



Detección de ondas térmicas mediante mediciones en el modo de barrido en longitud

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

En la actualidad existen diversas técnicas experimentales para el estudio de las propiedades térmicas de los materiales, entre las que se pueden mencionar las fototérmicas. En la mayoría de los casos se realizan mediciones de la amplitud y fase de la señal fototérmica en función de la frecuencia de modulación de la fuente de calor, pero muchos autores proponen hacerlo en función de la distancia entre la fuente y el sensor para eliminar la influencia de la función de transferencia del sistema de detección. Esto es factible en el caso de muestras gaseosas o líquidas. En el caso de sólidos (especialmente metales) una manera de hacer el barrido en longitud es mediante el método de Angstrom, que consiste en calentar una barra del material por un extremo, aplicándole una calefacción periódica, mientras se deja enfriar libremente el otro extremo. La temperatura en un punto dado de la barra realizará oscilaciones periódicas, aproximadamente armónicas, y que pueden relacionarse con la difusividad térmica. La muestra está aislada térmicamente, por lo que se minimizan las pérdidas de calor por convección o radiación, obteniendo mejor precisión en las mediciones.

Introducción

Desde que se dieron los primeros conceptos de Ondas Térmicas, Joseph Fourier propuso un método para utilizarlas para medir las propiedades térmicas de la corteza terrestre, como se describe por Marín *et al* [1]. El método Angstrom se basa en el mismo principio, y consiste en determinar la difusividad térmica de un material sólido en forma de barra por medio de ondas térmicas [2]. Se mide la difusión de calor a través de una barra que alternativamente es calentada y enfriada en uno de los extremos del material, como se muestra esquemáticamente en la Fig. 1.

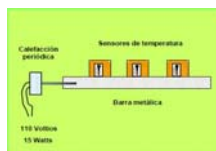


Fig. 1.- Esquema del método de Angstrom.

Procedimiento Experimental

Nosotros usamos una onda cuadrada proveniente de un PLC (Controlador Lógico Programable) utilizado como generador de señales, el cual dispara un trimmer y este a su vez controla el encendido y apagado de un caudín de 15 W con una frecuencia de 0.84 mHz. El caudín es colocado en el extremo de una barra de Al de 36 cm de largo. Utilizamos

un SCADA (Supervision Control And Data Acquisition) para leer los valores provenientes del PLC y obtener los datos de temperatura en función del tiempo medidos con 4 termopares tipo J ubicados en la barra a distancias de 8 cm entre sí (el primero a la misma distancia de la fuente de calor). La Fig. 2 muestra una fotografía del montaje experimental.



Fig. 2.- Montaje experimental, se observa la barra y el PLC.

Resultados.

Las ondas térmicas generadas en el espécimen se muestran en la Fig. 3 en función del tiempo. Cuando llegan a ser estables, se observa el desfase y la diferencia de amplitud entre las medidas a diferentes distancias. Del análisis según la metodología reportada en [1] de la amplitud de cada onda y de su velocidad de fase, se obtuvo para la difusividad térmica el valor $(1.0 \pm 0.2) \text{ cm}^2/\text{s}$, que concuerda con el valor reportado $(0.98 \text{ cm}^2/\text{s})$

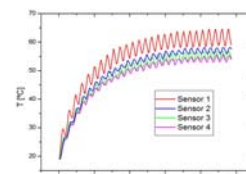


Fig. 3.- Temperatura en función del tiempo para los diferentes sensores.

Conclusiones

Se puso a punto la técnica de Angstrom para caracterizar térmicamente metales en forma de barra. A partir de la amplitud y el desfase de la señal medida a diferentes distancias de la fuente se calibró el sistema midiendo la difusividad térmica del Al. Actualmente estamos desarrollando un modelo teórico para describir la parte transiente de la señal.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por CONACYT y por el Proyecto SIP-IPN 20100780. Los autores también agradecen a COFAA-IPN el apoyo a través de PIFI y SIBE.

Referencias

- [1] Marín, E., Jean-Baptiste, E. y Hernández, M., Revista Mexicana de Física E52, 21 (2006).
- [2] E. Marín, G. Juárez-Gracia, G. Vera-Medina and A. Calderón, Lat. Am. J. Phys. Educ. 3, 232 (2009)