

## **Tablero para prácticas de Termografía Infrarroja**

ESTRADA, Francisco†\* y FERNANDEZ, Luis.

Recibido Julio 8, 2016; Aceptado Septiembre 16, 2016

### **Resumen**

Entre los objetivos perseguidos con este artículo se hallan los siguientes: a) introducir al alumno al mundo de las técnicas predictivas; b) aplicar los conocimientos de transferencia de calor así como los conceptos de calor y temperatura; c) desarrollar el sentido analítico del estudiante para poder determinar las anomalías térmicas presentes y, d) familiarizar al estudiante con el software utilizado por distintos fabricantes para la elaboración de los reportes. Se entiende entonces que con un tablero de práctica de Termografía Infrarroja se contribuirá a la preparación del estudiante, permitiéndole introducirse al ámbito del ahorro de energía, del comportamiento del calor, de los patrones térmicos de funcionamiento de los distintos dispositivos eléctricos y de control, así como de los criterios para la evaluación de las anomalías térmicas.

**Termografía, mantenimiento predictivo, tablero de prácticas, cámara de imágenes térmicas**

### **Abstract**

Among the objectives of this article are the following: a) to introduce students to the world of predictive techniques; b) to apply knowledge of heat transfer as well as the concepts of heat and temperature; c) to develop the analytical sense of the student in order to determine the thermal anomalies and, d) to familiarize students with the software used by different manufacturers for the production of thermography reports. It was understood that a board practice of Infrared thermography will contribute to the preparation of the student, allowing him to enter the field of energy saving, behavior of heat, thermal patterns of operation of various electrical and control devices, as well the criteria for the evaluation of thermal anomalies.

**Thermography, predictive maintenance, board of practices, thermal imaging camera**

**Citación:** ESTRADA, Francisco y FERNANDEZ, Luis. Tablero para prácticas de Termografía Infrarroja. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2016, 3-8: 44-50

\*Correspondencia al Autor: (Correo Electrónico: festradac@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El Mantenimiento Predictivo se ha convertido herramienta indispensable para la gestión del mantenimiento, buscando optimizar el desempeño de maquinaria y procesos, siendo un objetivo común el reducir costos de operación y maximizar el margen de ganancias, mediante el uso de técnicas predictivas tales como Análisis de Vibraciones, Análisis por Ultrasonido, Termografía y Análisis de Aceite. Por esto, se vuelve prioritario a nivel industrial que el personal tenga la preparación y los criterios adecuados para poder diagnosticar correctamente las anomalías o desviaciones que sean halladas mediante la técnica que se esté utilizando, de ahí la necesidad de que nuestros estudiantes salgan con dicha competencia.

De acuerdo a la Guía de Termografía Infrarroja (2011), de la Fundación de energía de la comunidad de Madrid, la termografía infrarroja es la técnica que permite medir temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar, mediante la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético, en las figuras 2 y 3 vemos la aplicación de esta definición.

Lo que observamos en dichas figuras son termogramas o imágenes radiométricas, las cuales son imágenes térmicas que contienen cálculos de las medidas de temperatura de todos los puntos de la imagen (Guía de la Termografía Infrarroja, 2011). Esto permite detectar componentes eléctricos y mecánicos con mayor temperatura que la de su operación normal, indicando áreas de fallas inminentes o áreas con excesiva pérdida de calor, que usualmente son síntomas de averías. El uso de esta técnica, permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de fallas imprevistas o no programadas en equipos e instalaciones.

Existen dos tipos principales de termografía, de acuerdo con la Guía para inspecciones infrarrojas del Infrascpection Institute (2000):

1. Termografía infrarroja cualitativa. Es la práctica de reunir información acerca de una estructura, sistema, objeto o proceso por la observación de imágenes de radiación infrarroja, y el registro y presentación de esa información.
2. Termografía infrarroja cuantitativa. Es la práctica de medición de temperaturas de patrones observados de radiación infrarroja.

