

Guía Básica a la Termografía

Land Instruments International
Infrared Temperature Measurement
Dronfield
S18 1DJ
England
Telephone: (01246) 417691
Facsimile: (01246) 410585
Email: infrared.sales@landinst.com
Internet: www.landinst.com

Land Instruments International
Medida de temperatura infrarroja
Edificio Madrid 92
Chile, 10 – Oficina 117
28290 LAS MATAS (MADRID)
Telefono: 91 630 07 91
Facsimile: 91 630 29 18
Email: land-infrared@landinst.es
Internet: www.landinst.com

GUIA BASICA A LA TERMOGRAFIA CON CAMARAS TERMICAS

Termografía

La termografía es un método de inspección de equipos eléctricos y mecánicos mediante la obtención de imágenes de su distribución de temperatura. Este método de inspección se basa en que la mayoría de los componentes de un sistema muestran un incremento de temperatura en mal funcionamiento. El incremento de temperatura en un circuito eléctrico podría deberse a una mala conexión o problemas con un rodamiento en caso de equipos mecánicos. Observando el comportamiento térmico de los componentes pueden detectarse defectos y evaluar su seriedad.

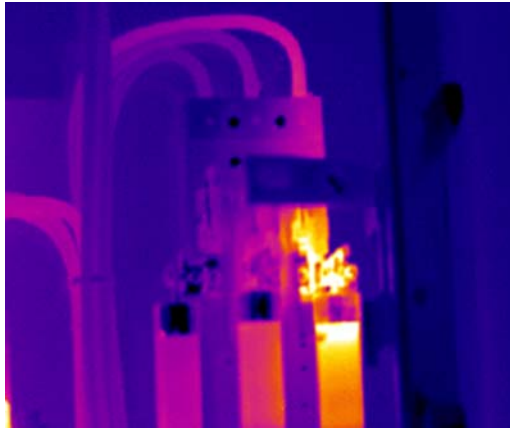


Fig 1. Imagen térmica de un conector eléctrico

La herramienta de inspección utilizada por los termógrafos es una cámara térmica. Son equipos sofisticados que miden la emisión natural de radiación infrarroja procedente de un objeto y generan una imagen térmica. Las cámaras de termografía modernas son portátiles y de fácil manejo. Al no necesitar contacto físico con el sistema, las inspecciones pueden realizarse a pleno funcionamiento sin pérdida o reducción de productividad.



Fig 2. Inspección de un equipo mecánico utilizando una cámara de termografía

Las cámaras de termografías de Land son equipos diseñados para monitorización en planta, mantenimiento preventivo y monitorización de procesos industriales.

Sus aplicaciones potenciales incluyen:

- Inspección de equipos eléctricos
- Inspección de equipos mecánicos
- Inspección de estructuras de material refractario
- Monitorización de procesos, etc

Medida de Temperatura utilizando Métodos Infrarrojos

Cuando se utilizan cámaras térmicas es importante tener conocimientos básicos de teoría infrarroja.

Física Básica

Cualquier objeto emite energía electromagnética. La cantidad de energía está relacionada con la temperatura del objeto. La cámara de termografía puede determinar la temperatura sin contacto físico con el objeto midiendo la energía emitida.

Espectro Electromagnético

La energía procedente de un objeto caliente se emite a distintos niveles en el espectro electromagnético. En la mayoría de las aplicaciones industriales se utiliza la energía radiada en el espectro infrarrojo para medir la temperatura del objeto. La figura 3 muestra los diferentes espectros electromagnéticos donde se emite energía incluyendo Rayos X, Ultra Violeta, Infrarrojo y Radio. Se emite en forma de onda y viaja a la velocidad de la luz. La única diferencia entre ellas es su longitud de onda que está relacionada con la frecuencia.

