



## Contribución al mejoramiento de la técnica del hilo caliente para la caracterización térmica de líquidos

S. Alvarado, E. Marín, A.G. Juárez y A. Calderón

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional,  
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

### Resumen

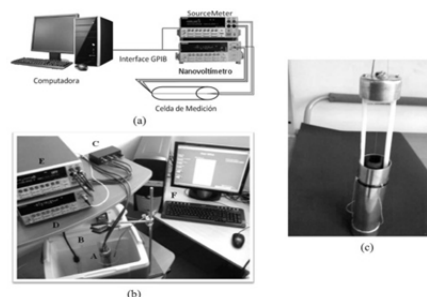
Este trabajo consiste en realizar mejoras al instrumento que se desarrolló basado en la técnica del alambre caliente. Este equipo ya fue sometido a pruebas de verificación midiendo la conductividad térmica de fluidos con propiedades térmicas bien conocidas, en estas pruebas se obtuvieron los resultados esperados con un error menor al 3%. También se han medido emulsiones de agua con aceite de canola en diferentes concentraciones para detectar variaciones en su conductividad térmica. La técnica del hilo caliente es ampliamente utilizada para la medición de la conductividad térmica de materiales. A continuación se presenta una breve descripción de la misma, su montaje y algunas de las mejoras que se ha visto son necesarias para poder medir una mayor variedad de fluidos con características de interés.

### Introducción

La técnica del alambre caliente consiste en mantener inmerso un alambre conductor en el líquido a investigar, y a través de él se hace pasar una corriente eléctrica constante, de manera que se caliente mediante efecto Joule. Debido a la disipación del calor generado hacia la muestra mediante conducción, la temperatura ( $T$ ) del alambre varía en el tiempo ( $t$ ) y la cinética de esta variación depende de las propiedades térmicas del líquido. La conductividad térmica se puede determinar a partir de la curva  $\Delta T$  versus  $\ln(t)$  con ayuda de una fórmula que es obtenida mediante la resolución de la ecuación de difusión de calor con las condiciones de frontera apropiadas. Debido a la complejidad del cálculo matemático y de las ecuaciones que resultan, la mayoría de los autores simplifican la solución haciendo muchas aproximaciones, entre ellas la de despreciar las dimensiones laterales del alambre y del contenedor, las pérdidas de calor por convección y radiación, entre otras. De esa manera coinciden en utilizar como rango de medición aquel donde se tiene una relación lineal entre la variación de temperatura y el logaritmo natural del tiempo de medición.

### Montaje Experimental

En la Fig. 1 se muestra el sistema de medición montado en base a la técnica del hilo caliente así como una breve descripción de los elementos que lo conforman. En (c) se muestra la celda de medición con la cual se requiere un volumen de muestra de 152 ml para llevar a cabo las mediciones.



**Figura 1.** (a) Esquema que muestra las conexiones entre los componentes involucrados en la implementación de la técnica del hilo caliente. (b) Fotografía del montaje de la técnica del alambre caliente, donde: A) celda de medición, B) control de temperatura, C) caja de conexiones eléctricas, D) nanovoltímetro, E) fuente (Sourceter) y F) computadora con software *Hot-wire*. (c) Imagen en la que se pueden apreciar el soporte del hilo de platino, el contenedor de las muestras y el ensamble de ambas partes.

### Mejoras propuestas

- ❖ Reducir las dimensiones de la celda de medición, sin afectar los resultados, para emplear muestras de menor volumen en las mediciones.
- ❖ Mejorar las conexiones eléctricas empleando soldadura y cables de mejor calidad, para evitar posibles efectos termoeléctricos.
- ❖ Mejorar el aislamiento de las conexiones y cables con recubrimientos anticorrosivos.
- ❖ Cambiar el material de la celda de medición y recubrir el alambre con una película de teflón para poder medir líquidos conductores.

### Agradecimientos

Agradecemos a CONACyT por su apoyo económico mediante el proyecto No. 83289 y a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del IPN.

### Referencias

- [1] H. S. Carslaw, J. C. Jaeger, *Conduction of Heat in Solids* (Oxford University Press, London, **1959**).
- [2] M. Khayet, J. M. Ortiz de Zárate, *Int. J. Thermophysics*, 26, 3 (**2005**).
- [3] R.A. Perkins, M.L.V. Ramires, C.A. Nieto de Castro, *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.*, 105, 255 (**2000**).