De esta misma publicación tenemos algunos puntos que marcan las responsabilidades principales de un termógrafo, entre ellas mencionaré las más acordes a este proyecto, reforzando la importancia de este tipo de prácticas:

1. Las inspecciones infrarrojas serán desarrolladas cuando el ambiente y las condiciones físicas tales como la ganancia solar, el viento, humedad superficial y atmosférica y la transferencia de calor sean favorables para reunir datos precisos.
2. El termógrafo infrarrojo tendrá suficiente conocimiento de los componentes, construcción y teoría de los sistemas mecánicos y eléctricos para los patrones de radiación observados.
3. El termógrafo infrarrojo usará equipo de medición y/o imágenes térmicas con capacidades suficientes para conocer los requerimientos de inspección.

4. El termógrafo infrarrojo será acompañado por un asistente cualificado que esté bien informado del equipo a inspeccionar.
5. A menos que él/ ella sea un electricista con licencia, ingeniero profesional o tenga otras cualificaciones, el termógrafo infrarrojo no desarrollará alguna tarea que sea hecha por esas personas normalmente. A menos que sea calificado y autorizado por el usuario final, el termógrafo infrarrojo:
  - a) No removerá o cambiará cubiertas o abrirá tableros que contengan equipamiento eléctrico o mecánico.
  - b) No realizará medición de cargas eléctricas de equipos.

Dando entonces la introducción previa, se presenta un tablero diseñado para realizar prácticas, con las condiciones básicas del entorno industrial eléctrico, lo cual inducirá al estudiante hacia el área de las técnicas predictivas y ensayos no destructivos, reforzando los conceptos teóricos, mediante el manejo de equipo y software especializado, en el cual se puede manejar cargas monofásicas y trifásicas, interruptores, fusibles (uno de ellos habilitado para falla), cargas de iluminación que muestren la eficiencia energética, resistencias entre otros elementos característicos del ámbito del mantenimiento eléctrico.

Los instrumentos básicos para el correcto uso y desarrollo del tablero para prácticas de Termografía infrarroja, así como una cámara termográfica FLIR® T440 con las siguientes especificaciones: resolución de IR de 320 X 440 pixeles (140800 lecturas radiométricas), lente de 18 mm, configurada a 0.95 en emisividad como base. Ver Figura 1.



**Figura 1**

### Arreglo del tablero

El tablero se diseñó de tal modo, que el alumno pueda practicar y simular las condiciones básicas de carga eléctrica utilizando equipo termográfico. El tablero de prácticas consiste de un circuito eléctrico de 220 V, el cual está constituido por dos cajas de fusibles, una “Principal” y otra de “Prueba”, ver Figura 4.

La primera caja es la “Principal” y está constituida por tres fusibles de 30 A de la salida de la caja “Principal”, se deriva la segunda caja de fusibles, que es la de “Prueba”.

La segunda caja también está conformada por tres fusibles de 30 A, pero cabe destacar que las “láminas” de los fusibles fueron preparadas para provocar su calentamiento y así pudieran quemarse, es decir, se creó una anomalía térmica.

De allí, se deriva una línea de 110 V, la cual acciona un foco incandescente de 100 W y cuenta con un contacto en el cual se conectará la resistencia casera para calentar agua.

La línea “Neutra” y la “Tierra”, se derivan de la Caja Principal. De la caja de fusibles de “prueba”, continúan las 3 fases hacia un contacto de 220 V trifásico, para así poder conectar un equipo industrial, por ejemplo un motor o una máquina para soldar.

