

# EVALUACIÓN DE TRANSFORMADORES



## SISTEMA ETP



**SMC**

[www.eurosmc.com](http://www.eurosmc.com)



# SISTEMA ETP



## Mantenimiento predictivo de transformadores de potencia

El mantenimiento predictivo es la solución más eficiente para asegurar el correcto funcionamiento de elementos críticos como los transformadores de potencia. Los ensayos fuera de servicio constituyen el método más seguro y rentable para evaluar el estado de funcionamiento y anticiparse al fallo.

El sistema ETP realiza un conjunto exhaustivo de medidas en el transformador analizado de forma totalmente automática mientras se dirige visualmente al operador para que realice las conexiones de forma segura y eficaz. Se trata de un sistema trifásico, por lo que sólo hay que efectuar las conexiones una vez. El sistema se ocupa de descargar la energía almacenada en el devanado automáticamente, y de alertar al operador mientras transcurre el proceso.

Los parámetros técnicos de cada transformador se guardan en una base de datos, y los resultados de todos los ensayos se registran con fecha y hora para poder consultarlos con posterioridad y analizar su evolución en el tiempo.

### Sistema trifásico completo

El sistema ETP está compuesto por 4 módulos de medida independientes que comparten un mismo software de control y análisis. El diagnóstico se realiza mediante la correlación entre todas las medidas obtenidas:

- ✓ **Relación de Transformación:** medida trifásica de la relación y de la corriente de vacío para cada posición del regulador, comparando los resultados con los valores teóricos y graficando las desviaciones.
- ✓ **Tensión de Reabsorción:** evaluación del estado del aislamiento sólido y líquido a través de medidas sobre el dieléctrico.
- ✓ **Resistencia de Devanados:** medida trifásica de los valores de resistencia en todos los devanados para cada posición del regulador.
- ✓ **Impedancia de Cortocircuito:** evaluación a tensión reducida de la tensión de cortocircuito y de la impedancia de dispersión.

De esta forma se evalúa cada uno de los diferentes circuitos que componen el transformador, detectando los posibles indicios de fallo en cada uno de ellos:

- ✓ **Circuito Eléctrico:** verifica la continuidad de los diferentes devanados, las conexiones y el regulador.
- ✓ **Circuito Geométrico:** se verifica la simetría entre las columnas, de los devanados respecto a las columnas y de todo el conjunto frente a la carcasa.
- ✓ **Circuito Magnético:** comprueba el estado del núcleo magnético: chapas sueltas, cortocircuitos, desprendimiento del shunt magnético.
- ✓ **Circuito Dieléctrico:** comprueba el estado de degradación y envejecimiento del papel/aceite.

El ensayo es sencillo, automático y totalmente guiado gracias al software de control del sistema. Este software tiene dos bloques diferentes: el bloque "Ensayo" permite la realización guiada de los ensayos, eliminando el error humano y asegurando la repetitividad de las medidas. El bloque "Análisis" permite al usuario observar los resultados de una forma rápida y visual, y es a su vez una herramienta útil para que usuarios expertos en mantenimiento predictivo puedan establecer un diagnóstico del transformador probado. Aparte de mostrar en la pantalla los resultados de las medidas según se van completando, el sistema produce un informe con la identificación completa del transformador y los resultados de cualquier ensayo realizado previamente.

El programa **ETP Trends** recopila los resultados obtenidos en todos los ensayos realizados entre dos fechas y ofrece una visión evolutiva de los parámetros analizados.

El programa **ETP Diaghelp** realiza un análisis experto de los datos y presenta un diagnóstico claro y sencillo del estado del transformador, ayudando a emprender las acciones correctivas adecuadas.



### Módulos independientes

Los cuatro módulos que componen el sistema ETP funcionan también por separado. Así, por ejemplo, si usted sólo precisa evaluar las condiciones del aislamiento líquido del transformador (aceite, papel), basta con que adquiera el módulo ETP-2. El software de control detecta automáticamente los módulos conectados al sistema para ofrecer al operador sólo los procesos de medida que corresponden.

Naturalmente, obtendrá una visión más completa y precisa cuantos más módulos diferentes utilice, y el diagnóstico ofrecido por el software ETP Diaghelp será más fiable al estar basado en un número mayor de variables.