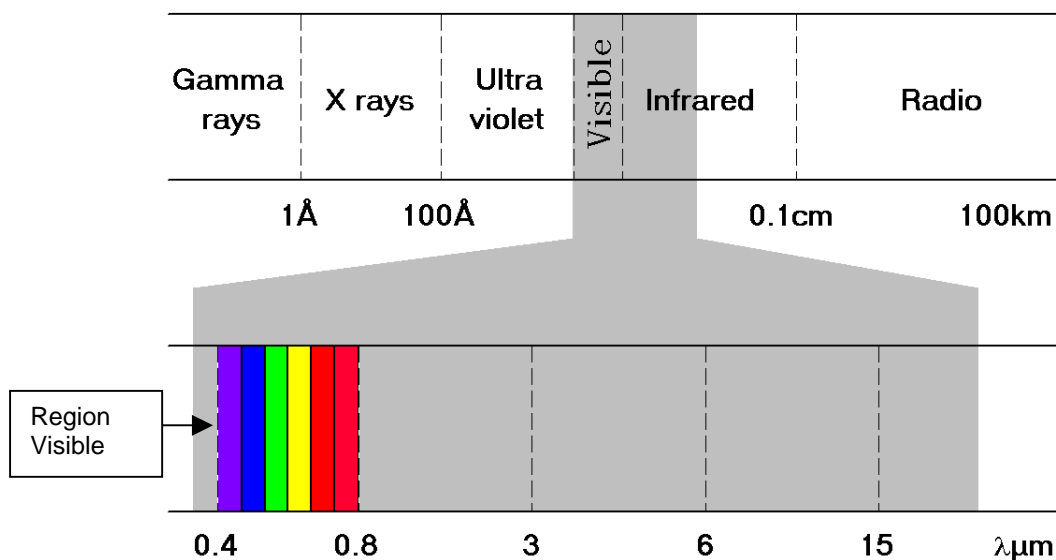


Fig 3. La región Infrarroja del espectro electromagnético

El ojo humano responde a la luz visible en el rango de 0.4 a 0.75 micras.

La gran mayoría de la medida de temperatura infrarroja se realiza en el rango de 0.2 a 20 micras. Aunque las emisiones no pueden detectarse por una cámara normal, la cámara térmica puede enfocar esta energía a través de un sistema óptico hacia el detector de forma similar a la luz visible. El detector convierte la energía infrarroja en tensión eléctrica, que después de amplificarse y de un complejo procesamiento de la señal, se utiliza para construir una imagen térmica en el visor del operador montado en la cámara de termografía.

Distribución de Energía

La figura 4 muestra la energía emitida por un objeto a diferentes temperaturas. Como puede observarse a mayor temperatura mayor es el pico de energía. La longitud de onda a la que ocurre el pico de energía se vuelve progresivamente más corta a medida que se incrementa la temperatura. A bajas temperaturas el pico de energía se produce en longitud de onda larga.

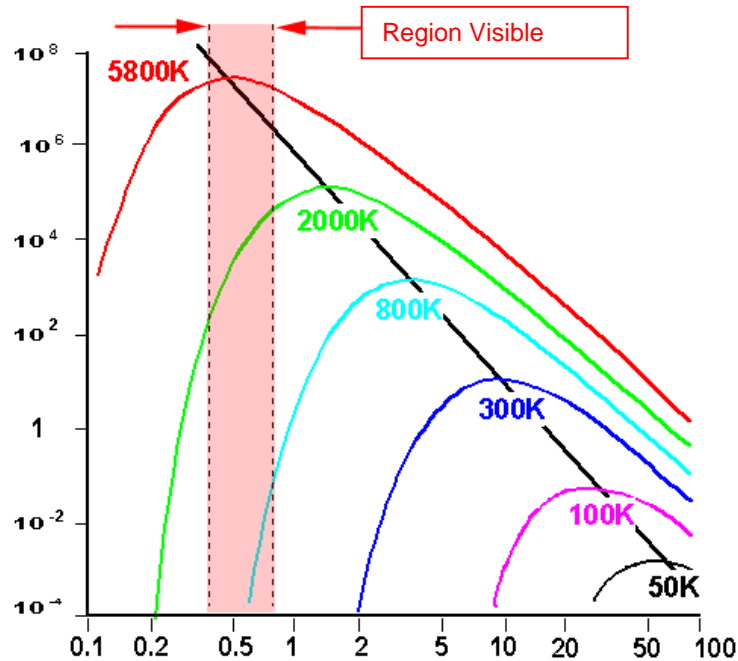


Fig 4. Energía Infrarroja y Distribución en el espectro electromagnético

Emisividad

La cantidad de energía radiada por un objeto depende de su temperatura y de su emisividad. Un objeto que emite el máximo posible de energía para su temperatura se conoce como Cuerpo Negro. En la práctica no hay emisores perfectos y las superficies suelen emitir menos energía que un Cuerpo Negro.

