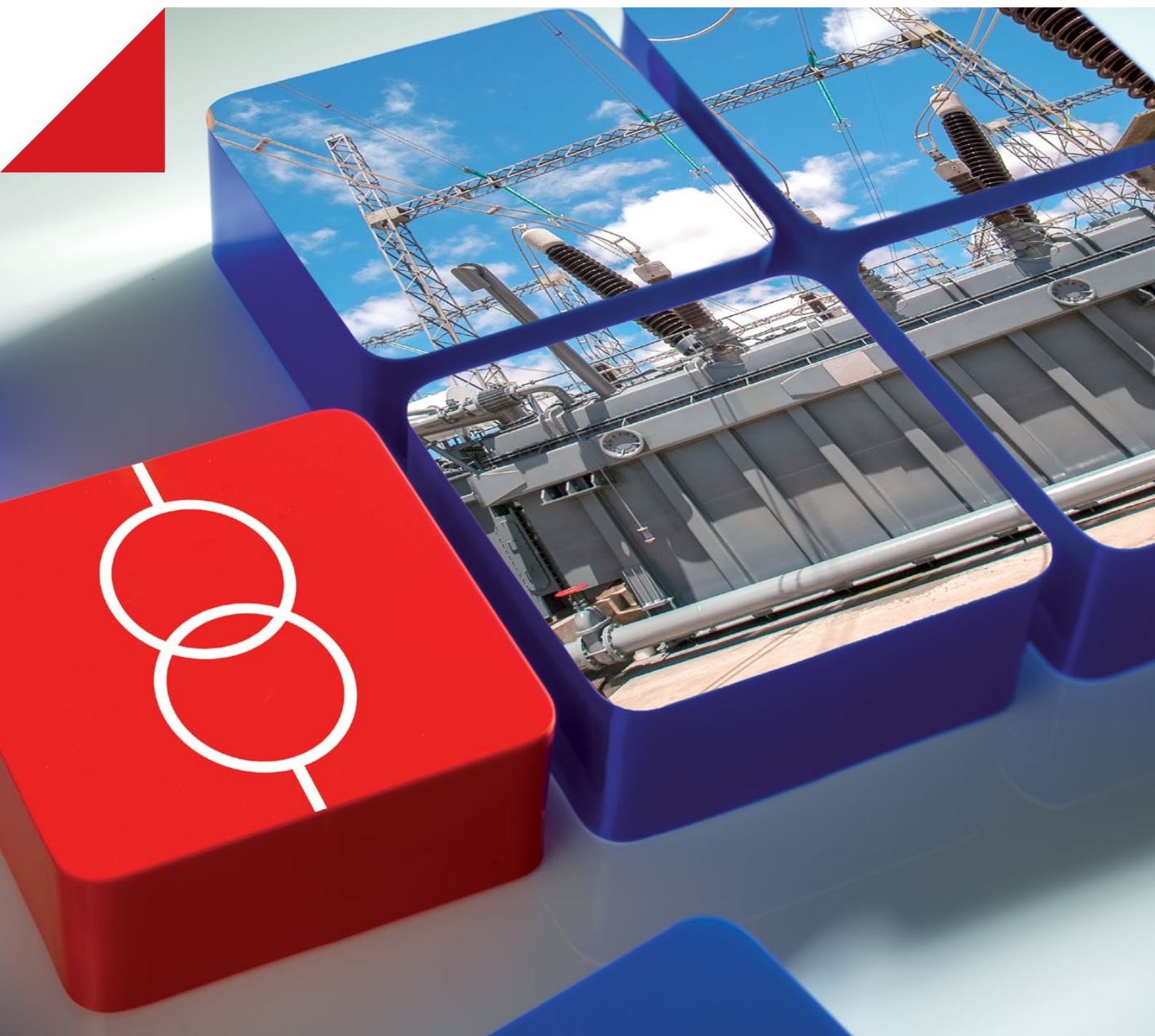




# Pruebas de diagnóstico y monitoreo de transformadores de potencia



# Conozca el estado de su transformador para obtener el máximo provecho

Durante la puesta en servicio y funcionamiento, es esencial que el transformador de potencia esté en buenas condiciones. Diversas influencias pueden afectar a la vida útil prevista a lo largo del ciclo de vida de un transformador.

Las pruebas de diagnóstico y monitoreo ayudan a determinar el estado de su activo y a elegir las medidas correctoras adecuadas para garantizar un funcionamiento confiable y para prolongar la esperanza de vida del transformador.

## Influencias negativas sobre la esperanza de vida de un transformador

- > **Influencias térmicas**  
Sobrecarga, sobrecalentamiento, condiciones ambientales
- > **Envejecimiento**  
Humedad, ácidos, oxígeno, contaminación, fugas
- > **Influencias mecánicas**  
Daños de transporte, estrés por cortocircuito, actividad sísmica
- > **Influencias eléctricas**  
Picos de conmutación, rayos, sobretensiones, corrientes de cortocircuito
- > **Protección frente a problemas**  
Funcionamiento incorrecto, fallas



Fabricación

Puesta en servicio

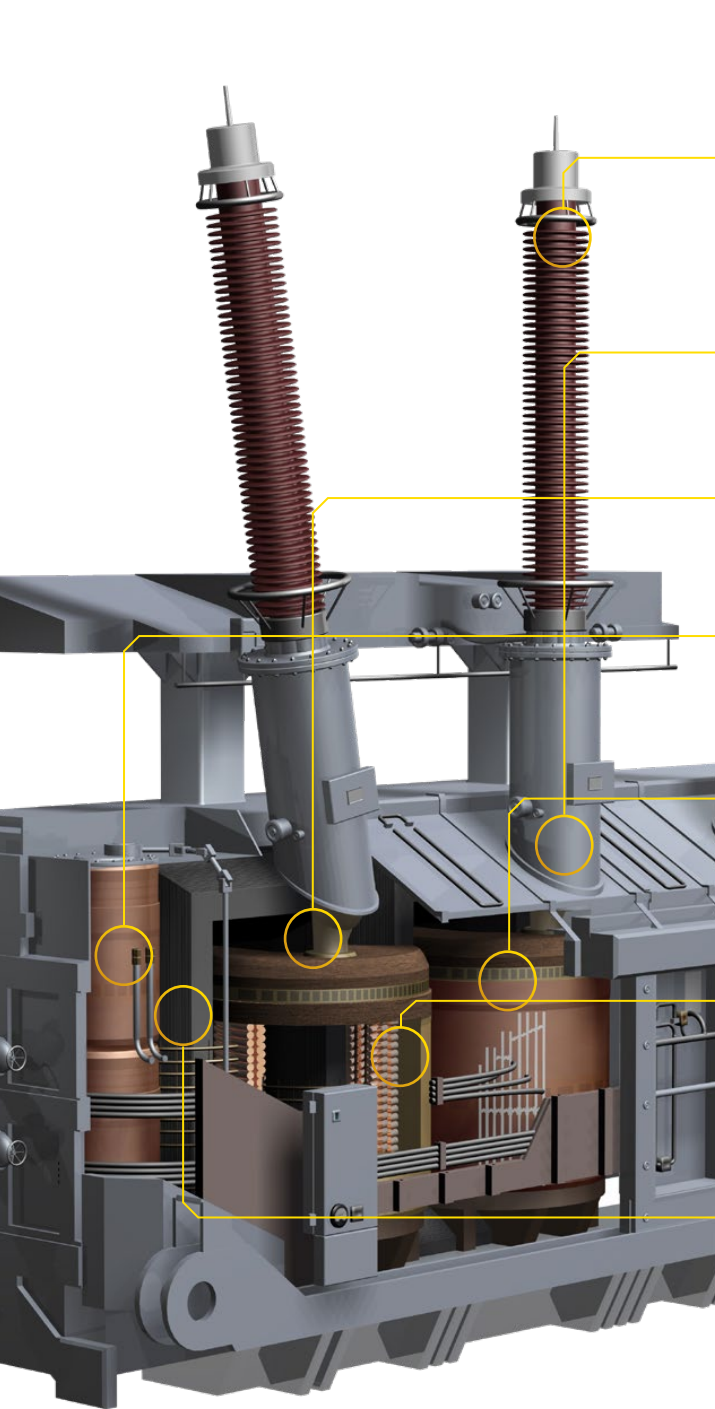
## Pruebas y medidas correctoras para prolongar la esperanza de vida de un transformador

- > **Mantener los componentes auxiliares**  
Cambiadores de tomas, sistema de refrigeración, respiradero
- > **Reacondicionar el aislamiento**  
Secado, tratamiento del aceite, cambio de aceite
- > **Reemplazar piezas** Bornas, disipadores de sobretensión, juntas, bombas y ventiladores

Esperanza de vida del transformador

# Funcionamiento

# Componentes de los transformadores y sus fallas detectables



Componente	Fallas detectables
Bornas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rupturas parciales entre las capas potenciales de compensación, fisuras en el aislamiento con ligante de resina</li> <li>Envejecimiento y penetración de humedad</li> <li>Conexión defectuosa de la toma de medición</li> <li>Descargas parciales en el aislamiento</li> </ul>
Transformadores de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Error de relación de corriente o de fase teniendo en cuenta la carga, magnetismo residual excesivo, incumplimiento de la norma IEEE o IEC correspondiente</li> <li>Relación de corriente y desplazamiento de fase dependientes de la carga</li> <li>Espiras cortocircuitadas</li> </ul>
Cables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas de contacto</li> <li>Deformación mecánica</li> </ul>
Cambiador de tomas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas de contacto en el selector de toma y en el interruptor de derivación</li> <li>Circuito abierto, espiras en corto, o conexiones de alta resistencia en el OLTC</li> <li>Problemas de contacto en el DETC</li> </ul>
Aislamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedad en el aislamiento sólido</li> <li>Envejecimiento, humedad, contaminación de los fluidos de aislamiento</li> <li>Descargas parciales</li> </ul>
Devanados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cortocircuitos entre devanados o entre espiras</li> <li>Cortocircuitos entre hebras</li> <li>Circuitos abiertos en hebras paralelas</li> <li>Cortocircuito a tierra</li> <li>Deformación mecánica</li> <li>Problemas de contacto, circuitos abiertos</li> </ul>
Núcleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deformación mecánica</li> <li>Conexión a tierra del núcleo flotante</li> <li>Laminados del núcleo cortocircuitados</li> <li>Magnetismo residual</li> </ul>





# La solución ideal para sus necesidades individuales y requisitos/aplicaciones

	TESTRANO 600	CPC 100	CPC 80 + CP TD12/15	TANDO 700
<b>Medición de capacitancia y factor de potencia /factor de disipación</b>				
a 50 Hz o 60 Hz	■ <sup>1</sup>	■ <sup>1</sup>	■	■ <sup>4</sup>
como prueba de tip-up	■ <sup>1</sup>	■ <sup>1</sup>	■	■ <sup>4</sup>
con frecuencia variable	■ <sup>1</sup>	■ <sup>1</sup>	■	■ <sup>4</sup>
<b>Medición de la resistencia del devanado de CC y verificación del OLTC</b>	■	■ <sup>2</sup>		
<b>Medición de la relación de transformación del transformador (TTR)</b>	■	■ <sup>3</sup>		
<b>Medición de la corriente de excitación</b>	■	■ <sup>1</sup>		
<b>Medición de la impedancia encortocircuito / reactancia de dispersión</b>	■	■		
<b>Medición de la respuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión (FRSL)</b>	■	■		
<b>Desmagnetización</b>	■	■ <sup>2</sup>		
<b>Análisis de respuesta (en frecuencia) dieléctrica</b>				
<b>Análisis de respuesta en frecuencia de barrido (SFRA)</b>				
<b>Análisis de transformador de corriente</b>		■		
<b>Análisis de descargas parciales</b>				
<b>Localización de descargas parciales</b>				
<b>Medición y monitoreo temporal en línea de descargas parciales</b>				

<sup>1</sup> Es necesario el accesorio adicional CP TD12/15

<sup>2</sup> Es necesario el accesorio adicional CP SB1

<sup>3</sup> Puede solicitarse el accesorio opcional CP SB1 para agilizar las pruebas

<sup>4</sup> Son necesarios la fuente de alimentación y el condensador estándar

Equipo de prueba trifásico para realizar las pruebas más rápidas y completas de diagnóstico y evaluación del estado de los transformadores de potencia.



Equipo de prueba multifuncional para exhaustivos diagnósticos y evaluaciones del estado de múltiples activos de alta tensión.



Equipo de prueba para el factor de potencia/disipación y la capacitancia (incluidos la fuente y el condensador de referencia) para los distintos activos de alta tensión.



Equipo de prueba ultra-preciso para mediciones de factor de potencia/disipación y capacitancia en activos de alta tensión (con fuente externa y capacitor de referencia)



ción

DIRANA

FRANEO 800

CT ANALYZER

MPD 800

PDL 650

MONTESTO 200



Equipo de prueba ligero para una determinación rápida y confiable del contenido de humedad en transformadores de potencia con aislamiento de papel y aceite.

Equipo de prueba inteligente para análisis de respuesta en frecuencia de barrido (SFRA) en el núcleo y los devanados del transformador de potencia.

Equipo de prueba ligero de alta precisión para la calibración y verificación del transformador de corriente.

Sistema universal de medición y análisis de descargas parciales (DP)

Equipo de prueba para una práctica localización de descargas parciales en transformadores de potencia.

Sistema portátil de medición y monitoreo temporal en línea de descargas parciales.



# Medición de la capacitancia y el factor de potencia/factor de disipación

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Bornas
  - Transformadores de corriente
  - Cables
  - Cambiador de tomas
- ✓ Aislamiento
  - Devanados
  - Núcleo

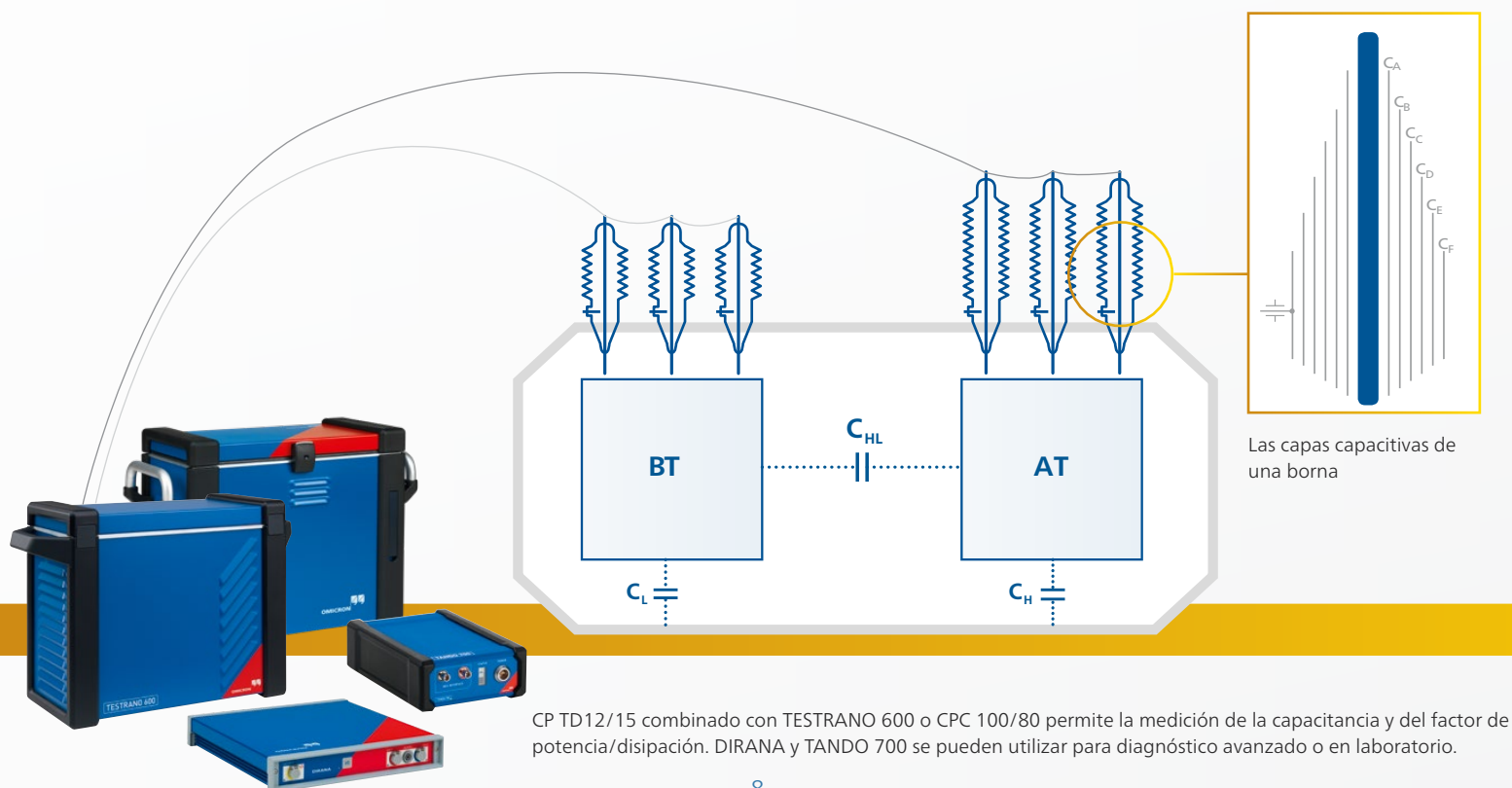
## ¿Por qué medir?

