



CALIBRACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PROFESIONAL, S.A. DE C.V.

>>Tecnología de punta al alcance de su planta<<

RETORNO 4 DE SUR 16 No 12; COL. AGRICOLA ORIENTAL, MEXICO, D.F. 08500.

TEL/ FAX 5756 3312/ 5 700 1784; e-mail: cipfhc@prodigy.net.mx

Página web: www.calibracionip.com.mx

MANTENIMIENTO PREDICTIVO POR INFRARROJO

Detecta las fallas que no se ven a simple vista y que ponen en riesgo la continuidad en la operación y la seguridad de la planta, afectando la productividad y calidad final.

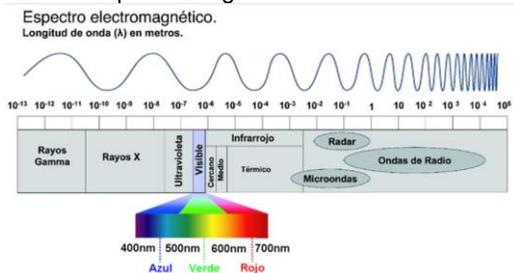
ING. FERNANDO HERNÁNDEZ CERVANTES

La competencia actual hace necesario contar con herramientas que permitan detectar la condición en que se encuentran una gran variedad de componentes y equipos.

Una de tales herramientas son los sistemas de termografía de alta resolución como los **DALI TECHNOLOGY** o **InfiRay**, los cuales detectan la energía infrarroja que es emitida por el objeto como resultado de su condición.

Transforman la energía IR, invisible a nuestros sentidos en una imagen térmica por medio de la cual es posible identificar y evaluar fácilmente problemas incipientes, a menudo meses antes de ser detectados visualmente.

Nuestro ambiente contiene muchas formas de energía que son propagadas a través del espacio a la velocidad de la luz. Estas formas de energía son diferenciadas por su longitud de onda.



Nuestros órganos son muy limitados, percibimos la energía en el intervalo de 400 a 700 nanómetros (0.4 a 0.7 mm) correspondiente al espectro de la luz visible. La radiación infrarroja (IR) se encuentra a longitudes mayores de la luz visible y continua hasta una milésima de metro de longitud de onda (0.7 mm a 100 mm).

Todos los objetos arriba de cero absoluto (-273°K) emiten energía infrarroja. Cuando un cuerpo es calentado, su superficie emite radiación térmica como resultado del incremento en la actividad de átomos y moléculas que son llevados a un estado de excitación que se manifiesta con la emisión de energía IR. La cantidad de energía IR emitida es proporcional a la temperatura. Mientras más caliente llega a ser un objeto, la energía IR emitida es mayor en la longitud corta del espectro:

El contar con información confiable de la condición de equipos y componentes es fundamental para tomar una acción oportuna, evita fallas de componentes críticos que pongan fuera de operación el proceso, además de dar la posibilidad de asegurar la calidad de los productos finales, alargar la vida útil de los componentes al no estar sometidos a temperaturas anormales que son causa común de fatiga prematura y evitar desastres.

Solo energía IR dentro de un cierto intervalo es detectada por el dispositivo de adquisición de imágenes IR. La energía que es detectada es por tanto resultado de:

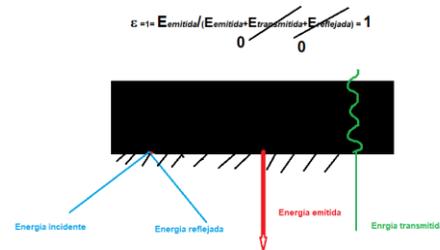
1. La energía IR radiada por el objeto por su temperatura.
2. Energía IR reflejada por el objeto de otras fuentes.
3. La energía transmitida a través del objeto.

$$E_{total} = E_{radiada} + E_{reflejada} + E_{transmitida}$$

Definiendo la emisividad como

$$\epsilon = E_{radiada} / E_{total}$$

Se define un cuerpo negro para el cual la energía radiada es igual a la energía absorbida y por tanto, la emisividad es igual a 1.



Los sistemas de termografía infrarroja son una herramienta que detecta la energía IR emitida por los cuerpos. Con el empleo de un poderoso microprocesador tienen la capacidad de medir la temperatura permitiendo cuantificar la magnitud del problema, dando la posibilidad de implementar programas de mantenimiento preventivo/predictivo y planificar el reemplazo de componentes en mal estado.