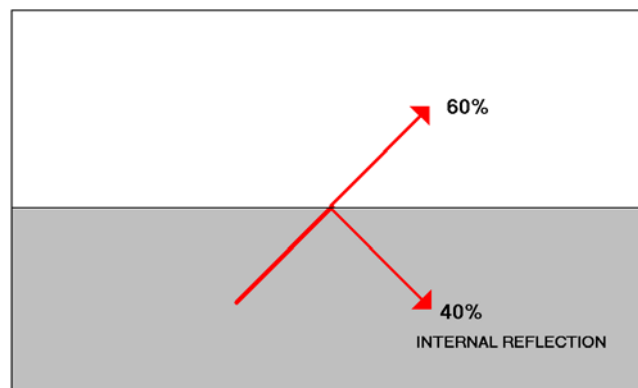


Fig 5. La energía Infrarroja reflejada en una superficie

La figura 5 muestra porque los objetos no son emisores perfectos de energía infrarroja. La energía se mueve hacia la superficie pero cierta cantidad se refleja hacia el interior y nunca sale. En este ejemplo se observa que sólo se emite el 60% de la energía disponible. La emisividad de un objeto es el cociente entre la energía emitida respecto de la emitida si fuera un Cuerpo Negro.

Así la emisividad se expresa como:

$$\text{Emisividad} = \frac{\text{Radiación emitida por un objeto a temperatura T}}{\text{Radiación emitida por un Cuerpo Negro a temperatura T}}$$

La Emisividad es por lo tanto una expresión de la capacidad de un objeto a emitir energía infrarroja.

Valores de Emisividad

Los valores de emisividad varían de un material a otro. Los metales con una superficie áspera u oxidada tienen una mayor emisividad que una superficie pulida.

A continuación se detallan algunos ejemplos:

Material	Emisividad
Acero brillante	0.18
Acero oxidado	0.85
Latón brillante	0.10
Latón oxidado	0.61
Aluminio brillante	0.05
Aluminio oxidado	0.30
Cemento	0.90
Asfalto	0.90
Ladrillo Rojo	0.93
Grafito	0.85
Cloth	0.85

Fig.6 Valores de Emisividad

Se demuestra que hay relación entre emisividad y reflectividad.

Para un objeto opaco esto significa **Emisividad + Reflectividad = 1.0**

Así mismo un material altamente reflectante es un pobre emisor de energía infrarroja y por lo tanto tiene un valor de emisividad bajo.

Efectos de la Emisividad

Si un material de alta emisividad y otro de baja emisividad se colocaran juntos en el interior de un horno y se calentaran exactamente a la misma temperatura, el material de baja emisividad aparecería al ojo mucho más tenue. Esto es debido a la diferencia de emisividades de los materiales, provocando radiaciones a distintos niveles, haciendo que el material de baja emisividad parezca más frío que el de alta emisividad, aunque ambos estén a la misma temperatura. La cámara de termografía lo vería igual que el ojo humano y produce un error en la medida de temperatura. La temperatura de un objeto no puede determinarse midiendo la energía infrarroja que emite, también debe conocerse el valor de emisividad del objeto.

La emisividad de un objeto puede medirse de las siguientes formas:

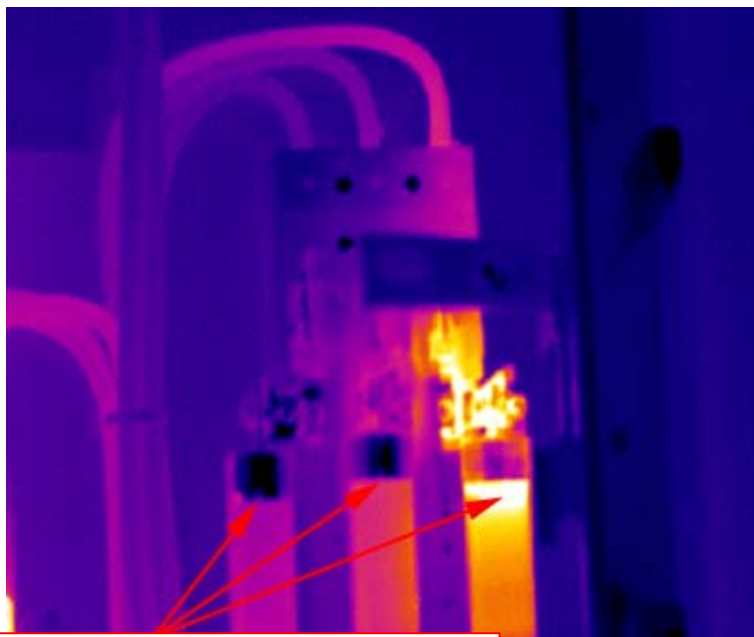
- 1) Consultar manuales de los fabricantes (asegurarse que han sido evaluados a la longitud de onda de trabajo de su Cámara de Termografía, ya que la emisividad puede variar con la longitud de onda).
- 2) Evaluar la emisividad del objeto mediante un método de laboratorio.