Las mediciones de capacitancia y factor de potencia/factor de disipación (PF/DF) se realizan para investigar el estado del aislamiento de los transformadores de potencia y las bornas. Ambos sistemas de aislamiento son esenciales para el funcionamiento confiable del transformador.

Una alta conductividad del aceite, el envejecimiento y un aumento en el contenido de agua son síntomas del proceso de degradación del aislamiento. Estos síntomas producen también un aumento de las pérdidas, que pueden cuantificarse midiendo el factor de potencia o el factor de disipación.

Los cambios en la capacitancia pueden indicar una ruptura parcial entre las capas capacitivas de las bornas. Midiendo la capacitancia y las pérdidas, pueden detectarse problemas en el aislamiento antes de que se produzca una falla.

Una de las principales causas de las retiradas de servicio de los transformadores es la sustitución de las bornas debido al deterioro o falla del aislamiento.





## ¿Cómo funciona?

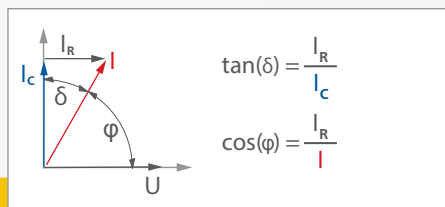
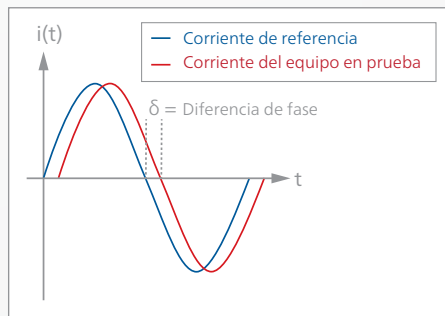
En los transformadores de potencia, las mediciones se realizan en el aislamiento principal entre los devanados ( $C_{HL}$ ) y el aislamiento entre los devanados y la cuba ( $C_{Hr}$ ,  $C_L$ ). Se cortocircuitan los devanados y se aplica la tensión de prueba a un devanado mientras se mide la corriente a través del aislamiento en el devanado opuesto o en la cuba.

En las bornas, la tensión se aplica al conductor principal, mientras que la medición de la corriente se realiza en la toma de medición.

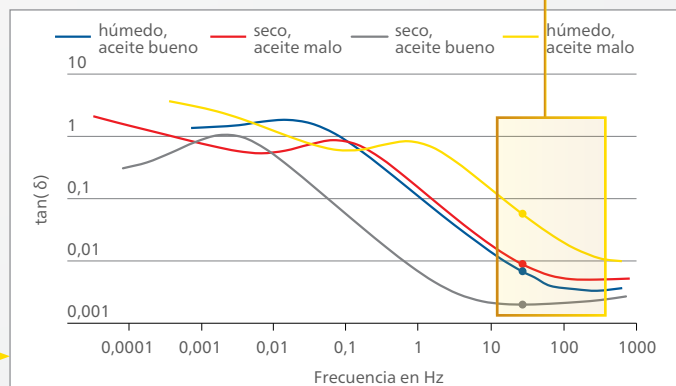
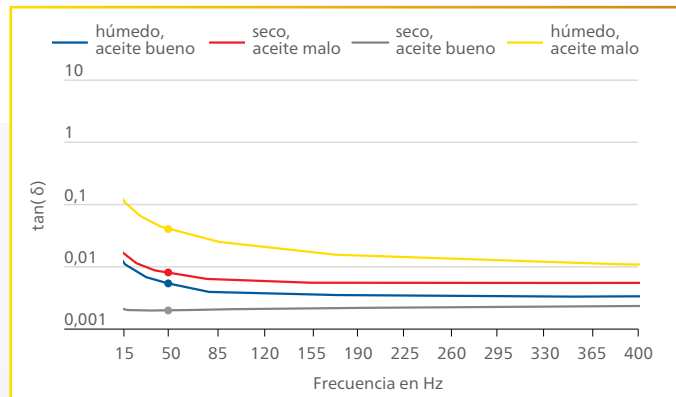
El factor de disipación, también denominado  $\tan(\delta)$ , se calcula a través de la tangente del ángulo  $\delta$  entre la corriente medida y la corriente ideal, que se produciría de no existir pérdidas. El factor de potencia es el coseno del ángulo  $\phi$ , por lo tanto, también se denomina  $\cos(\phi)$ , entre la tensión de salida y la corriente medida.

El uso de frecuencias diferentes a la frecuencia de la línea aumenta la sensibilidad de la medición, ya que algunos problemas son más dominantes a frecuencias por encima o por debajo de la frecuencia de la línea. Los modernos dispositivos de prueba pueden realizar barridos automáticos de frecuencia o de tensión.

Las pérdidas dieléctricas causan un desfase



La  $\tan(\delta)$  de los cuatro transformadores diferentes por debajo y por encima de la frecuencia de la línea (50 Hz).



Dependiendo del dispositivo de prueba, pueden medirse diferentes rangos de frecuencia, por ejemplo, de 15 Hz a 400 Hz con TESTRANO 600 y de 10  $\mu\text{Hz}$  a 5 kHz con DIRANA.

# Medición de la capacitancia y el factor de potencia/factor de disipación

## Es bueno saber que...

Una vez completadas las mediciones, es recomendable comparar los valores con los valores de resultados anteriores y los de referencia mencionados en las normas correspondientes para el activo sometido a prueba.

Un aumento en la capacitancia de más del 10 % en comparación con resultados anteriores normalmente se considera peligroso para las bornas. Indica que una parte de la distancia de aislamiento ya está comprometida y el estrés dieléctrico del aislamiento restante es demasiado alto.

Una prueba de tip-up adicional de la tensión puede detectar contactos deficientes de las capas de la borna o de la toma de medición. Pueden reconocerse por una disminución del PF/DF.

Las mediciones estándar de PF/DF a 50 Hz o 60 Hz solo pueden detectar los efectos de la humedad y el envejecimiento en una etapa avanzada. Realizando la medición en un rango de frecuencias más amplio, estos efectos pueden detectarse en una etapa anterior que permita un mayor tiempo de reacción para programar acciones correctivas.

Si se detecta un alto PF/DF, puede utilizarse el análisis de respuesta dieléctrica como método de diagnóstico adicional. Esta medición dieléctrica de banda ancha puede utilizarse para determinar si el alto PF/DF tiene como causa la humedad o una alta conductividad del aceite.

Líquido aislante	kV nominales	Límite nominal/ nuevo de PF/DF	Límite de vida útil
Aceite mineral	< 230 kV	0,5 %	1,0 %
Aceite mineral	≥ 230 kV	0,5 %	1,0 %
Aceite natural	Todo	1,0 %	1,0 %

Valores típicos para el factor de potencia/factor de disipación de transformadores, dependiendo del líquido aislante utilizado a 20 °C de acuerdo con las normas internacionales (IEEE C.57-152)

Tipo de aislamiento	Nuevas bornas	IEEE C57.19.01	IEC 60137
Papel impregnado de resina (RIP)	0,3 % ... 0,4 %	< 0,85 %	< 0,70 %
Papel impregnado de aceite (OIP)	0,2 % ... 0,4 %	< 0,50 %	< 0,70 %
Papel con ligante de resina (RBP)	0,5 % ... 0,6 %	< 2,00 %	< 1,50 %

Valores típicos para el factor de potencia/factor de disipación de bornas a la frecuencia de la línea y a 20 °C de acuerdo con las normas internacionales

## Nuestras soluciones...

Ofrecemos una amplia gama de soluciones para la medición de la capacitancia y del factor de potencia/factor de disipación ( $\tan \delta$ ). Van desde soluciones móviles para cómodas pruebas in situ, pasando por soluciones de alta precisión para uso en laboratorio, hasta equipos de pruebas especializados para el diagnóstico avanzado del estado de los transformadores de potencia, como la determinación de la humedad.

	Rango de medición	Aplicación típica
<b>TESTRANO 600 + CP TD12/15</b>	0 ... 12 kV / 15kV 15 Hz ... 400 Hz	Diagnóstico específico del estado de transformadores de potencia in situ y durante su fabricación
<b>CPC 100 + CP TD12/15</b>	0 ... 12 kV / 15kV 15 Hz ... 400 Hz	Diagnóstico general del estado de múltiples activos in situ y durante su fabricación
<b>CPC 80 + CP TD12/15</b>	0 ... 12 kV / 15 kV 15 Hz ... 400 Hz	Pruebas específicas del factor de potencia/ factor de disipación de múltiples activos in situ y durante su fabricación
<b>TANDO 700</b>	Tensión dependiendo de fuente externa 5 Hz ... 400 Hz	Pruebas de laboratorio de alta tensión, por ejemplo, para las pruebas de rutina y tipo o pruebas de materiales de múltiples activos
<b>DIRANA</b>	máx. 200 V <sub>pico</sub> 50 $\mu$ Hz ... 5 kHz	Diagnóstico avanzado del estado y determinación de la humedad en el aislamiento de papel y aceite

# Medición de la resistencia del devanado de CC y verificación del OLTC

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- ✓ Cables
- ✓ Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las mediciones de la resistencia del devanado se realizan para evaluar los posibles daños en los devanados o problemas de contacto, como el de las bornas con los devanados, los devanados con el cambiador de tomas, etc.

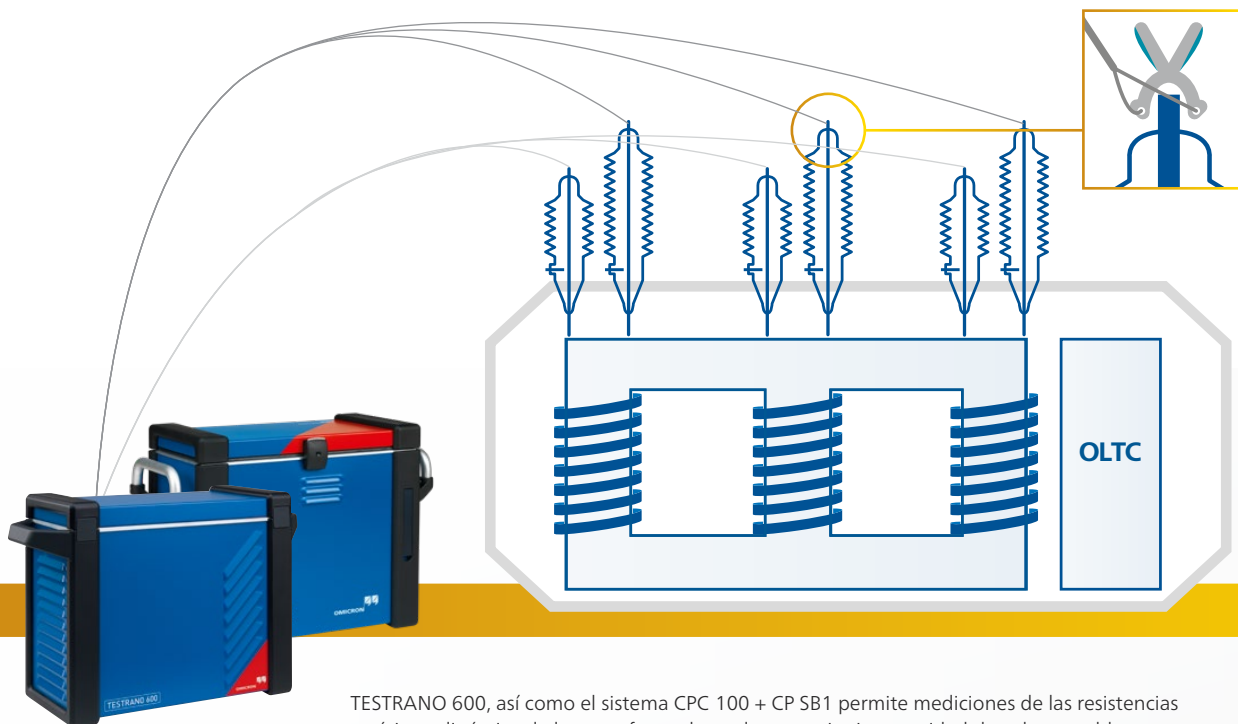
También se utilizan para comprobar el cambiador de tomas bajo carga (OLTC), ya que pueden indicar cuándo limpiar o reemplazar los contactos del OLTC, o cuando hay que cambiar o renovar el propio OLTC. Pueden detectarse fallas sin necesidad de abrir el compartimiento del cambiador de tomas.

## ¿Cómo funciona?

Para medir la resistencia del devanado, el devanado debe cargarse hasta que el núcleo esté saturado. A continuación puede determinarse la resistencia midiendo la corriente y la tensión de CC. Para devanados con tomas múltiples, esto hay que realizarlo en cada posición de toma, probando por tanto el OLTC y el devanado juntos. Hay dos métodos comunes para estas pruebas: mediciones de la resistencia estática y de la dinámica del devanado.

Las **mediciones de la resistencia estática del devanado** son la forma más común y más fácil de comprobar si existen problemas en relación con el devanado y el OLTC. Se investiga la resistencia de cada posición subsiguiente de toma y se compara con los datos de medición de referencia del fabricante.

Las **mediciones de la resistencia dinámica** se realizan como una medición complementaria con el fin de analizar el proceso de conmutación de transitorios de un OLTC derivador resistivo. Se investiga el proceso de conmutación del propio conmutador de derivación. Al conmutar el cambiador de tomas durante la medición de resistencia del devanado, la corriente CC se reduce temporalmente y se registra y analiza este comportamiento.



Las pinzas Kelvin de diseño especial garantizan la técnica de conexión de 4 hilos para obtener resultados precisos de resistencia.

TESTRANO 600, así como el sistema CPC 100 + CP SB1 permite mediciones de las resistencias estática y dinámica de los transformadores de potencia sin necesidad de volver a cablear.

## Es bueno saber que...

Para la resistencia del devanado de CC, los resultados no deben diferir en más del 1 % en comparación con la medición de referencia. Además, las diferencias entre fases por lo general son inferiores al 2-3 %

Al comparar las mediciones de la resistencia del devanado, los resultados tienen que corregirse según la temperatura. La temperatura de referencia usual es de 75 °C.

Puede utilizarse una medición de la relación de transformación del transformador para confirmar un circuito abierto, mientras que puede utilizarse un análisis de respuesta en frecuencia para confirmar problemas de contacto.

En ambos casos, un análisis de gases adicional puede indicar puntos calientes en el transformador. Sin embargo, las firmas de los gases no son únicas y por tanto no permiten la identificación de la causa raíz.

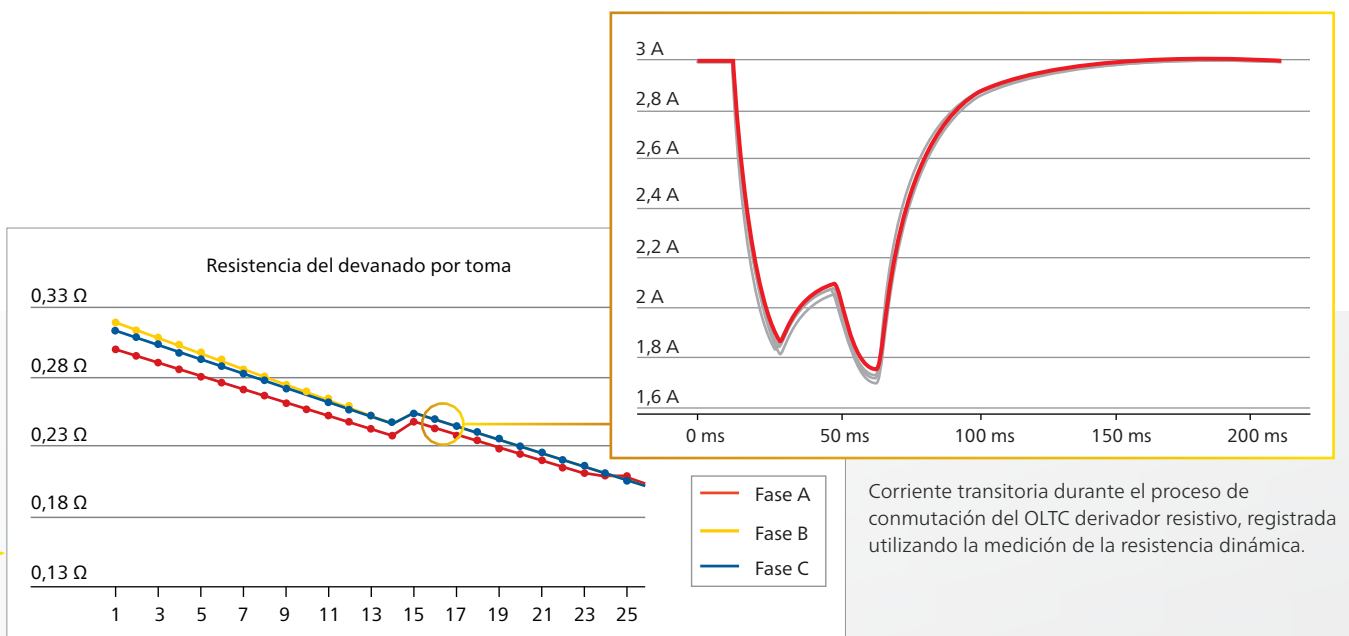
Durante las mediciones de la resistencia del devanado de CC, el núcleo del transformador puede resultar magnetizado. Por lo tanto, se recomienda desmagnetizar el núcleo después de realizar esta prueba.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600?