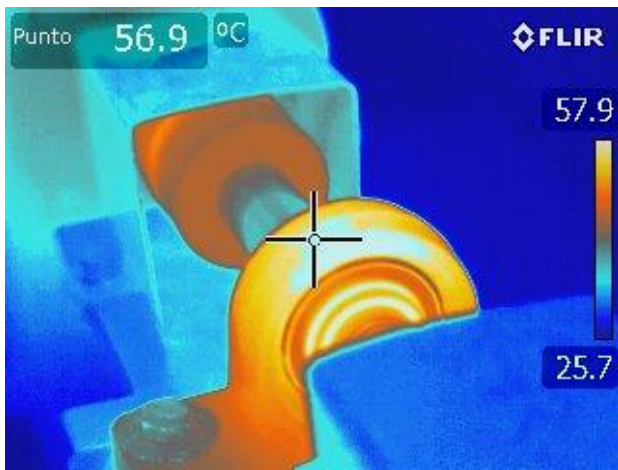


Figura 2

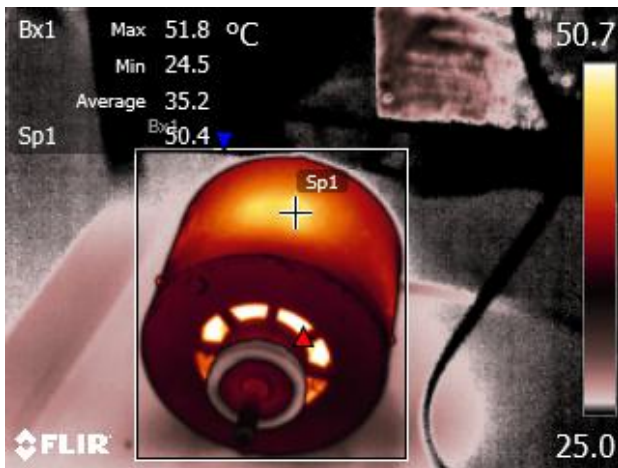


Figura 3



Figura 4

### Metodología de práctica

La metodología a utilizar con el tablero de prácticas de termografía infrarroja se enlista a continuación:

- Identificar las funciones básicas de una cámara termográfica
- Identificar las fallas típicas de los elementos básicos del entorno eléctrico industrial, desde el enfoque térmico.
- Reconocer los patrones térmicos de los distintos elementos
- Determinación de la criticidad del evento a inspeccionar.
- Determinar las posibles soluciones al hallazgo presentado.

El estudiante trabajará sus prácticas con suficiente conocimiento teórico para poder llegar a la determinación de un diagnóstico certero a través de la interpretación de los termogramas que obtenga en su inspección así como la adecuada aplicación de los criterios establecidos, según la industria en la que se esté inspeccionando. Como referencia tenemos a Tabla 1 en Anexos.

### Resultados

Se obtienen los siguientes resultados de la inspección del tablero y además del prototipo de este artículo, el alumno dispone de mesas de equipo rotativos para complementar con las inspecciones mecánicas por termografía. A partir de la Figura 5 a la Figura 10 veremos termogramas que son resultado de los diversos análisis realizados como prácticas de los estudiantes.

