

## Estudio termografía para el ahorro de energía y prevención de accidentes

DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso Rafael†\*, CHÁVEZ-SAENZ, Velia, AYÓN-NÚÑEZ, Pedro Alexander y ROBLES-ROMERO, Román

Recibido 3 de Abril, 2017; Aceptado 8 de Junio, 2017

### Resumen

Se presenta un proyecto en el que se observa la problemática de calentamiento en las protecciones termomagnéticas (disyuntores) en la instalación de energía eléctrica de empresa manufacturera del noroeste del país. Esta empresa tenía este problema de calentamiento en las protecciones y centros de carga del área de producción, fue necesario identificar las líneas de distribución que no lo estaban, para esto se realizaron mediciones de corriente y se buscó que coincidieran con la intensidad que marcaban los datos de placa de los equipos. Ese estudio termográfico se realizó con una cámara de termografía de la marca FLUKE modelo Ti125 la cual nos da parámetros de temperatura en escala de colores para poder así tener una imagen al momento de la interpretación de los datos, al estar estudiando sus temperaturas se sabrá si estos presentan una sobrecarga o anomalía. Obtenidos todos los datos y mediciones se realizara un reporte técnico en el cual se verán los puntos en los que se debe de actuar para evitar algún accidente o gastos innecesarios de energía eléctrica.

**Termomagnéticos, Centros de Carga, Accidentes Eléctricos, Termografía Infrarroja**

### Abstract

A project is presented in which the problem of heating in the thermomagnetic protections (circuit breakers) in the electrical installation of a manufacturing company in the northwest of the country is observed. This company had this problem of heating in the protections and loading centers of the production area, it was necessary to identify the distribution lines that were not, for this were made current measurements and were sought to match the intensity that marked the data of the equipment. This thermographic study was carried out with a thermography camera of the brand FLUKE model Ti125 which gives us parameters of temperature in color scale so as to be able to have an image at the time of the interpretation of the data, to be studying its temperatures will know if they present an overload or anomaly. Once all data and measurements have been obtained, a technical report will be made showing the points in which action must be taken to avoid any accidents or unnecessary electrical energy costs.

**Circuit breakers, load centers, electrical accidents, infrared thermography**

**Citación:** DOMÍNGUEZ-NORIEGA, Alonso Rafael, CHÁVEZ-SAENZ, Velia, AYÓN-NÚÑEZ, Pedro Alexander y ROBLES-ROMERO, Román. Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora. Revista de Ingeniería Innovativa 2017. 1-2:1-8

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: dominguez.alonso@utslrc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En las siguientes páginas se muestra el proyecto realizado en una manufacturera de textiles localizada en el noroeste de la República Mexicana, en esta empresa se realiza ropa interior para dama y caballero. La problemática que se localizó en esta manufacturera es referente al área eléctrica especialmente donde se encuentra la mayor carga que es producción.

Una forma de poder entender y localizar los diferentes problemas que se presentaban fue un proyecto de análisis termográfico y balanceo de cargas, esto con el fin de realizar un diagnóstico para que la empresa tenga un parámetro y métrica del funcionamiento de su instalación eléctrica, así ayudar a la compañía en la corrección de sus fallos en sus líneas de producción.

Este análisis fue realizado con el fin de auxiliar a la empresa con el problema que aún tiene en las líneas de producción, por lo observado calentamiento en las cajas de interruptores (disyuntores) impactando el costo de energía eléctrica y con riesgo potencial que haya sobrecalentamiento y accidentes.

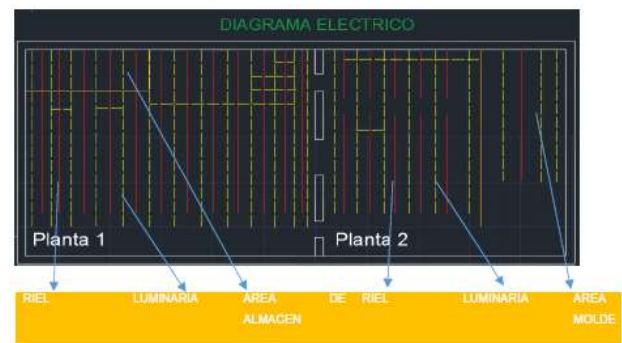
Para la empresa se realizaron tablas de cada riel o línea de producción en donde se observa el consumo total de amperaje por línea, así como documentación con las especificaciones de los interruptores, para ser comparados y valorados con el que se tiene en cada línea y así poder observar en donde hay un sobre carga eléctrica y analizado con las imágenes térmicas.

