fusión de galio, brinda la posibilidad de calibrar *TRIs*, con mayor exactitud que la calibración por comparación y a su vez evita exponer la *TR* a temperaturas mas elevadas que las de su uso normal.

La celda de *SN* del *DPNM* contiene aproximadamente 60 g de una sustancia orgánica denominada succino nitrilo cuya fórmula es:  $\text{NC}(\text{CH}_2)_2\text{CN}$ . En su certificado de calibración, del año 1985, figura el valor

$$(58.0636 \pm 0.0015) \text{ } ^\circ\text{C}$$

correspondiente a la temperatura de su punto triple. Una de las cuestiones que se nos planteó al comenzar a trabajar con la celda fue la de averiguar si la sustancia se habría alterado luego de 17 años de su fabricación, teniendo esto como consecuencia una variación de las propiedades de la misma, en particular de la temperatura de su punto triple. Para averiguarlo contamos con una *PT100* calibrada en el intervalo de temperaturas comprendidas entre el punto triple del agua y la temperatura de fusión del estaño y cuyo diámetro de 4,5 mm nos permitió introducirla en el pozo termométrico de la celda. Esta *TR* fue utilizada como referencia.

## DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Se desarrolló y se puso en funcionamiento un controlador proporcional que permitió regular convenientemente la temperatura de un baño de agua en el cual se sumergió la

celda de SN. El baño cuenta con un sistema de agitación, para conseguir una temperatura homogénea, que a su vez provoca vaivenes de los objetos colocados en su interior. Para inmovilizar la celda, se la colocó dentro de un tubo de vidrio sujeto a la tapa del baño. Dicho tubo se llenó con agua para mejorar la conducción térmica entre la celda y el baño. Este arreglo permitió visualizar el desarrollo de las transiciones de fase.

Se realizó el punto triple durante el proceso de solidificación. Para ello, partiendo de una situación inicial con todo el SN fundido, se fijó el punto de consigna del baño entre 0,1 °C y 0,05 °C por debajo de la temperatura del punto triple. Cuando el succino de la periferia comenzó a solidificarse, se introdujo agua a temperatura ambiente en el pozo termométrico para que comenzara a solidificarse a su alrededor. Se consiguió así generar una Interfaz sólido-líquido interna que junto con la externa, aislaron el pozo termométrico de las pequeñas variaciones de temperatura del baño. Se colocó la TR monitora en el pozo termométrico y se registró el plateau de solidificación. Se observó que la temperatura se mantuvo estable dentro de una banda típica de 1 mK, durante alrededor de unas 10 horas. Para realizar las mediciones de resistencia se utilizó un multímetro digital HP 3458A.

## RESULTADOS

Se caracterizó el baño de agua en el que está sumergida la celda: las oscilaciones de la temperatura del mismo están contenidas típicamente en una banda de 0,03 °C durante 12 horas ó en una banda de 0.005 °C de amplitud durante un período aproximado de una hora.

Se realizaron 6 plateaus de solidificación obteniéndose para la temperatura del punto triple del SN el intervalo de confianza:

$$(58,066 \pm 0,005) \text{ } ^\circ\text{C}$$

El valor dado en el certificado de calibración de la celda está contenido en dicho intervalo.

## CONCLUSIONES

- Si bien el valor obtenido para la temperatura del punto triple difiere del dado en el certificado, dicha diferencia es completamente despreciable para las calibraciones en que se pretende una incertidumbre de 0,01 °C. También es un indicio de que las propiedades de la celda han variado poco durante los últimos 17 años.
- Se incrementaron las capacidades de calibración de termómetros industriales de precisión en el intervalo de temperaturas comprendidas entre 0 °C y 60 °C, al poder calibrarlos con incertidumbres menores que 0,01 °C.
- Una posible continuación del trabajo, podría consistir en un modelado matemático del proceso de solidificación, ya que se observó una forma helicoidal de la interfaz sólido-líquido, que llama la atención.

## REFERENCIAS

- [1] "The International Temperature Escala of 1990 (ITS-90)", Metrologia 27,3-10 (1990), H. Preston-Thomas
- [2] B. W. Mangum. "The Succinonitrile Triple-Point Standard: A Fixed Point to Improve the Accuracy of Temperature Measurements in the Clinical Laboratory", Clin. Chem 29, 1380- 1384, 1983.
- [3] M. E. Glicksman, P. W. Voorhees, "The triple-point equilibrium of succinonitrile: Its assessment as a temperature standard" Temperature: Its Measurement and Control in Science and Industry 5, American Institute of Physics, New York, NY, pp 321-326, 1982.
- [4] B. W. Mangum, Samir El-Sabban, "SRM 1970: Succinonitrile Triple Point Standard – A Temperature Reference Standard near 58,08 °C" NBS Special Publication 260-101, Aug. 1985.

*Para mayor información contactarse con:*

*Lic. Patricia Giorgio – patg@inti.gov.ar  
Ing. Pablo Layño – play@inti.gov.ar  
Dr. Moisés Tischler – moises@inti.gov.ar*

[Volver a página principal](#) ◀