Debe resaltarse que algunas de las medidas realizadas con cada módulo desvelan la posible presencia de fallos que pueden confirmarse por las medidas obtenidas con otro módulo complementario.

Cada módulo ETP se sirve acompañado de todos los cables necesarios, su certificado de calibración y una bolsa ligera de transporte.

En las páginas siguientes de este folleto se describen las características de cada uno de los módulos con los que puede usted componer su sistema ETP.

La tabla que se muestra a continuación enumera los aspectos del transformador que son analizados por cada uno de los módulos:

Circuito	Fallo Detectado	ETP-1	ETP-2	ETP-3	ETP-4
Núcleo	Estado general	● ●	—	—	● ●
Conexiones	Regulador dañado	● ●	—	● ●	—
	Conexiones flojas	●	—	● ●	●
Devanados	Desplazamiento del bobinado	—	—	—	● ●
	Bobinado abierto	● ●	—	● ●	● ●
	Punto caliente	—	—	● ●	—
	Cortocircuito entre espiras	●	—	● ●	● ●
	Cortocircuito parcial	● ●	—	● ●	● ●
Aislamiento sólido y líquido	Degradación del aislamiento sólido	—	● ●	—	—
	Degradación del aislamiento líquido	—	● ●	—	—
	Contaminación del aislamiento	—	● ●	—	—
	Envejecimiento del aislamiento	—	● ●	—	—

### Interpretación de resultados

Todos los parámetros medidos y calculados están sobradamente definidos, contrastados y acotados según las diferentes normas internacionales (IEEE, IEC). La experiencia en el diagnóstico y el software de ayuda ETP DiagHelp permiten relacionar rápidamente estos parámetros entre ellos y definir los problemas de la máquina. Sin embargo, es necesario destacar que la base del mantenimiento predictivo es el análisis de tendencias. El software ETP Trends permite visualizar y graficar la evolución de todos los parámetros en ensayos sucesivos sobre una misma máquina. De esta forma se optimiza la programación de las revisiones y de las operaciones de mantenimiento a llevar a cabo, reduciendo los costes de intervención y los tiempos fuera de servicio.



Sistema ETP completo (unidades ETP-1, ETP-2, ETP-3, ETP-4 y software de aplicación)

### Regleta de alimentación



Este accesorio opcional proporciona una protección adicional al sistema ETP y al usuario frente a condiciones de alimentación inestables o defectuosas, permitiendo alimentar los cuatro módulos simultáneamente a una única toma. Dispone de filtro de interferencias, limitación de sobretensiones, presentación de la tensión de red RMS e interruptor magnetotérmico-diferencial de seguridad, además de un sistema de aviso de conexión a tierra defectuosa o inexistente.

## ETP-1



### Medidor trifásico de relación de transformación y corriente de excitación

La unidad ETP-1 realiza la medida trifásica de relación de transformación en todo tipo de transformadores y autotransformadores, tanto de potencia como de distribución. Para ello aplica una tensión de ensayo en el bobinado de alta del transformador y realiza la medida en el bobinado de baja. Esto permite evaluar otros parámetros:

- Corriente de excitación  $I_1$
- Desfase entre tensión aplicada  $V_1$  y corriente de excitación  $I_1$
- Desfase entre tensión aplicada  $V_1$  y tensión medida  $V_2$

La unidad ETP-1 realiza el ensayo a tensión reducida y a frecuencia de suministro, por lo que es perfecta tanto para ensayos en campo como para el control de calidad en línea de fabricación.

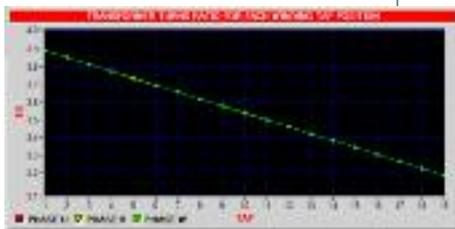
Con la unidad ETP-1 podremos detectar problemas tales como:

- Cortocircuito entre espiras
- Corte del bobinado
- Problemas en el núcleo magnético
- Defectos en el regulador

Además, el almacenamiento de los resultados en su propia base de datos facilita el seguimiento individualizado de cada transformador.