La medición y obtención de imágenes térmicas infrarrojas es un método no destructivo, sin contacto, rápido y preciso, fácil de operar, seguro de comprobar y mantener. que permite realizar diagnósticos mas que simplemente identificar puntos calientes, **proporcionando información útil al personal responsable de la operación, mantenimiento y control de calidad.**

Calibración e Instrumentación Profesional, S.A. de C.V., es una compañía que no solo vende equipo de termografía infrarroja sino que, ofrece la asistencia técnica para el empleo e identificación de aplicaciones en un campo determinado para incrementar la seguridad de las instalaciones y la productividad global de la planta.





CALIBRACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PROFESIONAL, S.A. DE C.V.

>>Tecnología de punta al alcance de su planta<<

RETORNO 4 DE SUR 16 No 12; COL. AGRICOLA ORIENTAL, MEXICO, D.F. 08500.

TEL/ FAX 5756 3312/ 5 700 1784; e-mail: cipfhc@prodigy.net.mx

Página web: www.calibracionip.com.mx

SISTEMAS INFRARROJOS

Generalidades:

Este tipo de sistemas opera de manera muy similar a un sistema de circuito cerrado de T.V., con la diferencia de que en lugar de captar la luz visible incidente, la cámara detecta la radiación infrarroja emitida por las superficies de los objetos en la escena que esta captando la cámara.

La escena de interés es detectada mediante un sistema óptico formado de: lente con una película que filtra el paso de energía dentro de un cierto intervalo infrarrojo específico; superficies oscilatorias o prismas rotatorios que hacen incidir la energía IR a un detector de mercurio cadmio-telurio (MCT); detectores de arreglo de planop focal Pt/Si y los detectores basados en microbolómetros.

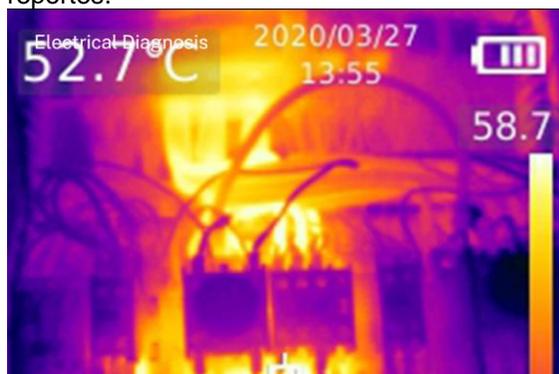
El detector cambia la salida de voltaje conforme capta la radiación infrarroja incidente, el voltaje es entonces amplificado y otras etapas de circuitos electrónicos presentan una imagen infrarroja en blanco y negro o una imagen a color en un visor o pantalla de cristal líquido, de la misma forma que una imagen de televisión.

Mediante un microprocesador se cuantifica la temperatura y se documenta la información.

Los diseños originales generaban la imagen a razón de 25 cuadros por segundo, desarrollos posteriores permitieron 60 cuadros por segundo, lo que elimina el centelleo y da la posibilidad de inspecciones en movimiento y captura de eventos transientes de gran velocidad sin distorsión en la imagen sin embargo, esta velocidad de captura de imagen a sido limitada por las aplicaciones militares que tienen este tipo de equipos.

La resolución térmica puede ser de hasta 76800 pixeles (puntos de medición)

Inspección termografía infrarroja cuantitativa para determinar la condición de equipo eléctrico, mecánico, equipo rotatorio, refractario, etc., documentando las fallas para generación de reportes.



INSPECCIÓN CUANTITATIVA

Sistemas infrarrojos de alta exactitud con capacidad de medición permiten visualizar el incremento de temperatura ocasionado por cambios en la condición de equipo o componentes, lo que da la posibilidad de establecer el grado del problema para tomar una acción oportuna y programar el mantenimiento de:

Instalaciones eléctricas: Líneas Aéreas de Alta Tensión y Subestaciones, transformadores, Barras de distribución, CCM's, Inspección de Líneas de transmisión desde Helicóptero, etc.

Equipo de proceso tales como: Desintegradores Catalíticos, Hornos, Tuberías, Calderas, Trampas de Vapor, Reactores, etc.,

Instalaciones mecánicas como son: Motores, Baleros, Cojinetes, Chumaceras, etc.

