

# Diagnóstico por imágenes en mantenimiento eléctrico: termografía infrarroja y ultrasonido como técnicas complementarias

Termografía infrarroja y ultrasonido: dos tecnologías para la detección de fallas en sistemas eléctricos.

Viditec  
fluke.com.ar

Las redes eléctricas de transmisión y distribución constituyen infraestructuras críticas cuyo desempeño impacta directamente en la actividad industrial, comercial y residencial. En este tipo de sistemas, las fallas no solo generan interrupciones del servicio, sino que pueden derivar en daños severos a los equipos, riesgos para las personas y elevados costos asociados a reparaciones de emergencia.

Durante décadas, el mantenimiento eléctrico se apoyó principalmente en esquemas correctivos y preventivos basados en intervenciones periódicas. Sin embargo, el envejecimiento de los activos, el aumento de la carga instalada y la necesidad de optimizar recursos han puesto en evidencia las limitaciones de estos enfoques tradicionales. En este contexto, el mantenimiento predictivo ha ganado protagonismo como estrategia más eficiente y alineada con la gestión moderna de activos.

---

*El mantenimiento predictivo ha ganado protagonismo como estrategia más eficiente y alineada con la gestión moderna de activos*

---

Este enfoque requiere información confiable sobre el estado real de los equipos. Allí es donde las técnicas de diagnóstico no invasivo adquieren un rol central. La termografía infrarroja y las mediciones acústicas por ultrasonido permiten inspeccionar instalaciones energizadas, sin contacto físico, reduciendo riesgos y aportando información clave para la toma de decisiones.

Estas tecnologías convierten fenómenos físicos invisibles, como la radiación térmica o las emisiones ultrasónicas, en imágenes interpretables, facilitando el análisis técnico y la comunicación de resultados. Este concepto, conocido como diagnóstico por imágenes aplicado al mantenimiento eléctrico, constituye hoy una de las herramientas más valiosas para mejorar la confiabilidad de los sistemas eléctricos.

URL estable: <https://www.editores.com.ar/node/8468>



### Termografía infrarroja: fundamentos y aplicaciones eléctricas

La termografía infrarroja se basa en la detección de la radiación electromagnética emitida por los cuerpos en función de su temperatura superficial. Todo objeto con una temperatura superior al cero absoluto emite radiación infrarroja, cuya intensidad depende de su temperatura y de sus propiedades superficiales.

En instalaciones eléctricas, la generación de calor suele estar asociada a pérdidas por efecto Joule, las cuales aumentan cuando se incrementa la resistencia eléctrica o la corriente que circula por un conductor o contacto. Por este motivo, la termografía se ha convertido en una técnica ampliamente utilizada para detectar anomalías vinculadas a lo siguiente:

- » conexiones flojas o deficientes
- » contactos degradados por corrosión u oxidación
- » empalmes defectuosos
- » sobrecargas prolongadas
- » desequilibrios de corriente entre fases
- » componentes subdimensionados

---

*La presencia de diferencias térmicas significativas constituye un indicador claro de una condición anómala*

---

En sistemas trifásicos, un funcionamiento normal suele reflejarse en patrones térmicos similares entre fases y entre componentes equivalentes sometidos a condiciones de carga comparables. La presencia de diferencias térmicas significativas constituye un indicador claro de una condición anómala.

Desde el punto de vista técnico, la efectividad de la termografía depende fuertemente de las condiciones de operación durante la inspección. Para que una anomalía térmica sea detectable, el sistema debe encontrarse en régimen estable y con un nivel de carga suficiente. Defectos que pasan inadvertidos a baja carga pueden manifestarse claramente cuando la corriente se aproxima a los valores nominales.

