

Guía de aplicaciones de la termografía en mantenimiento industrial

Índice

1. Detección de conexiones eléctricas sueltas o con corrosión
2. Detección de desequilibrios y sobrecargas eléctricas
3. Inspección de rodamientos
4. Inspección de motores eléctricos
5. Inspección de sistemas de vapor



1. Detección de conexiones eléctricas sueltas o con corrosión

Las imágenes térmicas de los sistemas eléctricos pueden indicar el estado de funcionamiento de un equipo. De hecho, desde el comienzo de

la termografía, hace cuatro décadas aproximadamente, su principal aplicación ha sido la inspección de sistemas eléctricos.



La principal razón por la que la termografía es tan indicada para el seguimiento de sistemas eléctricos es que los componentes eléctricos nuevos comienzan a deteriorarse desde el mismo momento en que se instalan. Independientemente de la carga de un circuito, la vibración, la fatiga y el paso del tiempo hacen que las conexiones eléctricas se aflojen, a la vez que las condiciones ambientales pueden acelerar su proceso de corrosión. En pocas palabras, todos los sistemas eléctricos acaban deteriorándose con el paso del tiempo. Si no se localizan estos deterioros y no se reparan, estos fallos en las conexiones derivarán en importantes averías.

Por suerte, cuando una conexión está suelta o tiene algún tipo de corrosión, su resistencia aumenta y dado que al aumentar la resistencia también aumenta la caída de tensión y se genera un aumento del calor, podemos detectar el fallo antes de que se produzca una avería utilizando una cámara termográfica. La detección y corrección de fallos en las conexiones antes de que produzca una avería, evita incendios y paradas que pueden ser cruciales para la rentabilidad de una compañía. Estas acciones predictivas son vitales para una empresa, ya que, si un sistema principal falla, los gastos generales aumentan de forma inevitable, obliga a una redistribución de los trabajadores y del material, reduce la productividad y repercute en la seguridad de los empleados y de los clientes.

Este documento se centra en el uso de la termografía para la detección y

solución de deterioros en conexiones de sistemas eléctricos que se hayan aflojado, apretado en exceso o con corrosión mediante la comparación de temperaturas de las conexiones de cuadros eléctricos.

Qué puedo comprobar:

Compruebe los cuadros sin cubiertas, paneles de acrílico o puertas con la potencia en al menos un 40 % de la carga máxima.

Mida la carga para que pueda comparar las medidas en condiciones normales de funcionamiento. Precaución: sólo el personal autorizado y cualificado con el equipo de protección personal adecuado puede retirar las cubiertas de los cuadros eléctricos.

Capture las imágenes térmicas de todas las conexiones que presenten temperaturas superiores a otras conexiones similares bajo las mismas cargas y condiciones.

Qué buscar:

Principalmente debe buscar conexiones con temperaturas superiores a las demás. Una resistencia elevada indica que posiblemente exista corrosión en la conexión, o que ésta se haya soltado o apretado en exceso. Los puntos calientes de esta conexión suelen aparecer (aunque no siempre) como los puntos más calientes, y se van enfriando a medida que se alejan de ese punto.

Como ya se ha mencionado anteriormente, las conexiones sobrecalentadas, por estar sueltas o por la corrosión, puede resultar en un fallo en el sistema y debe corregirse.

Para evitar que esto se produzca, la



Las conexiones de la bomba de este evaporador muestran una temperatura 50 grados mayor que en la fase C.

mejor solución es crear una rutina de inspección en la que se incluyan los principales cuadros eléctricos y otras conexiones de carga alta, tales como variadores, protecciones, controles, etc. Guarde en el ordenador las imágenes térmicas de estos componentes y haga un seguimiento de sus medidas, utilizando el software que se incluye con la cámara termográfica. De este modo, dispondrá de imágenes de referencia en las que podrá basarse para determinar si un punto caliente de la imagen indica un fallo en el sistema y para comprobar si las reparaciones que se hayan podido realizar han dado un resultado óptimo.

“Alerta roja”:

Cuando las condiciones de un equipo pueden comprometer la seguridad del mismo deben ser reparadas a la mayor brevedad posible. De acuerdo con las especificaciones de la NETA (InterNational Electrical Testing Association), si la diferencia de temperatura (ΔT) entre componentes similares bajo cargas similares supera los 15°C, deben llevarse a cabo reparaciones de forma inmediata. Asimismo, esta asociación recomienda que se lleve a cabo la misma medida

cuando la ΔT de un componente y del aire ambiente supere los 40°C.

Cuál es el precio de una avería:

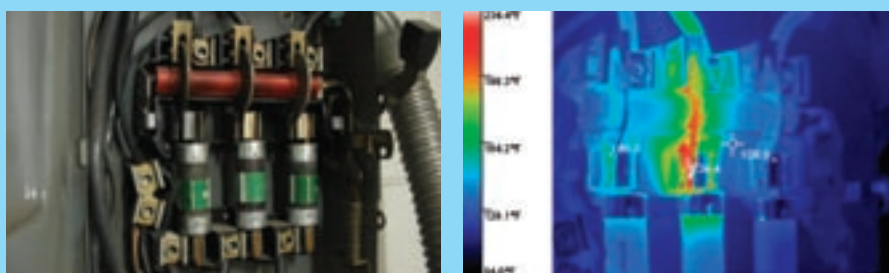
Si no se corrige, el sobrecalentamiento de una conexión eléctrica suelta o con corrosión puede fundir un fusible e interrumpir todo el proceso de producción.