- > Medición trifásica de devanados de AT y BT sin reconexión utilizando un máximo de 33 A CC
- > Medición monofásica de devanados de baja carga óhmica utilizando un máximo de 100 A CC
- > Control automático del cambiador de tomas y medición de la corriente y la tensión del motor del OLTC
- > Desmagnetización del núcleo y medición de la relación de transformación sin cambiar ningún cable

## ¿Por qué utilizar el sistema CPC 100 + CP SB1?

- > Medición de las tres fases sin reconexión usando CP SB1 con un máximo de 6 A CC
- > Medición monofásica de devanados de baja carga óhmica con un máximo de 100 A CC
- > Control automático del cambiador de tomas utilizando CP SB1



Resistencia del devanado por toma, registrada utilizando la medición de la resistencia estática del devanado.

# Medición de la relación de transformación del transformador (TTR)

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las mediciones de la relación de transformación del transformador (TTR) se realizan para verificar el principio fundamental de funcionamiento de un transformador de potencia. Midiendo la relación y el ángulo de fase de un devanado a otro, pueden detectarse circuitos abiertos y espiras en cortocircuito.

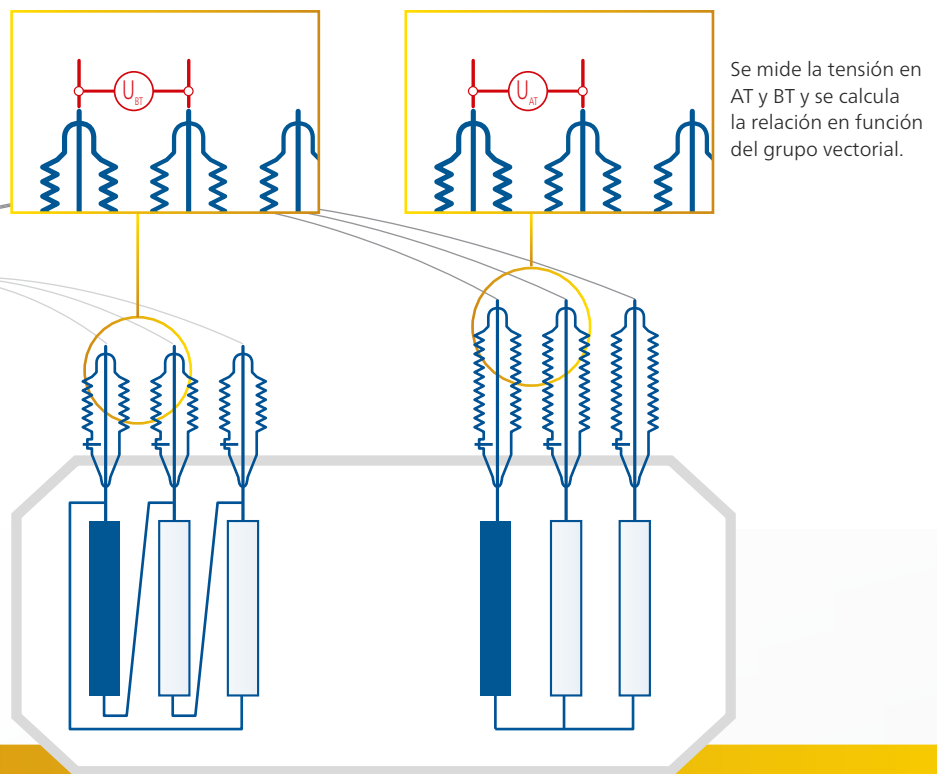
La relación de transformación se determina durante las pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y hay que comprobarla de forma rutinaria cuando el transformador está en servicio. Las mediciones de la TTR también pueden activarse por el disparo de un relé y por otras pruebas de diagnóstico como el análisis de gases disueltos (DGA) y las mediciones del factor de potencia/factor de disipación.

## ¿Cómo funciona?

Cuando se utiliza una **fuentes monofásica**, se aplica la tensión de prueba a cada fase de un devanado y se mide tanto el devanado de alta tensión como el correspondiente de baja tensión de la misma columna.

Mediante el uso de una **fuentes trifásica**, la misma medición se puede realizar en las tres fases al mismo tiempo.

La relación calculada se puede comparar con los resultados de fábrica que están disponibles en la placa de características.



TESTRANO 600, así como el sistema CPC 100 + CP SB1 permite mediciones de la relación de transformación de los transformadores de potencia sin necesidad de volver a cablear.



## Es bueno saber que...

Los resultados se comparan con los valores de la placa de características y entre fases. De acuerdo con las normas IEC 60076-1 e IEEE C57.152 los valores medidos no deberán desviarse más de un 0,5 % de la relación nominal.

La relación de transformación generalmente se mide desde el devanado de alta tensión hasta el devanado de baja tensión, con el fin de evitar tensiones no seguras en las entradas de medición.

Un núcleo magnetizado o la ausencia de una referencia de tierra pueden influir en la medición y producir resultados incorrectos. Por lo tanto es muy importante asegurarse de que el núcleo del transformador está desmagnetizado y de que se han realizado las conexiones a tierra adecuadas en cada devanado,

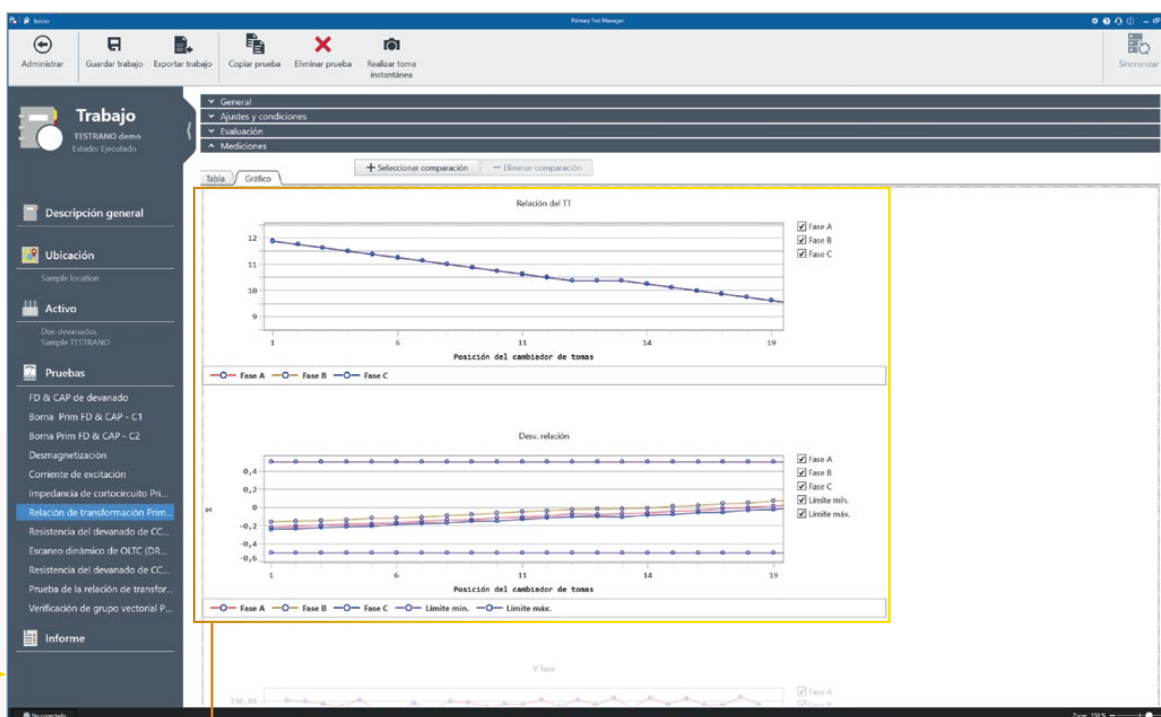
Para confirmar o eliminar un posible problema, es útil realizar una prueba adicional de la corriente de excitación para diagnosticar las condiciones de cortocircuito, mientras que las pruebas de resistencia del devanado de CC son muy sensibles a las condiciones de circuito abierto.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600?

- > Verdadera medición trifásica para determinar la relación y el desplazamiento de fase de cualquier configuración de devanado
- > Mediciones hasta 400 V CA (L-L) sin reconexión
- > Mismo cableado utilizado para probar la resistencia del devanado de CC, sin necesidad de cambio de cables
- > Control automático del cambiador de tomas incorporado en la unidad, no se requieren accesorios

## ¿Por qué utilizar el sistema CPC 100 + CP SB1?

- > Medición de las tres fases sin reconexión con un máximo de 300 V CA (L-L) usando CP SB1
- > Realización de mediciones monofásicas con un máximo de 2 kV CA
- > Control automático del cambiador de tomas utilizando CP SB1



La TTR se mide para las tres fases en cada posición de toma. De acuerdo con las normas internacionales los resultados no deben desviarse más del 0,5 % de los valores nominales de la placa de características.

# Medición de la corriente de excitación

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- ✓ Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las mediciones de la corriente de excitación se llevan a cabo para evaluar el aislamiento entre espiras de los devanados, el circuito magnético de un transformador, así como el cambiador de tomas.

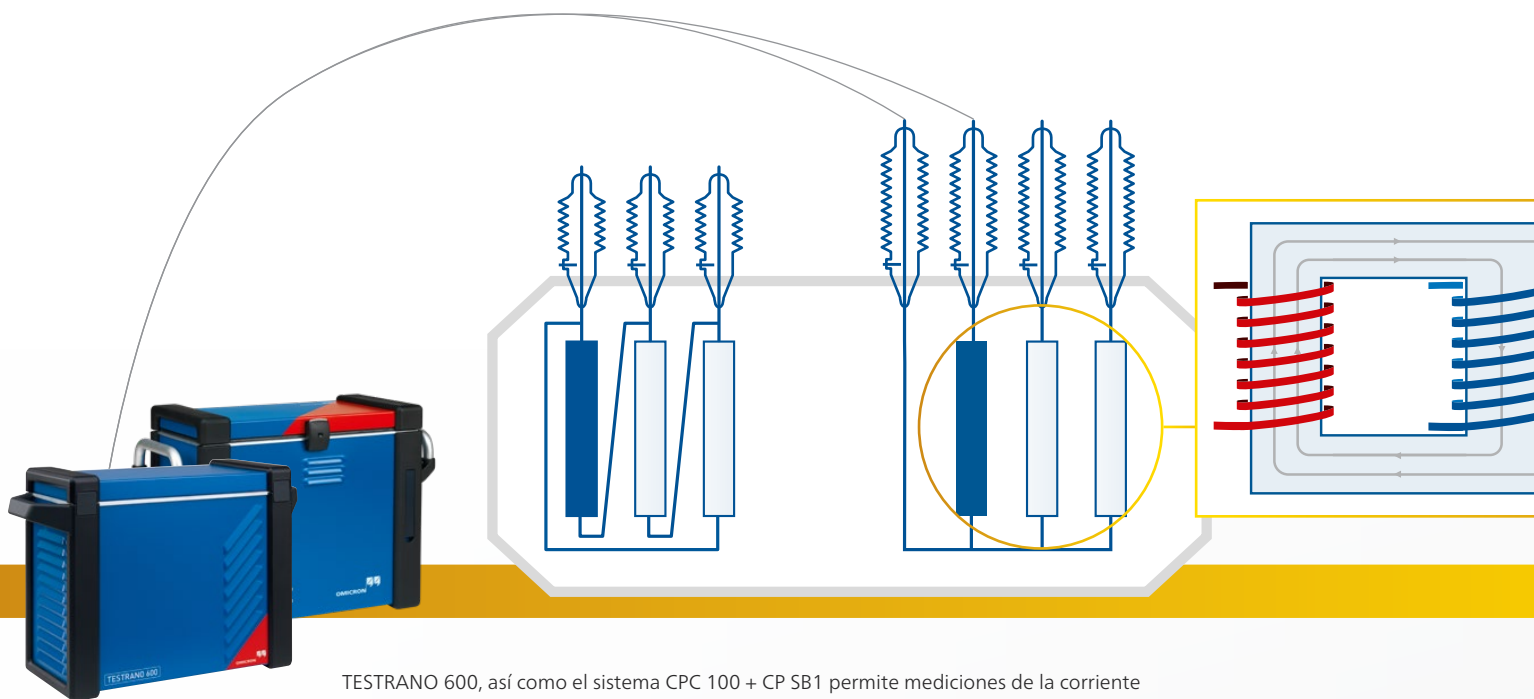
La ventaja más valiosa de la prueba es detectar cortocircuitos entre espiras en un devanado. Un apilamiento defectuoso de la laminación del núcleo o un acero del núcleo de baja calidad puede influir en la reluctancia del núcleo y, por lo tanto, dará lugar a un cambio en la corriente de excitación. Las desviaciones también pueden indicar un desgaste del contacto o un cableado incorrecto del cambiador de tomas.

## ¿Cómo funciona?

La prueba de corriente de excitación se realiza en condiciones sin carga. Por lo tanto, se aplica una tensión de CA a un lado del transformador (normalmente el lado de alta tensión), mientras que el lado opuesto se deja abierto. La magnitud de la corriente consumida en el devanado primario es proporcional a la energía requerida para forzar la acción del transformador, es decir inducir una tensión en el devanado secundario.

Se recomienda seleccionar la tensión de prueba más alta dentro de las limitaciones del equipo de prueba y el devanado, para detectar las fallas de cortocircuito entre espiras. Una tensión de prueba estándar es de 10 kV.

Las conexiones de prueba variarán dependiendo de la configuración del devanado. En general, las bornas neutras del devanado energizado, si las hay, deben conectarse al cable de retorno de baja tensión. Las bornas neutras del devanado abierto deberán conectarse a tierra, si lo están también durante el servicio.



TESTRANO 600, así como el sistema CPC 100 + CP SB1 permite mediciones de la corriente de excitación de los transformadores de potencia sin necesidad de volver a cablear.

## Es bueno saber que...

La prueba de corriente de excitación se debe comparar entre fases y posiciones de las tomas. Dependiendo de la construcción del transformador y el número de las columnas, los resultados deben mostrar un patrón de fases distinto con dos o tres fases similares (HLH, LHL, HHH). Las fases similares no deben desviarse más del 5 % al 10 % entre ellas.

Si las tres fases muestran diferentes corrientes de excitación, se recomienda una investigación adicional. Un patrón de fases diferente podría tener como causa un núcleo magnetizado o un problema del devanado.

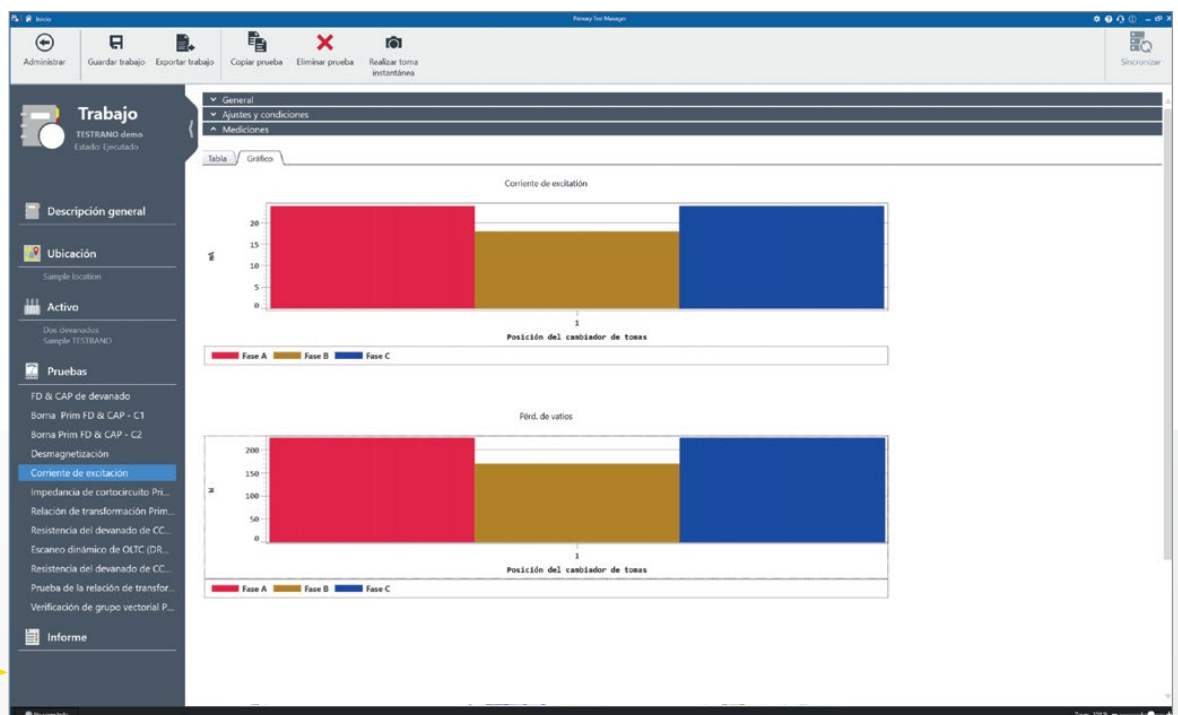
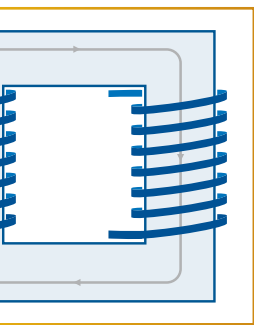
Como se mencionó anteriormente, el magnetismo residual en el núcleo puede influir en los resultados. En este caso el transformador debe desmagnetizarse y repetirse la prueba.

