

# Análisis Termográfico Para La Determinación De Puntos Críticos En Equipos Mecánicos Y Eléctricos

A. Muñoz-Potosi<sup>1</sup>, L. Pencue-Fierro<sup>2</sup>, J. León-Téllez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. *Estudiante, Departamento de Física, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia*

<sup>2</sup>. *Profesor, Departamento de Física, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia*

---

## RESUMEN

La termografía infrarroja es una poderosa herramienta para realizar el mantenimiento preventivo a herramientas y equipos, no obstante la toma de muestras ha sido, hasta hace pocos años, muy costosa y poco accesible a la mayoría de sectores interesados. En los últimos años esta tecnología se ha tornado más viable económicamente y empiezan a aparecer numerosas aplicaciones que explotan sus ventajas. En este trabajo se analizan partes sometidas a estrés mecánico, térmico y eléctrico principalmente en motores de vehículos y en equipos industriales con el fin de establecer de manera rápida y confiable los puntos en donde es necesario revisar cuidadosamente el aparato para impedir daños futuros (mantenimiento preventivo) y disminuir las secciones de mantenimiento correctivo. Se presentan varios casos en los que la imagen térmica resulta ser un factor fundamental para obtener información de la magnitud y localización del daño presente en el instrumento analizado.

**Palabras clave:** Termografía infrarroja, Transferencia de calor, Medición de flujo térmico.

## ABSTRACT

The infrared termography is a powerful tool to realize the preventive maintenance to tools and equipments, nevertheless the capture of samples has been, until a few years ago, very costly and slightly accessible to the majority of interested sectors. In the last years this technology has become more viable economically and there start appearing numerous applications that exploit your advantages.

In this work there are analyzed parts submitted to mechanical, thermal and electrical stress principally in engines of vehicles and in industrial equipments in order to establish in a rapid and reliable way the points where it is necessary to check carefully the device to prevent future hurts (preventive maintenance) and to diminish the sections of corrective maintenance. They present several cases in which the thermal image turns out to be a fundamental factor to obtain information of the magnitude and location of the present hurt in the analyzed instrument.

**Keywords:** infrared termography, Heat transfer, measurement of heat flow.

---

## 1. INTRODUCCION

Debido a las exigencias de competitividad y eficiencia a las que se ven sometidas diferentes empresas, se ve la necesidad de desarrollar nuevas herramientas que permitan diagnosticar el estado de los instrumentos, para así ejercer un control sobre ellos, aumentando su disponibilidad, y reduciendo las fallas intempestivas; alcanzando así la optimización de la calidad y la reducción de costos de mantenimiento; potenciando así el mantenimiento predictivo.

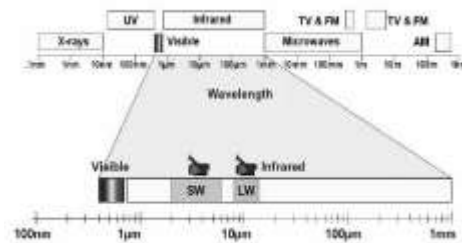
La termografía provee una técnica no muy costosa para reunir datos necesarios para determinar pérdidas de calor, debido a que en la industria la cuantificación de las pérdidas de calor es de relevante importancia debido a la enorme cantidad de energía consumida en los procesos mecánicos, térmicos y eléctricos; y al alto costo subsecuente de la energía desperdiciada.

Usualmente, la medición de flujos térmicos involucra la medición de temperatura, siendo necesario entonces un dispositivo que cambie de color en un pequeño rango de temperatura, haciéndose necesaria la utilización de la termografía infrarroja (TI), que permite la realización de un correcto mapeo superficial de temperatura aun en presencia de altos gradientes de temperatura espacial y/o flujo térmico. En este artículo se expone la aplicación del procesamiento de imágenes térmicas como instrumento para calcular las pérdidas de calor en partes sometidas a estrés mecánico, térmico y eléctrico principalmente en motores de vehículos y en equipos industriales.

