

# Pruebas de diagnóstico en transformadores de instrumentación

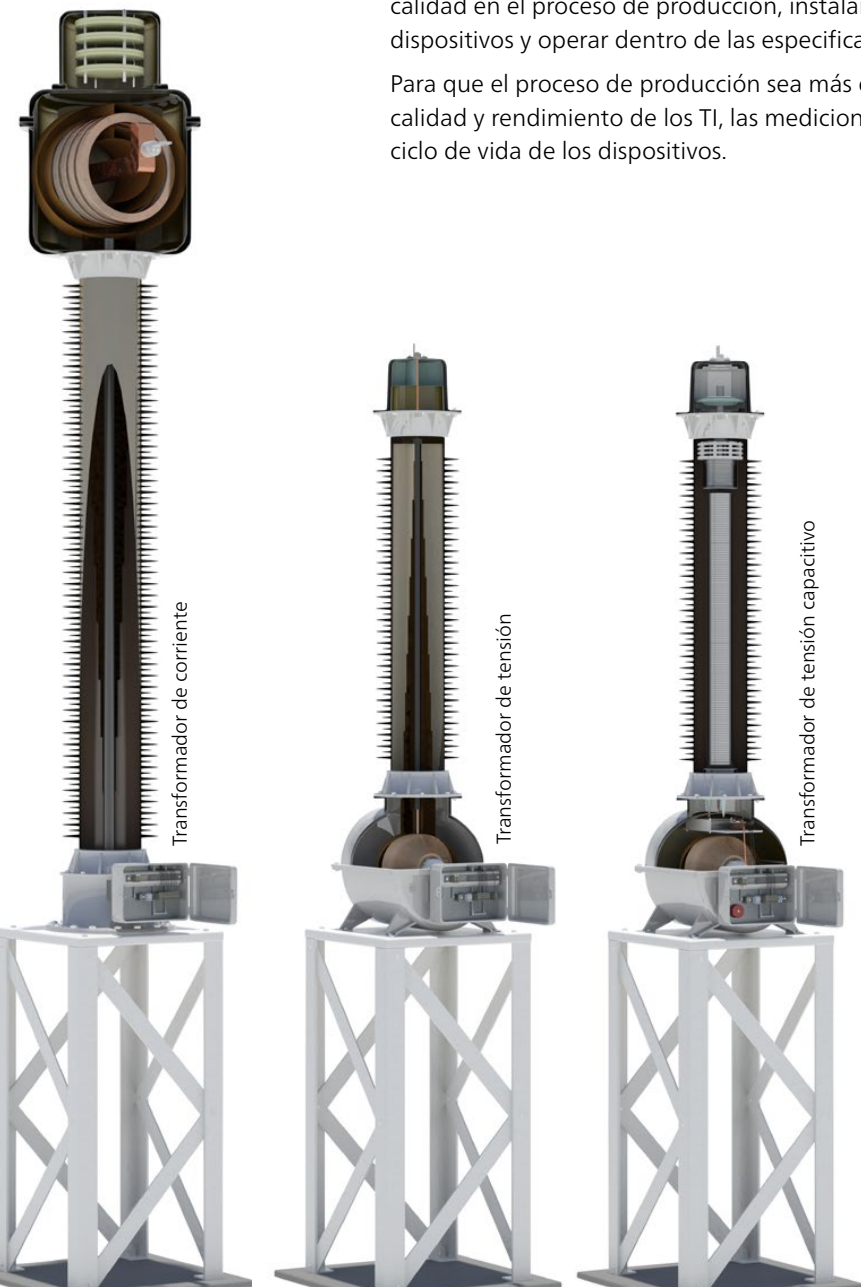


# Garantizar una alta calidad y eficacia durante todo el ciclo de vida de

Actuando como enlace entre el sistema primario y el secundario, los transformadores de instrumentación (TI) son esenciales para un suministro de energía confiable y seguro.

Las pruebas de TI son de gran importancia ya que sirven para garantizar una alta calidad en el proceso de producción, instalar con precisión y poner en servicio los dispositivos y operar dentro de las especificaciones.

Para que el proceso de producción sea más eficaz y para garantizar una buena calidad y rendimiento de los TI, las mediciones deben realizarse durante todo el ciclo de vida de los dispositivos.



## Fuentes típicas de fallas del TI

- > **Defectos de diseño**  
Relacionados con la relación, núcleo magnético, aislamiento
- > **Defectos de fabricación**  
Circuitos abiertos, cortocircuitos, fallas de aislamiento
- > **Funcionamiento fuera de especificaciones**  
Sobrecarga/subcarga, corrientes/tensiones incorrectas
- > **Influencias eléctricas**  
Picos de conmutación, rayos, sobretensiones, corrientes de cortocircuito
- > **Envejecimiento/corrosión**  
Humedad, ácidos, oxígeno, contaminación, fugas

Diseño

Fabricación

Pruebas de  
aceptación  
en fábrica

# los transformadores de instrumentación

## Pruebas y instrumentos correctivos

- > **Durante el proceso de producción**  
Determinar la condición exacta y los datos de desempeño en las etapas definidas en el proceso de producción con el fin de evitar el procesamiento de dispositivos inexactos o defectuosos y aumentar así la eficiencia en el proceso de producción
- > **Después de la fabricación**  
Conocer el desempeño real de un TI de acuerdo con las normas y proporcionar pruebas de huellas digitales útiles para su posterior comparación
- > **Después del transporte**  
Realizar pruebas después del transporte para asegurarse de que el transporte no causó fallas mecánicas en el TI y que sigue funcionando de acuerdo a las especificaciones
- > **Durante la instalación y la puesta en servicio**  
Garantizar que el TI está instalado correctamente y funciona de acuerdo con las especificaciones en su entorno operativo
- > **Mantenimiento periódico**  
Conocer la condición del TI para evitar averías, apagados y prolongados cortes de suministro

Vida útil del transformador de instrumentación



Transporte

Instalación y  
Puesta en  
servicio

Funcionamiento

# Componentes del transformador de instrumentación y fallas detectables



Componente	Fallas detectables
Aislamiento	Descargas parciales
	Humedad en el aislamiento de papel
	Envejecimiento, humedad, contaminación de los fluidos de aislamiento
	Defectos en las capas capacitivas de compensación de potencial
Devanados	Cortocircuitos (cortocircuitos entre espiras)
	Circuitos abiertos
	Problemas de contacto
Núcleo	Deformación mecánica;
	Conexión a tierra del núcleo flotante;
	Estructuras de sujeción flojas
	Cortocircuitos magnéticos
Divisor de tensión capacitivo	Premagnetización / magnetismo residual
	Rotura parcial de capas capacitivas individuales
Reactancia de compensación (solo CVT)	Espiras cortocircuitadas
Circuito electromagnético entero	Exactitud (error de relación y desplazamiento de fase)
	Error de relación (error compuesto)
	Polaridad
	Valores nominales incorrectos del TI
Carga	Valores nominales incorrectos
	Conexión incorrecta o defectuosa entre el TI y contador / relé

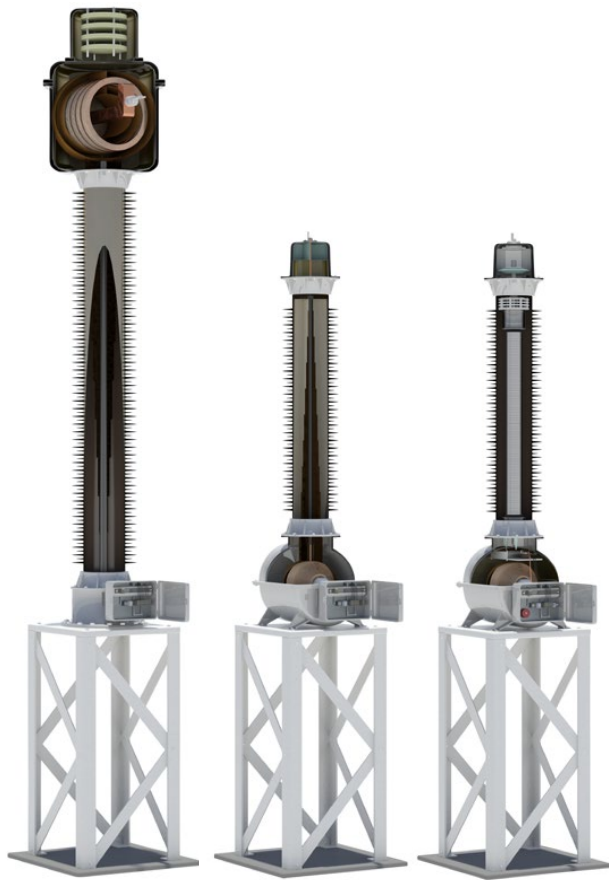
■<sup>1</sup>: Las fallas provocan cambios en la exactitud del TI

■<sup>2</sup>: A menudo estas fallas no pueden identificarse claramente, pero las comparaciones con datos anteriores ayudan a encontrar las fallas.

bles

Métodos de medición posibles											
							■				
								■			
								■	■		
									■		
	■ <sup>1</sup>	■		■ <sup>2</sup>	■						
	■ <sup>1</sup>	■		■ <sup>2</sup>	■						
	■ <sup>1</sup>	■			■						
	■ <sup>1</sup>			■ <sup>2</sup>							
	■	■									■
	■ <sup>1</sup>	■									
	■ <sup>1</sup>										
	■									■	
	■	■									
	■	■	■								
	■	■							■		■
						■					■
			■			■					
Exactitud (error de relación y desplazamiento de fase)											
Relación / Error de relación											
Polaridad											
Características de excitación											
Resistencia del devanado											
Carga											
Análisis de descargas parciales											
Análisis de respuesta (en frecuencia) dieléctrica											
Prueba del factor de potencia / factor de disipación											
Factor límite de exactitud (ALF) y la tensión de terminal (V <sub>0</sub> )											
Medición del magnetismo residual											
Parámetros del ITC transitorio											

# La solución de pruebas ideal para sus necesidades individuales y req



	CT ANALYZER	VOTANO 100
Exactitud (error de relación y desplazamiento de fase)	■	■
Relación / Error de relación	■ <sup>1</sup>	■
Polaridad	■	■
Características de excitación	■	■
Resistencia del devanado	■	■
Carga	■	■
Análisis de descargas parciales		
Análisis de respuesta (en frecuencia) dieléctrica		
Medición del factor de potencia / factor de disipación:		
a 50 Hz o 60 Hz		
con frecuencia variable		
Factor límite de exactitud (ALF) y la tensión de terminal ( $V_b$ )	■	
Medición del magnetismo residual	■	
Parámetros del TC transitorio	■	

<sup>1</sup> Puede medir la relación de TC y TT

<sup>2</sup> El CPC 100 puede probar la relación de los TC y TT; las pruebas con amplitudes superiores requieren el accesorio CP TD12/15 y un amplificador de corriente

<sup>3</sup> Solo es posible para los TC

<sup>4</sup> Es necesario el accesorio CP TD12/15

<sup>5</sup> Con exactitud limitada

<sup>6</sup> Son necesarios una fuente de alimentación y un condensador estándar

Equipo de prueba ligero de alta precisión para las pruebas y calibración del transformador de corriente.