A esto habría que añadirle un período de tiempo de una media hora como mínimo, que es lo que se tardaría en interrumpir el suministro eléctrico, conseguir un fusible de repuesto del almacén y sustituir el fusible fundido. Las pérdidas en el proceso de producción pueden variar en función de la industria y del proceso. No obstante, para muchas industrias una media hora de pérdidas de producción puede salir muy cara. Por ejemplo, se ha calculado que en la industria de fundición de acero los gastos de pérdidas de producción ocasionados por la inactividad del sistema rondan los 1.000 € por minuto.

Seguimiento

Las conexiones sobrecalentadas deben desmontarse, limpiarse, repararse y volverlas a ajustar.

Si, tras realizar este procedimiento, continúa esta anomalía, puede que el origen del problema no se encuentre en la conexión, aunque nunca debe descartarse la posibilidad de que la reparación no se haya llevado a cabo de forma adecuada. Utilice un multímetro, una pinza amperimétrica o un analizador de calidad eléctrica para localizar otras posibles causas, como por ejemplo una sobrecarga o un desequilibrio eléctrico. Cuando localice un problema con una cámara termográfica, utilice el software para registrar sus medidas en un informe, en el que se incluya una imagen térmica y digital del equipo. Es la mejor forma de documentar los problemas que haya encontrado y de informar de las reparaciones que se deben realizar.



Las lecturas de temperaturas muestran puntos calientes en las conexiones de las fases A y B de este interruptor de iluminación, lo cual indica una carga no equilibrada.

Sugerencia

Los materiales utilizados para las conexiones y contactos eléctricos suelen ser brillantes y reflejan la energía infrarroja de los objetos del entorno, que pueden interferir en las medidas de temperatura y en la precisión de captura de imágenes. Un equipo con una suciedad excesiva también puede interferir en la precisión. Para mejorarla, espere a que el equipo no tenga corriente y oscurezca la zona de medida (p.e. con pintura negra) para que sea menos reflectante. Asegúrese de que no utiliza materiales inflamables como, por ejemplo, papel de color negro o plástico.

2. Detección de desequilibrios y sobrecargas eléctricas

Las imágenes térmicas identifican fácilmente diferencias de temperaturas aparentes en circuitos eléctricos industriales trifásicos comparándolas con sus condiciones normales de funcionamiento. Al inspeccionar los gra-

dientes térmicos de las tres fases por separado, los técnicos podrán localizar rápidamente anomalías en el funcionamiento de los circuitos derivadas de una sobrecarga o desequilibrio.

Un desequilibrio eléctrico puede deberse a varias razones: un problema en la alimentación, baja tensión en una fase o una ruptura de la resistencia del aislamiento de las bobinas del motor.

Un pequeño desequilibrio de tensión puede deteriorar las conexiones, reduciendo la cantidad de tensión suministrada. Esto hace que los motores y otras cargas requieran más corriente, dispongan de un par más bajo (con el esfuerzo mecánico asociado) y se estropeen antes. Por otro lado, un desequilibrio de tensión grave puede llegar a fundir un fusible, reduciendo todas las operaciones del sistema a una sola fase del circuito. Asimismo, la corriente sin equilibrio se dirigirá al conductor de neutro haciendo que el dispositivo utilice la máxima potencia. En la práctica, no se puede equilibrar de forma exacta las tensiones de las tres fases. Como referencia y ayuda a los usuarios de los equipos para determinar cuáles son los niveles

aceptables de desequilibrio, la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) ha publicado especificaciones para varios tipos de dispositivos. Estas especificaciones, aunque cubren sólo el ámbito norteamericano, pueden ser bastante orientativas durante los procedimientos de mantenimiento y corrección de averías.

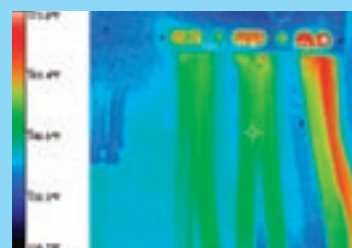
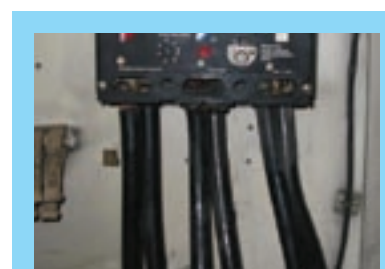
Qué puedo comprobar:

Capture imágenes térmicas de todos los cuadros eléctricos y de otros puntos de conexión de carga alta, tales como variadores, protecciones, controles, etc. En los lugares donde las temperaturas sean superiores, siga el circuito correspondiente y compruebe las cargas y los subcircuitos asociados.

Compruebe los cuadros y otras conexiones sin las cubiertas, tapas de acrílico y puertas. Lo ideal sería comprobar los dispositivos eléctricos cuando estuvieran calientes y en un estado de funcionamiento estable con al menos un 40 % de su carga típica. Así, las medidas se pueden evaluar y comparar con las condiciones normales de funcionamiento de forma adecuada.