## Desarrollo del Proyecto

La problemática que presentaba en esta empresa era el calentamiento de sus interruptores termomagnéticos, por lo cual se decidió realizar un estudio termográfico, ya que en esta empresa las accidentes referentes a las cuestiones eléctricas son muy comunes, así como también el daño en sus equipos.

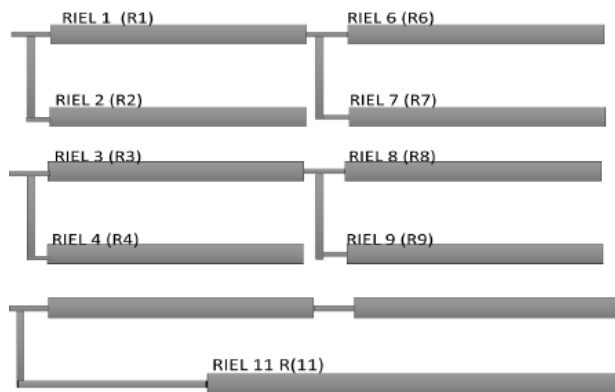
Durante la investigación se observó que los termomagnéticos o disyuntores se encontraban excedidos en calentamiento o aumento en su temperatura, que en el interruptor se traduce a la intensidad de este puede dejar circular sin que este abra para cortar el flujo de corriente.

Como primer paso se realizó un diagrama unifilar para conocer las instalaciones eléctricas en la empresa mostrado en la figura 1.



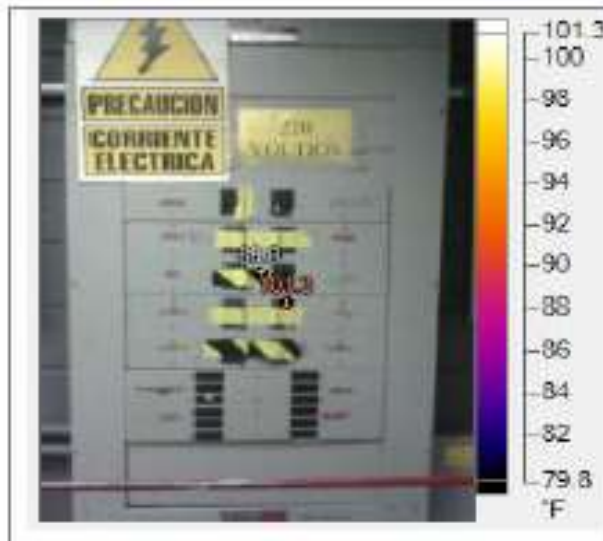
**Figura 1** Diagrama unifilar realizado en AutoCAD

Así también se realizó una distribución y etiquetación de los rieles eléctricos para control en la distribución de energía eléctrica para los equipos de producción y luminarias (Figura 2).

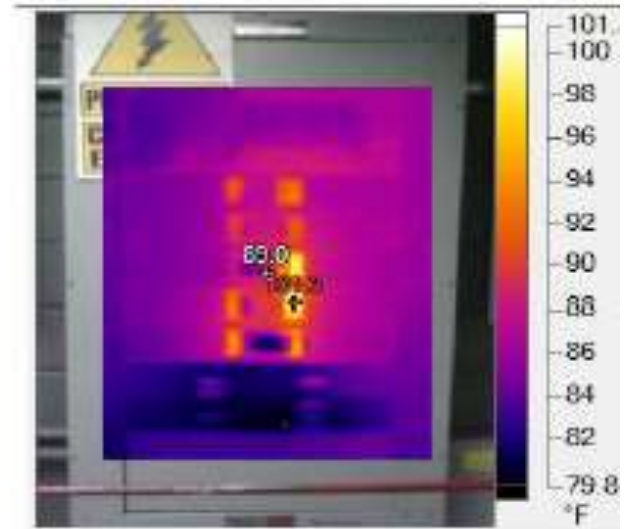


**Figura 2** Diagrama de distribución

Se tomaron muestras con la cámara termográfica que es un equipo tecnológico para la realización de pruebas no destructivas y así para tener un control medible. Cabe mencionar que las mediciones se hicieron cuando las máquinas estaban en su máximo funcionamiento. (Fig 3 y 4)