Dispositivo de alta exactitud y móvil para pruebas y calibración de transformadores de tensión



# Usos / aplicación

CPC 100	CPC 80 + CP TD12/15	COMPANO 100	DIRANA	MPD 800	TANDO 700
■ <sup>2</sup>		■ <sup>5</sup>			
■		■			
■ <sup>3</sup>					
■					
■		■			
				■	
			■		
■ <sup>4</sup>	■		■		■ <sup>6</sup>
■ <sup>4</sup>	■		■		■ <sup>6</sup>
■					

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 portátil de inyección primaria y secundaria y protección básica.

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

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

Equipo de prueba de máxima precisión para mediciones del factor del disipación/potencia y la capacitancia en activos de alta tensión (son requeridos una fuente externa y un capacitor de referencia)

# Métodos de pruebas eléctricas en transformadores de instrumentación

## Pruebas eléctricas directas

En el lado primario (AT) de los TI se inyectan las señales (tensión/corriente) y en el lado secundario (BT) se mide el valor correspondiente. Los parámetros determinados son relación, exactitud, polaridad, etc.

Durante las pruebas de exactitud, hay que conectar diferentes cargas de prueba al TI para considerar su influencia en su comportamiento. El método puede aplicarse tanto a los TI convencionales como a los no convencionales.

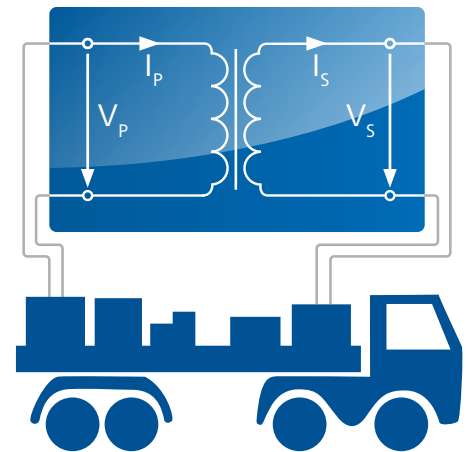
Es obligatoria una prueba con este método a las tensiones / corrientes nominales para cada TI como parte de las pruebas de rutina.

## Inyección nominal primaria

Se utilizan señales de prueba con valores nominales (tensión/corriente). Durante la prueba, se conecta al TI la carga funcional.

Este método se utiliza en los laboratorios de calibración, y a veces en campo, montado en grandes camiones de prueba que proporcionan alta exactitud.

Por lo general, los sistemas de prueba son voluminosos, pesados y, por lo tanto, no son óptimamente adecuados para pruebas en campo, ya que su manejo da lugar a mucho esfuerzo y altos costos.



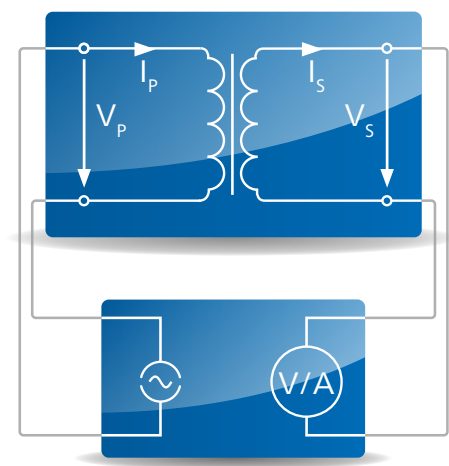
Inyección nominal primaria

## Inyección primaria

Se utilizan señales de prueba primarias (tensión/corriente) (no necesariamente valores nominales). Solo puede utilizarse para una comprobación funcional de los TI convencionales, pero no para la calibración o verificación de clase (no linealidad de los TI).

Para las pruebas de transformadores de instrumentación no convencionales (NCIT), pueden ser adecuadas las señales de prueba de valor más bajo basadas en la declaración de linealidad del fabricante.

Por lo general, los sistemas de prueba son portátiles, pero su exactitud es a menudo limitada. Por lo tanto, este método es adecuado para pruebas de puesta en servicio en campo.



Inyección primaria



## Pruebas eléctricas indirectas

Con este método, se prueba un TI desde el lado secundario con señales de prueba que difieren de los valores primarios. El método es aplicable a los TI convencionales (TC, TT, CVT).

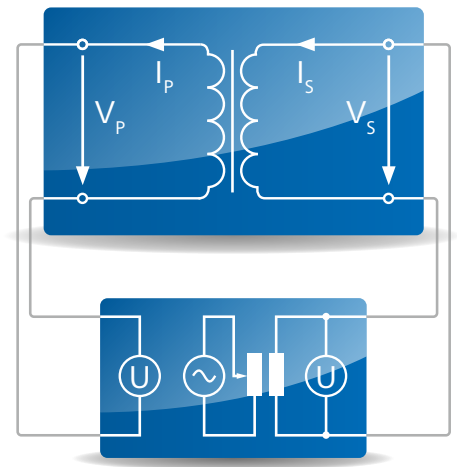
### Inyección de tensión secundaria

Un método de prueba exclusivo para TC donde se inyecta una tensión a través del lado secundario. La tensión de prueba es equivalente a la tensión del terminal operativo a la carga nominal.

La curva de excitación instrumento cumple las normas internacionales.

Se puede determinar el error compuesto aplicando una tensión de acuerdo con el estado operativo individual del TC, midiendo la corriente de excitación correspondiente y calculando el error en consecuencia.

La gran ventaja de este método es que puede utilizarse en campo un equipo de prueba pequeño, ligero, en lugar de los voluminosos equipos de inyección primaria.



Inyección de tensión secundaria

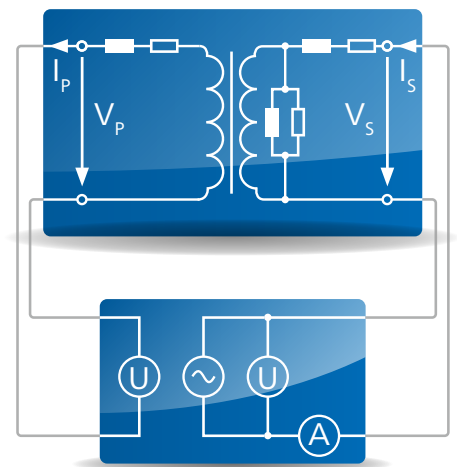
### Pruebas basadas en modelos

Las señales de prueba de bajo valor utilizadas permiten el diseño de equipos de prueba pequeños, ligeros y seguros.

Con este método, los TI se modelan utilizando sus diagramas de circuitos equivalentes (DCE). Basándose en todos los parámetros de DCE medidos y determinados, se calculan los valores de TI necesarios, tales como exactitud, relación, polaridad.

Este método puede utilizarse para la calibración y el diagnóstico ya que los parámetros del DCE proporcionan información precisa sobre el dispositivo e incluso se facilita el análisis de la causa raíz de una falla.

El método es perfectamente adecuado para aplicaciones en campo y en laboratorio (ligero y preciso).



Pruebas basadas en modelos

# Exactitud (según las normas IEC/IEEE)

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- Carga

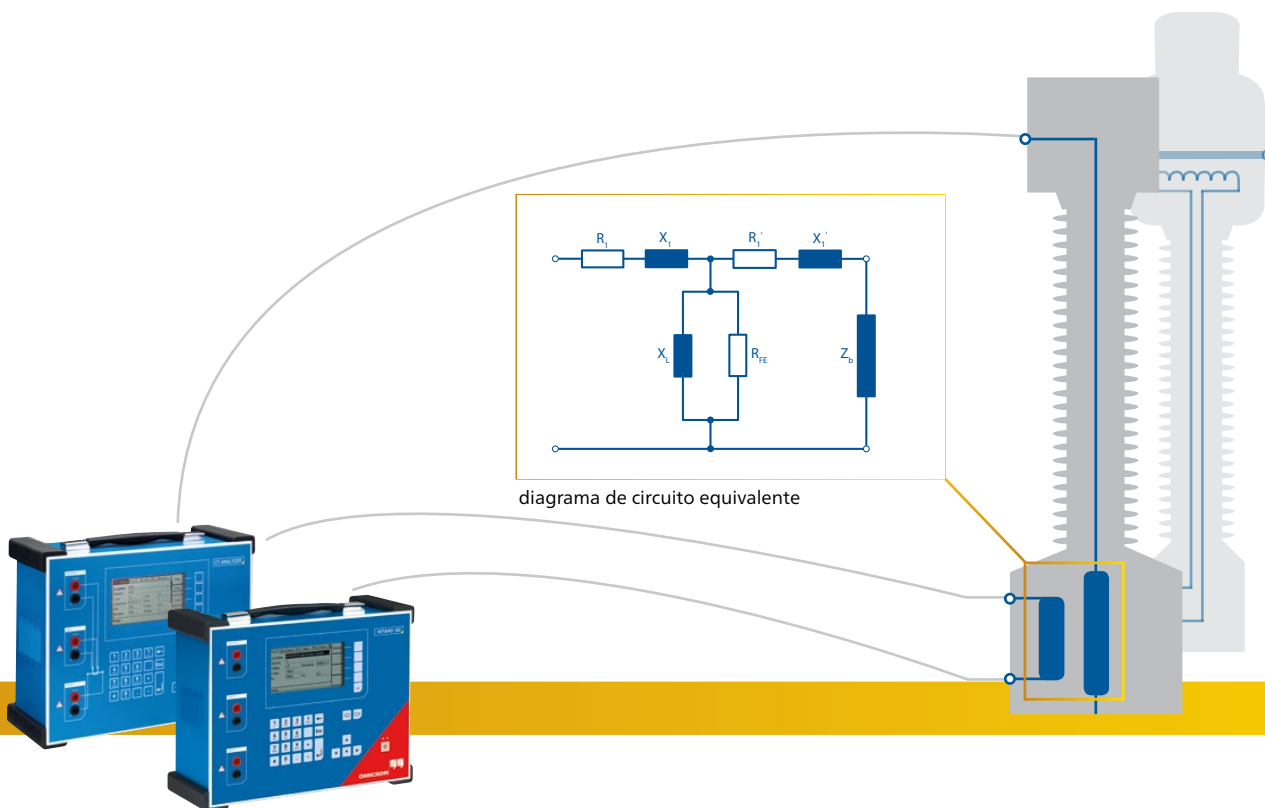
## ¿Por qué medir?

La medición ayuda a garantizar un suministro de energía seguro, estable y económico mediante la evaluación de la integridad de un TI. Con el desempeño preciso del TI en prueba, el operador puede obtener una imagen exacta de las tensiones y corrientes del sistema.

Los transformadores inductivos de corriente y tensión (TC y TT) y los transformadores capacitivos de tensión (CVT) pueden desarrollar desviaciones de relación y de fase. Una operación del TI que utilice cargas, corrientes o tensiones diferentes puede cambiar el error de relación y el desplazamiento de fase, lo que afectará a una operación según la exactitud especificada. Además, a menudo no se detectan las espiras cortocircuitadas de los transformadores de corriente y las capas capacitivas cortocircuitadas en el paquete de condensadores de un CVT. Esto puede provocar errores de lectura, pérdida de ingresos y, en algunos casos, una ruptura completa. Pueden realizarse mediciones de exactitud durante el proceso de producción, en los laboratorios de pruebas o en campo.