Qué buscar:

Una carga equilibrada genera temperaturas equilibradas. En el caso de que se produzca un desequilibrio en la carga, las fases con la mayor carga tendrán las mayores temperaturas debido al exceso de calor generado. No obstante, una carga no equilibrada, una sobrecarga, una mala conexión y la presencia de armónicos en el neutro



Las conexiones de la bomba de este evaporador muestran una temperatura 50 grados mayor en la fase 3.



Precaución:

sólo el personal autorizado y cualificado con el equipo de protección personal adecuado puede retirar las cubiertas de los cuadros eléctricos.

o alguna de las fases pueden presentar los mismos signos. Por ello, la medida de la carga eléctrica es necesaria para diagnosticar el problema.

Nota: un circuito con una temperatura inferior a la habitual puede ser un indicio de un fallo en uno de los componentes del sistema. Lo más recomendable es crear una rutina de

inspección en la que se incluyan las principales conexiones eléctricas. Utilizando el software que incluye la cámara termográfica, guarde en el ordenador todas las imágenes que haya capturado y realice un seguimiento de las medidas. De este modo, dispondrá de imágenes de referencia con las que podrá comparar las imágenes más recientes. Este procedimiento le ayudará a determinar si un punto caliente o frío de la imagen indica un fallo en el sistema. Tras las acciones correctivas pertinentes, las nuevas imágenes también le ayudarán a determinar si éstas se llevaron a cabo correctamente.

“Alerta roja”:

La seguridad debe ser el primer criterio a la hora de determinar la prioridad de las reparaciones, seguida de la gravedad del estado del equipo y de la magnitud del aumento de la temperatura. Las especificaciones de la NETA (InterNational Electrical Testing Association) indican que deben tomarse medidas correctoras inmediatas cuando la diferencia de la temperatura (ΔT) entre componentes eléctricos similares bajo cargas similares supere los 15°C o cuando la ΔT entre las temperaturas de un elemento eléctrico y del aire del entorno superen los 40°C. Las normas NEMA (NEMA MG1-12.45) advierten del peligro que supone utilizar un motor con un desequilibrio de tensión que supere el 1%. De hecho, la NEMA recomienda la desclasificación del motor si éste presenta un desequilibrio mayor.

Los porcentajes de desequilibrio seguro varían para otro tipo de equipos.

Cuál es el precio de una avería:

Una de las consecuencias más comunes de un desequilibrio de tensión es un fallo en el motor. El coste total incluye el precio del motor, la mano de obra requerida para sustituirlo, la pérdida en producción debido a un funcionamiento irregular de la línea de producción y la pérdida de beneficios durante este período de inactividad. El coste para sustituir un motor de 50 cv de potencia supone un gasto de 5.000 € (incluyendo la mano de obra) cada año y 4 horas de inactividad al año suponen una pérdida de 6.000 € por hora.

Coste total: 5.000 € + (4 x 6.000 €) = 29.000 € anuales

Seguimiento

Cuando una imagen térmica muestra que un conductor tiene una temperatura mayor que los otros componentes de un circuito, puede ser un indicio de que el conductor está mal dimensionado (por defecto) o sobrecargado. Compruebe la corriente nominal admisible del conductor y la carga real para descartar esta circunstancia. Utilice un multímetro con una sonda de corriente, una pinza amperimétrica o un analizador de calidad eléctrica para comprobar el equilibrio y la carga de la corriente en cada fase. Con respecto a la tensión, compruebe las protecciones y los conmutadores para caídas de tensión.

En general, la tensión de la línea debe encontrarse dentro del 10% del valor indicado en la placa de características. La tensión entre neutro y tierra puede indicarle la cantidad de carga de su sistema y le ayudará a determinar si existen corrientes armónicas en el conductor de neutro. Si se encuentra con una tensión entre neutro y tierra superior al 3% del valor nominal de fase, deberá llevarse a cabo una inspección más exhaustiva.

Las cargas pueden variar. De hecho, la carga de una fase puede descender un 5% en un circuito, si se proporcionara una carga monofásica elevada en cualquiera de las otras dos. Las caídas de tensión de los fusibles y conmutadores se manifiestan como un desequilibrio en el motor y un calor excesivo en el punto de origen. Antes de asumir que ya ha localizado el origen del problema, vuelva a realizar la medida con una cámara termográfica y un multímetro o pinza amperimétrica.

Ni el circuito de alimentación ni los subcircuitos deben cargarse hasta el límite máximo permitido. La carga del circuito también debe permitir armónicos. La solución más habitual para eliminar una sobrecarga es la redistribución de cargas o distribuirlos sobre la marcha durante el proceso. Con la ayuda del software, registre todas las imágenes sospechosas que haya capturado con su cámara termográfica en un informe en el que se incluya una imagen térmica y otra digital del equipo. Ésta es la mejor forma de reportar los problemas que haya encontrado y de informar de las reparaciones que se deben realizar.

Sugerencia

La principal aplicación de la termografía es localizar anomalías eléctricas y mecánicas. Al contrario de lo que muchos opinan, la temperatura de un dispositivo (incluyendo su temperatura relativa) no siempre es el mejor método para localizar una avería. Debemos tener en cuenta muchos otros factores, entre lo que se incluyen cambios en la temperatura ambiente y de las cargas mecánicas o eléctricas, indicaciones visuales, gravedad del estado del equipo, histórico de reparaciones y averías en componentes similares, resultados de otras comprobaciones, etc. En resumen, la termografía es más útil si la utilizamos como un elemento más que participa en un programa de seguimiento y mantenimiento predictivo completo.