PROBLEMAS ELÉCTRICOS:

Existen miles de interfases mecánicas (conductores, conectores, aisladores, etc.) asociadas con:

- Puntos de llegada
- Transformación a los KVA requeridos.
- Sistemas de distribución y control.
- Equipos que consumen la energía eléctrica
- Etc.
- Cada conexión representa un punto potencial de falla, en donde la conductividad puede ser reducida por causas físicas y/o químicas. Las fallas de los diferentes componentes eléctricos pueden ser clasificadas como:

Fallas intrínsecas: Debido al uso normal e interacción con el medio ambiente (contaminación química, corrosión, ensuciamiento, etc.) que cambia sus características originales.

Fallas operacionales: Debido a cargas no balanceadas y sobrecargas continuas que fatigan materiales.

Fallas funcionales: Debidas a materiales inadecuados, mala calidad e incompatibilidad de materiales empleados, reparaciones mal realizadas, diseños inadecuados, etc.

Todas estas fallas son asociadas con un aumento en la resistencia al flujo de energía eléctrica, que trae como consecuencia que una fracción de esta energía se degrade en energía térmica que aumenta la temperatura de los componentes involucrados.



CALIBRACIÓN E INSTRUMENTACIÓN PROFESIONAL, S.A. DE C.V.

>>Tecnología de punta al alcance de su planta<<

RETORNO 4 DE SUR 16 No 12; COL. AGRICOLA ORIENTAL, MEXICO, D.F. 08500.

TEL/ FAX 5756 3312/ 5 700 1784; e-mail: cipfhc@prodigy.net.mx

Página web: www.calibracionip.com.mx

Esta transformación de energía eléctrica a energía térmica es invisible a simple vista y de no detectarse el problema con oportunidad puede originar fallas en equipo crítico que en el mejor de los casos, ponga fuera de operación partes del proceso con pérdidas de producción, incumplimientos con clientes; y en el peor de los casos se originen accidentes con riesgos en la integridad de las personas que laboran en la planta y de la planta misma.

Seis causas por las que se pueden observar puntos calientes (excepciones) en inspección infrarroja de equipo eléctrico:

1. **Aumento de resistencia:** Usualmente ocurre en una conexión eléctrica y es un problema real. El aumento de temperatura en el punto con cambio de resistencia origina conducción de energía en el componente y disipación de calor a los alrededores por conducción, convección y/o radiación. Mediante el empleo del sistema infrarrojo se observa el patrón térmico de un área caliente en la conexión y una disminución gradual de temperatura al alejarse del punto caliente.
2. **Carga:** El calor generado en un conductor es proporcional al cuadrado de la corriente que pasa a través de él $q \propto I^2$, por lo que un pequeño cambio en corriente resulta en una diferencia de temperatura. Cuando se realiza una inspección se recomienda que la carga sea mayor al 60% y se extrapolen los valores medidos a 100% de carga. **Sobrecargas se manifiestan como una temperatura constante a lo largo de la longitud del conductor, a menos que el área de sección transversal cambie.** Cargas desbalanceadas se muestran como una diferencia en temperatura.
3. **Reflexión.** Son puntos calientes falsos positivos que se presentan durante una inspección en exteriores al emplear sistemas de onda corta, 3 a 6 mm, debido a que el sol radia mayor energía infrarroja en esta región en comparación a la energía emitida por el objeto bajo inspección. Para discriminar este problema, se recomienda cambiar de posición durante la inspección. Si al cambiar de posición el punto caliente se mueve este es resultado de reflexión solar. Para eliminar el problema, se recomienda el empleo de sistemas de onda larga.
4. **Ganancia solar:** Es un verdadero punto caliente pero no necesariamente es un problema. Resulta del calentamiento de los componentes bajo inspección por radiación solar. Se deberá de discriminar de un verdadero problema haciendo una toma desde el lado que le da sombra al componente, si aun aparece caliente, probablemente es un problema que pudiera ocasionar una falla.

5. **Diferencia de emisividad:** Diferentes materiales, partes oxidadas o componentes brillantes en la escena, ocasionan un cambio abrupto en la temperatura observada, no representa un problema real sin embargo, debe de ser discriminado.
6. **Corriente Eddy:** Producen calentamiento inductivo en componentes que no están en un circuito eléctrico establecido, pero se encuentran adyacente al mismo. Es común en materiales ferrosos cerca de bobinas y/o transformadores

INSPECCIÓN INFRARROJA CUANTITATIVA

Sistemas IR de alta exactitud con capacidad de medición permiten cuantificar el incremento de temperatura, dando la posibilidad de establecer el grado del problema para tomar una acción oportuna y programar el mantenimiento.

Existen dos métodos cuantitativos para jerarquizar el problema:

1. **Medición de temperatura absoluta.** Esta técnica requiere conocer las temperaturas máximas de trabajo permitidas y la emisividad de los componentes involucrados. Parámetros que serán empleados para tener mediciones exactas de la temperatura.