## ¿Cómo funciona?

La exactitud del transformador (relación y fase) se determina con un método basado en modelos. El método realiza un modelo de un TI mediante su diagrama del circuito equivalente utilizando algoritmos matemáticos incorporados. Todos los parámetros de los circuitos se determinan con mediciones en campo guiadas por software en las que solo se utilizan tensiones bajas. Posteriormente, se calcula la exactitud del transformador basándose en los parámetros medidos y el estado de carga.



## Es bueno saber que...

Solo el método basado en modelos tiene en cuenta y simula la influencia de diferentes cargas y rangos operativos en la exactitud del transformador.

La medición de la exactitud también puede realizarse utilizando el método de inyección primaria con carga conectada. Otros métodos de prueba convencionales utilizan altas corrientes y altas tensiones.

Las mediciones de exactitud basadas en modelos también se pueden utilizar para diagnósticos adicionales, especialmente en CVT. Además del error de relación y el desplazamiento de fase, los parámetros del circuito están disponibles después de una medición. La causa raíz de una posible desviación en la exactitud puede determinarse mediante el examen de los parámetros.

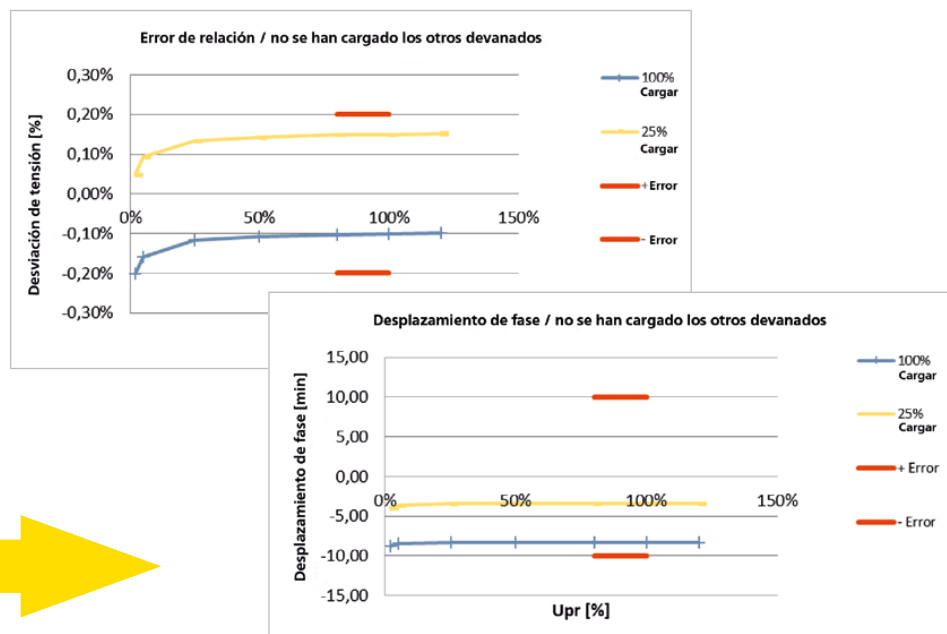
Como solo se utilizan tensiones o corrientes bajas para este método, puede utilizarse en el proceso de producción incluso sin el aislamiento principal.

Los usuarios pueden transferir los parámetros de circuito medidos a programas de simulación para simular el sistema incluyendo una representación no lineal correcta de transformadores de corriente y de tensión.

## ¿Por qué utilizar CT Analyzer y VOTANO 100?

- > Proporciona toda la información relevante para las pruebas móviles y la calibración de los transformadores de protección y de instrumento
- > Único método de medición existente que utiliza señales de prueba bajas y comparativamente seguras
- > Mucho más pequeño, más ligero, fácil de usar y más seguro que cualquier equipo de pruebas primarias existente
- > Mediciones rápidas sin dispositivos de referencia y equipo de poco peso
- > Posibilidad de simulación de los diferentes modos de funcionamiento tras las mediciones
- > Con los accesorios, también se pueden medir TC y TT con múltiples tomas
- > Evaluación automatizada de los resultados con valores definidos en las normas IEEE, ANSI o IEC seleccionadas

Error de relación y desplazamiento de fase de un TI



# Relación / Error de relación

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo
- ✓ Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- Carga

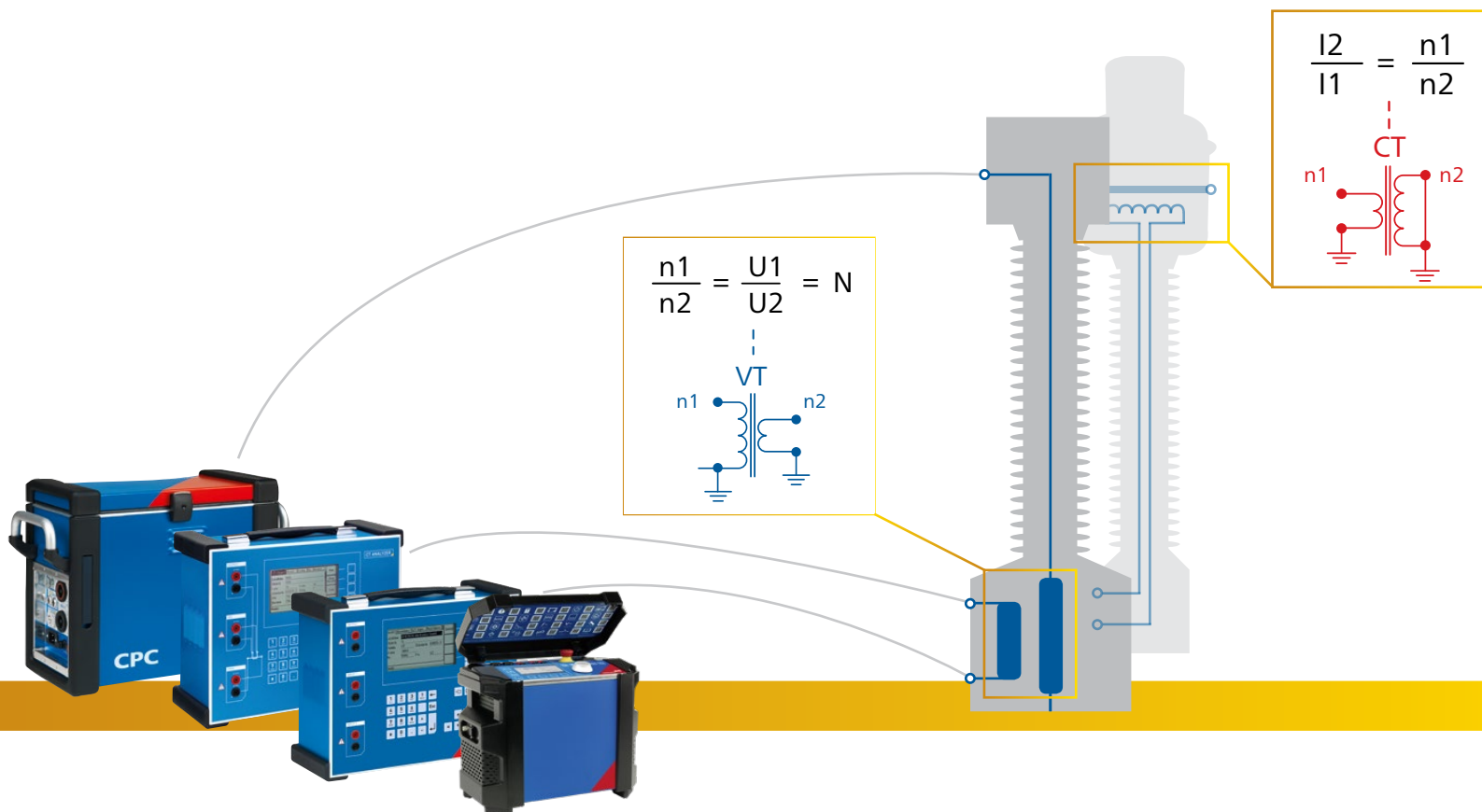
## ¿Por qué medir?

La relación o el error de relación se miden como una prueba funcional del desempeño de los TI durante la fabricación, la aceptación en fábrica, como parte de las pruebas de puesta en servicio o como una prueba del desempeño después de una interrupción. La relación instrumento de los TI se compara con las especificaciones de diseño y de la placa de características y con los resultados de mediciones anteriores. Se puede calcular el error para cada punto de prueba. Las desviaciones de las especificaciones pueden indicar fallas internas (por ejemplo, circuitos abiertos o cortocircuitos) o fallas durante la producción. Los errores de relación pueden provocar un funcionamiento incorrecto de la protección y una interpretación falsa de la tensión/corriente del sistema.

## ¿Cómo funciona?

El dispositivo en prueba es un TC o TT con o sin carga conectada. Cuando no hay carga conectada al TI, el lado secundario del TC debe estar cortocircuitado y el lado secundario del TT debe estar abierto. La señal de prueba se aplica al lado primario o secundario. La medición se realiza en el otro lado del TI.

También se puede medir la relación de transformación, el error de relación o el error compuesto con el método de tensión en el que la señal se aplica al lado secundario. Se miden la tensión secundaria, la corriente de excitación y la tensión inducida en el lado primario.



## Es bueno saber que...

Una comprobación de la relación es solo una prueba funcional que generalmente no es comparable a las pruebas de exactitud según las normas IEC / IEEE.

Para los TT capacitivos es aconsejable realizar pruebas independientes de la relación capacitiva y la relación del TT inductivo intermedio. Esto sirve para distinguir entre una falla en el divisor capacitivo y en el circuito electromagnético.

Si los resultados de las mediciones no permiten una interpretación clara, debe realizarse un examen adicional de los TI con un método basado en modelos.

La relación del TC también se puede determinar a través de la inyección secundaria. Para obtener unos resultados muy exactos de la relación de transformación, hay que tener en cuenta la caída de tensión a través de la resistencia del devanado secundario.

Una medición de fase muy exacta permite incluso la detección de cortocircuitos magnéticos (una ventaja durante el proceso de fabricación).

## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Señales de prueba de hasta 2 kA y 12 kV/15 kV
- > El único dispositivo de prueba tanto para inyección primaria (método directo) como para inyección secundaria (método indirecto)
- > También puede probar NCIT según la norma IEC 61850

## ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > Es posible una medición de relación y de exactitud completa
- > Cálculo de parámetros de la placa de características cuando no se conocen los valores
- > Las bajas tensiones de prueba garantizan mediciones seguras
- > Mediciones de alta exactitud (0,05%)

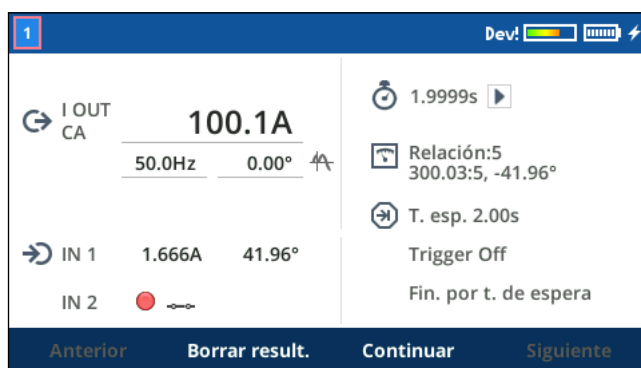
## ¿Por qué utilizar VOTANO 100?