3. Inspección de rodamientos

Las imágenes termográficas de sistemas eléctricos pueden dar una indicación de las condiciones de trabajo de los elementos y equipos que lo componen. De hecho, desde los inicios de la

termografía, hace aproximadamente 4 décadas, su principal aplicación de campo ha sido la inspección de sistemas eléctricos.

Un gran número de programas de mantenimiento predictivo utilizan la termografía para realizar seguimientos de las temperaturas aparentes de un equipo. Con el visionado de una imagen térmica pueden detectarse fallos y evitar pérdidas del equipo. Mediante las imágenes térmicas que capturan mapas infrarrojos bidimensionales de las temperaturas de los rodamientos y del alojamiento, los técnicos podrán comparar las temperaturas de funcionamiento actuales con las especificaciones de

referencia y localizar posibles fallos de funcionamiento.

Qué puedo comprobar:

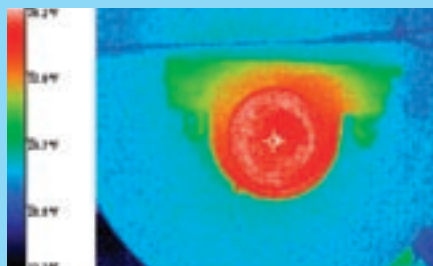
En general, el análisis de vibraciones es el método más utilizado de los programas de mantenimiento predictivo para supervisar rodamientos de gran tamaño, fácil acceso y que trabajan a alta velocidad. No obstante, este análisis sólo se puede llevar a cabo de una forma segura si se colocan los transductores de medida de vibraciones sobre los

rodamientos. En el caso de rodamientos de pequeño tamaño (por ejemplo, de los rodillos de una cinta transportadora), que funcionan a baja velocidad y a los que no se puede acceder directamente o que pueden poner en riesgo para la seguridad si se intenta acceder a ellos durante el funcionamiento del equipo, la termografía puede ser una buena alternativa. En la mayoría de los casos, se pueden realizar imágenes térmicas mientras el equipo está funcionando, si guarda una distancia de seguridad. Además, capturar imágenes térmicas con una cámara termográfica portátil es más rápido que realizar un análisis de vibraciones. El equipo mecánico debe inspeccionarse cuando se haya calentado, se encuentre en un estado de funcionamiento estable y tenga una carga normal. De este modo, las medidas podrán interpretarse dentro de unas condiciones normales de funcionamiento.

Capture una imagen térmica del rodamiento que desea medir y, si fuera posible, capture imágenes de otros rodamientos de la misma área, cuando estén realizando la misma función o una similar: por ejemplo, capture y compare la imagen del rodamiento del lado opuesto de la cinta transportadora, del rodillo de una máquina de papel o de otro cojinete del mismo eje.

Qué buscar:

Los problemas en los rodamientos se suelen encontrar comparando sus temperaturas con las temperaturas de superficie de rodamientos similares que funcionan en circunstancias



Este sobrecalentamiento en el eje y el rodamiento puede ser un indicio de un fallo en el rodamiento, de una lubricación insuficiente o de una mala alineación.

parecidas. En una imagen por infrarrojos, el sobrecalentamiento se muestra como "puntos calientes" y se suele localizar comparándolo con las imágenes térmicas de un equipo similar. Uno de los procedimientos que se realiza durante la comprobación de rodamientos es la comparación entre las temperaturas de los bloques motor (para motores y rodamientos del mismo tipo), o bien de las temperaturas del estator y del bloque motor.

Se recomienda crear una rutina de inspección en la que se incluyan los principales componentes del equipo rotativo. Si ya se realizan análisis de vibraciones de forma regular, puede añadir fácilmente técnicas de termografía a estos procesos de supervisión de rodamientos. Guarde todas las imágenes térmicas de las piezas inspeccionadas y realice un seguimiento de sus medidas utilizando el software que se incluye con la cámara termográfica. De este modo, dispondrá de imágenes de referencia para realizar las comparaciones correspondientes.

Así, podrá determinar fácilmente si un punto caliente de la imagen indica un fallo en el sistema y le ayudará a comprobar que las reparaciones se llevaron a cabo correctamente.

"Alerta roja":

Las condiciones de un equipo que puedan comprometer la seguridad del mismo deben ser reparadas a la mayor brevedad posible. Por otra parte, determinar si hay que realizar una operación de reparación para evitar que un rodamiento produzca un fallo en una pieza clave de su equipo es una capacidad que se adquiere con la experiencia. Por ejemplo, a la hora de medir una línea que presentaba bastantes

problemas para su supervisión, una empresa dedicada a la automoción añadió técnicas termográficas al análisis de vibraciones para determinar si las temperaturas de funcionamiento normal de los rodamientos de la línea se encontraban dentro del rango especificado de temperatura. Desde ese momento, el personal encargado de las operaciones de mantenimiento predictivo, con formación en termografía, establecieron unas pautas para poder considerar si el estado del equipo era crítico. De manera que, cuando un rodamiento funciona superando el límite de temperatura de funcionamiento normal, se puede considerar que se encuentra en una situación crítica.

