

# APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

## Implementation of thermography in predictive maintenance

### RESUMEN

El presente artículo describe la termografía como una herramienta clave en el mantenimiento predictivo ya que evita grandes pérdidas económicas en las empresas ocasionadas por la parada inesperada de un equipo que hace parte de su planta de producción. Además explica el principio físico y el instrumento más utilizado por esta herramienta para la obtención de la temperatura de los equipos.

**PALABRAS CLAVES:** Onda electromagnética, Radiación electromagnética, Espectro electromagnético, Radiación térmica, Espectro infrarrojo, Emisividad, Termograma.

### ABSTRACT

This article describes the thermography as a key tool in predictive maintenance and preventing major economic losses in business caused by the unexpected shutdown of a computer that is part of its production plant. It explains the physical principle and the instrument used by this tool for obtaining the temperature of the equipment.

**KEYWORDS:** Electromagnetic wave, electromagnetic radiation, electromagnetic spectrum, thermal radiation, infrared spectrum, emissivity, thermogram.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mantenimiento predictivo se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas por las organizaciones productivas porque les permite detectar problemas antes de que se produzcan fallas tan graves que impidan el desarrollo normal de su producción.

El mantenimiento predictivo cuenta con un método muy eficaz que se sustenta en el hecho de que cuando la temperatura de un equipo se incrementa es porque algo anormal está sucediendo en su operación. Este método se denomina Termografía y cada día va ganando más importancia en las industrias, porque ayuda a detectar problemas existentes de una manera rápida, segura y sin tener que interrumpir el funcionamiento normal de un equipo.

Gracias a la Termografía, se pueden descubrir fallas en los equipos antes de que éstas generen un paro imprevisto de la planta de producción lo cual implica desperdiciar mucho tiempo en reparación y grandes pérdidas económicas.

### WILLIAM OLARTE C.

Profesor Departamento de Física  
wolartec@utp.edu.co

### MARCELA BOTERO A.

Profesora Departamento de física  
maboar@utp.edu.co

### BENHUR CAÑÓN ZABALETA.

Profesor Departamento de Física  
becaza@utp.edu.co

UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA DE PEREIRA

A través de la termografía se pueden tomar decisiones de reparación o cambio de piezas cuando algo anormal se esté presentando en la operación de un equipo.

## 2. DEFINICIONES

A continuación se definen algunos conceptos técnicos encaminados hacia la mejor comprensión del tema desarrollado en el presente artículo.

**2.1 Ondas Electromagnéticas:** Son ondas que tienen componentes eléctricos y magnéticos los cuales son generados por la oscilación de una carga eléctrica.

Este tipo de ondas no requiere de medio material de propagación porque tienen la propiedad de viajar en el vacío a la velocidad de la luz (300000 km/s).

**2.2 Espectro Electromagnético:** Es un conjunto de ondas electromagnéticas clasificadas según su longitud y frecuencia como se muestra en la Figura 1.

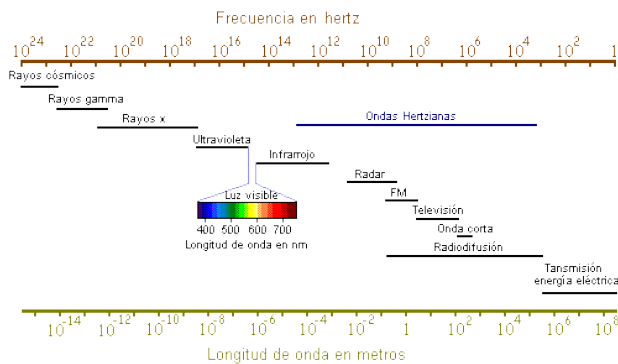


Figura 1. Espectro Electromagnético [1]

**2.3 Radiación Electromagnética:** Es el fenómeno por medio del cual, las ondas electromagnéticas transportan energía de un lugar a otro.

**2.4 Radiación Térmica o Calor:** Es la transferencia de energía generada por los cuerpos cuando poseen una temperatura superior al cero absoluto (0 K o - 273 °C), la cual se propaga en forma de ondas electromagnéticas [1].

**2.5 Espectro Infrarrojo:** Es la región del espectro electromagnético producida por la radiación térmica o el calor de los cuerpos. Este espectro está formado por ondas electromagnéticas cuyo rango está comprendido entre 0,75  $\mu\text{m}$  (400 THz) y 1000  $\mu\text{m}$  (300 GHz).

**2.6 Emisividad:** Es la capacidad que posee un cuerpo para emitir energía térmica.

### 3. TERMOGRAFÍA

La termografía es una herramienta basada en el estudio de la temperatura de los equipos e instalaciones de una empresa sin interrumpir su ciclo de producción.

Los problemas en los equipos, generalmente se evidencian por una alteración de su temperatura, por tal razón, en los manuales, sus fabricantes especifican el rango normal de temperatura de operación y esta información es empleada por el personal de mantenimiento como referencia para detectar cuando se está presentando algo anormal.