- > Es posible una medición de relación y de exactitud completa
- > Permite la medición independiente de la relación de CVT capacitivo e inductivo
- > Instrumentos de alta exactitud (0,05 % - 0,2 %)

## ¿Por qué utilizar COMPANO 100?

- > Combina comprobaciones de la relación de TC/TT con comprobaciones de la continuidad de circuitos, de polaridad y mediciones de carga
- > Medición selectiva en frecuencia

Resultado de medición de la relación del TC



# Polaridad

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- Carga

## ¿Por qué medir?

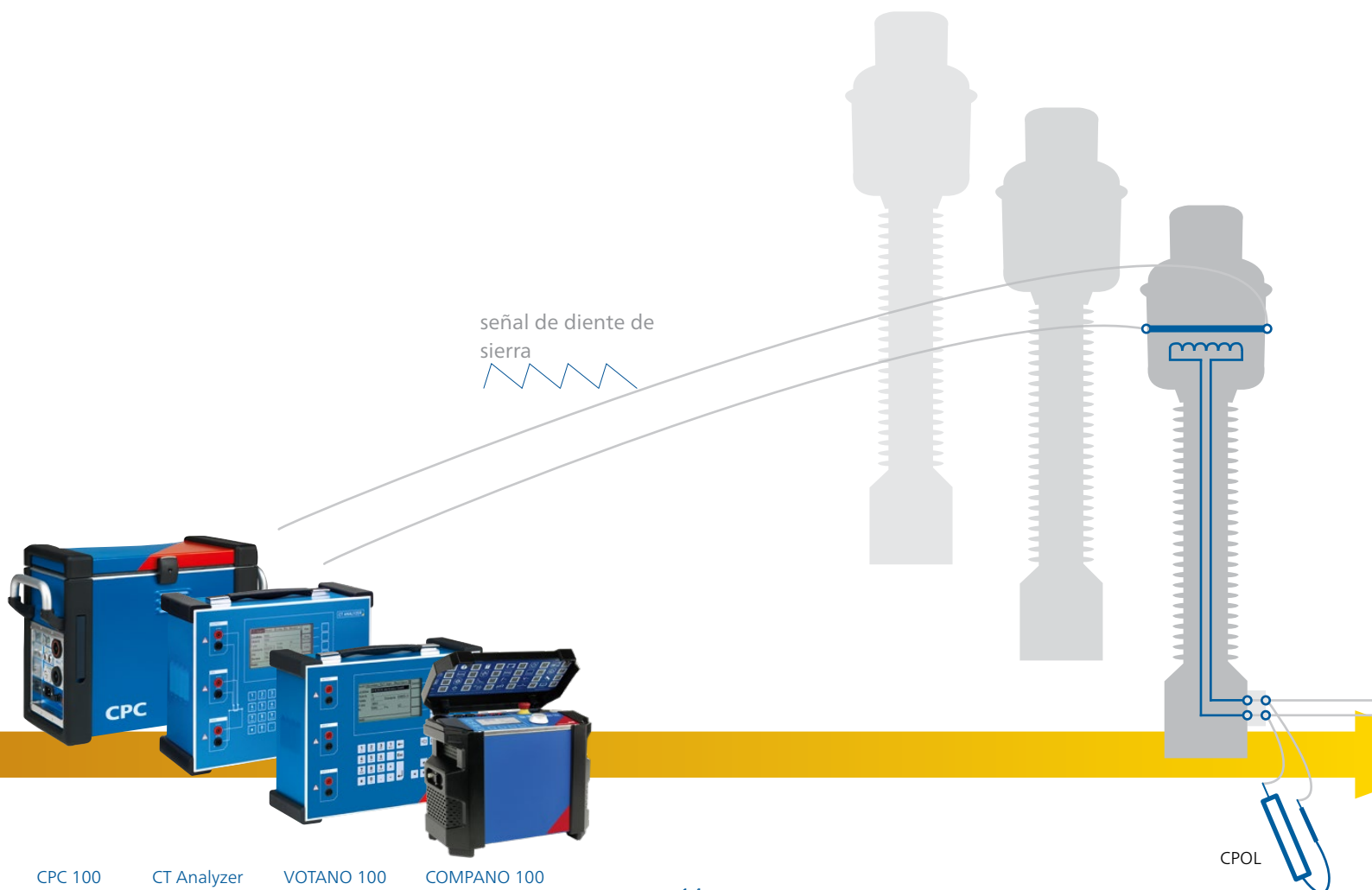
Una comprobación de la polaridad garantiza que es correcta la polaridad entre los devanados primario y secundario de un transformador de instrumentación y, por tanto, la dirección del flujo de energía. Evita todo funcionamiento incorrecto de los dispositivos de protección conectados. La protección de distancia selectiva solo puede garantizarse cuando la polaridad es correcta. Con estas pruebas también se garantiza que los dispositivos secundarios se conecten correctamente al TI y con la polaridad correcta.

## ¿Cómo funciona?

Existen dos métodos diferentes:

Con el primer método, se inyecta una señal de diente de sierra en el sistema. Esta señal puede ser una señal de tensión o de corriente. El comprobador de polaridad (CPOL) prueba la polaridad de la señal inyectada en el circuito y proporciona una clara indicación de si la polaridad es correcta o no. Pueden comprobarse los TI o los cables y terminales conectados.

El segundo método aplica una tensión sinusoidal al TI, mide la señal en el otro lado y compara los vectores de tensión/corriente del lado primario y secundario.



## Es bueno saber que...

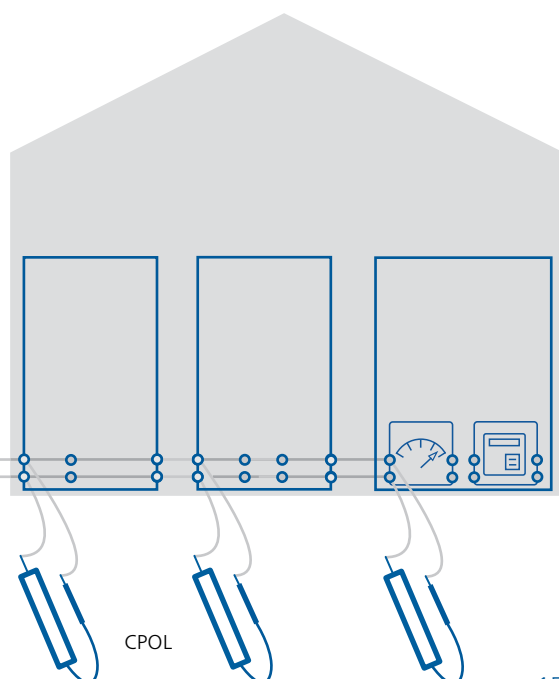
Las comprobaciones de polaridad deben realizarse como parte de las pruebas de puesta en servicio para garantizar un funcionamiento adecuado y las conexiones de los TI recién instalados.

Con los TC de equipos de potencia, la comprobación asegura que los TC estén conectados e instalados correctamente.

En el pasado, la polaridad se comprobaba a menudo con las baterías y los multímetros convencionales. El resultado era que se podía ver la saturación del núcleo y el subsiguiente defecto de funcionamiento de la protección. Esto no ocurre cuando se utiliza una señal de diente de sierra o de CA.

Si hay algún cortocircuito en la conexión de un TT este provocará una falla del TT, porque un TT no debe ponerse en funcionamiento en condiciones de cortocircuito.

Si hay algún circuito abierto en la conexión de un TC este provocará una falla del TC, porque un TC no debe ponerse en funcionamiento con circuitos abiertos.



### ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Comprueba la polaridad de toda la cadena del proceso incluyendo los TC, TT y cables conectados
- > Manejo muy sencillo con un CPOL de mano
- > Puede generarse una señal de diente de sierra de hasta 2 kV o 800 A
- > También puede probar NCIT según la norma IEC 61850

### ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > Determina la polaridad del TC con una comparación de los vectores de tensión sinusoidales
- > También determina otros parámetros importantes tales como la relación y el desplazamiento de fase
- > Permite la generación de una señal de diente de sierra para comprobar los cables conectados

### ¿Por qué utilizar VOTANO 100?

- > Comprueba la polaridad de los TT sin CPOL usando una tensión sinusoidal
- > Mide simultáneamente la relación y la polaridad
- > Equipo de prueba exclusivo para TT

### ¿Por qué utilizar COMPANO 100?

- > Comprueba la polaridad de toda la cadena del proceso incluyendo los TC, TT, cables de conexión y ajustes de dirección de los relés
- > Utiliza una señal de prueba asimétrica libre de CC junto con CPOL

# Características de excitación

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- ✓ Devanados
- ✓ Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- Carga

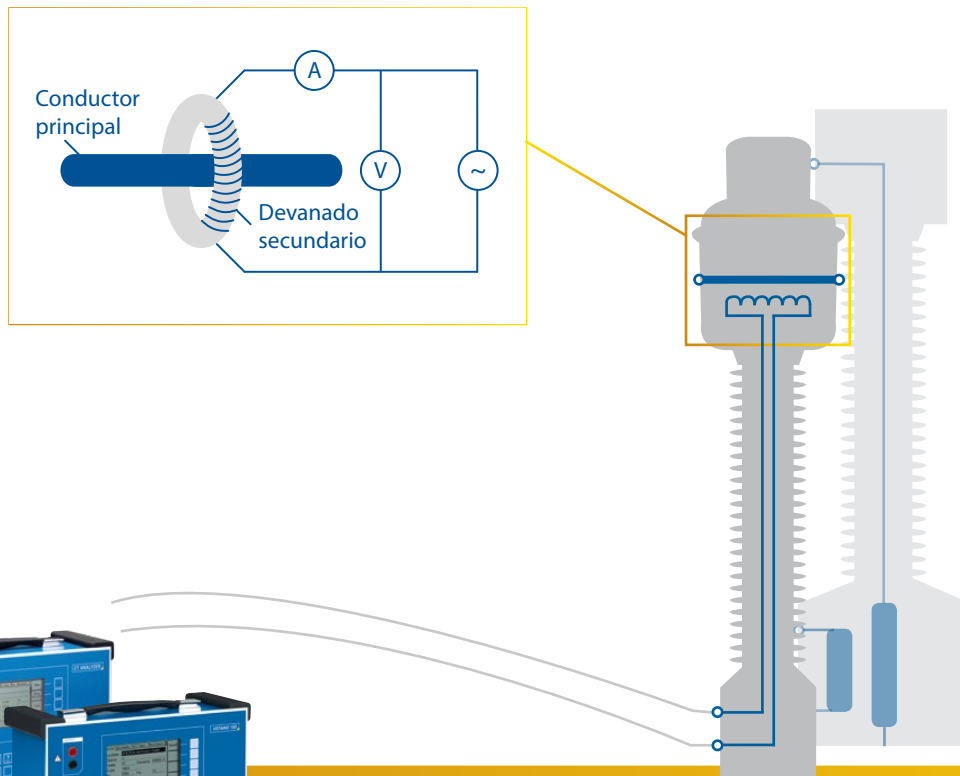
## ¿Por qué medir?