Medidas de relación de transformación



Gráfica de relaciones de transformación

### ESPECIFICACIONES

Requisitos de alimentación	230V ac $\pm 10\%$ , 50Hz $\pm 5\%$ ó 60Hz $\pm 5\%$ 115V ac $\pm 10\%$ , 50Hz $\pm 5\%$ ó 60Hz $\pm 5\%$ 350 VA max
Señal de ensayo	Tensión: 115V rms Corriente: < 2A rms
Rangos de medida	Relación de transformación: 0.9:3000, 7 escalas Resolución: 4 ½ dígitos Precisión: $\pm 0.3\%$ lectura $\pm 2$ dígitos Corriente: 3.1:2000 mA rms, 6 escalas Resolución: 3 dígitos Precisión: $\pm 1\%$ lectura $\pm 2$ dígitos Ángulo de fase: -180: 180° Resolución: 3 dígitos Precisión: $\pm 0.15^\circ$
Tiempo de medida	Monofásica: 20 a 35" según modo Trifásica: 60 a 90" según modo
Modos de medida	Relación de Alta a Baja Relación de Alta a Terciario
Condiciones de operación	Temperatura: 5 a 35°C Humedad: 10 a 80%
Almacenamiento	Temperatura: 5 a 75°C Humedad: 5 a 80%
Dimensiones	Largo: 40 cm - Ancho: 45 cm - Alto: 13,5 cm Peso: 13 Kg.
Cables	Largo: 2 x 8 m (+ 2 prolongadores x 20 m) Peso: 2 x 6 Kg (+ 2 prolongadores x 12 Kg)

## ETP-2

### Medidor de tensión de reabsorción, constante de tiempo y resistencia de aislamiento

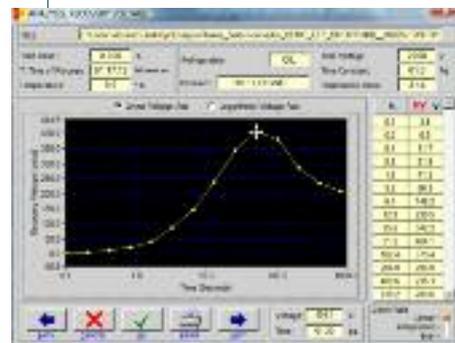
La unidad ETP-2 realiza la medida de Tensión de Reabsorción (espectro de polarización) en todo tipo de transformadores y autotransformadores con dieléctrico papel-aceite, tanto de potencia como de distribución, aportando información acerca de la humedad contenida en el papel y del estado genérico del sistema papel-aceite.

Esta unidad calcula los parámetros característicos aplicando diferentes niveles de voltaje DC a través de una salida programable, en unos tiempos especificados. Con dicha unidad podemos calcular parámetros como:

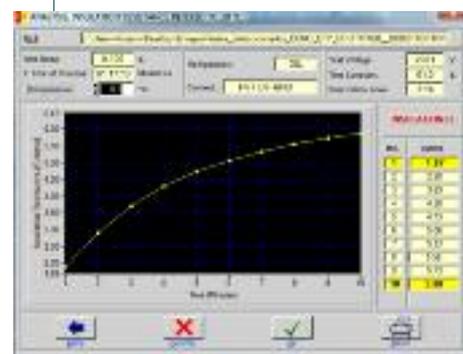
- Tensión de Reabsorción y Constante de Tiempo
- Resistencia de Aislamiento
- Índice de Polarización

Con la unidad ETP-2 podremos detectar problemas tales como:

- Degradación del dieléctrico sólido
- Degradación del dieléctrico líquido
- Contaminación del Aislamiento



