

# ESTIMACIÓN DE DERIVA EN UN TERMÓMETRO ÓTICO

Daniel Cárdenas-García  
 Centro Nacional de Metrología (CENAM)  
 Km 4.5 Carretera a los Cués, Municipio el Marqués, Qro. C.P. 76246 México  
 (442)2110500, [dcardenam@cenam.mx](mailto:dcardenam@cenam.mx)

**Resumen:** En 2012 se calibraron tres termómetros óticos comerciales con un patrón de medición desarrollado en CENAM. Se encontró que sólo uno de los tres cumplió con el error permisible de  $\pm 0.2$  °C para valores de temperatura entre 35 °C y 40 °C. Se repitieron las calibraciones de dicho instrumento en 2014 y 2016. Con los resultados de las calibraciones se estimó una deriva de 0.05 °C/año.

## 1. INTRODUCCIÓN

Como indicador de la salud del paciente, la medición de la temperatura corporal es parte del examen médico general. La temperatura interna corresponde a la temperatura de la sangre que circula en la parte central del cuerpo y se puede medir en la arteria pulmonar y otras regiones internas, con procedimientos quirúrgicos [1].

La temperatura de la membrana del tímpano es una buena aproximación de la temperatura interna debido que el canal auditivo está cerca del hipotálamo (órgano que regula la temperatura del cuerpo humano) y las arterias que alimentan el cerebro [2]. La membrana del tímpano es muy delicada por lo que para medir su temperatura se utiliza un método sin contacto con termómetros óticos (TO).

Para los termómetros de uso clínico, el error permisible debe estar en el intervalo de  $\pm 0.2$  °C para valores de temperatura entre 35 °C y 40 °C. [3]

En el CENAM se desarrolló un patrón de medición, con el que se calibraron tres TO comerciales en 2012. Como resultado de la calibración se encontró que sólo uno de ellos cumplió con el requisito de error permitido [4]. Con dicho instrumento se repitió el ejercicio de calibración dos y cuatro años después, en 2014 y 2016 respectivamente. En este trabajo se presentan los resultados de las calibraciones y se hace una estimación de la deriva por año.

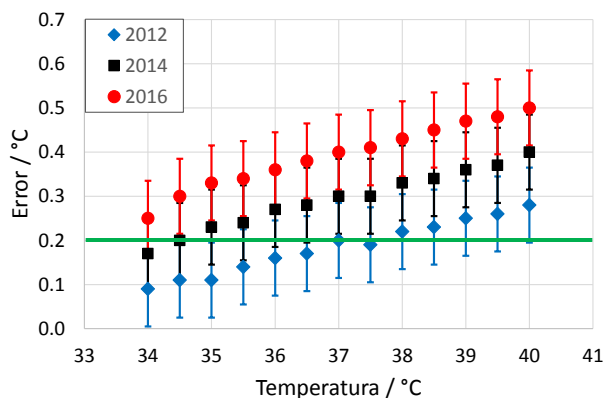
## 2. PATRÓN DE MEDICIÓN

El patrón de medición se describe a detalle en la referencia [4]. Consiste principalmente de una cavidad radiante, diseñada y fabricada en CENAM,

cuya temperatura se mide con un termómetro de resistencia de platino de referencia. La cavidad se aloja en el interior de un horno de bloque seco comercial. La cavidad tiene una apertura que permite colocar el extremo del TO para hacer las mediciones de temperatura.

## 3. RESULTADOS

En la figura 1 se observan los resultados de las calibraciones realizadas en 2012, 2014 y 2016 para el mismo TO. Las mediciones se hicieron en los valores de temperatura de 34 °C a 40 °C. La línea verde muestra el error máximo permisible.



**Fig. 1** Error del TO obtenido de calibraciones en 2012, 2014 y 2016.

La diferencia entre los errores de 2012 y 2014 es aproximadamente 0.1 °C; esto es una diferencia de 0.05 °C/año. Se obtuvo una diferencia similar entre los errores de 2014 y 2016. También se puede observar que los resultados de la segunda y tercera calibración indican que el TO no cumple con el error permisible.

#### 4. DISCUSIÓN

Una condición para obtener valores confiables en las mediciones con los TO es que estén calibrados. Con la calibración se conoce el error en la lectura de temperatura del instrumento, así como su incertidumbre.

Con el paso del tiempo, el error en la lectura de temperatura de un TO cambiará. Esta deriva es una magnitud que debe tomarse en cuenta al realizar mediciones con estos termómetros de radiación.

En los TO, la deriva está relacionada con los cambios en la transmitancia de sus componentes ópticas y los cambios en la respuesta del detector de radiación.

La transmitancia de las componentes ópticas se puede mantener estable de tal forma que su variación sea menor o igual que 0.05 %/año. Esto es posible si se evita que se ensucien o contaminen.

Los detectores más comunes en TO son las termopilas que tienen una estabilidad que se traduce en una variación en su respuesta que puede llegar a 0.2 %/año [5].

Debido a que varias de las componentes mencionadas se encuentran en el interior del TO, en general no es posible determinar la contribución a la deriva debida a cada una de ellas sin desarmar el instrumento. Por esta razón, es preferible estimar la deriva experimentalmente a partir de la variación del error entre calibraciones. Así, de los resultados obtenidos, se estima una deriva de 0.05 °C/año para el TO.

Esta medición también puede servir de guía para determinar qué tan frecuentemente debe calibrarse o verificarse un TO. Entre mayor sea la deriva, las calibraciones y verificaciones deben realizarse más frecuentemente.

#### 5. CONCLUSIONES

Con los TO se mide la temperatura del oído interno aprovechando la alta emisividad efectiva del canal auditivo.

En 2012 se calibraron tres TO con un sistema de medición desarrollado en CENAM. Se encontró que sólo uno de los tres TO cumplió con el error permisible. Se repitieron las mediciones con este

termómetro en 2014 y 2016, y con los resultados se estimó una deriva de 0.05 °C/año.

Esto indica la necesidad de establecer un plan de calibración y verificación de este tipo de instrumentos.

#### REFERENCIAS

- [1] G.L. Brengelmann, "Dilemma of body temperature measurement", in *Man in Stressful Environments: Thermal and Work Physiology*, edited by K. Shiraki and M.K. Yousef, Springfield, Ill: Charles C. Thomas, 1987, pp. 5-22.
- [2] J. Fraden, "Medical infrared thermometry: review of modern techniques," in *Temperature; Its Measurement and Control in Science and Industry*, Vol. 6, edited by J.F. Schooly, NY: American Institute of Physics, 1992, pp. 825-830.
- [3] J. Ishii, T. Fukuzaki, T. Kojima, A. Ono, "Calibration of Infrared Ear Thermometers" in *Tempmeko 2001 Proceedings: 8th International Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science*, Vol. 2, edited by B. Fellmuth, J. Seidel, G. Scholz, PTB & VDI/VDE-GMA, Berlin, 2002, pp. 729-734.
- [4] D. Cárdenas-García, E. Méndez-Lango, "Blackbody For Metrological Control of Otic Thermometers", in *Temperature; Its Measurement and Control in Science and Industry*, Vol. 8, edited by C.W. Meyer, NY: American Institute of Physics, 2013, pp. 976-980.
- [5] S-N. Park, B-H. Kim, C-W. Park, D-H. Lee, "Realization of radiance temperature scale from 500 K to 1, 250 K by a radiation thermometer with a thermal detector ", *International Journal of Thermophysics*, 29, 301-311, 2008.