La corriente de excitación es responsable del error del TI y define el desempeño del TI. La tensión de codo es importante para el correcto funcionamiento del dispositivo de protección conectado. Para los TC de instrumento, se puede utilizar la curva de excitación para analizar el factor de seguridad (FS) del instrumento. Pueden especificarse los TC de protección según las normas IEC e IEEE teniendo en cuenta las características de excitación. La curva de excitación de los TT puede utilizarse para un análisis de ferorresonancias, para simulación de red y ofrece una indicación de espiras cortocircuitadas y fallas de núcleo.

## ¿Cómo funciona?

Las mediciones de excitación se realizan "indirectamente" desde el lado secundario del TI. Se aplica una tensión en el lado secundario y se mide la corriente de excitación. La prueba se realiza a la frecuencia nominal o con frecuencia variable para disminuir el tiempo de la prueba y para poder medir tensiones de codo de hasta varios kV con bajas tensiones aplicadas.

A continuación se calculan las tensiones de codo para los TC basándose en las especificaciones de las normas IEC e IEEE.



CPC 100

CT Analyzer

VOTANO 100



### Es bueno saber que...

Todos los métodos de prueba posibles conducen a una información similar, incluso con metodologías de prueba diferentes.

El método de frecuencia variable tiene una gran ventaja, ya que pueden usarse tensiones de prueba más bajas, puede reducirse el tiempo de prueba y pueden probarse TC con tensiones de codo comparativamente altas, hasta 40 kV.

Es muy importante desmagnetizar el TI antes y después de la prueba para asegurarse de que ningún magnetismo residual afecte a su desempeño.

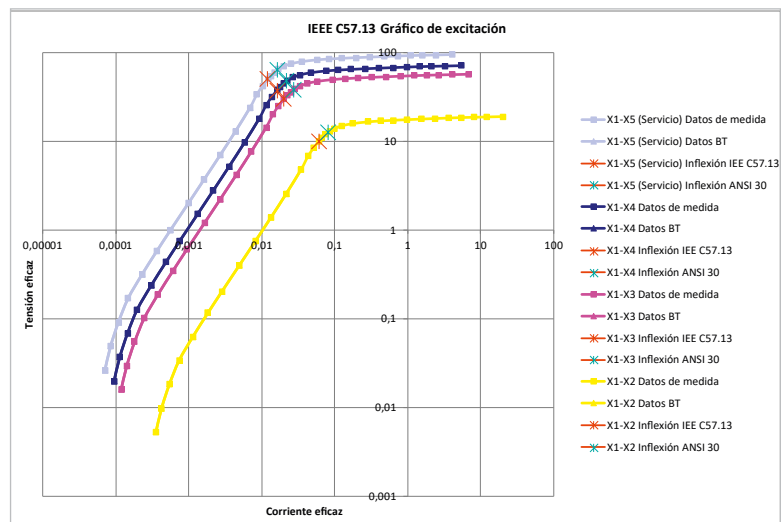
### ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Pueden utilizarse tensiones de prueba más altas para pruebas de 0 a 2 kV
- > Tendencias y análisis de datos con el Software Primary Test Manager
- > Las mediciones pueden realizarse con frecuencias de prueba variables de 15 Hz a 400 Hz

### ¿Por qué utilizar CT Analyzer y VOTANO 100?

- > Prueba segura debido a la relativamente baja tensión de prueba máxima de 120 V
- > Reducción del tiempo de prueba cuando se utiliza el método de frecuencia variable
- > Excelente inmunidad al ruido frente a perturbaciones de líneas eléctricas energizadas cercanas
- > Integración de la medición de excitación en el flujo de trabajo completo de la medición del TC
- > Con el método de frecuencia variable se pueden medir altas tensiones de codo de hasta 40 kV
- > Comparación directa de la curva de excitación con una curva de referencia existente (tendencias)

Curvas de excitación de un transformador de corriente de relación múltiple



# Resistencia del devanado

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- ✓ Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- Carga

## ¿Por qué medir?

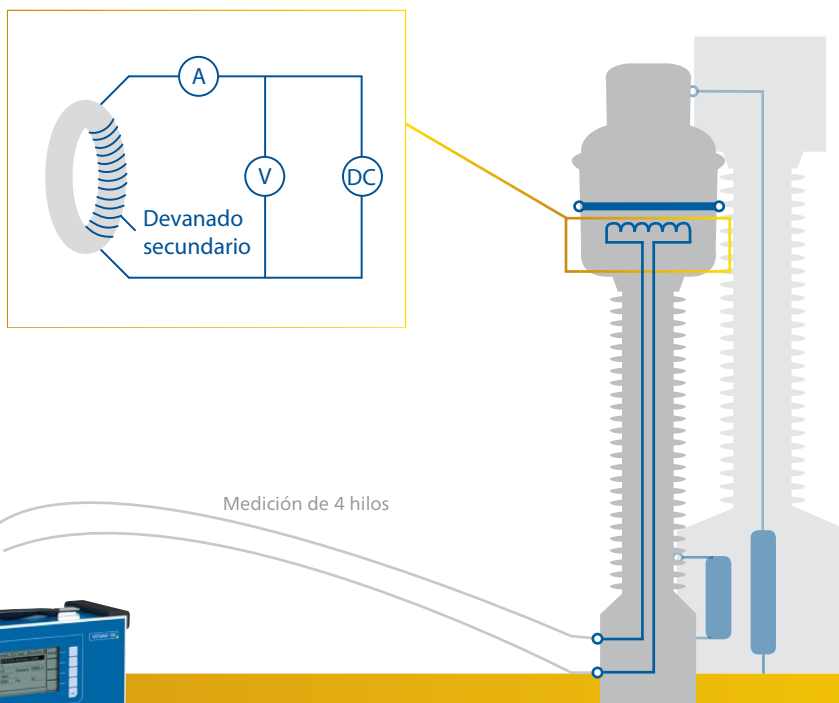
La medición se realiza para encontrar los posibles daños eléctricos en devanados o problemas de contactos. El nivel de inducción de los TC depende de la resistencia del devanado secundario. La caída de tensión a través de la resistencia del devanado secundario, junto con la carga, define la inducción. Si la resistencia del devanado secundario no está de acuerdo con la especificación debido a problemas de fabricación o de conexión o debido a aspectos operativos, puede que la inducción sea demasiado alta, lo que causa sobrecalentamiento o restricciones de funcionamiento.

La exactitud y el factor límite de exactitud (ALF) del TC dependen de la resistencia del devanado secundario. Cuanto mayor sea la resistencia del devanado, menor será el ALF. Las espiras cortocircuitadas cambian la resistencia del devanado y ponen en peligro el funcionamiento del TI (generalmente en TT). Los circuitos abiertos en los devanados secundarios del TC son peligrosos y pueden causar altas tensiones o sobrecalentamiento y la subsiguiente falla del TC.

## ¿Cómo funciona?

Se aplica una corriente o tensión de CC al devanado secundario del TI. Para las verificaciones de integridad, las mediciones de la resistencia del devanado también podrían ser de interés para el devanado primario que se encuentra en los TC con devanado primario.

Tras la saturación del núcleo, se alcanza un valor estable para la corriente medida. A continuación la resistencia del devanado se calcula como relación entre la tensión y la corriente.



CPC 100

CT Analyzer

VOTANO 100

## Es bueno saber que...

La medición ayuda a comprobar la correcta instalación de los TC incorporados en mayores recursos operativos como transformadores de potencia o interruptores de potencia.

Para determinadas clases de transformadores (según la norma), la resistencia del devanado de un TC es parte de la especificación.

Una medición de CC saturará el núcleo magnético, por tanto es absolutamente necesario desmagnetizar el núcleo después de medir la resistencia del devanado de CC.

Durante la magnetización de CC, nunca se alcanzará un valor de resistencia estable. Por tanto, es necesario definir una determinada desviación permitida  $R_{desv}$ . Si el valor medido se encuentra dentro de la desviación definida durante un tiempo determinado, este valor puede utilizarse para la medición (véase el gráfico siguiente).

## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > La prueba está integrada en un equipo de prueba multifuncional
- > Medición estable ya que se tiene en cuenta la influencia del núcleo
- > Gran inmunidad frente al ruido externo
- > Alta exactitud de medición

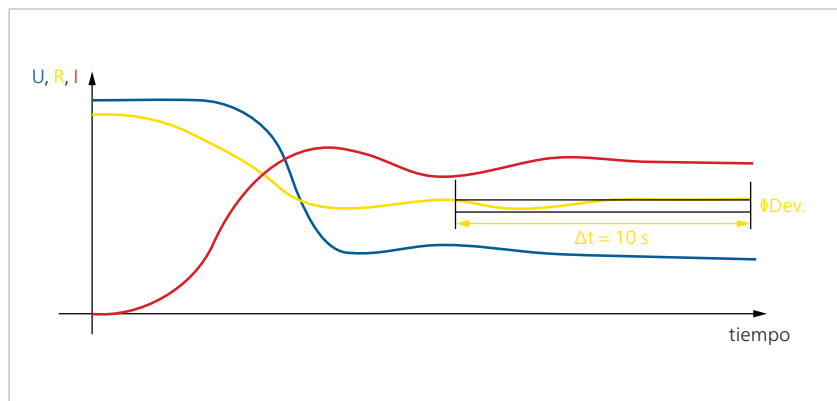
## ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > La medición se puede integrar en la prueba completa del TC que incluye exactitud, excitación y ALF, etc.
- > Alta exactitud típicamente del 0,05 % + 1 mΩ con una resolución de 1 mΩ

## ¿Por qué utilizar VOTANO 100?

- > Utilizando la conexión externa obligatoria y la caja de conmutación VBO2, la prueba puede realizarse desde una zona segura sin necesidad de cables de prueba largos que influyan en la medición
- > Integrado en el flujo de trabajo de la prueba para TT

