

# Mantenimiento predictivo en tableros eléctricos: protocolo de inspección con termografía y medición integrada

Un protocolo de inspección de tableros eléctricos que integra una cámara termográfica y una la pinza vatimétrica, conectadas por Bluetooth en tiempo real: un flujo de trabajo completo, desde la captura en campo hasta la generación del informe.

Testo Argentina  
testo.com.ar

## Glosario de siglas

- » CA: corriente alterna
- » CC: corriente continua
- » LED: *Light Emitting Diode*, 'diodo emisor de luz'
- » NETD: *Noise Equivalent Temperature Difference*, 'diferencia de temperatura equivalente al ruido'
- » PC: *Personal Computer*, 'computadora personal'
- » QR: *Quick Response*, 'respuesta rápida'

URL estable: <https://www.editores.com.ar/node/8504>

Aproximadamente un 35% de los incendios industriales tiene su origen en componentes eléctricos sobrecalentados. En tableros de distribución, las uniones flojas, los contactores degradados y los estados de sobrecarga generan puntos calientes que, si no se detectan a tiempo, derivan en fallas costosas, paradas no programadas y riesgos para la seguridad del personal.

La termografía infrarroja permite identificar estas anomalías térmicas de forma no invasiva y durante el funcionamiento normal de la instalación, sin necesidad de interrumpir el circuito. Cuando se complementa con la medición eléctrica simultánea —corriente, tensión y potencia— el diagnóstico gana precisión y contexto: ya no se observa sólo una diferencia de temperatura, sino que se correlaciona con el estado de carga real del componente.

En esta nota se describe un protocolo de inspección de tableros eléctricos que integra la cámara termográfica testo 883 con la pinza vatimétrica testo 770-3, conectadas por Bluetooth en tiempo real. El objetivo: ofrecer al profesional de mantenimiento un flujo de trabajo completo, desde la captura en campo hasta la generación del informe.

## Por qué la termografía es clave en tableros eléctricos

Un tablero de distribución en operación presenta decenas de conexiones, barras, interruptores termomagnéticos, contactores y fusibles. Cada uno de estos elementos puede desarrollar un aumento anormal de temperatura por causas como contactos oxidados o flojos, cables con sección insuficiente, desbalance de fases o componentes próximos a su vida útil.

---

*La ventaja de la inspección termográfica es que trabaja sin contacto y sin necesidad de desenergizar el tablero*

---

La ventaja de la inspección termográfica es que trabaja sin contacto y sin necesidad de desenergizar el tablero. Una cámara termográfica capta la radiación infrarroja emitida por las superficies y la convierte en una imagen térmica donde cada píxel representa un valor de temperatura. En esa imagen, un punto caliente se distingue inmediatamente del entorno —incluso cuando la diferencia es de apenas décimas de grado—, lo que permite detectar problemas en estadios tempranos, mucho antes de que sean visibles o provoquen una falla.

Sin embargo, una imagen térmica aislada puede ser insuficiente para evaluar la severidad del hallazgo. Un conductor a 75 °C puede ser crítico si está al 40% de su carga nominal, o puede ser aceptable si está al 95%. La correlación con la medición eléctrica transforma una observación cualitativa en un diagnóstico cuantitativo.

## Instrumentación: cámara termográfica y pinza vatimétrica trabajando en conjunto

### Cámara termográfica testo 883

La testo 883 ofrece una resolución infrarroja de 320 por 240 píxeles, ampliable a 640 por 480 mediante la tecnología testo SuperResolution. Su sensibilidad térmica (NETD) inferior a 40 mK per-



Cámara termográfica testo 883

mite visualizar diferencias de temperatura a partir de 0,04 °C, lo cual resulta determinante para detectar anomalías incipientes en componentes eléctricos.

*Permite visualizar diferencias de temperatura a partir de 0,04 °C*

Entre sus funciones orientadas al mantenimiento eléctrico se destacan la detección automática de puntos calientes y fríos, el enfoque manual para ajustar la nitidez según la distancia al tablero y la tecnología testo SiteRecognition que, mediante códigos QR ubicados en los tableros, permite asignar automáticamente cada imagen al activo correcto, evitando errores de clasificación en instalaciones con múltiples equipos similares.