Cuando utilice cámaras termográficas en rodamientos que normalmente no se han supervisado con análisis de vibraciones o cuando realice comprobaciones en los mismos, intente seguir el ejemplo de esta empresa y establezca criterios para determinar un rango de funcionamiento normal, al igual que haría si utilizara otras tecnologías para supervisar las condiciones de trabajo de su equipamiento. Algunos especialistas en termografía han establecido reglas generales sobre las diferencias de temperaturas admisibles (ΔT) de los rodamientos de algunos tipos de equipo específicos que utilizan unas determinadas técnicas de lubricación específicas (grasa, aceite, etc.).

Cuál es el precio de una avería:

Para calcular el coste de un fallo en un rodamiento de un motor, bomba, variador o en cualquier otro componente principal de un equipo, debe realizar un análisis del coste de la

reparación, la pérdida por parada de producción y de la mano de obra. Para una empresa dedicada a la automoción, el coste estimado por una avería en una bomba supera los 15.000 € en gastos de reparación. A esto habría que sumarle una pérdida en producción que se calcula en unos 30.000 € por minuto y unos gastos de mano de obra que superan los 600 € por minuto. La avería en una bomba puede salirle muy cara.

Seguimiento

Todos los componentes de un equipo rotativo generan calor en los puntos de fricción del sistema: los rodamientos. El sistema de lubricación se encarga de reducir esta fricción de las piezas a diferentes grados de temperatura (en función del tipo de lubricación) y disipa el calor. A través de las imágenes térmicas podrá ver este proceso, a la vez que observa el estado de los rodamientos. Si las imágenes térmicas le muestran un sobrecalentamiento en un rodamiento del equipo, elabore una orden de mantenimiento para sustituir o lubricar el rodamiento. También puede ayudarse de un análisis de vibraciones y de otras técnicas de mantenimiento predictivo para decidir la acción más adecuada para ese caso.

Cuando localice un problema mediante una cámara termográfica, utilice el software para crear un informe con los resultados obtenidos, en el que se incluyan una imagen térmica y otra digital del equipo. Ésta es la mejor manera de reportar los problemas que haya encontrado y de informar de las reparaciones correspondientes que deben llevarse a cabo.

Sugerencia:

Cambie las cubiertas y las protecciones de la cinta transportadora y de los componentes de los variadores de manera que los rodamientos y los acoplamientos puedan inspeccionarse utilizando una cámara termográfica: por ejemplo, puede instalar una pequeña puerta con bisagras, o bien utilizar una malla metálica en lugar de un metal sólido. Cuando vaya a realizar algunos de estos cambios, asegúrese de que no se compromete la seguridad del personal.

4. Inspección de motores eléctricos

Los motores eléctricos son la base de la industria. El Departamento de energía de EE.UU. (DOE) estima que sólo en los EE.UU. hay 40 millones de motores funcionando en las

industrias. Además, el hecho de que estos motores consuman un 70% de la electricidad que consumen las industrias muestra de forma evidente el importante papel que desempeñan.



Si cuenta con un programa de mantenimiento para evitar los gastos de costosas averías, incluya técnicas termográficas para la supervisión del estado de los motores eléctricos. Si utiliza una cámara termográfica portátil, puede capturar imágenes bidimensionales de temperatura de un motor. Las imágenes térmicas de los motores eléctricos muestran sus condiciones de funcionamiento a través de la temperatura de superficie. Este método de seguimiento resulta esencial para anticiparse y minimizar el número de inesperadas averías en el motor en los sistemas principales de los procesos de la empresa, comerciales y de producción. Estas acciones preventivas son vitales, ya que, si un sistema principal falla, los gastos generales aumentan de forma inevitable, obliga a una redistribución de los trabajadores y del material, reduce la productividad y, si esta avería no se soluciona, puede perjudicar a la rentabilidad de la empresa y, probablemente, al bienestar de los empleados y los clientes.

Qué puedo comprobar:

Lo ideal sería realizar comprobaciones de los motores cuando estuvieran trabajando bajo condiciones normales de funcionamiento.

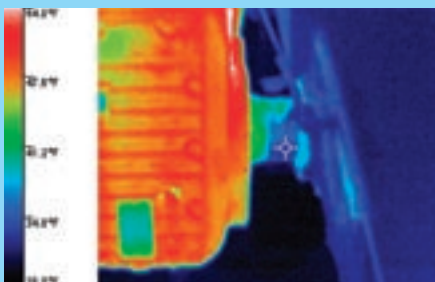
A diferencia de los termómetros por infrarrojos que sólo pueden capturar temperaturas en un único punto, una cámara termográfica puede capturar al mismo tiempo temperaturas de miles de puntos de todos los componentes principales: el motor, el acoplamiento del eje, los rodamientos del motor y del eje y cuadro

de control/conexiones. Recuerde: todos los motores están diseñados para funcionar a una temperatura interna determinada. Los demás componentes no deben tener temperaturas superiores a las del alojamiento del motor

Qué buscar:

En todas las placas de características de motores figura la temperatura de funcionamiento normal del motor. Aunque no se pueda observar el interior de un motor con una cámara por infrarrojos, la temperatura de la superficie exterior le dará una estimación aproximada de la temperatura interna. A medida que la temperatura interna del motor aumenta, la temperatura exterior también aumenta. Por ello, un experimentado especialista en termografía que posea conocimientos de automoción, podrá identificar un flujo de aire insuficiente, un fallo inminente en un rodamiento, problemas de acoplamiento del eje y una degradación del aislamiento del rotor o del estator de un motor a través de imágenes térmicas.