Análisis de tensión de reabsorción



Análisis de resistencia de aislamiento

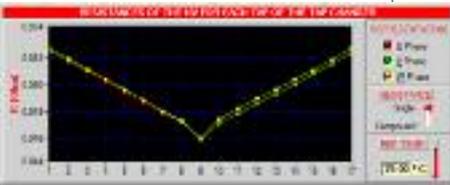
### ESPECIFICACIONES

Requisitos de alimentación	230V ac $\pm$ 10%, 50Hz $\pm$ 5% ó 60Hz $\pm$ 5% 115V ac $\pm$ 10%, 50Hz $\pm$ 5% ó 60Hz $\pm$ 5% 60 VA max									
Señal de ensayo	Rango: 500V / 1000V / 1500 V / 2000V Corriente máxima: 5 mA Resolución: 1 V Precisión: $\pm$ 1% $\pm$ 1 dígito									
Rangos de medida	Tensión de reabsorción: 0 - 1000V Tensión de ensayo: 0 - 2000V Aislamiento: <table border="1" data-bbox="359 1208 710 1302"> <tr> <td>Escala 1</td> <td>@2000V</td> <td>1 M<math>\Omega</math> - 100 G<math>\Omega</math></td> </tr> <tr> <td>Escala 2</td> <td>@2000V</td> <td>100 G<math>\Omega</math> - 200 G<math>\Omega</math></td> </tr> <tr> <td>Escala 3</td> <td>@2000V</td> <td>200 G<math>\Omega</math> - 2T<math>\Omega</math></td> </tr> </table>	Escala 1	@2000V	1 M $\Omega$ - 100 G $\Omega$	Escala 2	@2000V	100 G $\Omega$ - 200 G $\Omega$	Escala 3	@2000V	200 G $\Omega$ - 2T $\Omega$
Escala 1	@2000V	1 M $\Omega$ - 100 G $\Omega$								
Escala 2	@2000V	100 G $\Omega$ - 200 G $\Omega$								
Escala 3	@2000V	200 G $\Omega$ - 2T $\Omega$								
Precisión de medida	Tensión de reabsorción: $\pm$ 3% $\pm$ 3 dígitos Tensión de ensayo: $\pm$ 1% $\pm$ 3 dígitos Aislamiento: <table border="1" data-bbox="359 1391 710 1485"> <tr> <td>Escala 1</td> <td>1 M<math>\Omega</math> - 100 G<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math> 3% <math>\pm</math> 3 dígitos</td> </tr> <tr> <td>Escala 2</td> <td>100 G<math>\Omega</math> - 200 G<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math> 5% <math>\pm</math> 3 dígitos</td> </tr> <tr> <td>Escala 3</td> <td>200 G<math>\Omega</math> - 2T<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math> 20% <math>\pm</math> 3 dígitos</td> </tr> </table>	Escala 1	1 M $\Omega$ - 100 G $\Omega$	$\pm$ 3% $\pm$ 3 dígitos	Escala 2	100 G $\Omega$ - 200 G $\Omega$	$\pm$ 5% $\pm$ 3 dígitos	Escala 3	200 G $\Omega$ - 2T $\Omega$	$\pm$ 20% $\pm$ 3 dígitos
Escala 1	1 M $\Omega$ - 100 G $\Omega$	$\pm$ 3% $\pm$ 3 dígitos								
Escala 2	100 G $\Omega$ - 200 G $\Omega$	$\pm$ 5% $\pm$ 3 dígitos								
Escala 3	200 G $\Omega$ - 2T $\Omega$	$\pm$ 20% $\pm$ 3 dígitos								
Parámetros usados	<b>Tensión de reabsorción</b> <b>Resistencia de aislamiento</b> <b>Índice de polarización</b> <b>Constante de tiempo</b>									
Condiciones de operación	Temperatura: 5 a 35°C Humedad: 10 a 80%									
Almacenamiento	Temperatura: 5 a 75°C Humedad: 5 a 80%									
Dimensiones	Largo: 40 cm - Ancho: 45 cm - Alto: 13,5 cm Peso: 10 Kg.									
Cables	Largo: 2 x 8 m Peso: 2 x 4 Kg									

## ETP-3



Medidas de resistencia de bobinados



Gráfica de resistencia de bobinados

### Medidor trifásico de resistencia de bobinados

La unidad ETP-3 está desarrollada para medir baja resistencia en transformadores o en cualquier carga con fuerte carácter inductivo. Para esto la unidad proporciona la corriente necesaria para magnetizar el bobinado y estabilizar la medida, asegurando la repetitividad de la misma.