Hay dos métodos principales para solucionar el problema de la emisividad.

a) Corregir matemáticamente el valor de temperatura medido. Generalmente se realiza en la señal del procesador de la Cámara de Termografía. La mayoría de las cámaras actuales tienen un ajuste de compensación que el operador puede ajustar.

b) Podría pintarse la superficie de un objeto de baja emisividad con un recubrimiento de emisividad alta y constante. Esto permite elevar el valor de emisividad, pero no siempre es posible.

Cuando se realizan las inspecciones termográficas, los fallos generalmente se identifican por comparación de temperatura de los componentes similares en las mismas condiciones. Es una alternativa muy precisa para predecir la emisividad de cada componente y obtener unos valores de temperatura absolutas.



Cámara térmica inspeccionando equipamiento eléctrico.
Con cargas y emisividades iguales la temperaturas de los tres puntos debería ser la misma.

Cámaras Térmicas

Las cámaras térmicas son equipos sofisticados que miden la emisión natural de radiación infrarroja procedente de un objeto caliente y producen una imagen térmica. Las cámaras de termografía modernas, como la Cyclops TI814 de LAND, son muy flexibles ofreciendo muchas características estándar y opcionales. He aquí algunas de las características de la Cyclops TI 814.

Óptica:

Utiliza enfoque motorizado para obtener una imagen clara a diferentes distancias de la cámara. La distancia de enfoque es desde 380 mm a infinito. Un zoom electrónico permite ampliar la imagen.

Display:

La imagen en tiempo real se visualiza en un monitor LCD en color.

Dispone de 8 paletas de colores diferentes.

La imagen en tiempo real también se visualiza en el visor interno de alta resolución.

Memoria Digital:

Una memoria interna no volátil permite capturar una gran cantidad de imágenes térmicas. Las imágenes térmicas se almacenan en una tarjeta extraíble de memoria Compact Flash.

Cada imagen puede almacenarse con 8 segundos de grabación vocal, que pueden re-grabarse y escucharse en la propia cámara. El archivo de sonido también puede escucharse con el software de procesamiento. La tarjeta de 256MB es capaz de almacenar hasta 1000 imágenes térmicas con 8 segundos de grabación vocal por imagen. Las dimensiones de los archivos de imagen incluyendo la grabación vocal es de 256 KB.

La transferencia de las imágenes para su procesamiento con el software se realiza a través del conector USB de la tarjeta de memoria Compact.

Medida de Temperatura:

Puede medirse la temperatura puntual en la imagen.

Post Procesamiento:

Permite un mayor análisis de temperaturas de las imágenes almacenadas en la cámara. Un punto móvil permite la medida de temperatura en cualquier punto de la imagen y un cursor móvil genera un perfil de temperatura.

Software de Procesamiento de Imagen:

Las imágenes pueden almacenarse para realizar las siguientes funciones de procesamiento:

- a) Archivos: Guardar, eliminar y directorio.
- b) Coloración: La imagen puede colorearse utilizando una de las cinco paletas disponibles.
- c) Medida de Temperatura: Puntual, máximo, mínimo o promedio de áreas, perfiles, histogramas e isothermas.
- d) Cambio de Parametros: El software permite variar la emisividad y la temperatura de fondo.
- e) Mejora de Imagen: filtros y zoom.

Las figuras 7 a 12 muestran algunos de estos modos de medida de temperatura.