**Figura 3** Imagen de panel primario



**Figura 4** Imagen termográfica de panel primario

Las imágenes obtenidas de los tableros primarios y secundarios del área de producción se analizarán para obtener las métricas del calentamiento de los interruptores, y poderlos comparar con los datos del proveedor, conociendo si estos se encuentran trabajando a las temperaturas de operación óptimas marcadas en el equipo.

Durante este procedimiento se obtuvieron datos que al momento de ser procesados existieron irregularidades, ya que en los datos de placa de los equipos y en los datos medidos con el amperímetro fueron distintos, por lo que se observó un nivel de calentamiento mayor que en equipos donde los números sí coincidieron.

Al investigar el efecto anterior se llegó a la conclusión que los motores de algunos equipos habían sido rebobinados y reparados en algunas ocasiones, siendo que este mantenimiento correctivo modifica la eficiencia energética de estos equipos, que por lo tanto los datos de placa se modifican y no coinciden los datos medidos.

En otros motores el periodo de mantenimiento preventivo no era el correcto ya que su lubricación no se realiza adecuadamente, pero esto para solo en pocos de ellos.

### Inclusión de Graficos, Figuras y Tablas

Se procedió con la elaboración de tablas para poner la capacidad máxima de la temperatura en grados centígrados (°C) del interruptor que se medió con la cámara termográfica para la realización del análisis.

A continuación se presentan algunas tablas donde se puede observar la relación de calentamiento y amperaje que los fabricantes manejan en el flujo de corriente.

Amperes	Temperatura Max.
60 amperes	60°
70 amperes	75°
70 amperes	75°
70 amperes	75°
60 amperes	60°
70 amperes	75°
70 amperes	75°

**Tabla 1** Especificaciones de interruptores termomagnéticos

# de riel	Amperes	Temperatura Max.
Riel 1	60 amperes	75°
Riel 2	60 amperes	75°
Riel 3	60 amperes	75°
Riel 4	60 amperes	75°
Riel 5	60 amperes	75°
Riel 6	60 amperes	75°
Riel 7	60 amperes	75°
Riel 8	60 amperes	75°
Riel 9	60 amperes	75°
Riel 10	60 amperes	75°
Riel 11	60 amperes	75°
Riel 12	60 amperes	75°

**Tabla 2** Especificaciones de interruptores termomagnéticos de planta

Amperes	Temperatura Max.
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°
30 amperes	40°

**Tabla 3** Especificaciones de interruptores termomagnéticos para luminarias

### Metodología a Desarrollar

La técnica utilizada para este estudio es la Termografía Infrarroja, en donde podemos identificar las zonas de concentración de calor en el material de estudio tenido resultados visuales y cuantitativos.

La termografía es una técnica basada en la detección de la temperatura de los cuerpos que se aplica a multitudes de áreas como la industrial, la construcción y la medicina. La primera cámara empleada en el ámbito de la industria se utilizó para inspeccionar cables de alimentación de líneas de alta tensión en 1965 (flir systems, 2011).

En la actualidad y en el campo de la industria, las cámaras termográfica son el único elemento eficaz en la detección de exactitud de la pérdida de energía de los edificios, y por ello se ha convertido en una técnica indispensable. (Domínguez, 2015, p.7).

La termografía es una técnica que permite medir temperaturas a distancia sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. Mediante la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético.

Utilizando cámaras termográficas podremos convertir la energía radiada en información sobre temperaturas. (Fenercom, 2011, p.20).

Aunque su difusión sea un poco reducida a causa del precio alto de los equipos la termografía infrarroja es una técnica bastante utilizada en Evaluación No Destructiva (END). Este éxito está ciertamente relacionado con la gran superficie que puede abarcar y velocidad con la cual se obtienen imágenes. (Daniel balagas, 2007, P.2).