Para realizar un análisis de temperatura, es necesario establecer una rutina programada de medición y recolección de información que permita detectar cuando dicha magnitud ha variado.

Debido a que la termografía requiere que las empresas dispongan de personal competente y equipos de alta tecnología, muchas de ellas optan por contratar este servicio con otras compañías especializadas en este campo.

**3.1 Principio de la Termografía:** Todos los cuerpos cuya temperatura excede el cero absoluto (0 K o - 273 °C) emiten una radiación térmica que el ojo humano no alcanza a percibir. La magnitud de dicha radiación está relacionada directamente con la temperatura del objeto y se puede calcular por medio de la ecuación 1.

$$E = \varepsilon \sigma T_e^4 \quad (1)$$

donde:

$\varepsilon$  es la emisividad

$\sigma$  es la constante de Stefan Boltzman

$T_e$  es la temperatura del objeto medida en K

Por medio de la energía emitida de un objeto, se puede conocer la temperatura que éste posee. Mientras más caliente se encuentre un cuerpo, más energía infrarroja emitirá.

La energía infrarroja no se puede ver, pero con el desarrollo de la tecnología, ya existen equipos especializados en captar esta energía y transformarla en imágenes visibles que permiten determinar la temperatura de los objetos.

**3.2 Cámara Termográfica:** Es un equipo que mide la radiación térmica de los cuerpos y la convierte en una imagen visible de varios colores los cuales están establecidos por su temperatura. Generalmente, estas cámaras manejan longitudes de onda entre 8  $\mu\text{m}$  y 15  $\mu\text{m}$ .

En la Figura 2 se muestra una cámara termográfica utilizada para determinar el comportamiento de la temperatura en un motor reductor empleado en un proceso de manufactura.



Figura 2. Cámara Termográfica [3]

Las cámaras termográficas pueden entregar dos tipos de medidas: Medidas cualitativas y medidas cuantitativas como se explican a continuación.

**Medidas Cualitativas:** Son imágenes que poseen diversos colores por medio de los cuales se pueden identificar los puntos más calientes y verificar la uniformidad de la temperatura de un equipo.

**Medidas Cuantitativas:** Son valores exactos de temperatura de los puntos calientes que sirven para determinar la gravedad de un problema existente para realizar la acción correctiva pertinente que le permita al equipo volver a su estado normal de operación.

El procesamiento de la señal infrarroja se muestra en la Figura 3.

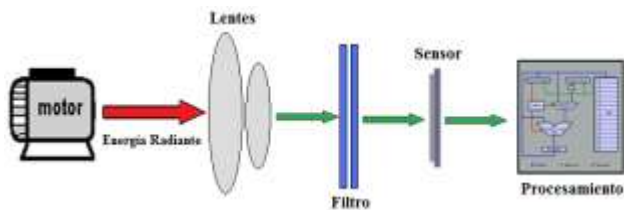


Figura 3. Procesamiento de la Señal Infrarroja [4]

La energía radiante que produce cualquier equipo es captada por los lentes de la cámara a través de un sensor; este sensor transforma la señal radiante en una señal eléctrica para que pueda ser procesada y presentada en una pantalla o display.

La imagen que genera una cámara termográfica se denomina Termograma. En la Figura 4 se muestra la imagen termográfica del motor reductor de la Figura 2.

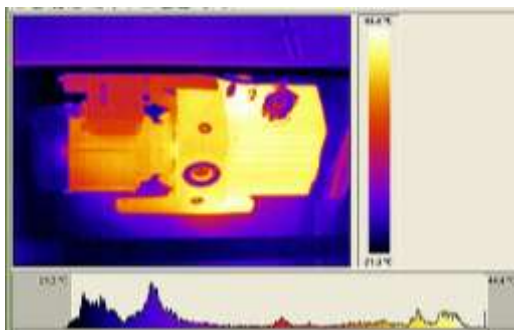


Figura 4. Termograma de un Motor Reductor [3]

**3.3 Aplicaciones de la Termografía en el Mantenimiento Predictivo:** La termografía tiene múltiples aplicaciones, entre las más importantes, se tienen [5]:

- Infraestructura eléctrica de alta y baja tensión. En la Figura 5 se muestra un tablero eléctrico con su correspondiente Termograma.

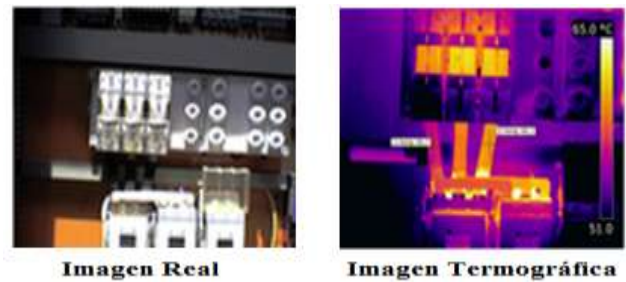


Figura 5. Termografía de un Tablero Eléctrico [6]

- Motores eléctricos, generadores, bobinados como se muestra en la Figura 6.

