

## Interferómetro de Ondas Térmicas para Caracterización Térmica de Líquidos en Mezclas Binarias y Suspensiones Coloidales

A. Bermejo Arenas y E. Marín

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

### Resumen

Se describe la implementación de un analizador fototérmico para líquidos basado en el principio TWI (Thermal Wave Interferometry) [1] con detección piroeléctrica, cuya aplicación ha sido demostrada para la caracterización de líquidos y gases. Se describe el diseño mecánico y electrónico del dispositivo.

### Introducción

En la actualidad existen diversas técnicas experimentales para el estudio de las propiedades térmicas de los materiales, aunque existe un número elevado de estudios sobre materiales sólidos, para materiales líquidos existe muy poca literatura al respecto. Las técnicas fototérmicas son técnicas experimentales en las que la energía luminosa se hace incidir de forma periódica sobre el material investigado, siendo parte de ella absorbida y parcialmente transformada en calor. La temperatura del material varía con la misma periodicidad que lo hace la radiación incidente, introduciendo cambios en los parámetros del material. La detección de estos cambios es la base de los diferentes esquemas experimentales. [2]

Por ejemplo en la técnica fotoacústica la muestra a investigar se coloca en una celda cerrada que contiene aire u otro gas. Como resultado de la absorción de radiación modulada, el material se calienta, transmitiéndose el calor a una capa de gas adyacente a la superficie iluminada de la muestra. Esta capa de gas se calienta entonces periódicamente, expandiéndose y contrayéndose, y actuando como un pistón sobre el resto del gas contenido en la celda. Se genera así una onda acústica que puede ser detectada con un micrófono colocado también dentro de la celda

Las ondas acústicas pueden ser detectadas también utilizando sensores piroeléctricos, dispositivos que generan una señal eléctrica como respuesta a una deformación mecánica como la que pueden causar dichas ondas. Esa es la base la técnica denominada Técnica Fotopiroeléctrica.

La señal de respuesta del sensor es medida con un Lock-In ya que esa señal es muy baja y contaminada con ruido. En el trabajo de la maestría se realizó la automatización de este experimento y con la ayuda de una computadora fue posible procesar los datos utilizando modelos fisico-matemáticos para obtener información útil como propiedades térmicas de las muestras, así se obtuvo el valor de la difusividad térmica en un valor muy parecido al reportado por la literatura.

### Metodología

El objetivo ahora es mejorar ese dispositivo para lo cual se plantean las siguientes acciones:

- 1.- Rediseño del sistema posicionador micrométrico. Se fabricará una transmisión helicoidal para evitar los saltos por juego mecánico en los engranajes rectos y obteniendo mayor precisión en el desplazamiento y en la medición.
- 2.- Detección de ondas térmicas: Se hará utilizando un sensor piroeléctrico y una técnica de detección sincrónica (*Lock-In*) que permitirá medir la amplitud y fase (o partes real e imaginaria) del voltaje generado debido a las variaciones de temperatura detectadas por el sensor, en función de la frecuencia de modulación o de la longitud de la cavidad, en dependencia de la aplicación específica.
- 3.- Para variar el espesor de la cavidad se utilizará un motor de pasos micrométricos y un encoder. Se fabricará el control de este último y se añadirá al control original.
- 4.- Se mejorará la interfase de trabajo para el usuario bajo el ambiente LabVIEW y se enlazará con el lenguaje de programación VISUAL BASIC para tener todo el sistema automatizado con ayuda de una tarjeta de adquisición de datos y una computadora personal.
- 5.- Se hará un programa en MATHLAB y/o MICROCAL ORIGIN para ajustar los datos experimentales al modelo teórico que describe el fenómeno de interferencia de ondas térmicas en una cavidad (en el primer caso se pueden programar las expresiones complejas), mientras que con Origin habría que calcular primeramente las partes real e imaginarias de las expresiones de trabajo).
- 6.- Se realizarán mediciones de calibración del sistema tanto en aire como en líquidos patrón (de propiedades térmicas bien conocidas).
- 7.- Se caracterizarán sistemas binarios para evaluar la influencia de asociaciones moleculares sobre las propiedades térmicas y suspensiones coloidales de diferentes tipos para esclarecer mecanismos de transferencia de calor presentes en estos sistemas.

### Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de CONACYT, PIFI y SIP-IPN.

### Referencias

- [1] J Shen y A Mandelis Rev. Sci. Instrum. 66 4999 (1995)
- [2] Marín E., Sensores basados en las técnicas fototérmicas: Fundamentos y aplicaciones, EIBAS 05, La Habana 2005