Para el cálculo de los resultados, el software toma en cuenta el grupo de conexión y la temperatura para ofrecer los valores de resistencia óhmica simples (u, v, w) y compuestos (uv, uw, vw) de cada uno de los devanados (alta tensión, baja tensión y terciario) y en base a una temperatura de referencia (o corregidos en temperatura). La medida de resistencia óhmica de los devanados permite comprobar el aislamiento entre espiras y comprobar que sus propiedades eléctricas y mecánicas son las especificadas. Con la unidad ETP-3 podremos detectar problemas, tales como:

- Aflojamiento de las conexiones
- Defectos en los reguladores
- Cortocircuitos entre espiras
- Puntos calientes en el bobinado

### ESPECIFICACIONES

Requisitos de alimentación	230V ac $\pm$ 10%, 50Hz $\pm$ 5% ó 60Hz $\pm$ 5% 115V ac $\pm$ 10%, 50Hz $\pm$ 5% ó 60Hz $\pm$ 5% 450 VA max																												
Señal de ensayo	Tensión: 24 Vcc máximo Corriente: 0 - 20 A $\pm$ 5%																												
Parámetros usados	<b>Resistencia compuesta del bobinado</b> <b>Resistencia simple del bobinado</b> <b>Corregidas en temperatura</b>																												
Rangos de medida	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Intensidad</th> <th>Rango</th> <th>Precisión</th> <th>Resolución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20A</td> <td>10m<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>1<math>\mu\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> <tr> <td>20A</td> <td>100m<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>10<math>\mu\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> <tr> <td>5A</td> <td>1<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>100<math>\mu\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> <tr> <td>500mA</td> <td>10<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>1m<math>\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> <tr> <td>50mA</td> <td>100<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>10m<math>\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> <tr> <td>5mA</td> <td>1000<math>\Omega</math></td> <td><math>\pm</math>0.5% <math>\pm</math>2 dígitos</td> <td>100m<math>\Omega</math> 4 dígitos</td> </tr> </tbody> </table>	Intensidad	Rango	Precisión	Resolución	20A	10m $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	1 $\mu\Omega$ 4 dígitos	20A	100m $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	10 $\mu\Omega$ 4 dígitos	5A	1 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	100 $\mu\Omega$ 4 dígitos	500mA	10 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	1m $\Omega$ 4 dígitos	50mA	100 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	10m $\Omega$ 4 dígitos	5mA	1000 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	100m $\Omega$ 4 dígitos
Intensidad	Rango	Precisión	Resolución																										
20A	10m $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	1 $\mu\Omega$ 4 dígitos																										
20A	100m $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	10 $\mu\Omega$ 4 dígitos																										
5A	1 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	100 $\mu\Omega$ 4 dígitos																										
500mA	10 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	1m $\Omega$ 4 dígitos																										
50mA	100 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	10m $\Omega$ 4 dígitos																										
5mA	1000 $\Omega$	$\pm$ 0.5% $\pm$ 2 dígitos	100m $\Omega$ 4 dígitos																										
Modos de medida	<p><b>Manual:</b> El usuario detiene el ensayo cuando considera que la medida es estable.</p> <p><b>Automático:</b> El software detiene la media automáticamente cuando ésta es estable.</p> <p><b>Por fases:</b> Para acelerar la medida en transformadores de más de 100 MVA</p>																												
Condiciones de operación	Temperatura: 5 a 35 °C Humedad: 10 a 80%																												
Almacenamiento	Temperatura: 5 a 75 °C Humedad: 5 a 90%																												
Dimensiones	Largo: 40 cm - Ancho: 45 cm - Alto: 13,5 cm Peso: 11,7 Kg.																												
Cables	Largo: 8 m Peso: 14,15 Kg																												

## ETP-4

### Medidor Trifásico de Impedancia de Cortocircuito y tensión de cortocircuito

La unidad ETP-4 es un equipo de medida de Impedancia de cortocircuito de transformadores y autotransformadores de potencia y distribución. Esta unidad aplica para medidas de Impedancia una tensión en el bobinado de alta del transformador, midiendo la tensión y la corriente que circulan por él y obteniendo con éstos parámetros el ángulo de desfase entre ellos.

El sistema compensa automáticamente la temperatura del transformador y normaliza las medidas a 75 °C.