Además del patrón de fases, los resultados también deben mostrar un patrón distintivo en todas las posiciones de toma que pueden variar dependiendo del tipo de cambiador de tomas. Aunque no se conozca el patrón específico del cambiador de tomas, deberá ser el mismo para todas las fases.

Mediante las mediciones de la relación de transformación del transformador (TTR) también pueden confirmarse las espiras en cortocircuito, mientras que las pruebas de análisis de respuesta en frecuencia de barrido (SFRA) son útiles para confirmar o diagnosticar adicionalmente problemas en el núcleo.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600 o CPC 100?

- > Realizar pruebas de corriente de excitación a la tensión de prueba habitual de 10 kV, usando CP TD12/15
- > Determinar corrientes de excitación, mientras se mide la relación de transformación del transformador
- > Determinar las corrientes de excitación de las tres fases sin reconexión



Un patrón de fases típico HLH de un transformador de tres columnas con dos valores altos similares en las fases externas y un valor más bajo en la fase central.

# Medición de la impedancia en cortocircuito/reactancia de dispersión

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las mediciones de la impedancia en cortocircuito / reactancia de dispersión son métodos sensibles para evaluar la posible deformación o desplazamiento de los devanados.

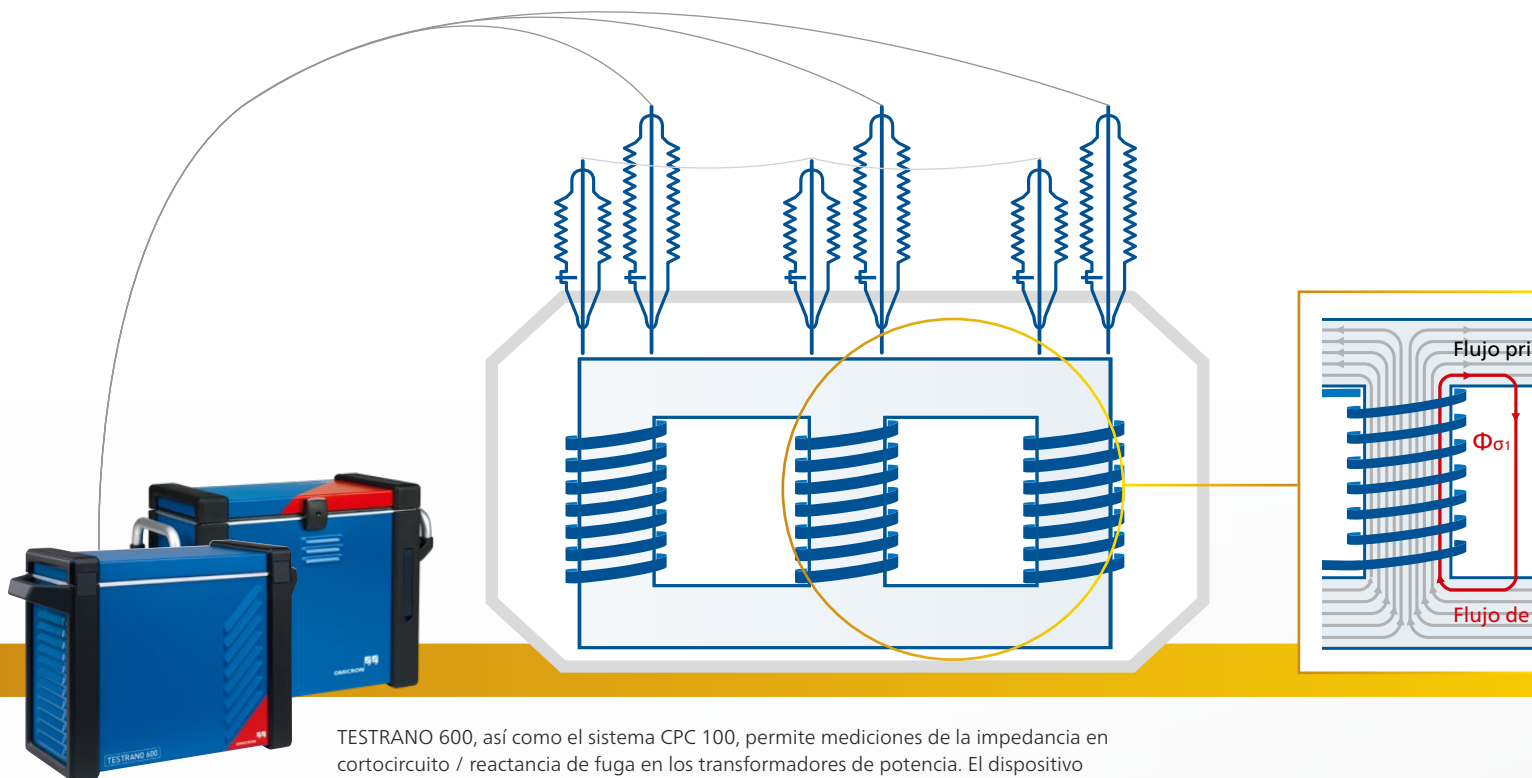
Unos cortocircuitos graves o el transporte del transformador de potencia pueden hacer que los devanados se muevan o se deformen. En eventos como estos, son recomendables las pruebas de impedancia en cortocircuito / reactancia de dispersión.

Las pruebas se realizan generalmente como una medición trifásica que se puede comparar con el valor de la placa de características establecido por el fabricante durante las pruebas de aceptación en fábrica. Como este valor representa el promedio de las tres fases, también es recomendable realizar una medición por fase para el diagnóstico del devanado.

## ¿Cómo funciona?

Se conecta una fuente de CA a cada fase del devanado de alta tensión. Durante la medición de tres fases, las tres fases del lado de baja tensión están en cortocircuito sin conectar el terminal neutro, si lo hay. Para la prueba por fase, el cortocircuito se aplica solo en el devanado correspondiente en el lado de baja tensión.

Se mide la corriente y la tensión que pasa por el devanado de alta tensión en amplitud y fase. Finalmente se calcula la impedancia de cortocircuito teniendo en cuenta los valores nominales específicos del transformador.



TESTRANO 600, así como el sistema CPC 100, permite mediciones de la impedancia en cortocircuito / reactancia de fuga en los transformadores de potencia. El dispositivo TESTRANO 600 puede realizar una verdadera medición trifásica sin modificar el cableado.

## Es bueno saber que...

La impedancia de cortocircito obtenida a partir de la medición de tres fases no debe desviarse más del 3 % del valor de la placa de características.

Sin embargo, las desviaciones superiores no confirman automáticamente una deformación del devanado. Para que sea así, debe fallar al menos uno de los resultados de la prueba de reactancia de dispersión por fase.

Cada resultado de fase deberá compararse con el promedio de las tres mediciones de la prueba por fase. En la mayoría de los casos las desviaciones del promedio serán inferiores al 1 % y no deberán ser superiores al 2-3 %. Los resultados de la prueba por fase no se pueden comparar con el valor de la placa de características.

La reactancia de dispersión representa solo la parte reactiva de la impedancia en cortocircito. Sin embargo, ambos términos se utilizan como sinónimos para referirse al mismo método de prueba.

Además, se puede realizar un análisis de la respuesta en frecuencia de barrido (SFRA) para investigar adicionalmente el movimiento y la deformación del devanado.

La reactancia de dispersión representa el flujo de dispersión, que es el flujo no contenido totalmente en el núcleo. El desplazamiento o deformación de los devanados cambiará la reluctancia de la ruta de dispersión y, por tanto, la reactancia.

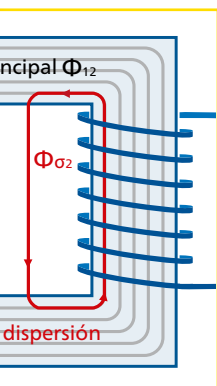


Tabla		Gráfico			
<b>Resultados de impedancia de cortocircito (Zk)</b>					
	Fase	I AC	V1 AC	Fase V1 CA	Pérdida
Iniciar	A	941,02 mA	164,73 V	87,09 °	7,870
Iniciar	B	959,90 mA	168,62 V	87,08 °	8,245
Iniciar	C	970,41 mA	168,56 V	86,97 °	8,646
<b>Evaluación uk</b>					
Fase	uk med (%)	uk ref (%)			
	8,67 %	8,45 %			

Transformer Type	ODL 16 000 / 110	Serial No.	561525
Year: Manufacturing	1966	Operation	DB
50 Hz	Cooling S	Vector Group	Yd11
Power P:	PRIM 12 000	TERT	SEC 12 000 kVA
Rated Voltage	1 12 62 00	54.9	
	13 11 00 00	53.0	
	25 9 38 00	73.9	
Impedances:	PRIM-TERT	TERT-SEC	PRIM-SEC 9.45 %
			8.45 %
			8.15 %
Weight:	Total 424	Oil 17.6	Active Part 18 Shipping 41 t

La impedancia en cortocircito se calcula basándose en los resultados de las tres fases medidas y los valores nominales del transformador. A continuación, se compara con el valor nominal en la placa de características del transformador.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600?

- > Verdadera medición trifásica para determinar la impedancia en cortocircito sin reconexión
- > Método de prueba similar, tal como se usa durante las pruebas de aceptación en fábrica
- > El mismo cableado utilizado para mediciones FRSL

## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Mediciones monofásicas para determinar la impedancia de cortocircito equivalente trifásica y por fase
- > El mismo cableado utilizado para mediciones FRSL

# Medición de la respuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión (FRSL)

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

La respuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión (FRSL) es una medición de la componente resistiva de la impedancia en cortocircuito a múltiples frecuencias. Es el único método eléctrico para identificar los cortocircuitos entre hebras paralelas y el sobrecalentamiento local debido a pérdidas excesivas por corrientes parásitas.

Al igual que en la prueba de cortocircuito y de reactancia de dispersión, se recomienda realizar la medición FRSL como una prueba de puesta en servicio o de aceptación para establecer los resultados de referencia. Igualmente las pruebas FRSL no son pruebas de diagnóstico de rutina, pero se recomiendan para un diagnóstico avanzado. La prueba también se puede realizar como una prueba trifásica o por fase.

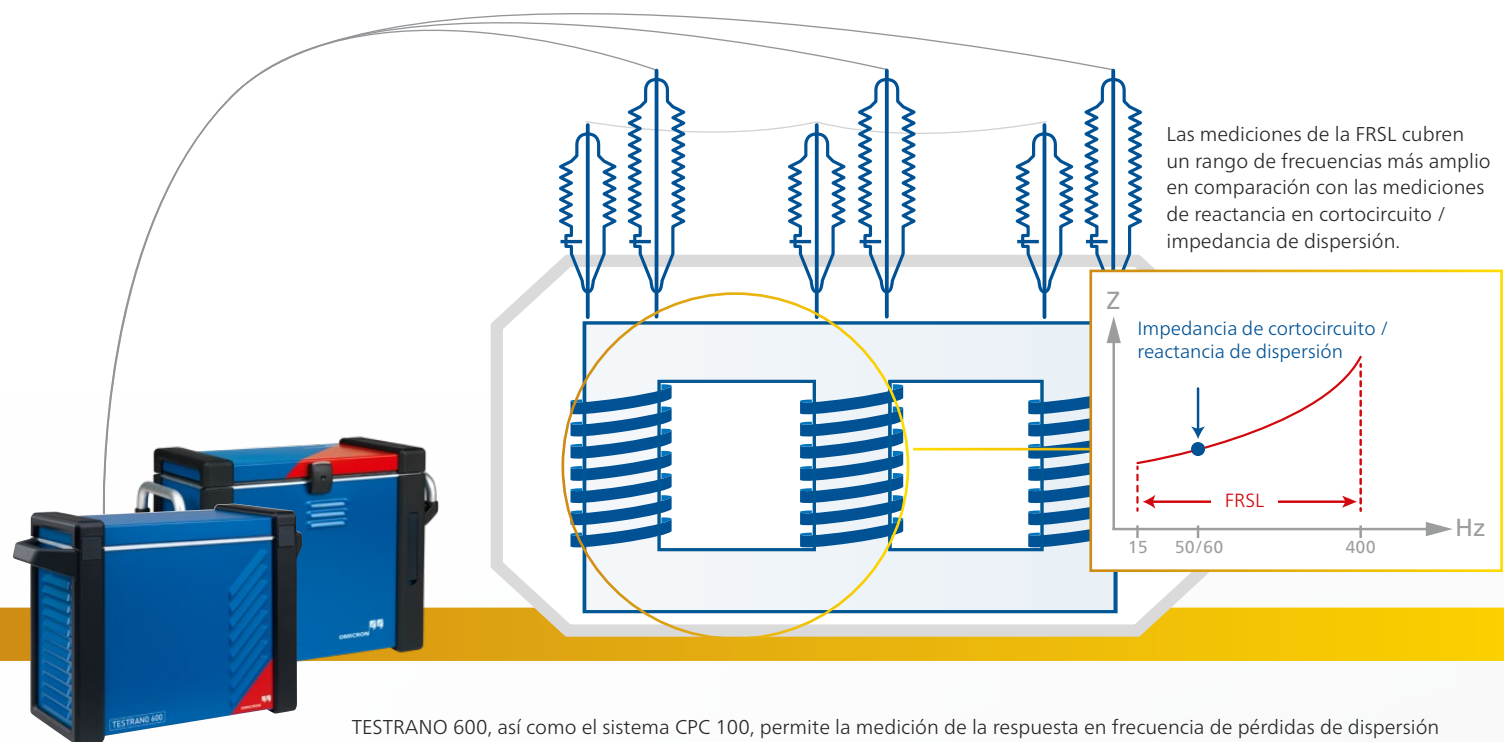
## ¿Cómo funciona?

La configuración y el procedimiento de la prueba FRSL son iguales que para las pruebas de impedancia en cortocircuito / reactancia de dispersión y se pueden realizar simultáneamente.

Se conecta una fuente de CA a cada fase del devanado de alta tensión. Durante la medición de tres fases, las tres fases del lado de baja tensión están en cortocircuito sin conectar el terminal neutro, si lo hay. Para la prueba por fase, el cortocircuito se aplica solo en el devanado correspondiente en el lado de baja tensión.

A partir de la corriente medida, se calcula la tensión y el desplazamiento de fase de la componente resistiva de la impedancia en cortocircuito a frecuencias discretas entre 15 y 400 Hz.

Ya que las pérdidas eddy en el transformador son más pronunciadas a altas frecuencias, un aumento en el componente resistivo puede observarse graficando los resultados sobre el rango de frecuencias



TESTRANO 600, así como el sistema CPC 100, permite la medición de la respuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión (FRSL). El dispositivo TESTRANO 600 puede realizar una verdadera medición trifásica sin modificar el cableado.



## Es bueno saber que...

El análisis de los resultados de la FRSL es en gran parte visual e incluye la comparación entre las fases y en función del tiempo. Como las pérdidas parásitas son proporcionales a la frecuencia, se puede observar un aumento de la impedancia en el rango de frecuencias.

Este aumento debe ser uniforme a través de las tres fases, lo que produce una curva suave y exponencial. Desviaciones tan pequeñas como del 3 %, especialmente en las frecuencias más altas, pueden ser una indicación de un estado de cortocircuito entre hebras.

Los resultados de la FRSL deberán verificarse mediante la realización de un análisis de gases disueltos (DGA). Muchos de los problemas, que pueden ser diagnosticados mediante el uso de la FRSL, producen gases combustibles. Por ejemplo, las hebras en cortocircuito pueden causar un sobrecalentamiento superior al normal, que podría detectarse mediante DGA.