### Pinza vatimétrica testo 770-3

*Su mordaza completamente retráctil fue diseñada específicamente para trabajar en armarios de distribución*

La testo 770-3 es la pinza de mayores prestaciones de la gama Testo. Su mordaza completamente retráctil fue diseñada específicamente para



Pinza vatimétrica testo 770-3

trabajar en armarios de distribución donde los conductores están muy próximos entre sí. Mide corriente CA/CC hasta 600 A, tensión hasta 1.000 V, potencia activa, reactiva y aparente, factor de potencia, resistencia, capacitancia y frecuencia. Incluye, además, un adaptador para sonda termopar tipo K que permite medir temperatura de contacto.

El diferencial clave para esta aplicación es su conexión Bluetooth con la cámara termográfica testo 883. Los valores de corriente y potencia medidos por la pinza se transfieren de forma inalámbrica y se almacenan directamente en la imagen térmica correspondiente. Esto permite que, al analizar la termografía en el software, el profesional tenga en una sola vista la distribución de temperatura y el estado de carga del circuito.

---

*Los valores de corriente y potencia medidos por la pinza se transfieren de forma inalámbrica y se almacenan directamente en la imagen térmica correspondiente*

---

### Protocolo de inspección: paso a paso

#### Preparación previa

Antes de iniciar la inspección, se recomienda revisar el historial de mantenimiento del tablero y los informes termográficos anteriores. Es importante que el tablero lleve al menos treinta minutos operando con carga representativa; una inspección en vacío o con carga mínima no revelará anomalías térmicas asociadas a sobrecarga o mal contacto.

Verificar que la testo 883 y la testo 770-3 estén vinculadas por Bluetooth. Si el tablero tiene asignado un código QR de testo SiteRecognition, escanearlo con la cámara para que las imágenes se asocien automáticamente al activo.

#### Captura termográfica general

Con la puerta del tablero abierta (y las protecciones de seguridad correspondientes), realizar una primera toma panorámica del tablero completo. Ajustar la escala de temperatura manualmente o utilizar la función testo ScaleAssist, que selecciona automáticamente el rango óptimo para resaltar las diferencias térmicas relevantes, facilitando la comparación objetiva entre imágenes de distintas inspecciones.

---

*La función testo ScaleAssist, que selecciona automáticamente el rango óptimo para resaltar las diferencias térmicas relevantes*

---

#### Identificación de puntos calientes

Recorrer sistemáticamente cada sección del tablero: barras de distribución, conexiones de llegada, interruptores termomagnéticos, contactores, fusibles y bornes de salida. La cámara detecta automáticamente los puntos más calientes y más fríos de cada imagen. Cuando se localiza un punto caliente, capturar una imagen de detalle.

#### Medición eléctrica simultánea

Para cada anomalía térmica detectada, utilizar la testo 770-3 para medir la corriente que circula por el conductor o el componente asociado. Gracias a la conexión Bluetooth, el valor de corriente —y en caso de realizar la medición de potencia, también W, VA, VAr y  $\cos \varphi$ — se incrusta directamente en la imagen térmica almacenada por la cámara. De este modo, cada termografía lleva asociado el contexto eléctrico del momento exacto de la captura.

#### Documentación de referencia

La testo 883 captura simultáneamente una imagen térmica y una fotografía digital con iluminación led integrada, lo que facilita la identificación del componente en el informe. Se recomienda anotar con la función de voz de la cámara (me-

Severidad	$\Delta T$ vs. referencia	Acción recomendada	Plazo
Normal	< 5 °C	Registrar y continuar monitoreo	Próxima inspección programada
Atención	5 a 20 °C	Investigar causa, planificar intervención	Dentro de los treinta días
Seria	20 a 40 °C	Programar reparación prioritaria	Dentro de los siete días
Crítica	> 40 °C	Intervención inmediata, evaluar desconexión	Inmediato

Tabla 1

diante auriculares opcionales) cualquier observación de campo que enriquezca el análisis posterior.

### Criterios de evaluación de anomalías térmicas

La clasificación de la severidad de un punto caliente depende de dos variables principales: la diferencia de temperatura respecto a un componente similar en condiciones normales ( $\Delta T$ ) y el porcentaje de carga al que opera el circuito. La tabla 1 resume un criterio de referencia ampliamente utilizado en la industria, basado en normas internacionales de mantenimiento eléctrico predictivo.

El valor de contar con la medición de corriente integrada en la termografía es que permite normalizar el hallazgo: si un interruptor muestra un  $\Delta T$  de 15 °C operando al 40% de carga, la situación es significativamente más preocupante que el mismo  $\Delta T$  al 90% de carga. El informe gana rigor y el equipo de mantenimiento puede priorizar intervenciones con criterio objetivo.