El astrónomo Sir Frederick William Herschel descubrió la existencia de la radiación infrarroja en 1800. Su curiosidad por la diferencia térmica entre los distintos colores de la luz le llevó a dirigir la luz solar a través de un prisma de cristal para crear un espectro y, a continuación, midió la temperatura de cada color. Descubrió que dichas temperaturas crecían en progresión desde la parte del violeta hacia la del rojo. Tras revelar este patrón, Herschel midió la temperatura del punto inmediatamente más allá de la porción roja del espectro, en una región sin luz solar visible. Y, para su sorpresa, halló que esa región era la que mostraba la temperatura más alta. (© Copyright 2011, FLIR Systems AB).

Para el estudio termografico se utilizó el equipo de la figura No. 5 y el software SmartView 3.5 donde se analizaron las imágenes capturadas del material (Tabique Aislante Sustentable, fig 1), y se obtuvieron los resultados.



Figura 5 Cámara termográfica

## Resultados

En este informe se presentaran las imágenes termográficas y visibles, así como las observaciones y urgencia de cada una de las actuaciones. El sistema de valoración que se ha usado es el de es el comparativo entre un punto en condiciones normales y un punto crítico o caliente presentada en la figura 6.

También se tiene en cuenta el rendimiento nominal en el momento del análisis y la temperatura máxima de trabajo para llegar a las conclusiones siguientes aunque no definitivas. Figuras 7, 8, 9.

0 a 20	Normal
20 a 40	Grave
40 A 60	Critico
60 a 80	Muy critico

Figura 6 Inducación en escala de colores y temperatura de la criticidad de la falla

Después de nombrar y mostrar todos los aspectos nombrados se llega a una conclusión de lo que se debe de hacer y que se emite de menor a mayor urgencia.

Próximo predictivo:	No es necesario ninguna actuación hasta el próximo estudio predictivo.
Realizar seguimiento:	Realiza un seguimiento para ver la evolución del punto caliente usando la metodología.
Lo antes posible:	Actuar lo antes posible teniendo en cuenta la dinámica de cada empresa y sus turnos de trabajo.
Urgente:	Estudiar la posibilidad de parar el proceso para corregir el problema.
Muy urgente:	Interrumpir el proceso inmediato para corregir el problema.

Temperatura de interruptores termomagnético	
Captación	Actuación
Panel primario planta 1	Lo antes posible
Luminarias planta 1	Urgente
Panel primario planta 2	Próximo predictivo
Luminarias planta 2	Realizar seguimiento
Luminarias área de molde	Próximo predictivo
Panel 1 planta 2	Próximo predictivo
Panel 2 planta 2	Realizar seguimiento
Panel 3 planta 2	Muy urgente

Balanceo de cargas	
Captación	Actuación
Luminarias planta 2	Realizar seguimiento
Luminarias área de molde	Próximo predictivo
Panel 1 planta 2	Lo antes posible
Panel 2 planta 2	Próximo predictivo
Panel 3 planta 2	Urgente

Figura 7 Actuacion en falla dependiento la criticidad

## Nota

Es importante actuar y tomar prioridad a lo de mayor riesgo ya que un sobrecalentamiento en el área de interruptores termomagnéticos puede desencadenar una serie de situaciones las cuales pueden ir desde lo más sencillo como es interruptor botado hasta un interruptor quemado y en el mayor de los casos un incendio provocado por un corto eléctrico a causa del calentamiento.

## Anexos

A continuación solamente esta el inicio e indicadores de dicho diagnostico. En la empresa se dejó un documento con todo el análisis.

Captación de imágenes termográficas con maquina fluke.

En este informe se presentaran las imágenes termográficas y visibles una aun lado de la otra así como las observaciones y la urgencia de cada una de las actuaciones. El sistema de valoración que se ha usado es el comparativo entre un punto en condiciones normales y un punto crítico o de calentamiento.