## 2. MARCO TEÓRICO

La TI básicamente incluye una cámara infrarroja y un computador. El núcleo de la cámara es el detector infrarrojo, el cual absorbe la energía IR emitida por el objeto (cuya temperatura superficial está siendo medida) y convierte esta en un voltaje o una corriente eléctrica. Algunos objetos emiten energía proporcional a la temperatura de su superficie. Sin embargo, la energía detectada (por el detector IR) depende del coeficiente de emisividad de la superficie bajo medición. Puesto que la TI es una técnica de no contacto, la radiación IR necesita viajar cierta distancia desde el objeto a ser medido hasta el aparato de medición, a través de un medio con propiedades infraópticas que pueden afectar el resultado de la medida. En la mayoría de los casos, este medio es el aire, pero también pueden ser otros materiales. En el caso del aire, este tiene muchos componentes, tales como el vapor de agua y el dióxido de carbono que afectan la transmitancia IR de este.

El nivel de transmitancia del aire depende de la longitud de onda. Los detectores IR, generalmente realizan las mediciones en dos ventanas, para nuestro caso (Fig. 1): la banda de 8 a 12  $\mu\text{m}$  llamada “Onda Larga” (LW) y la banda entre 3 y 5  $\mu\text{m}$ , se determina como “Onda Corta” (SW).

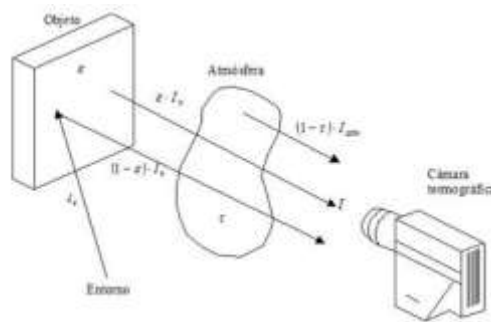


**Figura 1.** División del espectro electromagnético.

El equipo empleado en este método de inspección es la cámara termográfica, que registra la emisión natural de radiación infrarroja procedente de un objeto y genera una imagen térmica. La cámara termográfica se sitúa delante del objeto a inspeccionar para recibir la energía infrarroja emitida. Esa energía es la suma de tres componentes:

- \* La energía infrarroja, proveniente del objeto.
- \* La energía reflejada por dicho objeto.
- \* La energía emitida por el ambiente

Por ende, la energía detectada realmente no solo depende del coeficiente de emisividad de la superficie bajo medición, sino también depende del medio ambiente. De hecho, una fracción puede ser absorbida por la atmósfera entre el objeto y la cámara, o agregada por la reflexión de la superficie de la energía irradiada desde los objetos a su alrededor (Fig. 2).



**Figura 2.** Efecto de la atmósfera en la TI

La cámara recibe esta energía que es la suma de tres componentes la energía infrarroja que es la proveniente del objeto, la energía reflejada por dicho objeto y la energía emitida por el ambiente; a través de un sistema de lentes colocado sobre un detector de infrarrojos.

La información se trata electrónicamente para ser transformada en una imagen de temperaturas, que puede ser vista en un monitor de vídeo o una pantalla LCD.

---

La TI puede ser empleada en muchos campos industriales o de investigación; resaltando que cada campo presenta características y requerimientos específicos, implicando una elección específica del sistema IR, los procedimientos de prueba y el análisis de los datos.

Una vez capturado el termograma del objeto o la superficie a estudiar, se procede a aplicar técnicas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento predictivo ò bajo condición, evaluando el estado de los componentes mecánicos o eléctricos mediante técnicas de seguimiento y análisis, permitiendo programar las operaciones de mantenimiento “solamente cuando sean necesarias”.

La evaluación de el estado de estos componentes, consiste en el estudio de ciertas variables o parámetros relacionados con el estado o condición del medio que se mantiene, como por ejemplo la vibración, temperatura, aceites, aislamientos, etc. El estudio de estos parámetros nos suministra información del estado de sus componentes y, algo también muy importante, del modo en que está funcionando dicho equipo, permitiendo no solo detectar problemas de componentes sino también de diseño y de instalación. El objetivo del mantenimiento predictivo es la reducción de los costos de operación y de mantenimiento incrementando la fiabilidad del equipo.