Perfil de la resistencia del devanado respecto al tiempo



# Instrumento de la carga

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- ✓ Carga

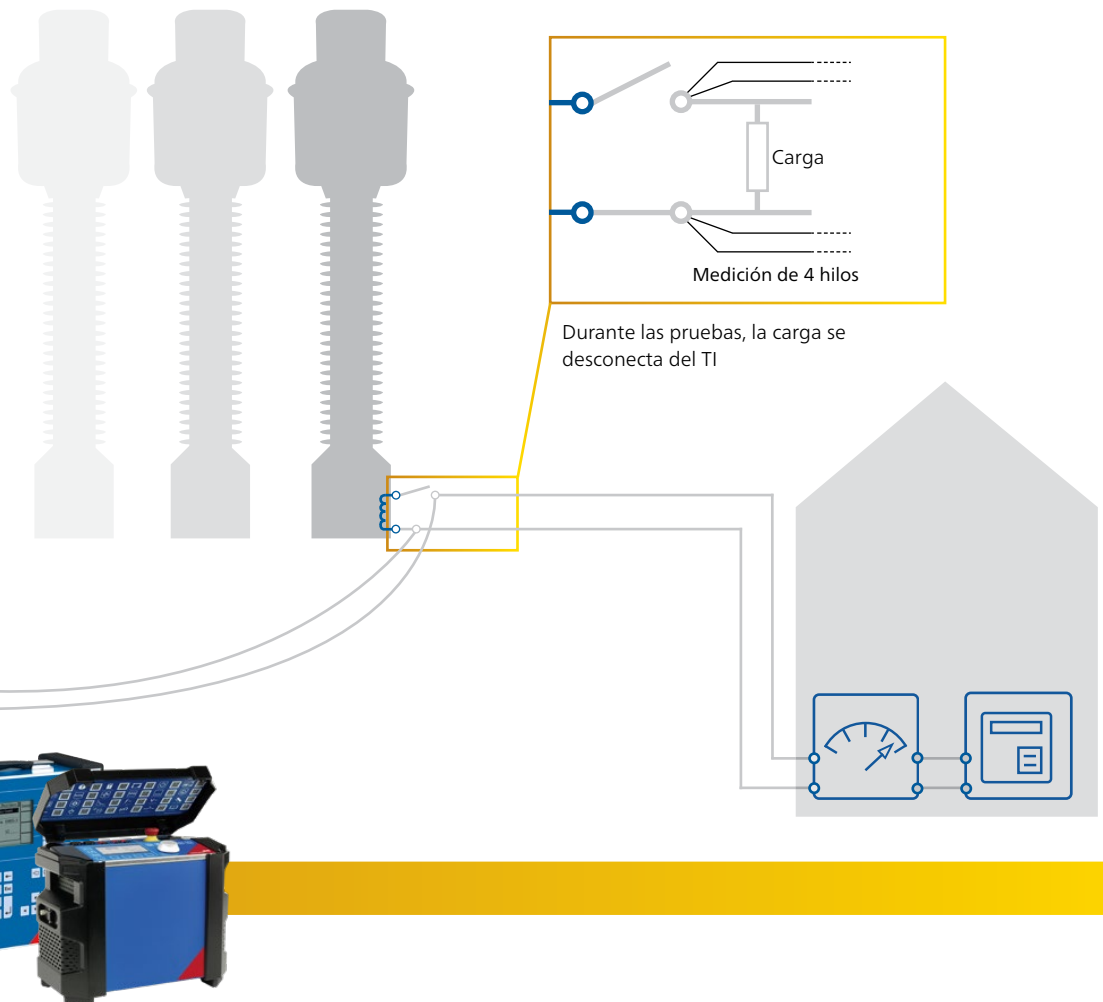
## ¿Por qué medir?

Dado que la carga conectada tiene una fuerte influencia en el desempeño del TI, hay que conocer la carga funcional exacta para el correcto funcionamiento del TI. La medición determina la influencia de cables y conexiones en la impedancia de la carga. Dado que la carga define y/o afecta a la exactitud de los TI, hay que conocer los valores de carga y no debe superarse ni rebajarse la carga especificada.

La medición de la carga también puede indicar conexiones incorrectas o fallas en la conexión, que impiden a un TC el funcionamiento a circuito abierto y a un TT el funcionamiento en cortocircuito.

## ¿Cómo funciona?

La carga se conecta al dispositivo de medición en vez del TI. La carga se mide con una medición compleja de la impedancia (con magnitud y fase). El valor de la carga se muestra en VA y como impedancia. El valor en VA siempre se refiere a la corriente o tensión secundaria nominal.



## Es bueno saber que...

Debido a un punto de operación modificado, la carga puede influir en el ALF de los TC de protección cuando los TC se saturan demasiado pronto. En el caso de los TC de instrumento, la saturación del núcleo como función de protección para los instrumentos de medición conectados puede verse comprometida cuando se conecta una carga con una polaridad incorrecta o un valor incorrecto.

En relación con los TT, la corriente de carga junto con la corriente de excitación son responsables del error de los TT. Como la influencia de la corriente de excitación es generalmente menor y puede compensarse durante la fabricación, la corriente de carga es dominante. Por tanto, la carga operativa es de interés.

Si la conexión incluye cortocircuitos (TT) o circuitos abiertos (TC), el TI puede resultar destruido.

## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Uso multifuncional para TC y TT y para cargas de todos los valores y diseños
- > Exactitud de la medición del 0,1 % del rango seleccionado automáticamente (0 - 0,3 / 3 / 30 / 300 VCA)
- > Los datos de medición existentes pueden cargarse al dispositivo de medición en cualquier momento
- > Las especificaciones de salida permiten pruebas con corrientes y tensiones nominales y valores más altos

## ¿Por qué utilizar CT Analyzer y VOTANO 100?

- > La medición de la carga puede integrarse en el flujo de trabajo de una prueba de TI completa incluidos todos los parámetros pertinentes estándar
- > Es posible recalcular/simular la exactitud del TI para diferentes cargas y corrientes/tensiones primarias
- > Los datos de medición existentes pueden cargarse al dispositivo de medición en cualquier momento

## ¿Por qué utilizar COMPANO 100?

- > Combinación de comprobaciones de cableado con mediciones de carga
- > Se puede trasladar fácilmente debido a que funciona con batería y a su peso ligero

Influencia de la carga en la exactitud de los TT

Potencia			Error de relación de tensión en % a % de la tensión nominal				
VA	cos Phi	Carga en %	2%	5%	80%	100%	120%
15	0.8	100	0.088%	0.123%	0.177%	0.177%	0.176%
		3.75	0.033%	0.362%	0.415%	0.417%	0.415%
15	0.8	100	4.825	4.287	3.180	3.186	3.245
		3.75	2.802	2.263	1.155	1.161	1.220
15	0.8	100	-0.57%	-0.54%	-0.482%	-0.481	-0.483%
		3.75	-0.33%	-0.30%	-0.246%	-0.245	-0.246%
15	0.8	100	2.320	1.7825	0.678	0.683	0.737
		3.75	0.302	-0.235	-1.340	-1.335	-1.300

Influencia de la carga en la exactitud de los TC

Potencia			Error de relación de corriente en % a % de corriente nominal							
VA	cos Phi	Carga en %	1%	5%	10%	20%	50%	100%	120%	200%
15	0.8	100	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
		3.75	-0,023	-0,023	-0,021	-0,018	-0,013	-0,010	-0,009	-0,008
7,5	0.8	100	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
		3.75	-0,008	-0,010	-0,010	-0,008	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002
3,75	1	100	0,005	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
		3.75	0,005	0,001	0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,001	0,001
0	1	100	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004
		3.75	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004

# Análisis de descargas parciales

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Aislamiento
- Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- Carga

## ¿Por qué medir?

Las descargas parciales (DP) pueden dañar el aislamiento de los TI. Las DP pueden tener como causa los vacíos o bolsas de aire en los TI impregnados de resina o los puntos calientes locales, superficies afiladas o entrada de humedad en los TI (independientemente del tipo de aislamiento). También las fallas de diseño pueden conducir a una alta intensidad de campo local y, por tanto, a la actividad de DP. Esto puede producir graves fallas del TI y costosas interrupciones.

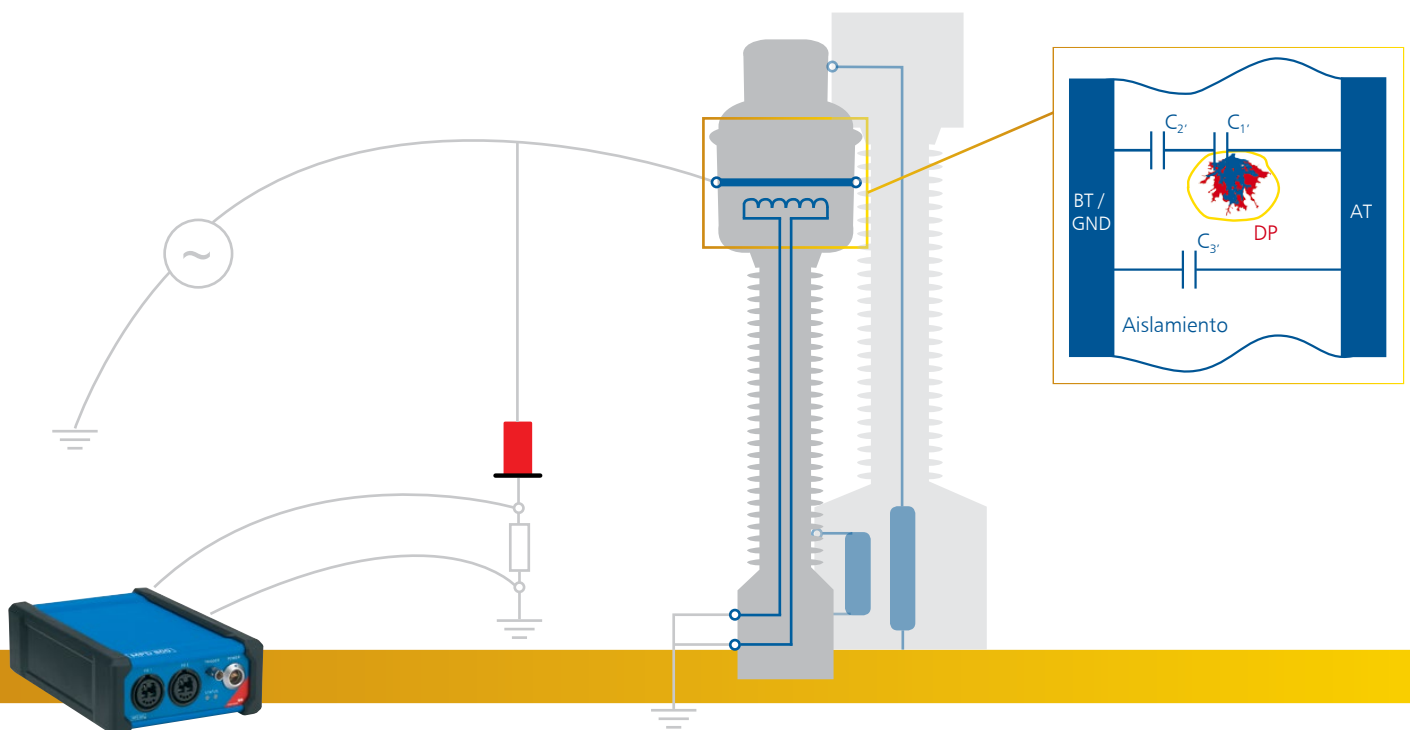
También aparecen DP si el material de aislamiento entre los diferentes potenciales de tensión envejece, se contamina o es defectuoso.

La medición de DP es un método confiable y no intrusivo que se utiliza para diagnosticar el estado del sistema de aislamiento de un TI. Puede utilizarse para el diagnóstico en el laboratorio (durante la aceptación en fábrica), así como para pruebas en campo para detectar defectos críticos y evaluar los riesgos.

## ¿Cómo funciona?

Al realizar la medición y el análisis de la actividad de DP en TI, se definen las pruebas y configuraciones de prueba específicas mediante el tipo de TI y la norma según la cual se realizan las mediciones. Dependiendo del tipo de TI, el sistema de análisis de DP se conecta a un condensador de acoplamiento externo o a la ruta de tierra del TI.

Las DP se miden generalmente en pC. 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...

La DP es una descarga eléctrica localizada que solo puentea parcialmente un sistema de aislamiento eléctrico sólido o líquido bajo estrés (campo) de alta tensión.