Se recomienda crear una rutina de inspección que incluya todas las combinaciones de motores y variadores. A continuación, guarde una imagen térmica de todos los componentes en su ordenador y realice un seguimiento de sus medidas. De este modo, dispondrá de imágenes de referencia con las que comparar sus nuevas imágenes. Este procedimiento le ayudará a determinar si un punto caliente en una imagen le indica un fallo en el sistema y, una vez realizadas las reparaciones



En condiciones normales de funcionamiento los rodamientos deben mostrar temperaturas moderadas.

correspondientes, le ayudará a comprobar si estas reparaciones se llevaron a cabo correctamente.

“Alerta roja”:

Las condiciones de un equipo que puedan comprometer la seguridad del mismo deben ser reparadas a la mayor brevedad posible. A continuación, recuerde que todas las placas de características de los motores especifican el máximo incremento de temperatura en el motor con respecto a la temperatura ambiente. La mayoría de los motores están diseñados para funcionar a una temperatura ambiente que no supere los 40°C. En general, un aumento de 10°C sobre la temperatura indicada reduce a la mitad la vida útil del motor.

Las inspecciones por infrarrojos de motores eléctricos que se llevan a cabo de forma regular le ayudan a identificar los motores que están comenzando a sobrecalentarse. Y una primera imagen térmica puede indicarle si un motor está funcionando a una temperatura superior a la de un motor similar que esté realizando la misma acción.

Cuál es el precio de una avería:

Para calcular el coste de un fallo en un motor, debe tener en cuenta el precio del mismo, el número de veces que una línea de producción ha estado inactiva por este avería, la mano de obra requerida para sustituirlo, etc.

No hay que olvidar que las pérdidas en productividad derivadas de la inactividad en la línea de producción varían en función de la industria a la que se dediquen. Por ejemplo, la pérdida en producción de una máquina de imprenta puede alcanzar los 3.000 € por hora; mientras que en la industria de fundición de acero, estas pérdidas pueden llegar a los 1.000 € por minuto.

Seguimiento

Si sospecha que el sobrecalentamiento de su motor se ha producido por una de las razones que se mencionan a continuación, lleve a cabo la acción correspondiente:

a. Flujo de aire insuficiente. Si se puede detener el motor durante un corto período de tiempo sin afectar al funcionamiento general

de la planta, detenga el motor el tiempo que sea necesario para limpiar las parrillas de admisión de aire y planifique una limpieza más profunda en el motor para la próxima parada de la planta que tenga prevista.

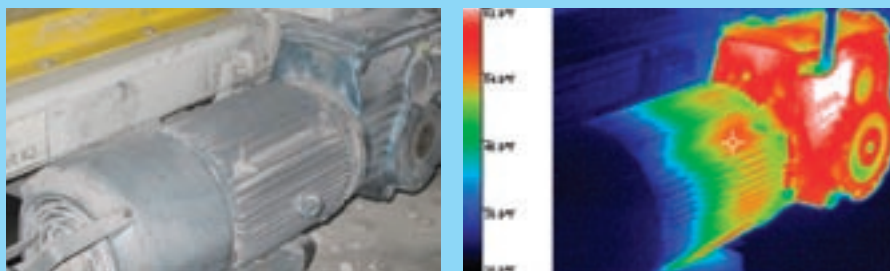
b. Desequilibrio de tensión o sobrecarga. Suele ser la causa más habitual de sobrecalentamiento. Una conexión defectuosa en un conmutador, en una de las protecciones o la caja de conexiones del motor, pueden localizarse a través de una cámara termográfica y confirmarse utilizando un multímetro, una pinza amperimétrica o un analizador de calidad eléctrica.

c. Fallo inminente en un rodamiento. Cuando las imágenes térmicas le muestran un rodamiento sobrecalentado, elabore una orden de mantenimiento para sustituir o lubricar el alojamiento. En el caso de que se trate de una reparación costosa o que requiera la mano de obra de un especialista, puede ayudarse de un análisis de vibraciones para determinar la acción más adecuada para este problema.

d. Fallo del aislamiento. El bobinado de un motor pueden comprobarse utilizando un comprobador de aislamiento. Si se encuentran fallos en el aislamiento, elabore una orden de trabajo para que el motor se sustituya a la mayor brevedad posible.

e. Mala alineación del eje. En la mayoría de los casos, los análisis de vibraciones le confirmarán si el problema radica en una mala alineación del acoplamiento del eje. Si se puede detener el motor, puede utilizar los dispositivos de alineación por láser para corregir esta alineación errónea.

Cuando localice un problema de este tipo mediante una cámara termográfica, utilice el software para crear un informe con los resultados obtenidos, en el que se incluyan una imagen térmica y otra digital del equipo. Es la mejor forma de reportar los problemas que haya encontrado y de informar de las reparaciones que se deben realizar.



Las relativamente bajas temperaturas en los rodamientos son un indicio de que éstos funcionan correctamente.

Sugerencia:

En algunas ocasiones se encontrará con componentes cuyo acceso no es fácil, como, por ejemplo, un motor o un cuadro de control instalado en la parte superior de una máquina. Para ello, intente utilizar un espejo térmico para ver el reflejo de dicho componente. Una lámina de aluminio (de unos 3 mm de grosor) suele dar muy buen resultado.