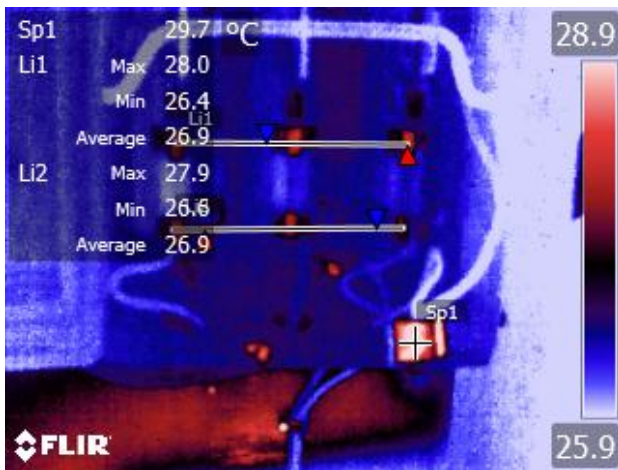


Figura 5

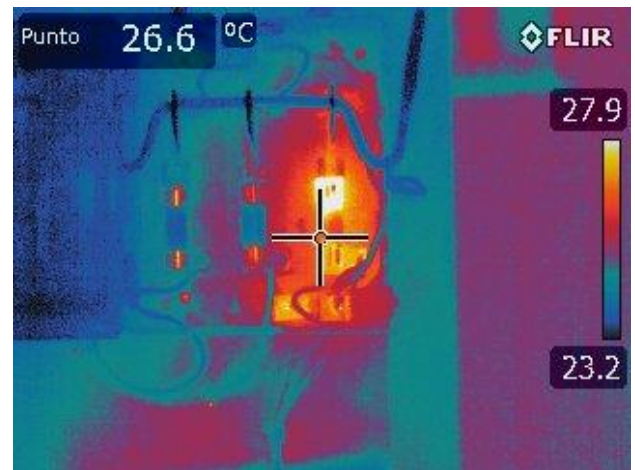


Figura 8

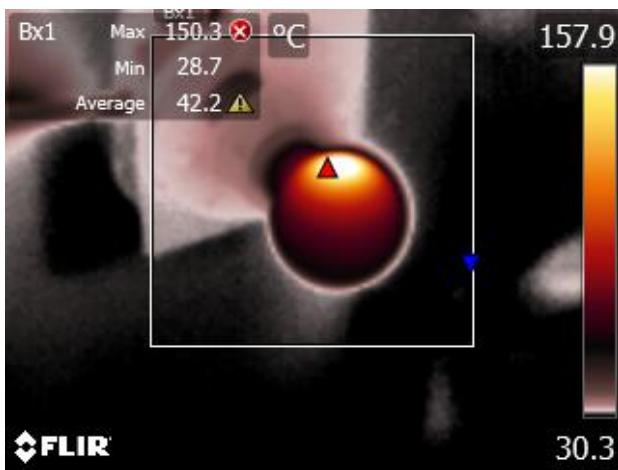


Figura 6

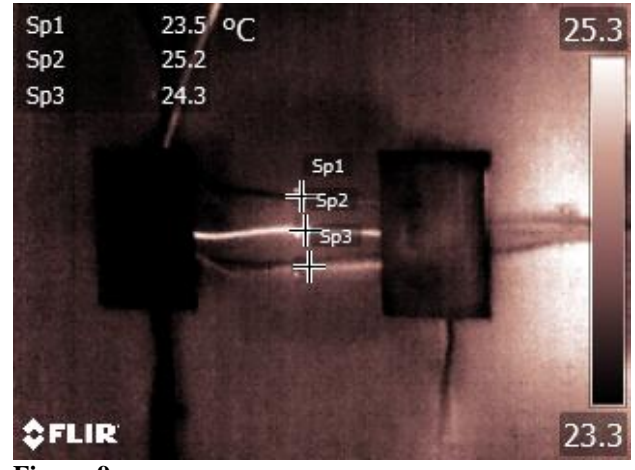


Figura 9

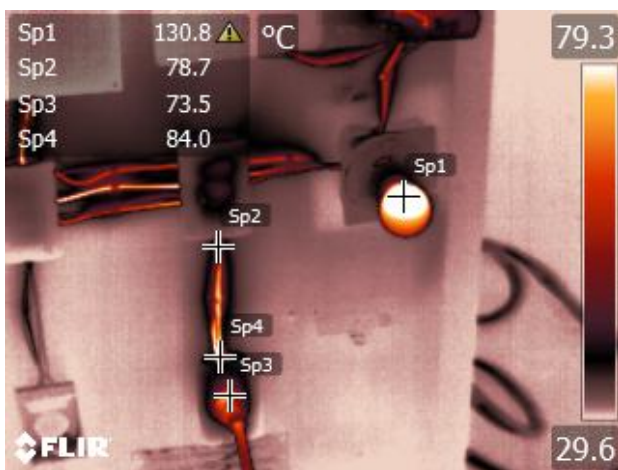


Figura 7

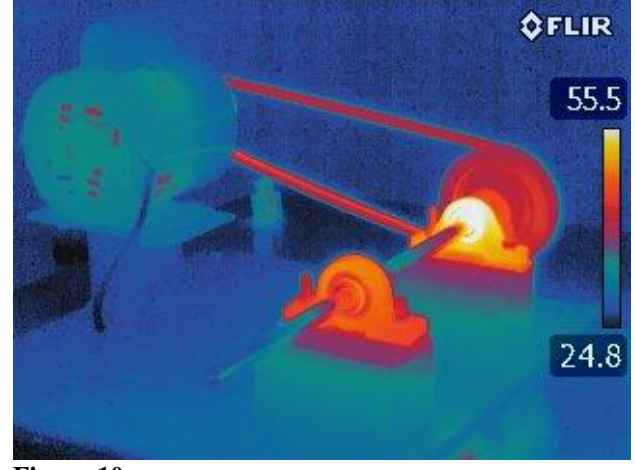


Figura 10

## Anexos

| Acción      | Us navy                | Neta              | Nmac                | Nuclear        | Ces               |
|-------------|------------------------|-------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Observación | 10°<br>C –<br>24°<br>C | 1°C<br>–<br>3°C   | 0,5°<br>C –<br>8°C  | 5°C –<br>15°C  | 14°C<br>–<br>20°C |
|             |                        | 1°C<br>–<br>10°C  |                     |                |                   |
| Intermedia  | 25°<br>C –<br>39°<br>C | 4°C<br>–<br>15°C  | 9° C<br>– 28°<br>C  | 16°C –<br>35°C | 21°C<br>–<br>60°C |
|             |                        | 11°C<br>–<br>20°C |                     |                |                   |
| Crítica     | 40°<br>C –<br>69°<br>C | -----             | 29° C<br>– 56°<br>C | 36°C –<br>75°C |                   |
|             |                        | 21°C<br>–<br>40°C |                     |                |                   |
| Inmediata   | ><br>70°<br>C          | ><br>15°C         | > 56°<br>C          | > 75°C         | ><br>61°C         |
|             |                        | ><br>40°C         |                     |                |                   |

**Tabla 1**

## Agradecimientos

Agradecimientos principalmente a la Universidad Tecnológica de Altamira por la facilidad de las instalaciones, equipo termográfico así como a los alumnos participantes en el proyecto.

## Conclusiones

Se entiende entonces que con un tablero de práctica de Termografía Infrarroja se contribuirá a la preparación del estudiante, permitiéndole introducirse al ámbito del ahorro de energía, del comportamiento del calor, de los patrones térmicos de funcionamiento de los distintos dispositivos eléctricos y de control, así como de los criterios para la evaluación de las anomalías térmicas.