Se instala un circuito de prueba para recargar la capacitancia en cortocircuito desde el condensador de acoplamiento. Puede medirse la corriente durante la recarga y correlacionarse con el nivel de descarga.

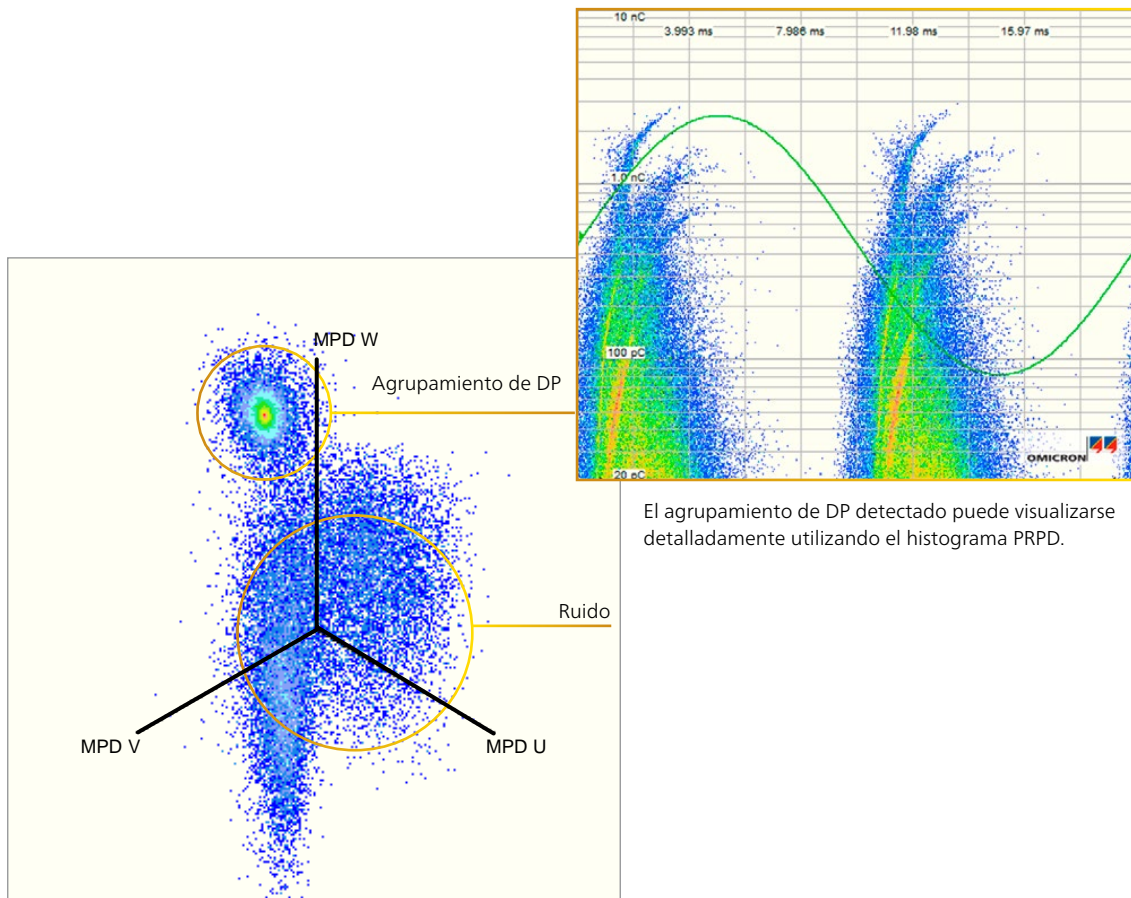
Con la interpretación del patrón pueden separarse, las DP internas y externas, así como las descargas superficiales o el potencial flotante.

La medición multi-espectral de DP, denominada 3CFRD, se puede utilizar para separar diferentes fuentes de DP analizando las diferentes respuestas en frecuencia de la DP con un solo canal de medición.

Un puente de medición equilibrado (MBB1) permite pruebas de DP monofásicas y se puede utilizar tanto en configuraciones de prueba de CA como de CC en laboratorio y en campo. Esto es especialmente útil para entornos con grandes interferencias.

## ¿Por qué utilizar MPD 800?

- > Mediciones de DP en transformadores de medida 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.
- > Métodos de supresión activa y apantallamiento de ruido para lograr una exactitud óptima a pesar de las altas interferencias.
- > 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

# Análisis de respuesta (en frecuencia) dieléctrica

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Aislamiento
- Devanados
- Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- Carga

## ¿Por qué medir?

En los TI inductivos aislados mediante papel-aceite 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.

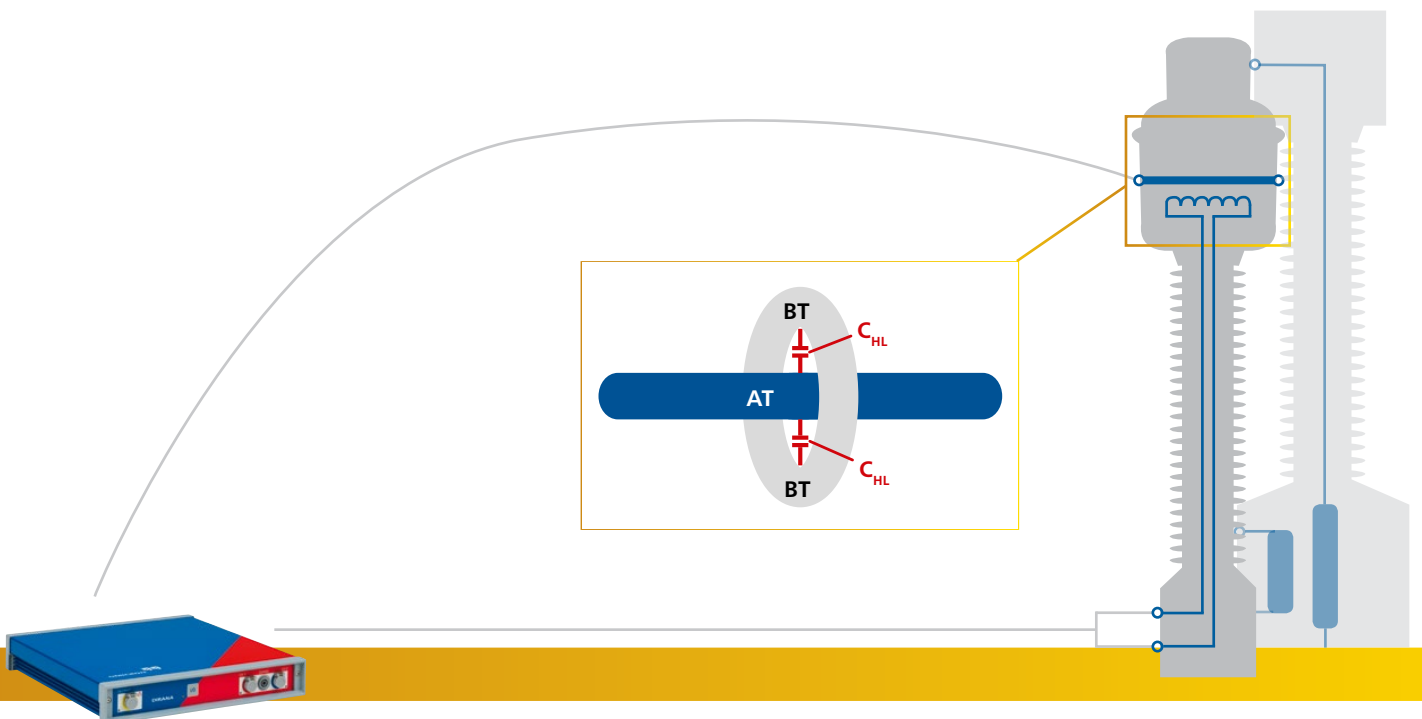
La presencia de humedad en los TI aislados con papel-aceite puede deberse a un secado insuficiente durante la fabricación o a fugas. Esto provoca una reducción de la resistencia a la ruptura y un aumento de las pérdidas.

Un alto contenido de humedad en el aislamiento de los TI aislados con papel-aceite puede provocar fallas que lleven a la completa destrucción del TI. Por tanto, el contenido de humedad en el aislamiento es un factor importante durante la evaluación de la condición.

## ¿Cómo funciona?

En los TC se puede acceder directamente al aislamiento principal para las mediciones. En el caso de un TT, es difícil el acceso directo al aislamiento principal completo, ya que es la suma del aislamiento de todas las espiras individuales del devanado primario. Sin embargo, se puede medir la respuesta dieléctrica entre el devanado primario y el secundario, así como entre el devanado primario y tierra.

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.





### Es bueno saber que...

No hay otras formas no invasivas de evaluar la humedad en un TI que ofrezcan una exactitud comparable.

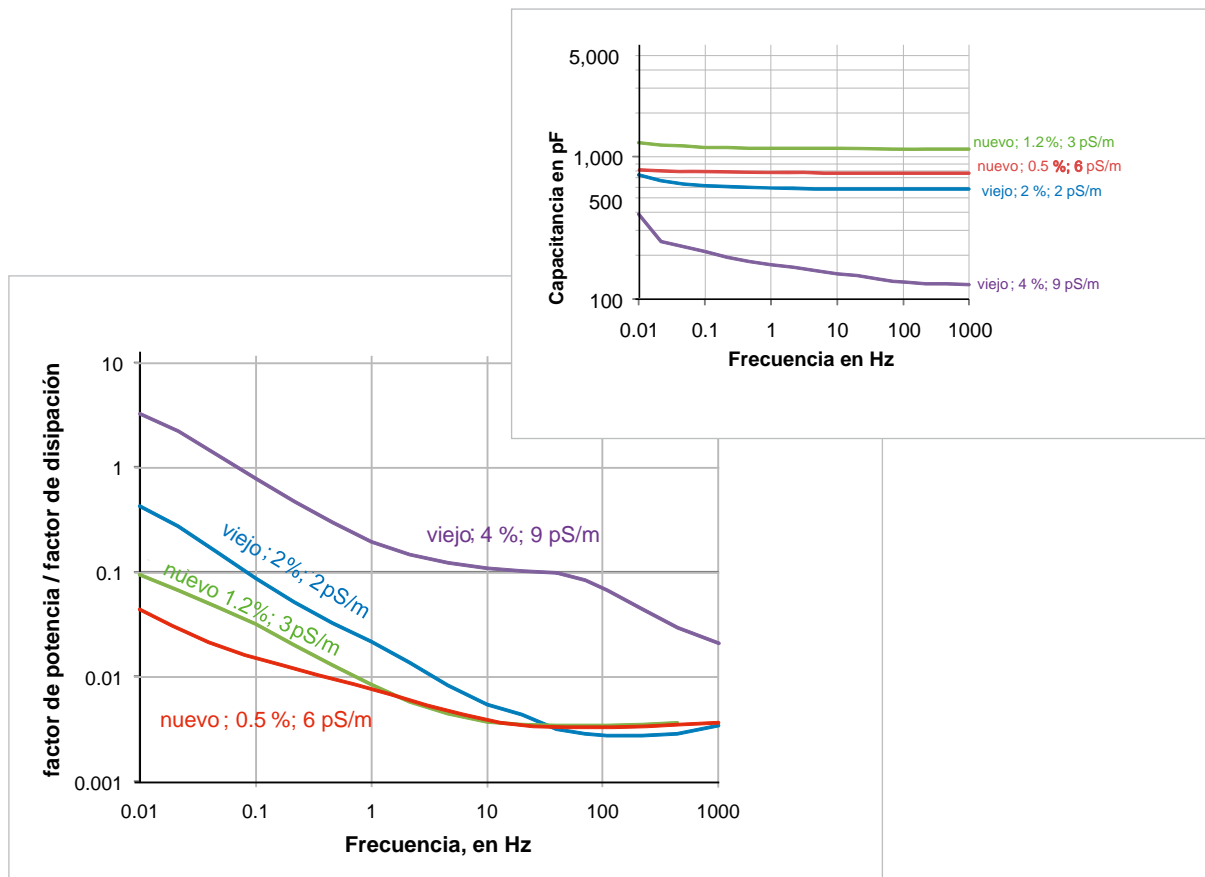
El contenido de humedad se determina directamente en la celulosa y no se deduce de la humedad en el aceite. Por lo tanto, el método es aplicable a todas las temperaturas y no hay necesidad de esperar hasta que se haya alcanzado el equilibrio de humedad entre el papel y aceite.