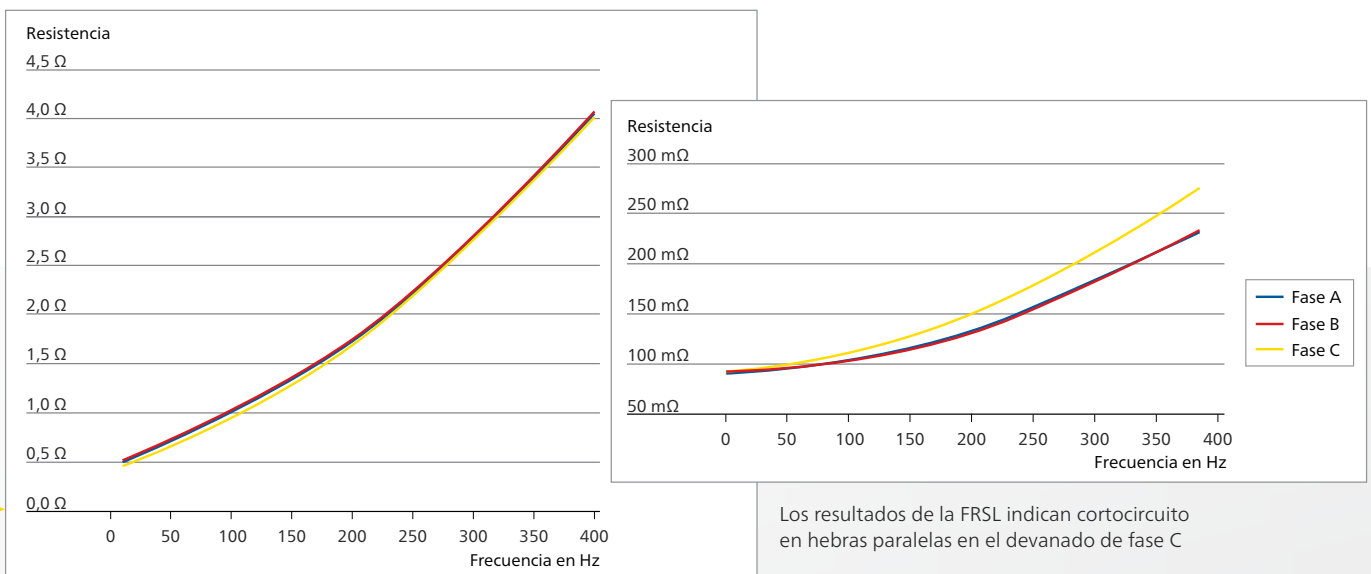
Los problemas más comunes que pueden dar lugar a resultados FRSL falsos son conexiones deficientes y secciones transversales pequeñas del puente de cortocircuito aplicado. En este caso, puede observarse un desplazamiento vertical entre las fases.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600?

- > Verdadera medición trifásica para medir FRSL sin reconexión
- > Mismo cableado utilizado que para las pruebas de impedancia en cortocircuito / reactancia de dispersión

## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Mediciones monofásicas para medir la FRSL equivalente trifásica y por fase
- > Mismo cableado utilizado que para las pruebas de impedancia en cortocircuito / reactancia de dispersión



Los resultados de la FRSL indican cortocircuito en hebras paralelas en el devanado de fase C

Resultados aceptables de la FRSL

# Desmagnetización

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- Devanados
- ✓ Núcleo

## ¿Por qué medir?

Siempre que un transformador de potencia está aislado del sistema eléctrico, permanece en su núcleo magnetismo residual debido a un desfase. También permanece el magnetismo residual después de aplicar una tensión de CC al núcleo del transformador, por ejemplo durante las pruebas de resistencia del devanado de rutina en campo o en fábrica.

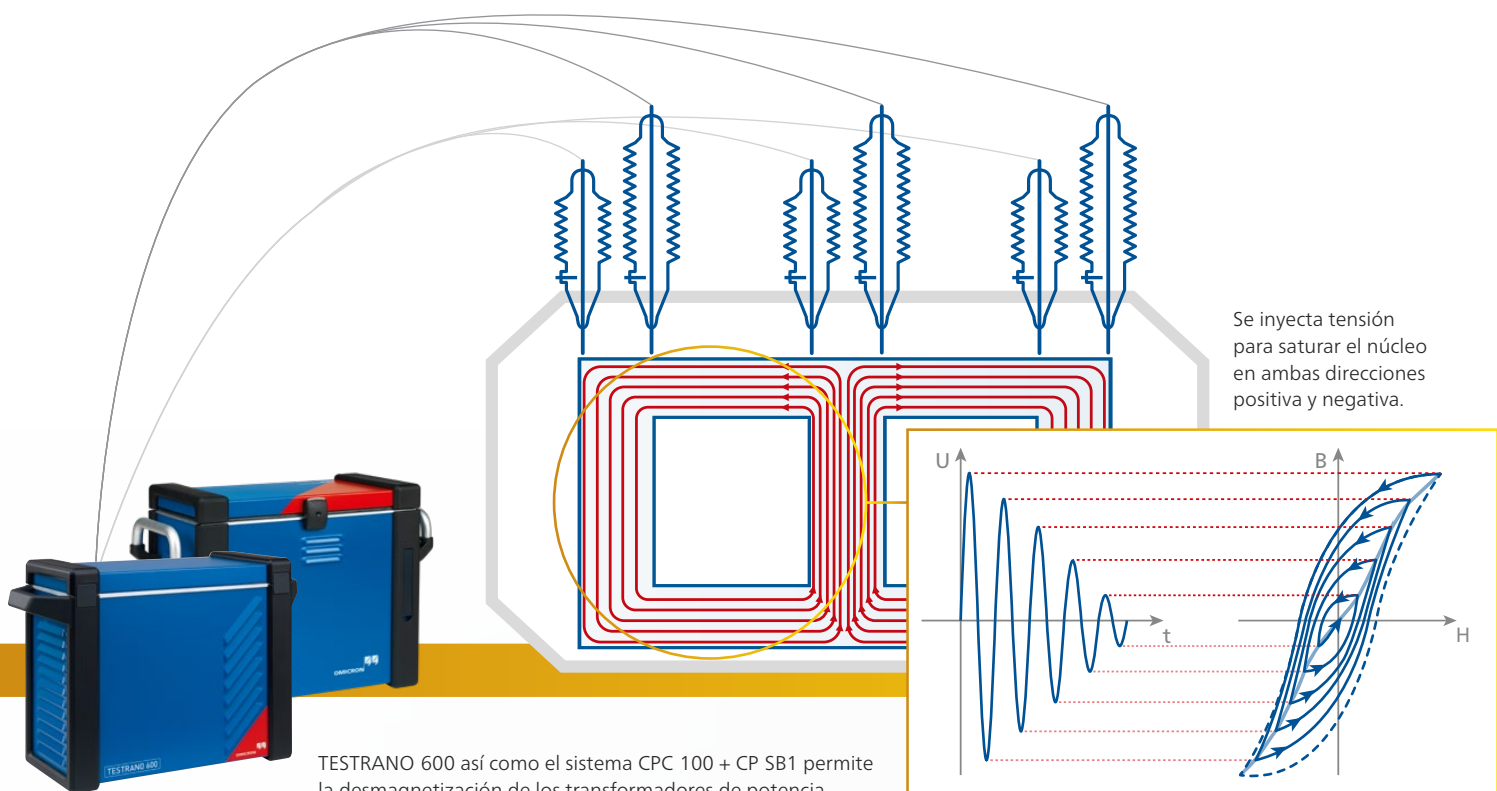
Debido al magnetismo residual del núcleo, pueden producirse altas corrientes de avalancha, hasta la máxima corriente de cortocircuito. Esto impone un estrés no deseado al transformador cuando se pone de nuevo en servicio. Además pueden verse afectadas por el magnetismo residual muchas mediciones de diagnóstico, lo que dificulta mucho realizar una evaluación confiable.

Por lo tanto, se recomienda desmagnetizar el núcleo antes de volver a poner en servicio el transformador y también después de aplicar tensiones de CC durante las pruebas de diagnóstico.

## ¿Cómo funciona?

En primer lugar, se satura el núcleo en ambas direcciones, a continuación se determinan los parámetros de histéresis específicos y se calcula el flujo inicial. Basándose en estos parámetros, se utiliza un algoritmo iterativo para reducir el flujo aplicado adaptando la tensión y la frecuencia. Mediante el uso de múltiples iteraciones, el núcleo se desmagnetiza hasta por debajo de un 1 % de su valor máximo.

El método descrito para la desmagnetización del núcleo de un transformador de potencia basado en la medición del flujo magnético, funciona de forma confiable para los transformadores de potencia pequeños y grandes.



## Es bueno saber que...

La desmagnetización del núcleo del transformador de potencia minimiza el riesgo para el personal y el equipo cuando se pone de nuevo en servicio el transformador.

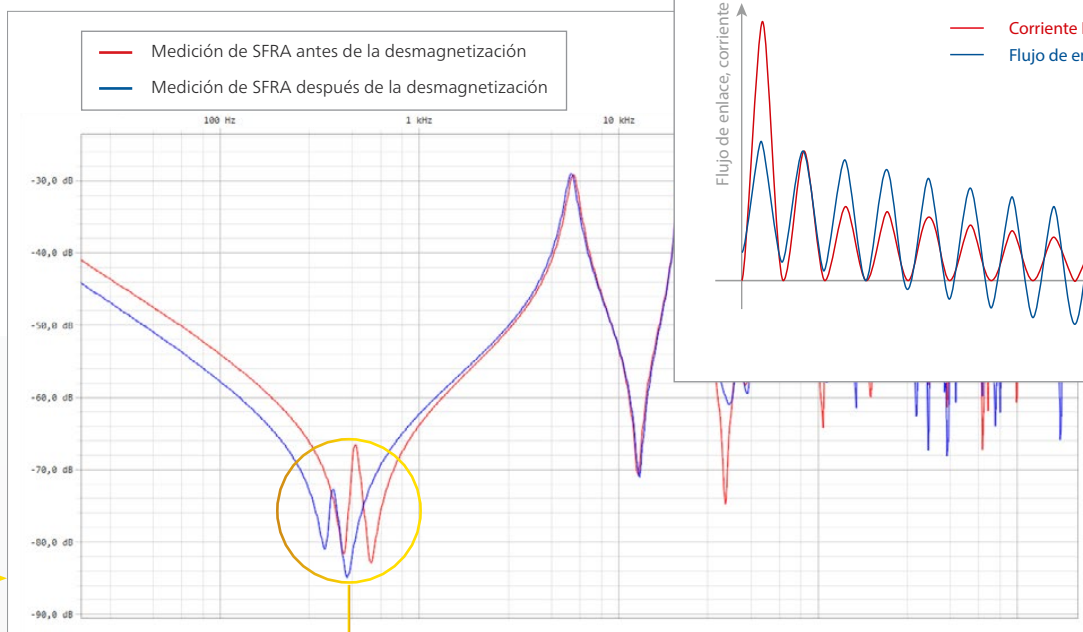
También se recomienda desmagnetizar el transformador antes de realizar el análisis corriente de excitación, el análisis de respuesta en frecuencia de barrido (SFRA) o las pruebas de equilibrio magnético. Todas estas mediciones se verán afectadas si el núcleo está magnetizado, y pueden conducir a una falsa interpretación de los resultados.

Un aspecto importante de una desmagnetización correcta es supervisar constantemente el flujo magnético ( $\phi$ ) en el núcleo durante el proceso de desmagnetización.

## ¿Por qué utilizar TESTRANO 600 o el sistema CPC 100 + CP SB1?

- > Desmagnetización rápida y confiable del núcleo del transformador de potencia
- > Medición de la remanencia inicial para un diagnóstico adicional, por ejemplo, de unos resultados inesperados de la prueba de la corriente de excitación
- > Desmagnetización por debajo del 1 % del valor máximo del núcleo

Se produce una alta corriente de arranque (Inrush) debido al magnetismo residual que puede poner en peligro el transformador cuando se pone de nuevo en servicio.



Medición de SFRA en fase A: El desplazamiento en los puntos de resonancia muestra cómo se ve afectada la medición por el núcleo magnetizado.

# Análisis de respuesta en frecuencia de barrido (SFRA)

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- ✓ Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- ✓ Devanados
- ✓ Núcleo

## ¿Por qué medir?

El análisis de la respuesta en frecuencia de barrido (SFRA) se utiliza para identificar problemas mecánicos o eléctricos en los devanados, contactos o núcleos de los transformadores de potencia. Unos cortocircuitos graves o golpes durante el transporte del transformador pueden hacer que el devanado se mueva o se deforme.

Desde que se introdujo la norma IEC 60076-18, este método se ha convertido en una de las pruebas eléctricas comunes y su aceptación en el mercado ha aumentado en consonancia.

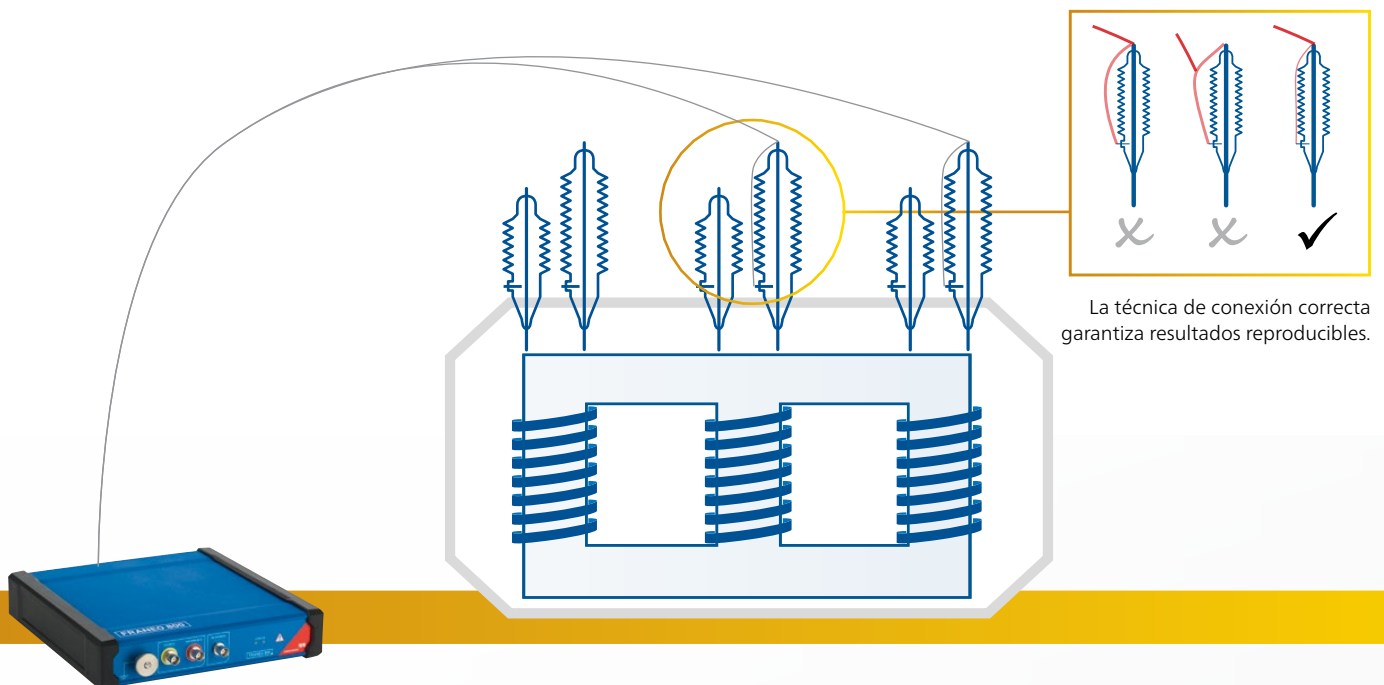
Se recomienda realizar las pruebas de SFRA al final de la prueba de aceptación en fábrica para establecer la huella digital original del transformador y, posteriormente, otra vez después del transporte y durante la puesta en servicio.

## ¿Cómo funciona?

Los transformadores de potencia pueden considerarse una compleja red eléctrica de capacitancias, inductancias y resistencias. Cada red eléctrica tiene su exclusiva respuesta en frecuencia.

Se inyecta una tensión de excitación sinusoidal con una frecuencia continuamente creciente en un extremo del devanado del transformador y se mide la señal de retorno de respuesta en el otro extremo. La comparación de las señales de entrada y salida genera una respuesta en frecuencia exclusiva que puede compararse con la huella digital de referencia.

Los cambios, el movimiento o la deformación de los componentes internos producen cambios en esta función de transferencia y pueden identificarse mediante la comparación de los trazados.



FRNEO 800 permite diagnósticos confiables de los núcleos y devanados de transformadores de potencia con análisis de respuesta en barrido de frecuencia (SFRA).

## Es bueno saber que...

El SFRA se basa en la comparación de una prueba actual con una prueba de referencia. Cuando no se dispone de huella dactilar, la evaluación se puede realizar comparando los resultados de otra fase o de un transformador gemelo.