---

*El valor de contar con la medición de corriente integrada en la termografía es que permite normalizar el hallazgo*

---

### Del campo al informe: software y ecosistema digital

Una vez finalizada la ronda de inspección, las imágenes se transfieren al software de prueba IRSoft (descarga gratuita, sin licencia). Allí se pueden realizar análisis detallados: perfiles de temperatura, histogramas, comparación de imágenes de distintas fechas y ajuste de emisividad en forma posterior a la captura.

El asistente de informes de prueba IRSoft permite generar reportes profesionales de forma estandarizada, incluyendo la imagen térmica, la fotografía real, los parámetros de medición, las observaciones del técnico y la clasificación de severidad. También es posible crear plantillas personalizadas con el diseñador de informes, adaptándolas al formato que exija cada cliente o norma interna.

En paralelo, la aplicación Termografía de prueba permite realizar análisis rápidos directamente en campo, compartir imágenes térmicas con colegas en tiempo real y generar reportes preliminares desde el celular inteligente o la tablet. Esto resulta especialmente útil cuando se necesita comunicar un hallazgo crítico de forma inmediata al responsable de planta.

## Buenas prácticas para inspecciones confiables

- » Carga mínima del 40%: inspeccionar con carga inferior a este valor reduce significativamente la probabilidad de detectar anomalías relevantes.
- » Considerar la emisividad: las superficies metálicas pulidas tienen emisividad baja (menor a 0,3), lo que puede generar lecturas erróneas. Utilizar cinta adhesiva de emisividad (accesorio disponible para testo 883) o corregir el valor en el software.
- » Comparar componentes similares: la referencia más confiable para evaluar una anomalía es un componente idéntico operando en las mismas condiciones. Un interruptor termomagnético de la misma fase y carga similar es mejor referencia que una tabla genérica.
- » Mantener distancia de seguridad: la cámara permite trabajar sin contacto, pero la manipulación de la pinza en tableros energizados requiere cumplir con las normas de seguridad eléctrica vigentes y utilizar los elementos de protección personal correspondientes.
- » Frecuencia recomendada: para tableros críticos, una inspección semestral. Para tableros de distribución general, anual. Si se detectaron anomalías previas, acortar el intervalo de seguimiento.
- » Registrar condiciones ambientales: la temperatura ambiente y la humedad relativa al

momento de la inspección deben quedar registradas, ya que influyen en la interpretación de los resultados.

## Resumen de equipamiento

Ver Tabla 2.

## Conclusión

El mantenimiento predictivo en tableros eléctricos dejó de ser una práctica reservada a grandes plantas industriales. Con instrumentos como la cámara termográfica testo 883 y la pinza vatimétrica testo 770-3, cualquier profesional de mantenimiento puede implementar un protocolo de inspección riguroso, documentado y reproducible.

La integración por Bluetooth entre ambos instrumentos aporta un salto cualitativo: cada imagen térmica lleva asociado el estado eléctrico real del circuito, lo que permite evaluar la severidad con criterio objetivo, priorizar intervenciones y reducir el riesgo de fallas no previstas.

En un contexto donde la continuidad operativa y la seguridad de las instalaciones son prioridad, contar con datos precisos y un flujo de trabajo integrado —desde la captura en campo hasta el informe profesional— es lo que marca la diferencia entre una inspección de rutina y un programa de mantenimiento predictivo efectivo. ■■

Instrumento	Función en el protocolo
testo 883	Cámara termográfica 320 por 240 px (640 por 480 con SuperResolution). Captura de imágenes térmicas, detección de puntos calientes, gestión de activos con SiteRecognition, recepción de datos de la pinza por Bluetooth.
testo 770-3	Pinza vatimétrica con mordaza retráctil. Medición de corriente CA/CC, tensión hasta 1.000 V, potencia, factor de potencia. Envío de datos por Bluetooth a la cámara termográfica.
testo IRSoft	Software gratuito para PC. Análisis de imágenes, comparación temporal, ajuste de emisividad, generación de informes profesionales con plantillas personalizables.
Aplicación Termografía testo	Aplicación móvil para análisis en campo, transmisión en vivo de la imagen térmica y generación de reportes preliminares desde un teléfono inteligente o tablet.

Tabla 2