Colóquelo con cuidado de forma temporal o instálelo de forma permanente en un lugar de fácil acceso. La lámina de aluminio no necesita estar muy pulida para que funcione correctamente. No obstante, si desea comprobar las verdaderas temperaturas (para compararlas), debe aprender a “manipular” este espejo y ajustar las lecturas de emisividad de acuerdo a éstas. Para que esta técnica funcione, la superficie del espejo (aluminio) debe estar limpia, ya que el aceite u otro tipo de revestimiento puede alterar las propiedades reflectivas del espejo.

5. Proceso: inspección de sistemas de vapor

Según el Departamento de energía de EE.UU. (DOE), más del 45% del combustible consumido en las industrias estadounidenses se ha utilizado para producir vapor. “El vapor sirve para calentar las materias primas y tratar productos semielaborados. También es una fuente de

energía para muchos sistemas y para la generación de calor y electricidad. Por tanto, el vapor no se obtiene de forma gratuita. El suministro de las calderas que generan vapor supone un gasto de miles de millones de euros al año”.

El vapor es un elemento muy eficaz para la transmisión de energía calorífica, debido a la gran cantidad de calor que se requiere para producir vapor de agua. Además, el vapor se desplaza fácilmente por sistemas de tuberías presurizadas que distribuyen esa energía sin generar costes elevados. Cuando el vapor llega a su lugar de utilización y libera el calor latente en el ambiente o en un proceso, se condensa en agua, que

vuelve a la caldera para volver a convertirse en vapor. Algunas tecnologías de seguimiento de los equipos sirven para la supervisión de los sistemas de vapor para determinar su estado de funcionamiento. Entre estas tecnologías se incluye la medida de temperatura por infrarrojos (IR), en la que los técnicos utilizan cámaras termográficas para capturar imágenes bidimensionales de las temperaturas de superficie del equipo y sus estructuras. Las imágenes térmicas de los sistemas de vapor muestran las medidas de temperatura comparativas de los sistemas y, por lo tanto, le indican la eficiencia del funcionamiento de los componentes del sistema de vapor.

Qué puedo comprobar:

Si combina herramientas ultrasónicas y cámaras termográficas, aumentará de forma significativa la capacidad de detección de problemas en los sistemas de vapor. Compruebe todos los colectores y las líneas de distribución de vapor, incluidas las líneas subterráneas; además, inspeccione los intercambiadores de calor, las calderas y el equipo

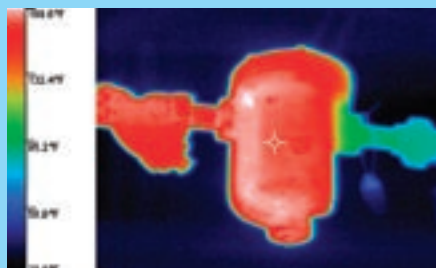
accionado por vapor. Esto es, inspeccione con una cámara termográfica todas las piezas del sistema.

Qué buscar:

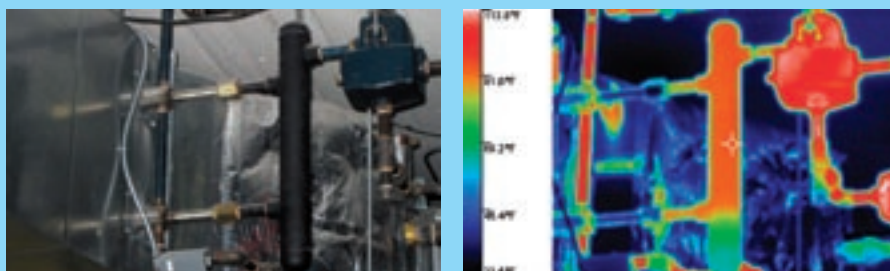
Los colectores de vapor son válvulas creadas para eliminar el condensado y el aire del sistema. Durante las inspecciones, utilice instrumentos de comprobación térmica y ultrasónica para localizar colectores de vapor defectuosos y determinar si se ha producido un fallo mientras estaban en posición abierta o cerrada. Normalmente, si una imagen térmica muestra una temperatura de entrada elevada y una temperatura de salida baja ($<100^{\circ}\text{C}$), le indica que el colector está funcionando correctamente. Si la temperatura de entrada es significativamente menor que la del sistema, le indica que el vapor no llega al colector. Busque un problema de generación: válvula cerrada, bloqueos de tuberías, etc. Si las temperaturas de entrada y salida son las mismas, puede que se haya producido un fallo en el colector cuando estaba en su posición abierta y que esté “pasando” vapor a la línea de condensado.

El sistema sigue funcionando, aunque esto produzca una pérdida significativa de energía. Si las temperaturas de entrada y salida son bajas, le indican que se ha producido un fallo en el colector cuando estaba en la posición de cerrado y que en el colector y la línea de entrada se está produciendo condensación.

Inspeccione el sistema de vapor cuando esté en funcionamiento con una cámara termográfica. Compruebe



Si funciona correctamente, como se muestra en este ejemplo, las imágenes térmicas de los colectores de vapor deberían mostrar una diferencia brusca de temperatura.