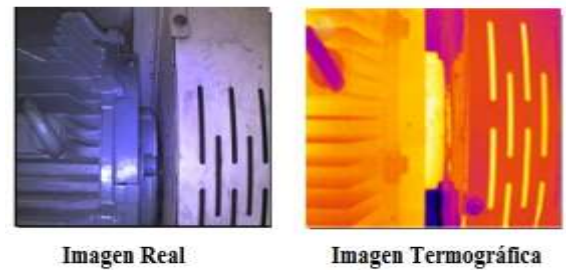


Figura 6. Termografía de un Motor Eléctrico [7]

- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.

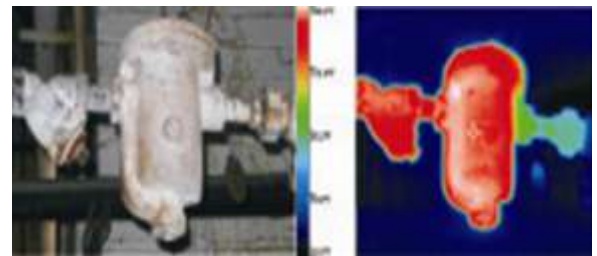


Figura 7. Termografía de una Trampa de Vapor [8]

- Instalaciones de climatización. En la Figura 8 se muestra un cuarto frío con su respectivo Termograma.

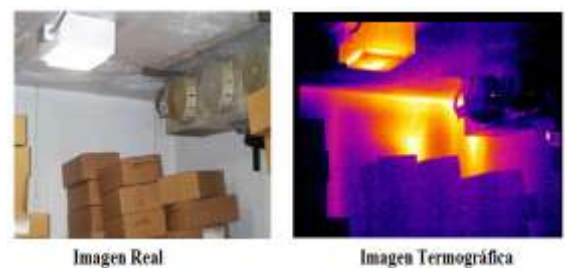


Figura 8. Termografía de un Cuarto Frío [9]

### 3.4 Ventajas de la Termografía en el Mantenimiento

**Predictivo:** Las ventajas que tiene la termografía en el campo del mantenimiento son:

- Identifica de forma rápida y segura aquellos componentes que están ocasionando problemas en los equipos.
- Permite el monitoreo continuo de piezas que están presentando problemas que no son tan graves, brindando el tiempo necesario para la programación de su revisión y reparación.
- Ayuda a ahorrar tiempo y dinero en las empresas porque descubre las partes de los equipos que necesitan ser intervenidas de forma inmediata para impedir que se interrumpa el proceso normal de producción.
- Brinda protección al personal de mantenimiento porque no requiere del contacto físico con los equipos para ejecutarse.

## 4. CONCLUSIONES

La Termografía es una herramienta muy utilizada en el mantenimiento predictivo porque permite detectar fallas en los componentes de las máquinas o equipos a través de los cambios en su temperatura.

Gracias a las cámaras termográficas se pueden obtener imágenes de la radiación infrarroja de los equipos con valores exactos de temperatura mientras los equipos están funcionando y sin tener contacto físico con éstos.

Un estudio termográfico es de gran ayuda dentro del mantenimiento predictivo porque permite descubrir fallas que son invisibles al ojo humano y ayudando a prevenir errores que implican grandes pérdidas económicas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

[1] EDISON. Aprendizaje basado en Internet. La Luz. <[http://edison.upc.edu/curs/llum/luz\\_vision/luz.html](http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/luz.html)> [citado el 21 de enero de 2011]

[2] CONSTRU SUR. Fundamentos de Mantenimiento Predictivo a través de la Termografía Infrarroja. <<http://www.construsur.com.ar/Article239.html>> [citado el 21 de enero de 2011]

[3] PCE. <<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-temperatura/camara-termografica-ir4010.htm>> [citado el 24 de enero de 2011]

[4] Amperis. Cámaras Termográficas. <<http://www.amperis.com/productos/camaras-termograficas/>> [citado el 24 de enero de 2011]

[5] Nivel. Mantenimiento Predictivo y Termografía. <<http://www.nivelatermografia.net/mantenimiento-predictivo-y-termografia>> [citado el 25 de enero de 2011]

[6] Roma Mantenimiento Predictivo LTDA. Termografía. <<http://romapredictivo.com/servicios.html>> [citado el 26 de enero de 2011]

[7] TestOnline Academia. Termografía Industrial. <<http://www.academiatesto.com.ar/cms/termografia-industrial>> [citado el 26 de enero de 2011]

[8] Yotta. Aplicaciones para cámaras Termográficas. <[http://www.yotta.com.ve/aplicaciones\\_camaras\\_termograficas.html](http://www.yotta.com.ve/aplicaciones_camaras_termograficas.html)> [citado el 27 de enero de 2011]

[9] TA CONSULT, S.A. de C.V. Estudios de Tecnología Infrarroja. <<http://taconsult.org/libreria/termografia.pdf>> [citado el 27 de enero de 2011]