Podemos concluir que el uso de esta técnica está cobrando gran importancia debido a su aplicación en diversos campos como la oncología, subestaciones e instalaciones eléctricas, en urgencias hospitalarias, traumatología, entre otros además del tradicional mantenimiento predictivo o ensayo no destructivo, dando al estudiante varios campos de inclusión al ámbito laboral con el conocimiento adquirido de la termografía infrarroja.

## Referencias

Seffrin, J., (2000), Guideline for Infrared inspection of electrical and mechanical systems, Burlingston, Nueva Jersey, EEUU, Infrasppection Institute.

Meolgosa, S., (2011), Guía de la Termografía Infrarroja, Madrid:España, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Snell, J., (1998), US NAVY - MIL-STD-2194 (SH), "Infrared Thermal Imaging Survey Procedure for Electrical Equipment", Naval Sea Systems Command 02/1988.

Snell, J., (2001), "A different Way to Determine Repair Priorities using a Weighted Matrix Methodology", USNAVY-MIL-STD-2194 (SH), Snell Infrared.

Snell, J., (2001), "A different Way to Determine Repair Priorities using a Weighted Matrix Methodology", NETA-MTS-2001, Snell Infrared

Snell, J., (2001), "Maintenance Testing Specifications for Electric Power Distribution Systems", NETA International Electrical Testing Association, Snell Infrared

Snell, J., (2001), "A different Way to Determine Repair Priorities using a Weighted Matrix Methodology", Nuclear Maintenance Applications Center - Infrared Thermography Guide (NP-6973), EPRI Research Reports Center, Snell Infrared.

Rogers, R. J. (2002), "Just try it!" Nuclear Industry Guidelines - (IR-F/H/V-200, Rev. 1), Infrared Training Center.

Rogers, R. J., (2002), "Just try it!", CES Guidelines-Overhead electrical wiring, Infrared Training Center.

Infrared Training Center, (s. f.), Manual de Termografía.

T440 Datasheet, recuperado de [www.flir.com.mx](http://www.flir.com.mx), el 13 de septiembre del 2016.

Termogramas y fotografías del tablero son de fuente propia.