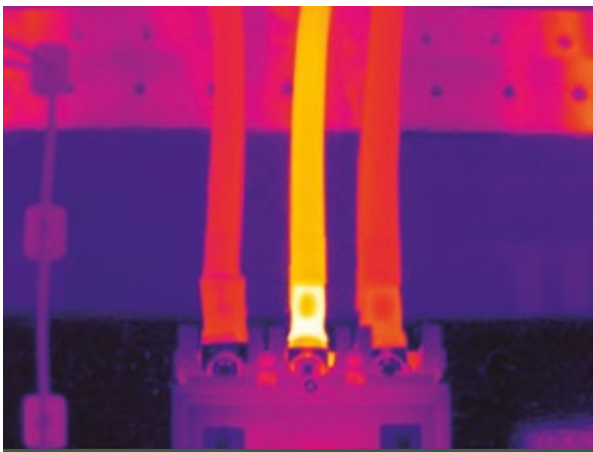


Figura 1. Desequilibrio térmico entre fases

*La efectividad de la termografía depende fuertemente de las condiciones de operación durante la inspección*

La correcta interpretación de las imágenes térmicas exige, además, considerar múltiples variables: emisividad de los materiales, influencia de la temperatura ambiente, presencia de corrientes de aire, radiación solar incidente y reflexiones térmicas provenientes de superficies cercanas. La omisión de estos factores puede llevar a diagnósticos erróneos o a una subestimación de la severidad del problema.

### Ultrasonido y descargas parciales en sistemas eléctricos

Las descargas parciales constituyen uno de los principales mecanismos de degradación del aislamiento eléctrico en sistemas de media y alta tensión. Se trata de ionizaciones localizadas que no llegan a producir una descarga completa entre conductores, pero que generan un deterioro progresivo del material aislante.

Estos fenómenos producen emisiones de energía en distintas formas, entre ellas ondas electromagnéticas y ondas acústicas en el rango de los ultrasonidos. La detección de estas emisiones acústicas permite identificar actividad de descarga incluso cuando no existen manifestaciones térmicas ni visuales evidentes.

*Las mediciones acústicas por ultrasonido se han consolidado como una herramienta especialmente eficaz*

Las mediciones acústicas por ultrasonido se han consolidado como una herramienta especialmente eficaz para la detección temprana de lo que sigue:

- » descargas parciales internas y superficiales
- » descarga de corona
- » *tracking* en aisladores
- » defectos en empalmes y herrajes

Tradicionalmente, estas mediciones se realizaban mediante micrófonos direccionales, lo que requería una elevada experiencia del operador y presentaba dificultades para localizar con precisión la fuente de emisión. La evolución tecnológica dio lugar al desarrollo de cámaras acústicas basadas en matrices de micrófonos y técnicas avanzadas de procesamiento espacial.

Estas cámaras generan imágenes acústicas que muestran la localización de la fuente ultrasónica superpuesta sobre una imagen visible del activo inspeccionado, facilitando la interpretación y reduciendo la dependencia del operador.

Desde un punto de vista técnico, la posibilidad de seleccionar bandas de frecuencia específicas permite mejorar la relación señal/ruido y discriminar la actividad de descarga frente al ruido ambiental. Esta característica resulta particularmente relevante en subestaciones y entornos in-





**Figura 2. Imagen acústica de una descarga parcial superficial en un componente de media tensión**

dustriales, donde el ruido audible puede ser elevado.

Otra ventaja clave de esta técnica es que permite realizar inspecciones a distancia segura, sin contacto físico y con los equipos energizados, reduciendo los riesgos asociados a trabajos en instalaciones de media y alta tensión.

## Dos tecnologías diferentes, instrumentos específicos

Si bien tanto la termografía infrarroja como el ultrasonido se encuadran dentro del diagnóstico por imágenes, es fundamental destacar que se trata de tecnologías completamente diferentes, basadas en principios físicos distintos y con requerimientos técnicos específicos.

*Las mediciones acústicas por ultrasonido se basan en matrices de micrófonos de alta sensibilidad y en algoritmos de localización espacial del sonido*

La termografía infrarroja requiere sensores térmicos sensibles al espectro infrarrojo, óptica adecuada, calibración radiométrica y una correcta configuración de parámetros como la emisividad. En cambio, las mediciones acústicas por ul-

trasonido se basan en matrices de micrófonos de alta sensibilidad y en algoritmos de localización espacial del sonido.