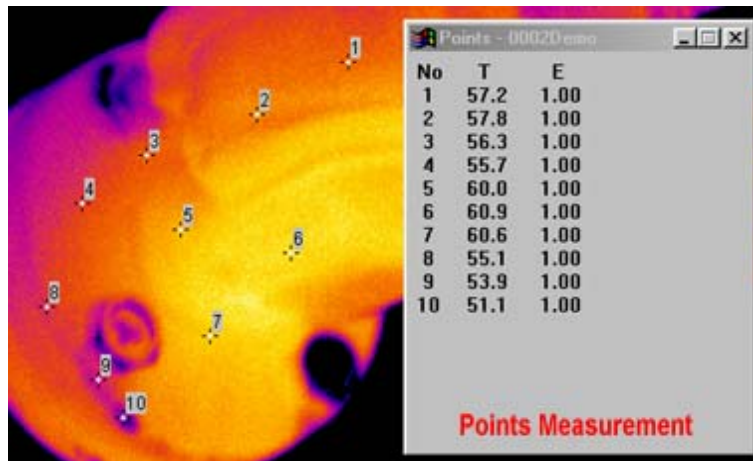


Fig.7 Medida de temperatura en varios puntos de la imagen

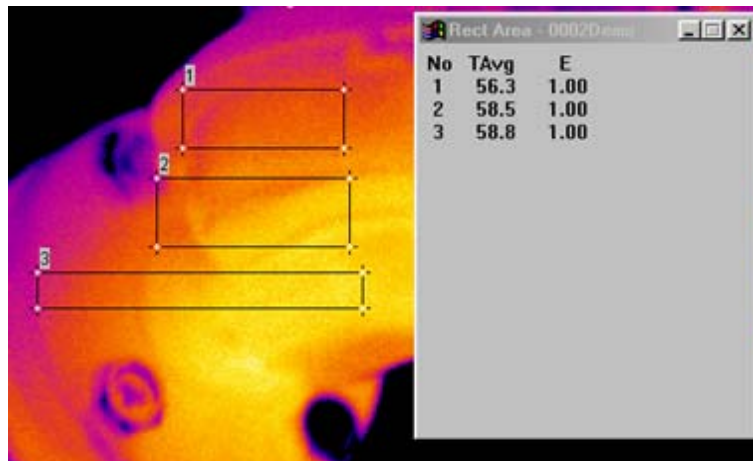


Fig.8 Medida de temperatura promediada en varios rectángulos de la imagen

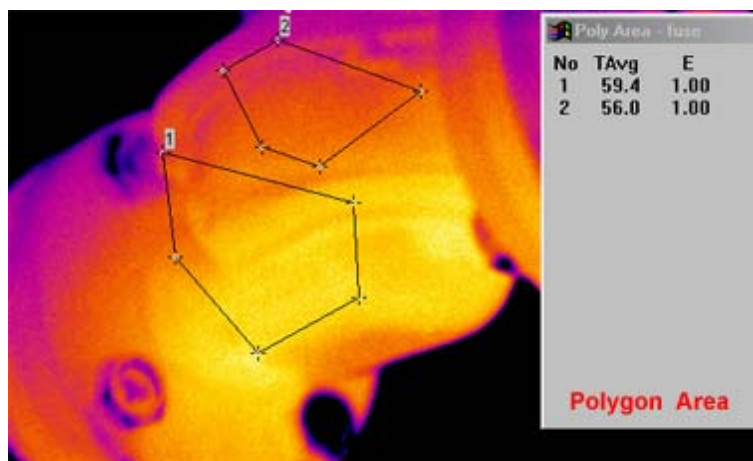


Fig.9 Medida de temperatura promediada en varios polígonos de la imagen

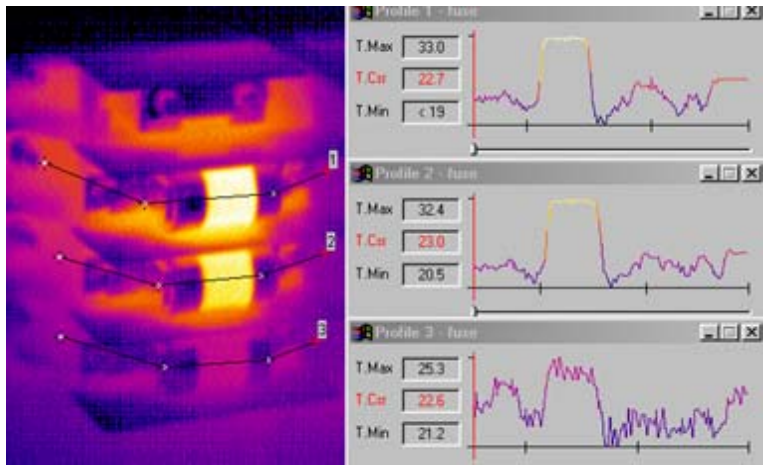


Fig.10 Medida de temperatura promediada en varios perfiles de la imagen

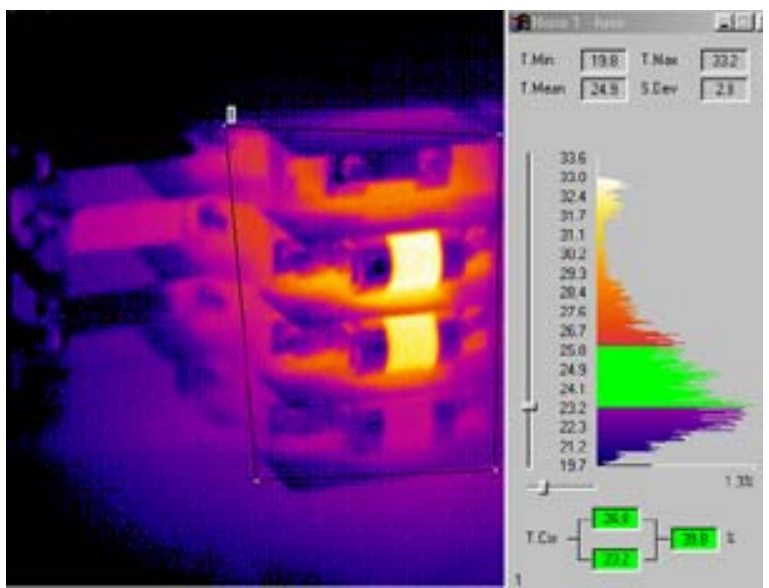