## 2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DETECTOR

Para la toma de las imágenes térmicas fue usada una cámara IR SnapShot modelo 525. Que trabaja en la banda espectral de 8.0 a 12.0  $\mu\text{m}$ , con un detector termoelectrónico de 120 elementos lineales (50  $\mu\text{m}^2$  pixeles), cuyo rango de temperatura esta comprendido entre 0-350° C y con un tiempo de escaneo de imagen menor a 1.5 s. Su campo de visión (FOV) es de 17.2 grados verticales y horizontales, y la temperatura de operación de la cámara debe estar del orden de 0-40° C..

## 3. REGISTRO, ADQUISICION Y PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES

En el montaje experimental se utilizaron los siguientes dispositivos (Figura 4.) secador de caballo, el motor de un automóvil y la tarjeta board de un computador de escritorio.



Figura 3. Dispositivos que se analizaron.

Para el estudio de los interferogramas térmicos se tomó como objeto de estudio el sistema electromecánico de un disco duro de computador en funcionamiento y de un motor en un proceso de calentamiento y enfriamiento. En la figura 4 se observa el mapa térmico de cada uno de ellos:

Mediante rutinas en Matlab, se procesan las imágenes obtenidas, destacando los valores de temperatura máximos presentes en el sistema, al igual que los rangos de temperatura para los cuales cada dispositivo analizado funciona adecuadamente.

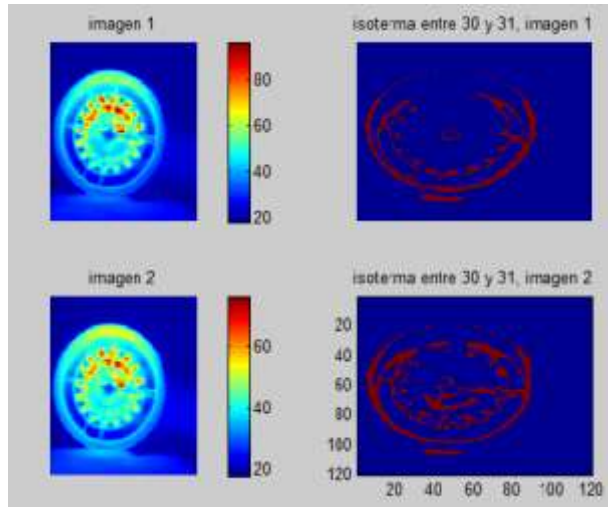
Las consideraciones que se tuvieron en cuenta para la toma de las imágenes fueron la temperatura ambiente y la toma de las imágenes se realizo en un periodo de captura de 5 segundos.

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

De acuerdo a cada dispositivo analizado, se tuvieron en cuenta los rangos de temperatura en los cuales el dispositivo estaba funcionando de manera adecuada. A partir de estos valores se realizó una rutina en matlab donde se destacaban los valores de temperatura superiores a los establecidos por los fabricantes, resaltando el lugar en el dispositivo donde se estaban presentando valores de temperatura superiores.

Esto se realizó con el fin de posteriormente realizar un mantenimiento predictivo en piezas eléctricas y mecánicas puesto que con el valor de temperatura superior se puede realizar un escaneo en la zona de conexión de dichos dispositivos y así determinar las causas de dichas fallas.

Las imágenes que se presentan a continuación son el resultado del procesamiento de las imágenes del secador de cabello que se tomaron para analizar su proceso de calentamiento y enfriamiento (Figura 5).



**Figura 4.** Proceso de calentamiento y enfriamiento de un secador de cabello

#### **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a todos mis compañeros y profesores del Grupo de Óptica y Láser de la Universidad del Cauca, especialmente al Magister Jaury León Téllez y al Ingeniero Edgar Leonairo Pencue Fierro.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Thermoteknix, 2001. Thermonitor Reporter System User Manual. Thermoteknix Systems Ltd. Cambridge, UK.
2. Dereniak e Boreman, 1996. "Infrared Detectors and Systems", John Wiley & Sons, New York, USA
3. Sparrow, E. M. e Cess, R. D., 1978. "Radiation Heat Transfer", Hemisphere Publ.Co., Washington, USA.
4. VISIR-PC,2006.<http://www.thermoteknix.com/content/english/products/infraredcameras/infrared/cameras/visir/software.html>, acceso em abril de 2006.