Aunado a la imagen se cuenta el rendimiento nominal en el momento del análisis y la temperatura máxima de trabajo para llegar al diagnóstico del análisis, subdividiendo en las siguientes categorías y escala de colores. Tabla 4.

<i>Normal</i>	
<i>Grave</i>	
<i>Crítico</i>	
<i>Muy crítico</i>	

Tabla 4 Indicador en escala de colores la criticidad de la falla

Después de nombrar y mostrar todos los aspectos nombrados se llega a una conclusión de lo que se debe de hacer y que se emite de menor a mayor urgencia. Tabla 5.

<b>Realizar seguimiento:</b>	Realiza un seguimiento para ver la evolución del punto caliente usando la metodología.
<b>Lo antes posible:</b>	Actuar lo antes posible teniendo en cuenta la dinámica de cada empresa y sus turnos de trabajo.
<b>Urgente :</b>	Estudiar la posibilidad de parar el proceso para corregir el problema.
<b>Muy urgente:</b>	Interrumpir el proceso inmediato para corregir el problema.

Tabla 5 Indicador de la criticidad de la falla y tipo de actuación de se debe de hacer

## Agradecimiento

El proyecto Estudio Termografía para el Ahorro de Energía y Prevención de Accidentes fue desarrollado con ayuda de la Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado, en el estado de Sonora por proporcionarlos las herramientas tecnológicas para poder realizar este estudio de una manera satisfactoria, así también a la empresa donde se nos abrió las puertas para la realización de este proyecto y todas la facilidades que esta nos dio.

## Conclusiones

La tecnología ha avanzado a pasos agigantados por lo que es necesario evolucionar con ella. Los análisis en mantenimientos predictivos son importantes para las empresas, ya que nos da parámetros medibles para saber cuando hay que actuar antes de que pase una eventualidad.

Por lo que este análisis la termografico nos ayudó para verificar los puntos más calientes en los disyuntores y centros de carga pero también es utilizable en otros tipos de análisis.

Estos estudios son de gran utilidad para las empresas ya que son considerados como pruebas no destructivas y que se pueden realizar sin que los procesos se detengan, facilitando así su estudio y diagnóstico.

La mejor que se tuvieron en la realización de este diagnóstico fueron de gran impacto, tanto en el ahorro de equipos, mantenimientos y accidentes dentro de la empresa, ya que los gerentes entendieron la importancia de mantener los equipos e instalaciones funcionando en las mejores condiciones.

Así también las mejoras que se pueden realizar en la empresa impactaran directamente en la economía de la maquiladora ya que se horraran en consumo eléctrico al saber que sus instalaciones eléctricas se encuentran en las mejores condiciones, así como en la prevención de accidentes y costos de manutención de los equipos.

## Referencias

Melgosa S. (2011). Guía de Termografía infrarroja. Madrid: Gráficas Arias Montano.

Balageas D.. (2007). Termografía Infrarroja. 2016, de Asociación argentina de Ensayos No Destructivos y estructurales Sitio web: <http://www.ndt.net/article/panndt2007/papers/128.pdf>

Centro de Formación de Infrarrojos. (2011). Guía de termografía Para Mantenimiento Predictivo. 2016, de FLIR Sitio web: [http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264\\_ES.pdf](http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264_ES.pdf)

<http://www.conevyt.org.mx/>. (2011). Uso de Instrumentos de Medición. 2016, de <http://www.conevyt.org.mx/> Sitio web: [http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/uso\\_instrumentos.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/uso_instrumentos.pdf)

Carrión, J., Cuenca, J., Orellana, D.& Carvajal, r.. (2014). balanceo de circuitos de Distribución primaria. 2016, de CEDAMAZ Sitio web: [http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-12-1/art\\_10.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-12-1/art_10.pdf)

Muhamad H.. (2004).Electrónica de Potencia. Estado de México. Pearson education.

Harry M.. (2011). Electricidad. México D.F. LIMUSA

Stephen D.. charles K.,& Fitzgerald A., (2003). Maquinas eléctricas. Mexico D.F: Mc Graw Hill.

Champan S., (2012). Maquinas eléctricas. México D:F,,:Mc Graw Hill.

Maloney T., (2006). Electrónica industrial moderna. México D.F, Pearson education.