Si funciona correctamente, como se muestra en este ejemplo, las imágenes térmicas de los colectores de vapor deberían mostrar una diferencia brusca de temperatura.

que **las líneas de distribución de vapor** no estén bloqueadas, incluyendo válvulas cerradas, que las líneas de vapor subterráneas no tengan fugas, que los **intercambiadores de calor** no estén bloqueados, que las **calderas** se encuentren en buen estado, sobre todo el refractario y el aislamiento, que **el equipo accionado por vapor** no presente ninguna anomalía y compruebe que **las últimas reparaciones** se llevaron a cabo correctamente.

Se recomienda crear una rutina de inspección en la que se incluyan los principales componentes del sistema. De este modo, todos los colectores se examinarán como mínimo una vez al año. En el caso de colectores de mayor tamaño o importancia, las inspecciones deberán llevarse a cabo con más frecuencia dado que la posibilidad de pérdida es mayor. Con el tiempo, este proceso le ayudará a determinar si un punto caliente o relativamente frío debe considerarse como un indicio de fallo en el sistema y le ayudará a comprobar que las reparaciones se llevaron a cabo correctamente.

“Alerta roja”:

El vapor está a una temperatura muy alta y normalmente se transmite a una gran presión, por lo que cualquier situación que implique un riesgo para la seguridad debería pasar a tener la prioridad para su reparación. En muchas circunstancias, el siguiente factor en importancia con el que hay que tratar son los problemas que afectan a la capacidad de producción.

Cuál es el precio de una avería:

El coste de una operación donde se pierda totalmente su sistema de vapor varía según el sector que se considere.

Entre los sectores que más utilizan vapor están el sector químico, farmacéutico y el de procesamiento de alimentos y bebidas. El coste por tiempo de inactividad se estima entre 700.000 € y 1.100.000 € a la hora. Visto de otra forma, en un sistema de vapor de 7 bares, si queda abierto un colector de tamaño medio se perderán unos 3.000 € al año. Si en sus instalaciones no se ha realizado mantenimiento de colectores de vapor durante un

periodo de tres a cinco años, se puede esperar que fallen entre un 15 a un 30% de los colectores. Así, si dispone de 60 colectores de tamaño medio en su sistema, las pérdidas por fugas pueden oscilar entre 27.000 y 54.000 € al año.

Seguimiento

Las técnicas habituales para comprobar el funcionamiento y rendimiento de un colector son las conocidas como de “observar, oír y comprobar la temperatura”. La realización de una inspección básica anual de los colectores de vapor y equipos relacionados con instrumentos por infrarrojos reduciría probablemente las pérdidas de vapor de un 50% a un 75%.

Un método apropiado para la gestión de los sistemas de vapor sería establecer prioridades de reparación basadas en la seguridad, la pérdida de energía/vapor y el posible impacto en la producción y la pérdida de calidad.

Cuando localice un problema mediante una cámara termográfica, utilice el software para crear un informe con los resultados obtenidos, en el que se incluyan una imagen térmica y otra digital del equipo. Es la mejor manera de reportar los problemas que haya encontrado y de informar de las reparaciones correspondientes que deben llevarse a cabo.

Sugerencia:

Reserve un lugar en su informe para planificar una inspección de seguimiento. Resulta tan simple como dejar un espacio en blanco con el título “termograma de seguimiento” o introducir la fecha real. Planifique sus tareas de manera que pueda realizar una inspección de seguimiento rápidamente después de haber llevado a cabo las reparaciones. Algunos termógrafos dedican el último viernes de cada mes para estas actividades. Así no sólo tendrá la posibilidad de validar la reparación sino que también podrá estrechar la comunicación con el equipo que realizó la reparación. Y lo que es más importante, podrá comprobar cuál ha sido el fallo e incluso ver los componentes dañados. Esto resulta de vital importancia en el desempeño de su trabajo.

Cámaras termográficas de la serie Ti de Fluke

La serie Ti de Fluke representa un enorme avance en la termografía no sólo por lo avanzado de su tecnología sino por situarse al alcance de casi cualquier bolsillo, algo que hasta ahora estaba exclusivamente reservado para el sector militar, aeronáutico y científico. Diseñados para aplica-

ciones industriales, estos productos ponen las ventajas y versatilidad de la termografía al alcance de los profesionales de mantenimiento y servicio técnico, que son los que mejor conocen el equipo y las instalaciones industriales.

Termografía a su alcance

Muy fácil de usar, con sólo 'apuntar y disparar' con una sola mano y gracias a su intuitivo sistema de menús, las cámaras termográficas de la serie Ti no requieren una formación especializada para obtener medidas precisas. Sólo hay que apuntar, centrar el objetivo y el rango de temperatura se ajusta automáticamente para conseguir una imagen nítida. Cuando el usuario dispara, se guarda la imagen y la medida correspondiente. La serie Ti de Fluke, de excelente relación calidad-precio, acerca todas las posibilidades de la termografía a los profesionales de la maquinaria y las instalaciones. Use una cámara termográfica Fluke y anticipese a las averías.

Resistente y fiable

Fluke dispone de una de las gamas más extensas de instrumentos de medida eléctricos y de diagnóstico, y las cámaras termográficas de la serie Ti vienen a completarla. Como el resto de instrumentos Fluke, son fiables, resistentes y diseñados para responder en difíciles entornos industriales.

Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*



Fluke Ibérica, S.L.

Polígono Industrial de Alcobendas
C/Aragoneses, 9 post
28108 Alcobendas
Madrid
Tel.: 914140100
Fax: 914140101
E-mail: info.es@fluke.com

Acceso a la Web:

www.fluke.es