Fig.11 Medida de distribución de temperatura en un area de la imagen

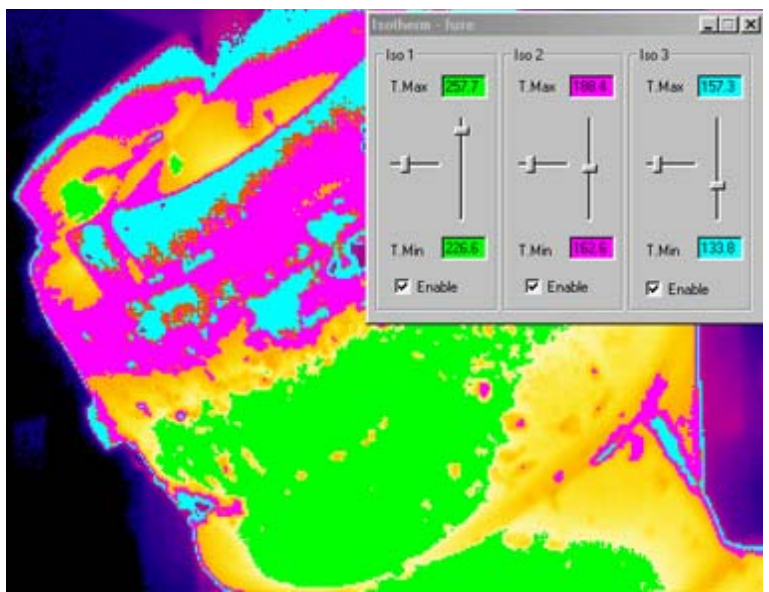


Fig.12 Isotermas para resaltar áreas de la imagen en una banda de temperatura

El software LIPS de procesamiento es muy sencillo de utilizar.

Elaborador de Informes:

El sistema de procesamiento de imágenes dispone de un elaborador de informes, que puede utilizarse para generar una copia escrita de la imagen térmica, acompañada de una imagen fotográfica importada y cualquier información adicional de interés.