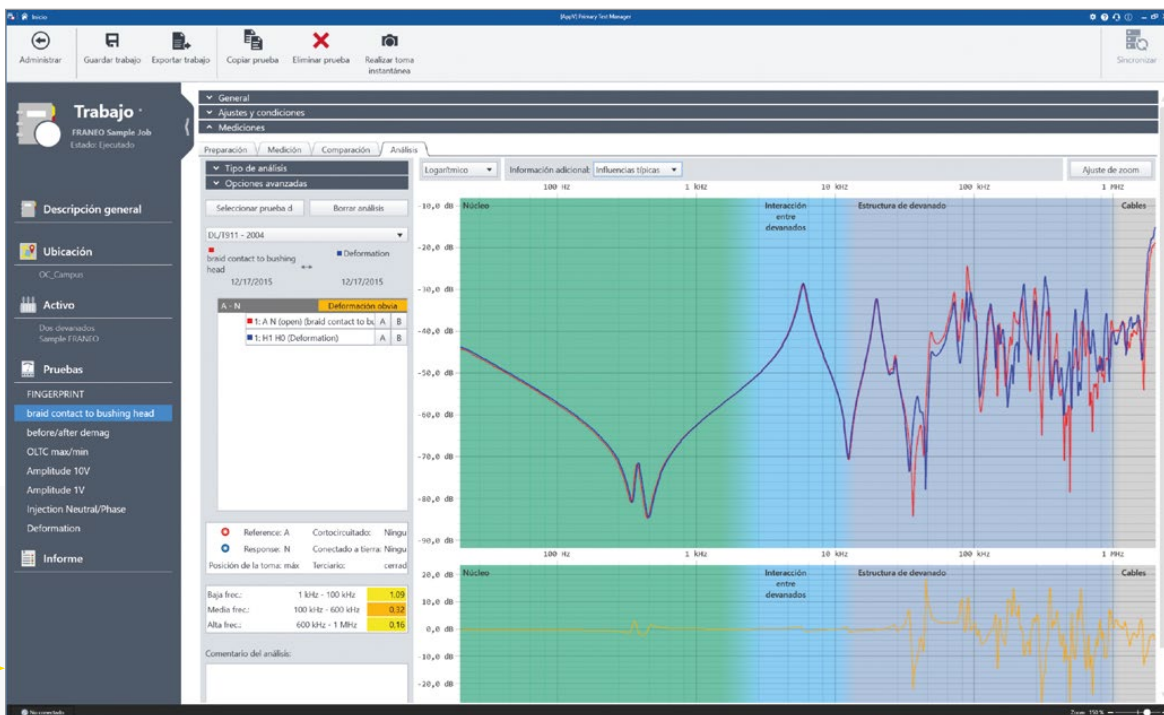
Estas fallas detectadas pueden confirmarse mediante otras mediciones, como la resistencia del devanado de CC, la respuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión (FRSL), la impedancia de cortocircuito/ reactancia de dispersión, la corriente de excitación o la medición de la relación de transformación del transformador (TTR).

El SFRA es un método no invasivo. Permite la evaluación confiable de la integridad del transformador de potencia sin aplicar alta tensión.

Ningún otro método es tan sensible a las deformaciones mecánicas de la parte activa de los transformadores de potencia como el SFRA.

## ¿Por qué utilizar FRANEO 800?

- > El rango dinámico más amplio de medición del sector (> 150 dB)
- > Resultados reproducibles gracias a la innovadora técnica de conexión, basada en IEC 60076-18, Método 1
- > Se maneja con Primary Test Manager™, por lo que cuenta con un flujo de trabajo guiado para la configuración de prueba, la ejecución y la evaluación que facilita el análisis sin necesidad de un conocimiento experto
- > Tiempos de medición rápidos debido a algoritmos de barrido inteligentes
- > Un equipo pequeño y liviano garantiza un manejo óptimo



El software PTM ofrece evaluación y comparación automáticas de los resultados, y también pueden visualizarse las influencias típicas de las desviaciones.

# Análisis de respuesta (en frecuencia) dieléctrica

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Bornas
  - Transformadores de corriente
  - Cables
  - Cambiador de tomas
- ✓ Aislamiento
  - Devanados
  - Núcleo

## ¿Por qué medir?

Se utiliza el análisis de respuesta dieléctrica, también denominado análisis de respuesta en frecuencia dieléctrica, para evaluar el contenido de humedad del aislamiento de celulosa y, por tanto, determinar su estado.

La humedad en los transformadores de potencia con aislamiento de aceite y papel se produce por el envejecimiento del papel o porque penetra en el transformador a través de juntas con fugas o respiraderos. Esto provoca una reducción de la resistencia a la ruptura y un aumento del envejecimiento del aislamiento.

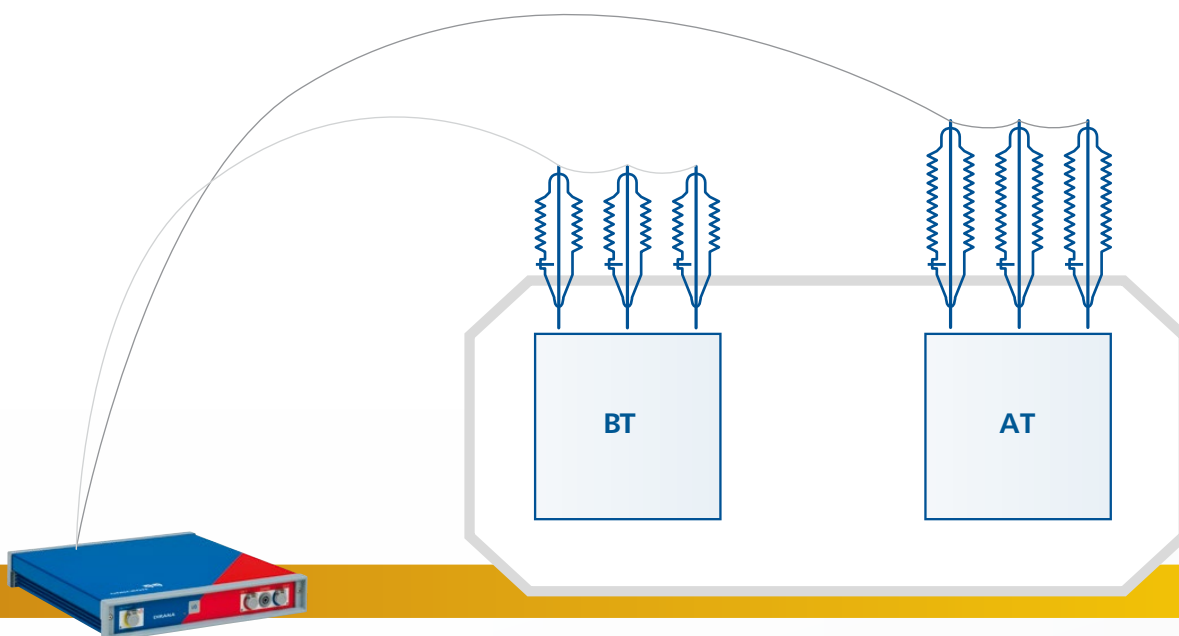
Conocer el contenido de humedad es importante para evaluar el estado de las bornas del transformador de potencia y sus bornas. Esta medición también se usa para demostrar el bajo contenido en humedad de los nuevos transformadores después del proceso de secado.

## ¿Cómo funciona?

La cantidad principal de aislamiento de celulosa de la parte activa de un transformador de potencia se encuentra entre el devanado primario y el secundario. Para medir este aislamiento, se conecta la salida al devanado de alta tensión y la entrada al devanado de baja tensión. Las corrientes capacitivas y resistivas no deseadas se derivan mediante la conexión de guarda que se aplica a la cuba.

Se mide el factor de potencia/factor de disipación de este aislamiento en un amplio rango de frecuencias. La curva resultante contiene información sobre el estado del aislamiento.

Las frecuencias muy bajas contienen información sobre la humedad del aislamiento sólido, mientras que la posición de la pendiente en las frecuencias de rango medio indica la conductividad del aislamiento líquido. Esta curva se compara automáticamente para modelizar las curvas y se calcula el contenido de humedad del aislamiento de celulosa.



DIRANA determina el contenido de humedad en los transformadores de potencia con aislamiento de aceite y papel y también evalúa el estado de las bornas mediante el uso de análisis de respuesta dieléctrica.



## Es bueno saber que...

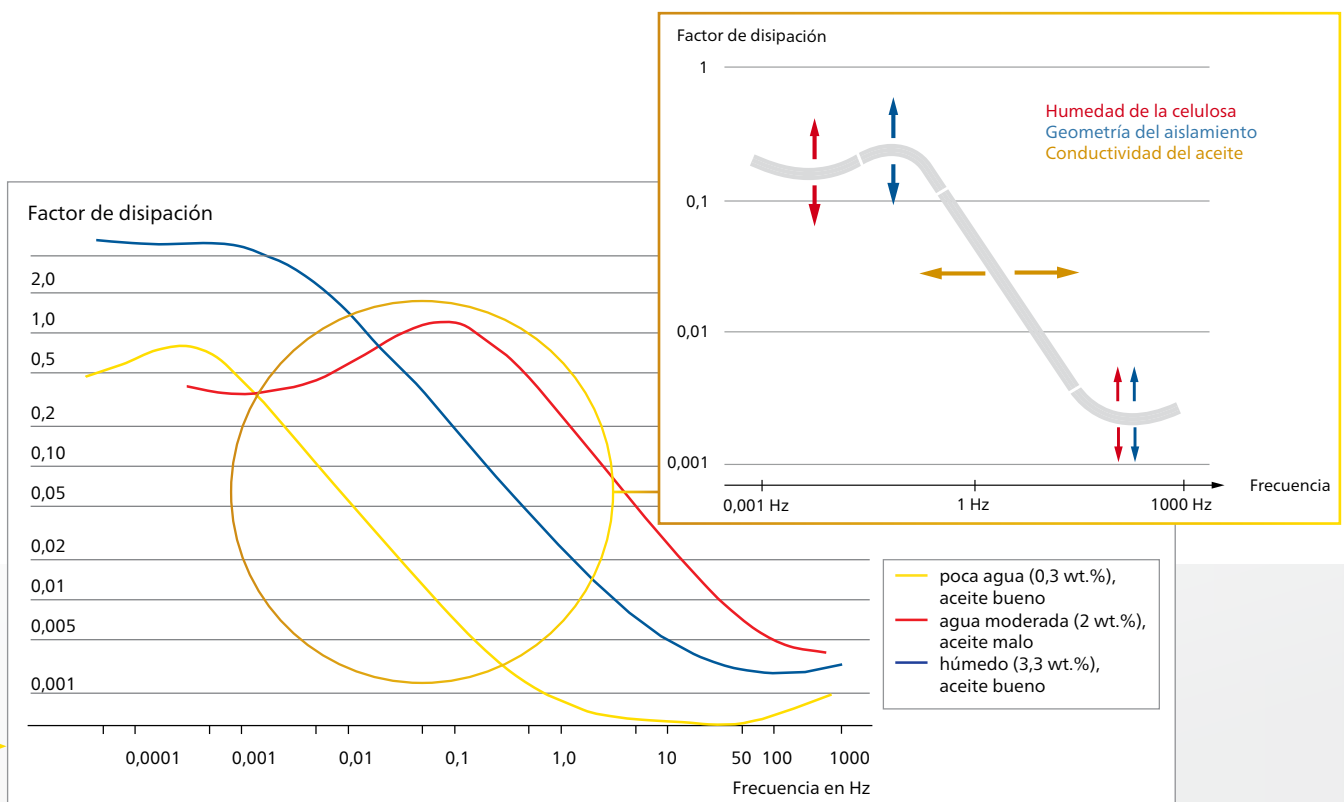
Este método es científicamente aprobado por CIGRE. No existe otra forma no invasiva de evaluar la humedad en un transformador que brinde precisión comparable.

El contenido de humedad se determina directamente en la celulosa y no se deduce de la humedad en el aceite. Por lo tanto, el método es aplicable a todas las temperaturas y no hay necesidad de esperar hasta que se haya alcanzado el equilibrio de humedad entre el papel y aceite.

La evaluación se realiza de acuerdo con la norma IEC 60422 que ofrece categorías para los niveles de humedad.

## ¿Por qué utilizar DIRANA?

- > Determinación confiable de la humedad en transformadores de potencia y bornas con aislamiento de papel impregnado en aceite (OIP).
- > Proporciona tiempos de medición extremadamente breves mediante la combinación de métodos de medición (FDS y PDC+)
- > Amplio rango de frecuencias (10  $\mu$ Hz ... 5 kHz)



La curva de respuesta dieléctrica permite extraer conclusiones sobre los diferentes factores que influyen en el resultado de la medición.

# Análisis de transformador de corriente

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- ✓ TC
- Cables
- Cambiador de tomas
- Aislamiento
- Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Los fabricantes de transformadores de potencia prueban los transformadores de corriente (TC) durante la prueba de aceptación final, mientras que los operadores de la subestación los prueban durante la puesta en servicio. Las pruebas verifican si los TC envían señales correctas al sistema de protección de la subestación.

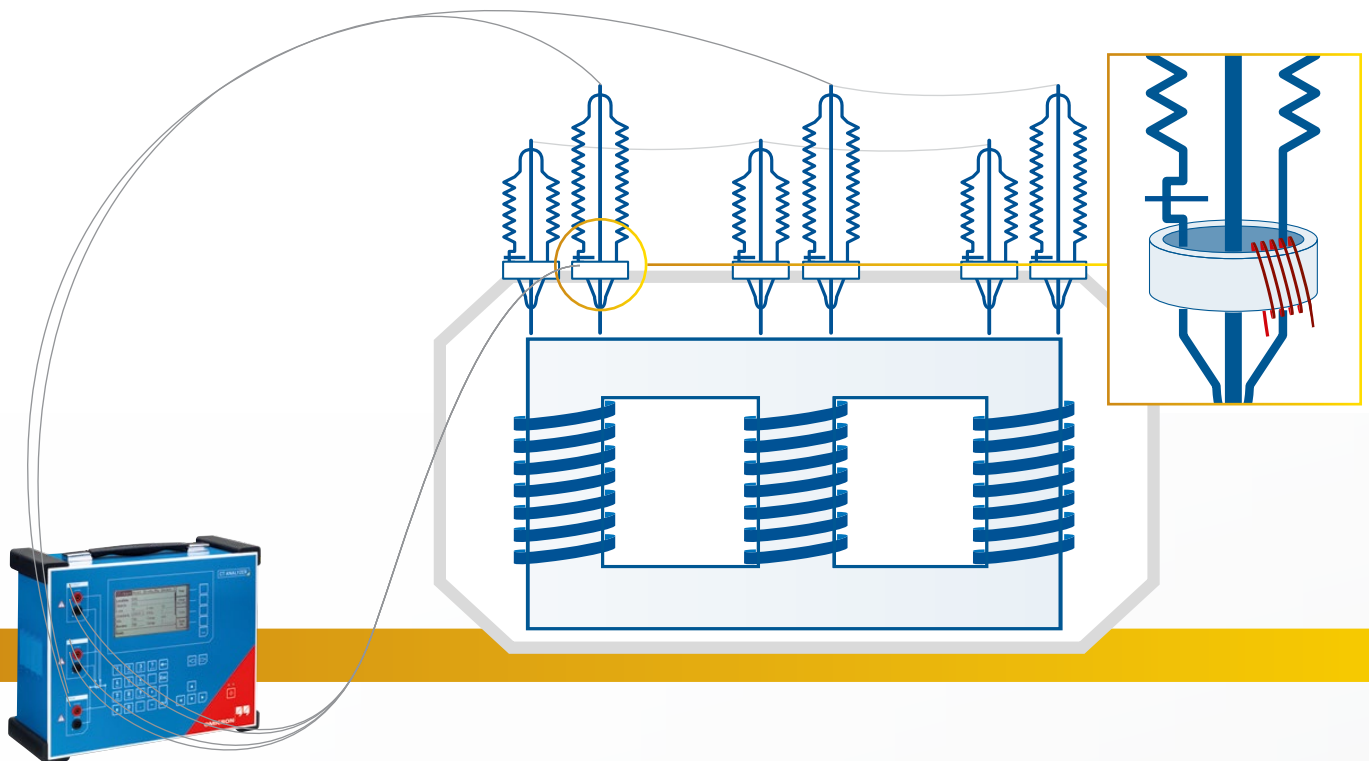
Unas señales erróneas provocan un funcionamiento incorrecto del sistema de protección que puede dañar los activos conectados. Los parámetros que se comprueban son la exactitud del TC, incluido el error de relación y de desplazamiento de fase del TC, la exactitud para diferentes cargas, la resistencia del devanado del TC, las características de excitación del TC, ALF y FS.

Todas las pruebas se realizan en cumplimiento de las normas: IEC 60044-6, IEC 60044-1, IEC 61869-2, IEEE C57.13

## ¿Cómo funciona?

Cada fase se prueba por separado, las demás fases deben estar cortocircuitadas. Se aplica una tensión a través del lado secundario. Esto produce la fuerza magnética y la densidad de flujo magnético en el núcleo del TC. El error de relación se calcula utilizando la carga y los datos del modelo de TC (diagrama de circuito equivalente), cuyos parámetros se determinan.

No se necesita una fuente de alta corriente y solo hay que realizar la prueba una vez, incluso cuando hay que evaluar posteriormente el TC utilizando más cargas y corrientes primarias. Se miden con precisión todos los parámetros relevantes del TC, teniendo en cuenta las características de carga y excitación del TC.



CT Analyzer realiza pruebas de diagnóstico en los TC de borna.

## Es bueno saber que...

Los ciclos y valores de las pruebas de diagnóstico en los transformadores de corriente (TC) de la borna se definen en las respectivas normas y en la guía de puesta en servicio de los operadores de TC.

Se determina el error de TC para diferentes métodos de conexión de los devanados de un transformador. Mediante una comprobación de la polaridad se verifica la correcta polaridad del TC y del devanado del TC. Se mide la curva de excitación y se calculan los puntos de inflexión. Se mide la remanencia y se desmagnetizan los TC para evitar un funcionamiento erróneo del relé de protección.