Cobre y aleación de cobre desnudos

Medio	Tmax, °C
Aire	75
SF6	90
Aceite	80

Conexiones abulonadas o con recubrimiento de plata o níquel

Medio	Tmax, °C
Aire	115
SF6	115
Aceite	100

Terminales para la conexión a conductores externos mediante tornillos o bulones

Medio	Tmax, °C
Desnudo	90
Recubiertos Ag o Ni	105



**CALIBRACIÓN E INSTRUMENTACIÓN
PROFESIONAL, S.A. DE C.V.**

>>Tecnología de punta al alcance de su planta<<

RETORNO 4 DE SUR 16 No 12; COL. AGRICOLA ORIENTAL, MEXICO, D.F. 08500.

TEL/ FAX 5756 3312/ 5 700 1784; e-mail: cipfhc@prodigy.net.mx

Pagina web: www.calibracionip.com.mx

1. MEDICION DE TEMPERATURA RELATIVA. Es la técnica más comúnmente empleada en la inspección de equipo eléctrico. Se basa en el hecho de que los componentes bajo inspección tienen una misma emisividad, se encuentran a la misma distancia por lo que, al obtener una diferencia de temperatura de componentes similares entre el que muestra un punto caliente y el otro que se puede considerar como referencia, se obtiene un punto caliente real respecto a un componente de características similares que puede ser resultado de que dicho componente se encuentre flojo, con mayor ensuciamiento, etc.

CRITERIOS PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DEL PROBLEMA

Severidad Grado 1. Variaciones de temperatura mayor a 75°C. Reemplazar compionetes e inspeccionar componentes adyacentes. Reinspeccionar después de reparación.

Severidad Grado 2. Elevación de temperatura de 31 a 75°C. Reemplazar componentes e inspeccionar componentes adyacentes

Severidad Grado 3. Elevación De temperatura de 11 a 35°C. Probabilidad de daños en componentes

Severidad Grado 4. Problema menor con elevación de temperatura de 1 a 10°C. Apretar y limpiar compnetes,

CLASIFICACION DE LA SEVERIDAD DE PROBLEMAS EN EQUIPO ELECTRICO		
SEVERIDAD	ΔT , °C	Comentario
GRADO 1	>75	Problema crítico. Reparar inmediatamente
GRADO 2	35 a 75	Problema serio. Reparar en no más de dos días
GRADO 3	10 a 35	Problema intermedio. Reparar en 2 o 4 semanas
GRADO 4	1 a 10	Problema menor. Reparar en mantenimiento regular

I. EQUIPO ELÉCTRICO

A. Líneas de transmisión

Buses de distribución

B. Componentes en sub estaciones

Transformadores

Bancos de capacitores

Interruptores

Fusibles

Barras colectoras

Medidores

Terminales de cros cables

C. Componentes en plantas

Equipo de maniobra, regulación, seguridad y control.

Centro de control de motores

Interruptores de circuitos

Barras de distribución Fusibles

Dvanado de motores

Escobillas de generadores de motores

Relevadores

Tableros de circuitos

II. COMPONENTES MECANICOS

A. Aislamiento

Calderas y hornos

Teberias

Ductos

Recipientes

Carros tanques

Sistemas de refrigeración

B. Fricción en equipo rotatorio

Chumaceras

Acoplamientos

Engranés

Caja de engranes

Bandas transportadoras

Bombas y compresores

C.

D. FLUJO DE FLUIDOS

Lineas de vapor

Trampas de vapor

Válvulas

Intercambadors de calor

Nivel de fluido en tanques

Reacciones exotérmnicas

Fuga de vapor en tuberías superficiales o enterradas

Descargas térmicas en recursos ambientales

Sisatemas de enfriamiento y calentamiento

Fugas de aire en condensadores y turbinas

Fugas de aire en hornos y calderas

Bombas y compresores

Tapoinamento en tuberías

Sistemas de acondiciona iento de aire para calentamiento y ventilación (HVAC)

III. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Extrusión

Soldaduras

Espesor de pared en tuberías

Huecos en materiales compuestos

Delaminación en materiales compuestos

Velñocidad de curado de producto

Velocidad de secado de producto

Tableros de circuitos

Reacciones exotérmicas

IV: CONSTSRUCCIONES

Pérdida de aislamiento

Aislamiento dañado

Aislamiento instalado adecuadamente

Filtración de aire

Humedad en techos