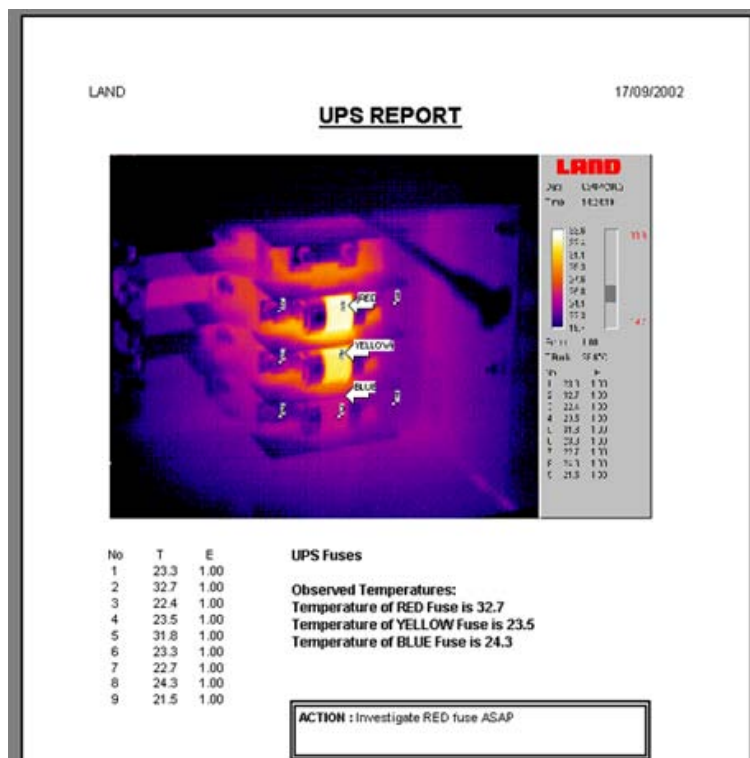


Fig.13 Elementos típicos en una página del informe generado con el escritor de informes

Aplicaciones de Mantenimiento Predictivo

Actualmente es esencial evitar paradas imprevistas, reduciendo los costes por pérdida de producción al mínimo. El mantenimiento predictivo se ha introducido para identificar problemas potenciales y reducir costes. La termografía en mantenimiento se basa en el hecho de que la mayoría de los componentes muestran un incremento de temperatura cuando existe una mal función y la falta se detecta antes de que se produzca el fallo.

Los programas de inspección rutinaria utilizando cámaras de termografía pueden ofrecer las siguientes ventajas:

Las inspecciones se realizan en condiciones de pleno rendimiento, evitando pérdidas de producción.

- Puede extenderse la vida útil de los equipos
- Se reduce el tiempo de cierre de la planta
- Se incrementa la fiabilidad de la planta
- Las reparaciones pueden programarse más convenientemente
- Puede inspeccionarse la calidad de la reparación

Las cámaras de termografía se utilizan en mantenimiento predictivo industrial en las siguientes áreas:

- Instalaciones Eléctricas
- Equipamientos Mecánicos
- Refractario

Inspección de Instalaciones Eléctricas

Los fallos en instalaciones eléctricas a menudo aparecen como puntos calientes que pueden detectarse con la cámara de termografía. Los puntos calientes son habitualmente resultantes de un incremento de la resistencia en un circuito, sobrecargas, o fallos de aislamiento. La figura 14 muestra un punto caliente generado por una mala conexión en el sistema de distribución de potencia.

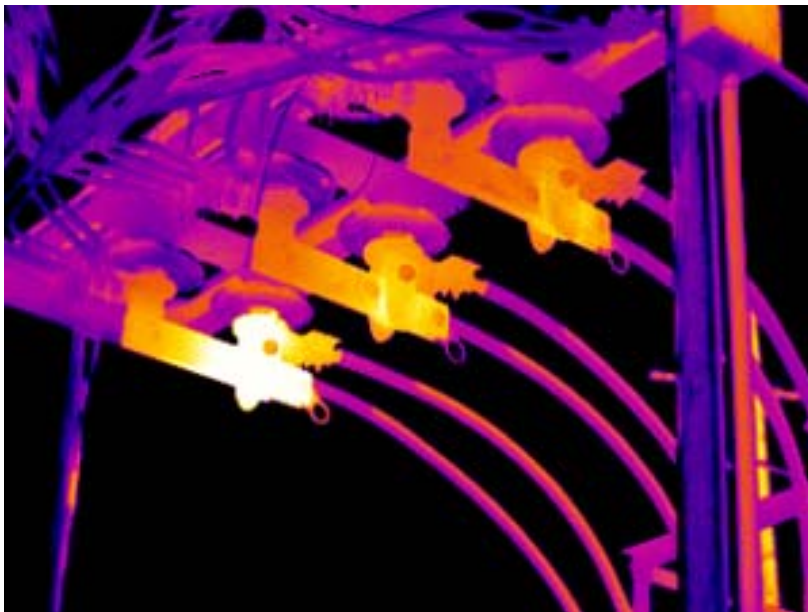


Fig.14 Inspección de un sistema de potencia

Algunos de los componentes habitualmente inspeccionados son:

Conectores: Cuando se observan conectores con potencias similares, una mala conexión muestra un incremento de temperatura debido a su incremento de resistencia. Los puntos calientes pueden generarse debidos a pérdidas, oxidación o corrosión de los conectores.



Fig.15 Inspección de conectores

Figura 15. Muestra los fusibles en el panel de control de una máquina. Una conexión defectuosa en la parte superior del fusible ha creado un punto caliente que la cámara detecta fácilmente.