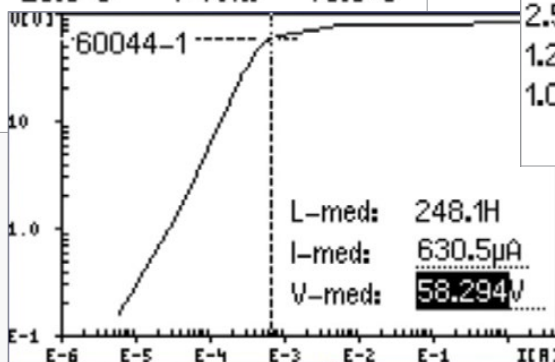
Cuanto mayor sea la impedancia de la carga, menor será el margen hasta alcanzar la saturación. La saturación del núcleo se alcanza cuando la magnetización ya no se incrementa más mientras que la intensidad del campo magnético externo sigue aumentando. El resultado es una disminución masiva de la eficiencia y desempeño del TC.

Cuando se mide la relación de los TC montados en la borna de los terminales del devanado del transformador, se utiliza el método de inyección de tensión en lugar del método de inyección de corriente debido a la impedancia del devanado del transformador. Para este método, se aplica una tensión de prueba en el lado secundario del TC y se realiza una medición de la tensión en los terminales de las bornas de los devanados del transformador. Esta prueba también puede realizarse usando el sistema CPC 100 para comprobar la relación, polaridad y la clase de protección del TC.

## ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > La desmagnetización automática de los TC evita funcionamientos erróneos del sistema de protección
- > Generación automática de informes de prueba de acuerdo con las normas
- > El método de inyección de tensión secundaria es la única manera de probar los TC de borna ya conectados a transformadores de potencia
- > Exactitud extremadamente alta (0,02 % típico) hasta la clase de exactitud 0,1
- > Diseño compacto y ligero (< 8 kg)

CT-Obj...	Resistencia	Excitaci...	Relación
Devanado secundario:			
I-CC:	0.962A	V-CC:	8.516V
R-med.:	8.852Ω	R-ref.:	10.56Ω
T-med.:	25.0°C	T-ref.:	75.0°C



CT-Objeto	Resistenc...	Excitación	Relación
Carga	Err. relación de corrientes (en %) a % de Inom		
Nominal	100%	120%	
VA/Cosφ	100%	120%	
2.50/1.000	-0.009	-0.008	
1.25/1.000	-0.008	-0.007	
1.00/1.000	-0.007	-0.007	

Resisten...	Excitaci...	Relación	Evaluación
Norma:	60044-1	Clase:	0.1
Parámetro	Auto	Manual	
Clase	Correcto	?	
ε	Correcto	?	
Δφ	Correcto	?	
FS	Correcto	?	

Diferentes tarjetas de prueba le ayudan a comprobar y evaluar parámetros importantes del TC como relación, resistencia y su clase de protección.

# Análisis de descargas parciales

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Bornas
  - Transformadores de corriente
  - Cables
  - Cambiador de tomas
- ✓ Aislamiento
- ✓ Devanados
  - Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las descargas parciales (PD) pueden dañar los materiales del aislamiento en las bornas y devanados de los transformadores de potencia. Esto puede producir graves fallas y costosas interrupciones.

Se observan DP en las bornas de transformadores de potencia y devanados si el material de aislamiento entre los diferentes potenciales de tensión envejece, se contamina o es defectuoso.

La medición de DP es un método confiable y no destructivo que se utiliza para diagnosticar el estado del sistema de aislamiento de un transformador de potencia. Se lleva a cabo durante las pruebas de aceptación en fábrica, la puesta en servicio in situ y las pruebas de mantenimiento de rutina para detectar defectos críticos y evaluar los riesgos.

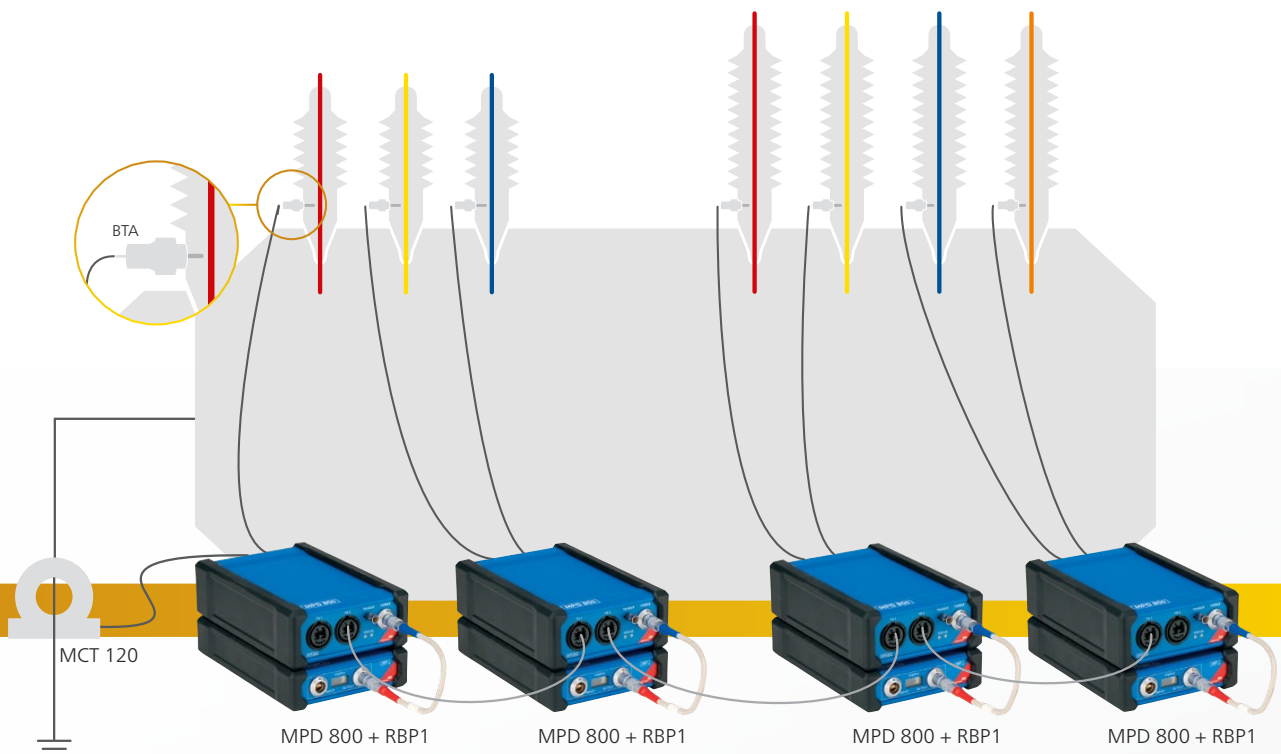
## ¿Cómo funciona?

Al realizar la medición y el análisis de la actividad de DP en los transformadores de potencia, se determinan las pruebas y configuraciones de prueba específicas mediante el tipo de transformador y la norma según la cual se realizan las mediciones.

Dependiendo del tipo de bornas utilizadas, el sistema de análisis de DP se conecta a la toma capacitiva de las bornas o a un condensador de acoplamiento externo. Esto permite mediciones de DP eléctricas en el transformador.

Las DP se miden en  $\mu\text{V}$  (de acuerdo con las normas IEEE) o en pC (de acuerdo con la norma IEC 60270).

Por lo general se despliegan avanzadas técnicas de supresión de ruidos en entornos de muchas interferencias para minimizar los datos irrelevantes.



## Es bueno saber que...

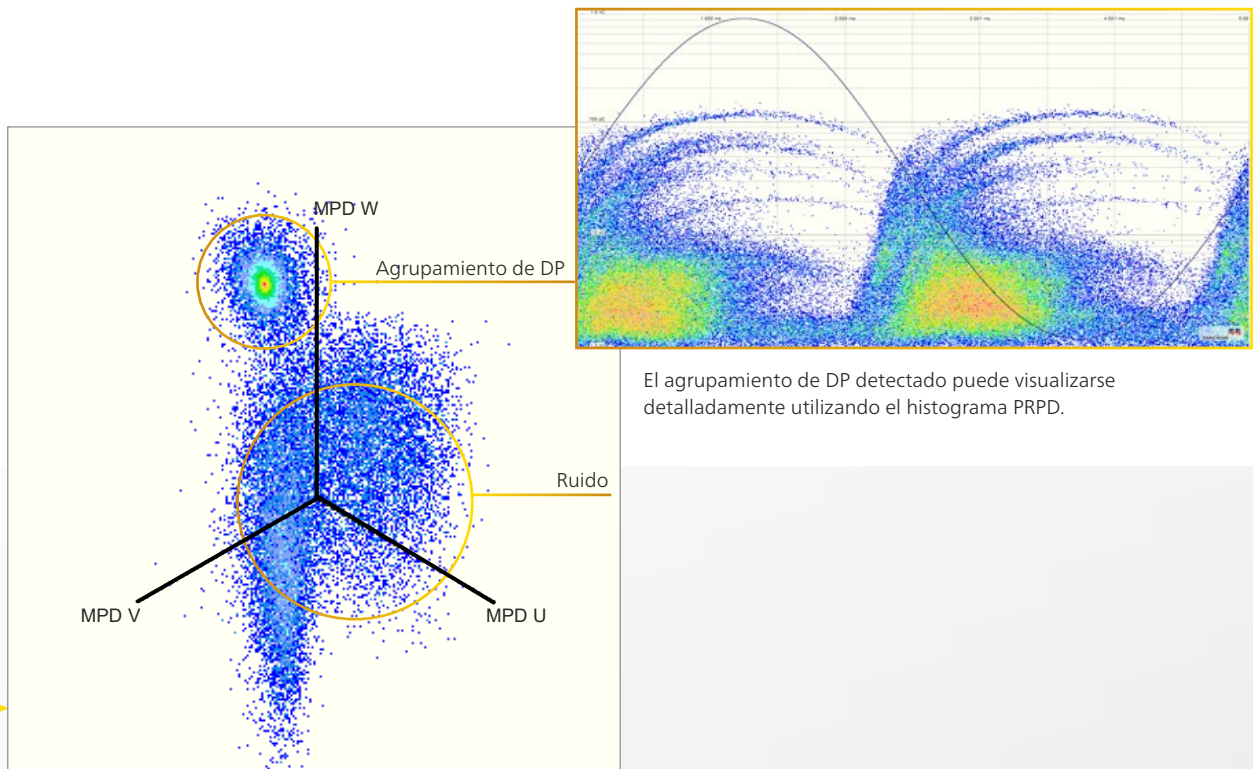
Las DP también pueden medirse directamente en el interior de la cuba de los transformadores con aislamiento líquido mediante sensores de ultraalta frecuencia (UHF). Las mediciones UHF de DP se pueden utilizar como un método de puertas eficaz para verificar los resultados: los pulsos de DP de una medición eléctrica en las bornas se aceptan solamente si también hay presente un pulso de UHF procedente de la cuba del transformador.

Una vez que se detecta actividad de DP, pueden realizarse mediciones de DP acústicas para localizar con precisión los defectos del transformador.

Para la gestión continua de riesgos, puede instalarse un sistema en línea de monitoreo del estado dieléctrico para evaluar continuamente el estado del aislamiento de las bornas y los transformadores.

## ¿Por qué utilizar MPD 800?

- > Mediciones de DP de transformadores de potencia conforme a la norma IEC
- > El aislamiento galvánico mediante cables de fibra óptica garantiza un funcionamiento seguro
- > Capacidad de medición de DP multicanal sincrónica y apantallamiento
- > Grabación y reproducción de conjuntos de datos de DP para su posterior análisis
- > Mediciones simultáneas de DP ( $Q_{IEC}$ ) y de tensión de interferencia de radio (RIV) para realizar pruebas eficientes de aceptación en fábrica
- > Técnicas avanzadas de supresión de ruido y separación de fuentes para un análisis de DP confiable
- > El software personalizable permite que los usuarios seleccionen solo las herramientas de análisis de DP que necesitan



El agrupamiento de DP detectado puede visualizarse detalladamente utilizando el histograma PRPD.

Un 3PARD (Diagrama trifásico de relación de amplitudes) separa las fuentes de DP del ruido

# Localización de descargas parciales

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- ✓ Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las descargas parciales (DP) pueden causar daños irreversibles en el aislamiento del transformador de potencia, mucho antes de que falle el aislamiento realmente. Incluso después de la detección y el análisis, es esencial saber exactamente dónde se encuentran los defectos de aislamiento en el transformador.

Mediante las mediciones de DP acústicas, pueden localizarse con precisión los puntos débiles o defectos del aislamiento. Una vez que se conoce la ubicación exacta de defectos, se pueden planificar y ejecutar medidas correctivas de manera eficiente para evitar la falla.

Las mediciones de DP acústicas se llevan a cabo después detectarse una DP durante las pruebas de aceptación en fábrica, y son parte integrante de mediciones de diagnóstico in situ durante la vida útil de los transformadores de potencia.

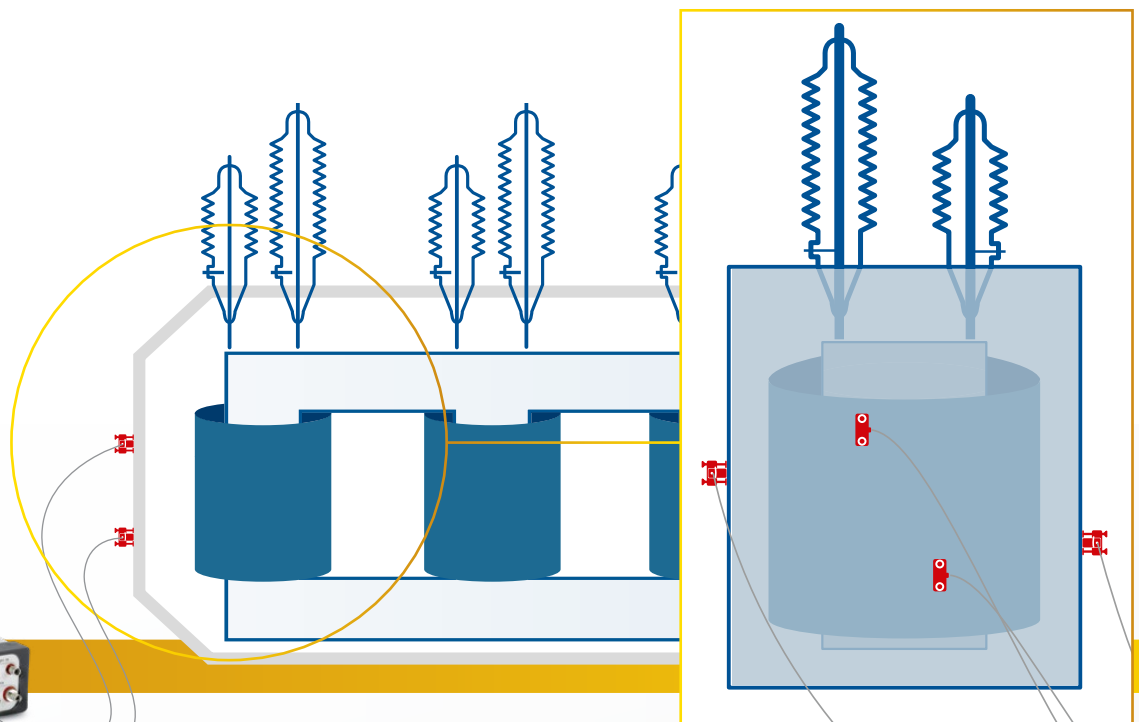
## ¿Cómo funciona?

Se instalan magnéticamente múltiples sensores acústicos en la superficie de la cuba del transformador de potencia. Cada sensor mide el tiempo de propagación de la señal acústica de la fuente de DP hasta la pared de la cuba. La ubicación del defecto se calcula basándose en las diferencias de tiempo, posición del sensor y velocidad de propagación.

Los datos recogidos por estos sensores se comparan de forma simultánea para identificar con precisión la ubicación del defecto.

La norma IEEE C57.127-2007 describe el flujo de trabajo típico de una medición acústica.

Configuración de PDL 650 en un transformador de potencia con cuatro sensores acústicos.



Varios sensores acústicos diseminados en la pared del transformador ayudan a ubicar el defecto.