Con la unidad ETP-4 se pueden detectar problemas tales como:

- Cortocircuito entre espiras
- Corte del bobinado
- Defectos en el regulador
- Problemas en el núcleo



Medidas de impedancia de cortocircuito

### ESPECIFICACIONES

Requisitos de alimentación	230V ac ± 10%, 50Hz ± 5% ó 60Hz ± 5% 115V ac ± 10%, 50Hz ± 5% ó 60Hz ± 5% 880 VA max
Señal de ensayo	Tensión: 12, 24, 48, 108 ó 216 Vrms Corriente máxima: 4 Arms Frecuencia: red
Modos de medida	Medida de impedancia en alta con baja en cortocircuito Medida de impedancia en alta con terciario en cortocircuito
Rangos de medida	Impedancia de cortocircuito: 2,5 Ω - 4000 Ω en 8 escalas
Tiempos de medida	Monofásica: 28 segundos Trifásica: 1 min. 28 segundos
Precisión de medida	Impedancia de cortocircuito: ± 1% ± 2 dígitos Fase: ± 25% entre 0 y 10° ± 2% entre 10 y 360°
Parámetros usados	Corriente de primario para cada fase Voltaje de primario y secundario para cada fase Desfase entre voltaje y corriente en los devanados primario y secundario Desfase entre los voltajes primario y secundario Impedancia y tensión de cortocircuito
Condiciones de operación	Temperatura: 5 a 35°C Humedad: 10 a 80%
Almacenamiento	Temperatura: 5 a 75°C Humedad: 5 a 80%
Dimensiones	Largo: 40 cm - Ancho: 45 cm - Alto: 13,5 cm Peso: 16 Kg.
Cables	Largo: 8 m Peso: 14,15 Kg

## Software experto de análisis

Los programas ETP Trends y ETP Diaghelp constituyen el complemento perfecto para el sistema ETP, facilitando notablemente la interpretación de los resultados del ensayo y permitiendo tomar decisiones con rapidez, seguridad y precisión.

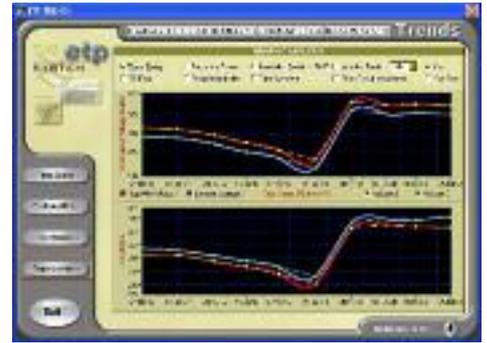
Este software permite realizar una estimación de partida sobre el estado del transformador, mediante la aplicación de un conjunto de reglas y criterios de diagnóstico sobre el resultado conjunto de los ensayos llevados a cabo mediante el sistema ETP. Los cálculos se apoyan en una base de datos que conjuga los estándares aplicables y los principios teóricos con la información almacenada a lo largo de más de 10 años por profesionales expertos del sector.

ETP Trends ha sido diseñado para mostrar la evolución de los parámetros vitales del transformador a lo largo de todo su ciclo de vida, y para calcular su tendencia con el objetivo de detectar problemas y planificar las intervenciones correctivas con la anticipación necesaria.

La aplicación localiza y presenta de forma gráfica y visual la evolución de las pruebas realizadas sobre un transformador con sólo introducir su número de serie, y es capaz de generar un informe completo en pocos segundos.

ETP DiagHelp realiza una interpretación del resultado de las pruebas y presenta un cuadro de alertas y puntos de atención con indicadores verdes, amarillos y rojos según corresponda a cada uno de los componentes vitales del transformador.

El software experto es aplicable a los ensayos realizados con cualquier combinación de unidades ETP, si bien la precisión será óptima cuando se conjugan los resultados obtenidos con el sistema completo.



ETP Trends: fallo en el regulador, antes y después de la reparación



ETP DiagHelp: alarma de cortocircuito entre espiras

Nota: Debido a nuestro continuo proceso de desarrollo, los datos contenidos en éste catálogo pueden cambiar sin previo aviso. ETPCCSP - Versión 1



**EuroSMC, S.A.**

Polígono industrial P-29, Calle Buril, 69  
28400 Collado Villalba. Madrid (Spain).  
Tels: +34 91 849 89 80 Fax: +34 91 851 25 53  
www.eurosmc.com  
e-mail: sales@eurosmc.com

DISTRIBUIDO POR