Motores trifásicos: Requieren fases equilibradas y temperaturas de trabajo correctas. Se ha comprobado que si se superan las temperaturas de trabajo correctas el aislamiento pierde tiempo de vida útil.

Otros componentes habitualmente inspeccionados son:

- Reles
- Aislamientos
- Interruptores, etc....

Inspección de Equipos Mecánicos

Los equipos mecánicos inspeccionados son, habitualmente, máquinas giratorias. El incremento de temperaturas superficiales pueden deberse a fallos internos. Puede generarse un calor excesivo por fricción en rodamientos defectuosos, debido a desgaste, mal alineamiento o mala lubricación. Es deseable realizar la inspección con los sistemas operativos, basándose la interpretación de los resultados en la comparación entre componentes trabajando en condiciones similares de carga.

Los equipos habitualmente inspeccionados son:

- Rodamientos
- Cojinetes
- Correas
- Bombas, etc.....

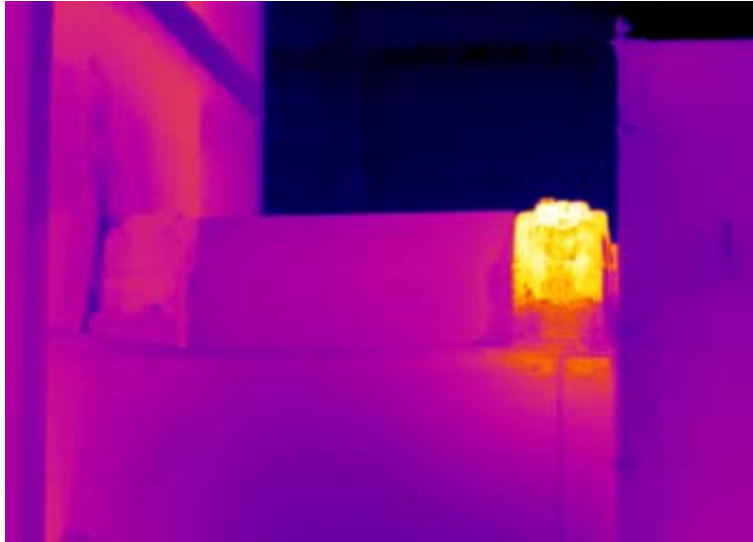


Fig.16 Inspección de carcasa de rodamientos

Inspección de Estructuras Refractarias

Las estructuras refractarias de las plantas de proceso pueden incrementar su vida útil si pudiera determinarse el grado de desgaste y erosión. Las muestras térmicas producidas al visualizar las paredes exteriores de la estructura pueden indicar puntos calientes causados por desgaste del refractario que pueden corregirse con un mantenimiento apropiado.

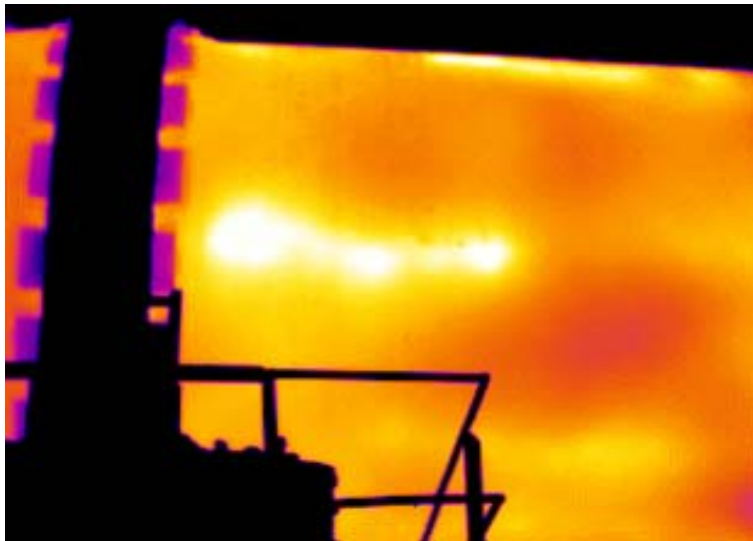


Fig.17 Inspección de un horno giratorio

Figura 17. Muestra un calentamiento anormal de la pared del horno de cemento, posiblemente causado por una pérdida de ladrillo refractario en el interior.

Los equipos habitualmente inspeccionados son:

- Hornos Eléctricos de Arco
- Cucharas
- Hornos de Calentamiento
- Hornos de Vidrio, etc....

Para más información sobre productos y servicios de LAND contacte su oficina o distribuidor más cercano o visite nuestra página web: www.landinst.com