## Es bueno saber que...

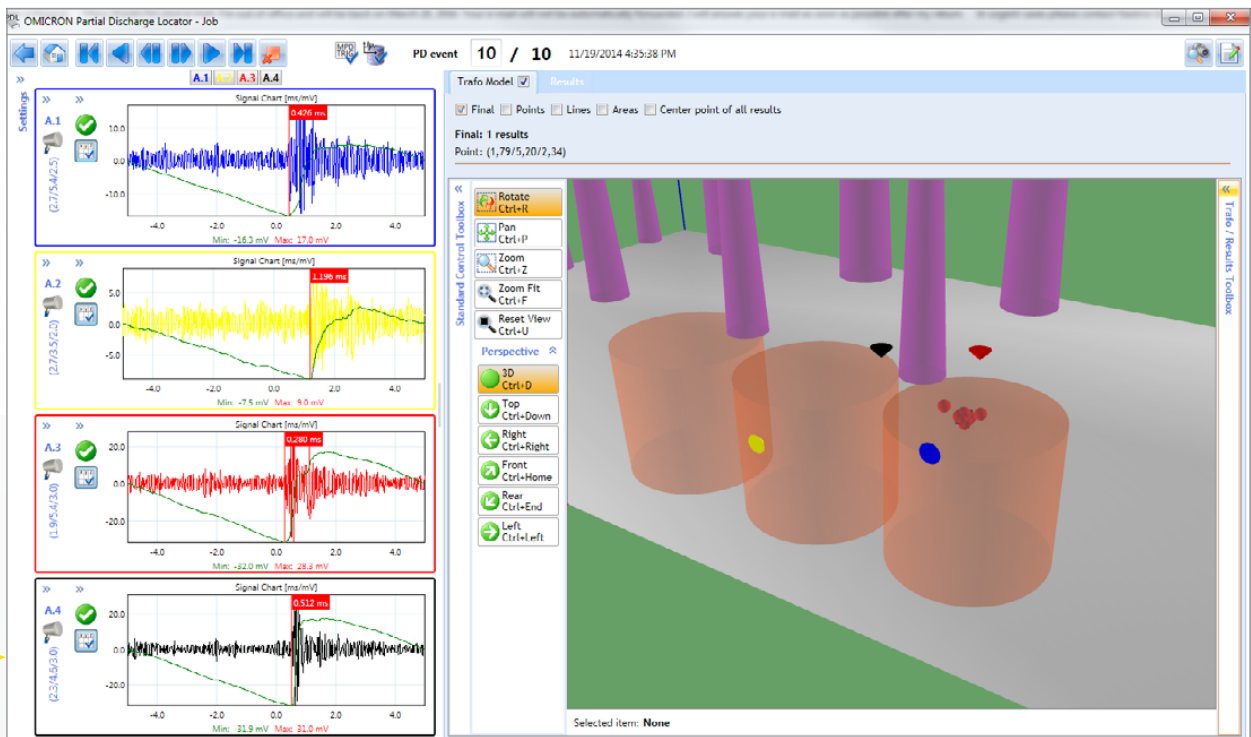
El análisis de gases disueltos (DGA) puede indicar actividad de DP, pero no puede ubicarla en los transformadores de potencia. Por ese motivo se realizan mediciones acústicas de DP si los resultados del DGA muestran evidencias de DP.

Se puede utilizar la combinación de mediciones de detección de DP eléctricas y de ultraalta (UHF) para desencadenar una medición de DP acústica. Este método garantiza una localización óptima de las DP en entornos con fuertes interferencias.

Las mediciones de DP acústicas se realizan mientras los transformadores de potencia están en servicio. Esto elimina la necesidad de cortes de suministro y mantiene el transformador a pleno servicio.

## ¿Por qué utilizar PDL 650?

- > Diseño modular y ligero para un fácil transporte e instalación in situ
- > Seguro gracias a la separación galvánica entre el operador y la alta tensión
- > La visualización en 3D permite a los usuarios ver claramente las ubicaciones de los defectos en el interior del transformador
- > Un trigger eléctrico en combinación con el sistema MPD 600 y los sensores UHF garantiza una localización óptima de las DP en entornos ruidosos



El modelo tridimensional del transformador revela la ubicación exacta de la DP

# Medición y monitoreo temporal en línea de descargas parciales

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Bornas
- Transformadores de corriente
- Cables
- Cambiador de tomas
- ✓ Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo

## ¿Por qué medir?

Las descargas parciales (DP) pueden dañar los materiales del aislamiento en las bornas y devanados de los transformadores de potencia. Esto puede producir rupturas del aislamiento y costosas interrupciones del servicio. Se observan DP en las bornas de transformadores de potencia y devanados si el material de aislamiento entre los diferentes potenciales de tensión envejece, se contamina o es defectuoso.

La medición en línea de DP evalúa la actividad de las DP y ofrece una instantánea del estado del aislamiento cuando el activo está en funcionamiento. El monitoreo temporal en línea de DP indica cambios en la actividad de DP durante períodos de tiempo específicos durante la vida útil de un activo.

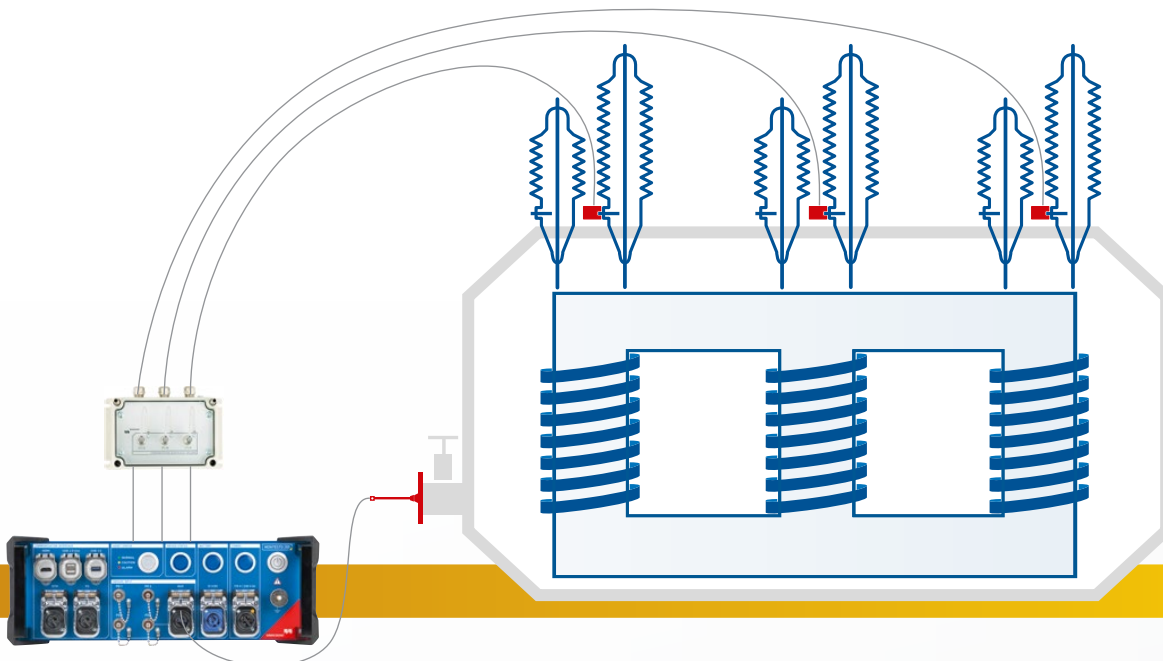
Los datos recopilados con la medición y monitoreo en línea de DP permiten a los ingenieros determinar cuándo presentará el equipo eléctrico un riesgo de falla. Esta información vital basada en el estado ayuda a optimizar las estrategias de mantenimiento, la gestión de activos y la planificación de inversiones.

## ¿Cómo funciona?

El sistema combinado de medición y monitoreo de DP en línea puede conectarse fácilmente mediante una caja de terminales a sensores de toma de borna de instalación permanente.

Esto permite una configuración segura y cómoda de tipo "plug-and-play" cuando los activos eléctricos están en línea. Como resultado, pueden evitarse los tiempos muertos innecesarios y evaluarse el activo en condiciones de funcionamiento.

La actividad de DP se mide de forma sincrónica en las tres fases en las tomas de la borna y en el interior de la cuba del transformador en el rango de UHF. Las herramientas de diagnóstico avanzadas, como 3PARD (diagrama trifásico de relación de amplitudes), se utilizan para separación de ruido y de múltiples fuentes de DP para una interpretación confiable.



El sistema MONTESTO 200 puede conectarse fácilmente mediante una caja de terminales a sensores de DP de instalación permanente. Esto permite una configuración segura y cómoda de tipo "plug-and-play" cuando los activos eléctricos están en línea.

## Es bueno saber que...

La mejor manera de confirmar la actividad continuada de DP en las bornas y los devanados es el monitoreo de las DP en las tomas de las bornas y en el rango de UHF.

Se pueden activar el muestreo de aceite periódico y el análisis de gases disueltos (DGA) en laboratorio para confirmar las tendencias dieléctricas mediante la detección de los subproductos de degradación del aislamiento disueltos en el aceite del transformador.

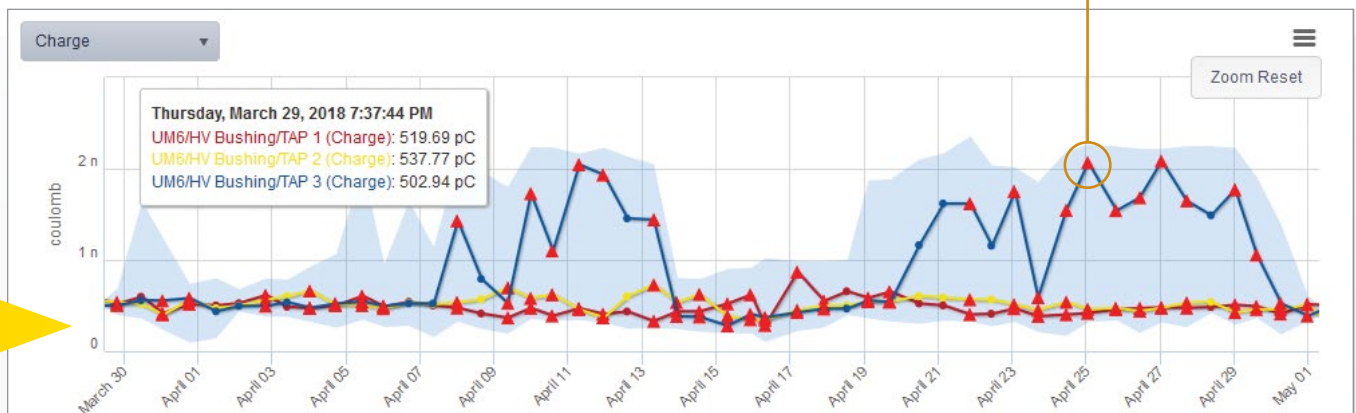
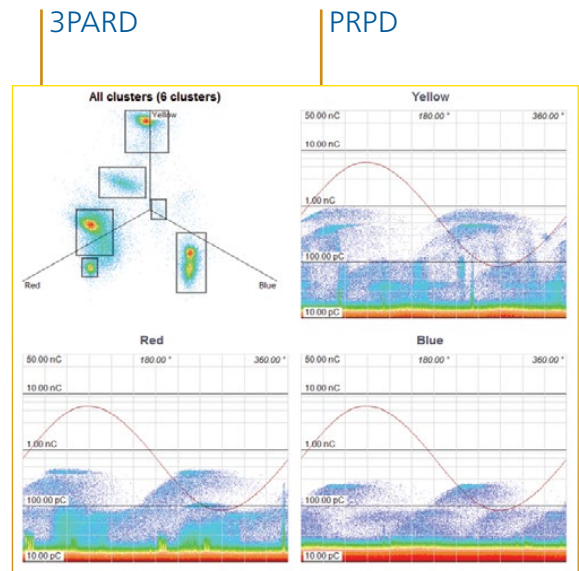
Las mediciones de DP acústicas se pueden implementar después de detectada la DP para obtener una ubicación precisa y confiable de las fallas del aislamiento en los devanados del transformador.

## ¿Por qué utilizar MONTESTO 200?

- > Solución dos en uno para el diagnóstico y monitoreo de DP en línea
- > Compacto y liviano para un cómodo transporte
- > Diseñado para uso en interiores y exteriores
- > Computadora incorporada para la recopilación y archivo continuo de datos in situ
- > Interfaz basada en la web para un cómodo acceso remoto a los datos
- > Funciones de software automatizadas para facilitar el análisis de datos y la generación de informes

Event Log - TRAF0 UM6		
Confirm All		
Start Date ▼	End Date	Level ▼
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Critical
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning

El registro de eventos muestra los eventos de DP que activan un aviso (amarillo) o una alarma (rojo).



Vea las gráficas de tendencias de DP para cada fase o canal. Desplácese sobre los puntos para ver los valores de DP y haga zoom para ver más detalles.

Creamos valor para a nuestros clientes con...

## Calidad

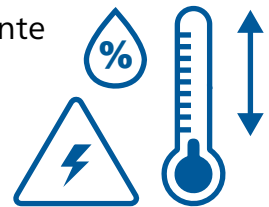
Queremos que siempre pueda contar con nuestras soluciones de prueba. Por eso hemos desarrollado nuestros productos con experiencia, pasión y cuidado, estableciendo estos continuamente estándares innovadores en nuestro sector.



Puede contar con los más altos niveles de seguridad y protección

Confiabilidad superior mediante

72



horas de pruebas de rodaje antes de la entrega

100%



de pruebas de rutina de todos los componentes de los equipos de prueba

ISO 9001  
TÜV & EMAS  
ISO 14001  
OHSAS 18001



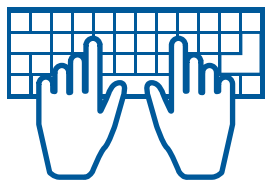
Conformidad con las normas internacionales

## Innovación

Pensar y actuar de forma innovadora es algo que está profundamente arraigado en nuestros genes. Nuestro amplio concepto del cuidado del producto también garantiza que la inversión rinda beneficios a largo plazo, por ejemplo, con actualizaciones de software gratuitas.

Más de

200



desarrolladores  
mantienen actualizadas  
nuestras soluciones

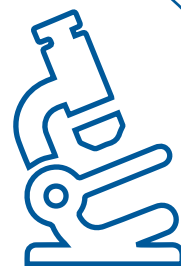
Necesito...



... una cartera de  
productos previstos para  
sus necesidades

Más del

15%



de nuestros ingresos anuales  
se reinvierte en investigación  
y desarrollo

Ahorre hasta el

70%



del tiempo de prueba  
mediante plantillas y  
automatización

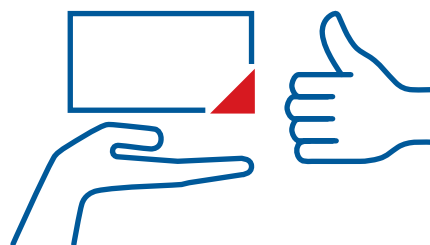
Creamos valor para a nuestros clientes con...

## Asistencia

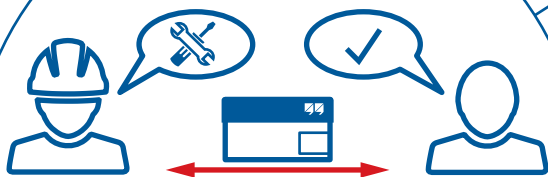
Cuando se requiere una asistencia rápida, siempre estamos a su lado. Nuestros técnicos altamente cualificados están siempre localizables. Además, le ayudamos a minimizar los tiempos fuera de servicio, prestándole equipos de prueba de uno de nuestros centros de servicio.



Asistencia técnica profesional  
en todo momento



Dispositivos en préstamo  
ayudan a reducir el tiempo  
fuera de servicio



Reparación y calibración  
económicas y sin  
complicaciones



oficinas en todo el  
mundo para contacto  
y asistencia locales

## Conocimientos

Mantenemos un diálogo continuo con los usuarios y expertos. Los clientes pueden beneficiarse de nuestra experiencia con acceso gratuito a notas de aplicación y artículos profesionales. Además, la OMICRON Academy ofrece un amplio espectro de cursos de capacitación y seminarios web.



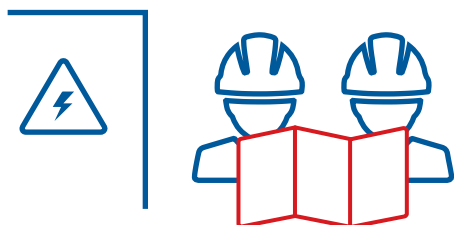
OMICRON organiza frecuentes reuniones, seminarios y conferencias de usuarios

Más de

300



cursos prácticos y teóricos al año



Expertos en asesoramiento, pruebas y diagnóstico



a miles de artículos técnicos y notas de aplicación



OMICRON es una empresa internacional que trabaja con pasión en ideas para que los sistemas eléctricos sean seguros y confiables. Nuestras soluciones pioneras están diseñadas para responder a los retos actuales y futuros de nuestro sector. Nos esforzamos constantemente para empoderar a nuestros clientes: reaccionamos ante sus necesidades, facilitamos una extraordinaria asistencia local y compartimos nuestros conocimientos expertos.

Dentro del grupo OMICRON, investigamos y desarrollamos tecnologías innovadoras para todos los campos de los sistemas eléctricos. Cuando se trata de las pruebas eléctricas de los equipos de media y alta tensión, pruebas de protección, soluciones de pruebas para subestaciones digitales y soluciones de ciberseguridad, clientes de todo el mundo confían en la precisión, velocidad y calidad de nuestras soluciones de fácil uso.

Fundada en 1984, OMICRON cuenta con décadas de amplia experiencia en el terreno de la ingeniería eléctrica. Un equipo especializado de más de 900 empleados proporciona soluciones con asistencia permanente en 25 locaciones de todo el mundo y atiende a clientes de más de 160 países.

Para obtener más información, documentación adicional e información de contacto detallada de nuestras oficinas en todo el mundo visite nuestro sitio web.