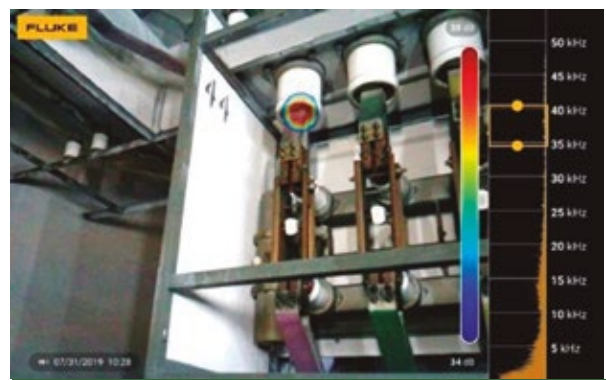
Por este motivo, en aplicaciones profesionales, el uso de soluciones específicas permite garantizar la calidad de la medición, la repetibilidad de los resultados y la confiabilidad del diagnóstico, aspectos críticos en la gestión de activos eléctricos.

*Permite garantizar la calidad de la medición, la repetibilidad de los resultados y la confiabilidad del diagnóstico*

## Complementariedad y gestión de activos eléctricos

El mayor valor del diagnóstico por imágenes se obtiene cuando estas técnicas se aplican de manera complementaria dentro de un programa de mantenimiento predictivo. Cada tecnología aporta información distinta y relevante sobre el estado del activo como sigue:

- » el ultrasonido permite detectar actividad eléctrica anómala asociada al deterioro del aislamiento en etapas muy tempranas;
- » la termografía permite evaluar el impacto térmico de esa anomalía bajo condiciones reales



**Figura 3. Imagen acústica que permite localizar actividad de descarga parcial o corona en un componente de una instalación eléctrica**



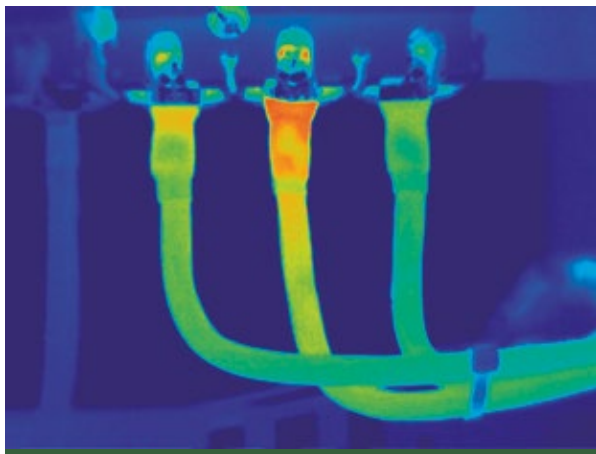


Figura 4. Inspección termográfica de una conexión eléctrica mostrando una anomalía térmica asociada a un incremento de resistencia

de carga, aportando información sobre su severidad.

---

*Resulta especialmente eficaz en subestaciones, centros de transformación, celdas de media tensión y otros activos críticos*

---

Este enfoque combinado resulta especialmente eficaz en subestaciones, centros de transformación, celdas de media tensión y otros activos críticos, donde la detección temprana de fallas permite planificar intervenciones antes de que se produzcan eventos mayores.

Desde la perspectiva de la gestión de activos, la información obtenida mediante estas técnicas permite priorizar intervenciones, asignar recursos de manera más eficiente y reducir la probabilidad de interrupciones no programadas, fallas catastróficas o eventos de seguridad.

## Conclusiones

El diagnóstico por imágenes se ha convertido en una herramienta esencial del mantenimiento eléctrico moderno. La termografía infrarroja y las mediciones acústicas por ultrasonido no deben considerarse tecnologías excluyentes, sino técnicas complementarias que permiten observar distintos aspectos del comportamiento eléctrico de una instalación.

La aplicación adecuada de ambas, mediante instrumentos específicos y personal capacitado, contribuye a una detección más temprana de fallas, a una mejor toma de decisiones y a un aumento significativo de la confiabilidad, seguridad y disponibilidad de los sistemas eléctricos de transmisión y distribución. ■■

---

*Contribuye a una detección más temprana de fallas, a una mejor toma de decisiones y a un aumento significativo de la confiabilidad, seguridad y disponibilidad de los sistemas*

---