Para aumentar la confiabilidad de los resultados medidos, siempre es bueno realizar varias mediciones de dispositivos individuales y también medir tantos dispositivos "hermanos" como sea posible y luego comparar los resultados (resultados de referencia).

También se pueden utilizar las mediciones de la capacitancia en relación con la frecuencia para determinar el envejecimiento del aislamiento. Con los nuevos TI el valor de la capacitancia permanece igual; con los TI antiguos disminuye al aumentar la frecuencia.

### ¿Por qué utilizar DIRANA?

- > Determinación confiable de la humedad de los transformadores de instrumentación
- > 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)



Respuesta dieléctrica relación capacitiva de los transformadores de instrumentación de diferente edad y estado

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

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Aislamiento
- Devanados
- Núcleo
- ✓ Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- Carga

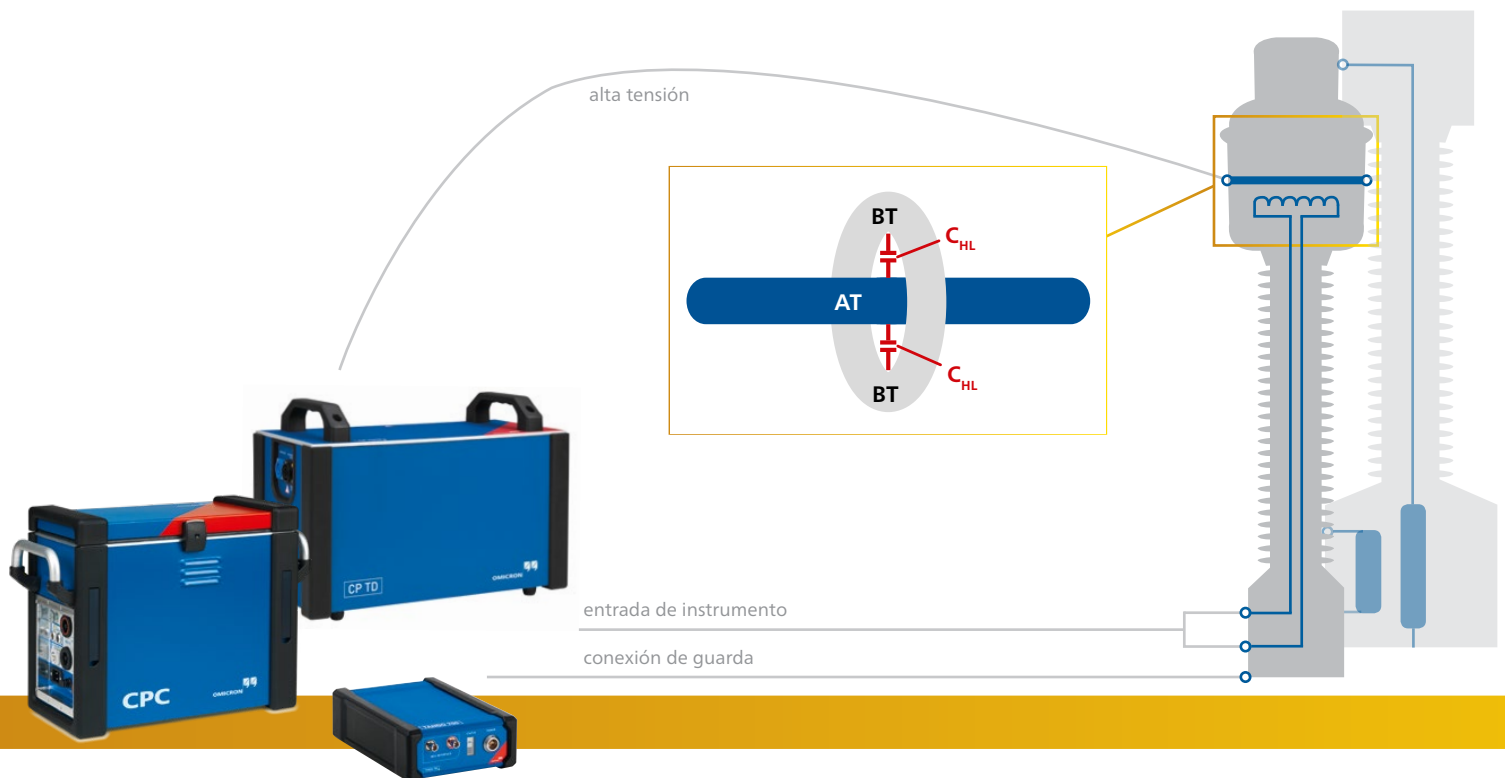
## ¿Por qué medir?

Las mediciones del factor de potencia/factor de disipación (PF/DF) se realizan para investigar el estado del aislamiento de los TI, que es esencial para un funcionamiento confiable del TI.

La entrada de agua da lugar a un aumento de las pérdidas dieléctricas, que pueden cuantificarse mediante mediciones del PF/DF. Realizada esta medición en los paquetes de condensadores de un CVT puede revelar capas capacitivas cortocircuitadas. Una de las causas importantes de avería de los TI es una falla del aislamiento.

## ¿Cómo funciona?

Las mediciones se realizan en el aislamiento principal del TI, al que se puede acceder entre el conductor primario y el conductor secundario. En los TC, 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. En los TT, es difícil el acceso directo al aislamiento principal completo, sin embargo puede realizarse la medición entre el devanado primario y secundario, así como entre el devanado primario y tierra.



## Es bueno saber que...

Para evaluar los resultados de las mediciones, es beneficioso comparar los valores con resultados anteriores, resultados de las unidades "hermanas" y con los valores de referencia mencionados en las normas aplicables al activo objeto de la prueba.

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

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.

### ¿Por qué utilizar el sistema CPC 100 + CP TD12/15?

- > Diagnóstico general del estado de múltiples activos en campo y durante su fabricación

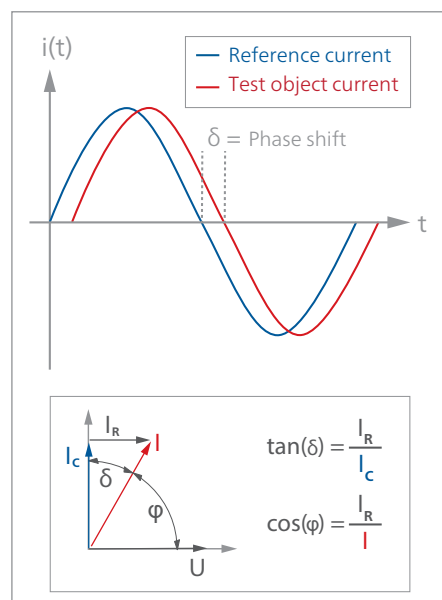
### ¿Por qué utilizar el sistema CPC 80 + CP TD12/15?

- > Pruebas específicas del factor de disipación de múltiples activos en campo y durante su fabricación

### ¿Por qué utilizar TANDO 700?

- > Pruebas de laboratorio de alta tensión, por ejemplo, para las pruebas de rutina y tipo o pruebas de materiales de múltiples activos

Las pérdidas dieléctricas causan un desfase



# Factor límite de exactitud (ALF) y tensión de terminal ( $V_b$ )

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Aislamiento
- ✓ Devanados
- ✓ Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- ✓ Carga

## ¿Por qué medir?

La exactitud del TC varía con las diferentes condiciones de funcionamiento debido a la no linealidad del núcleo magnético. Cuando la inductancia del núcleo se reduce debido a la saturación, el error aumenta. Por tanto, la exactitud cambia durante las condiciones de sobrecorriente. El ALF (IEC) y la tensión de terminal (IEEE) indican si un TC de protección puede medir corrientes de falla con suficiente exactitud considerando la carga especificada/conectada.

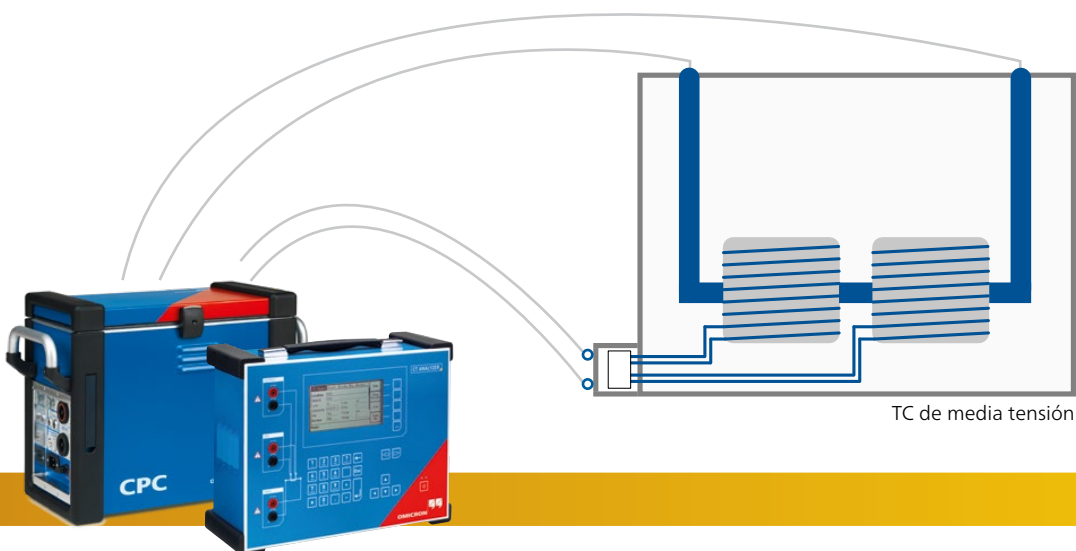
El ALF puede definirse como la corriente operativa relacionada con la corriente nominal en la que la exactitud sigue estando dentro de los límites definidos. La tensión de terminal  $V_b$  es la tensión a través de la carga estándar a 20 veces la corriente nominal sin superar el 10 % del error compuesto.

## ¿Cómo funciona?

Utilizando el método indirecto según IEC, se miden directamente la resistencia del devanado, la carga y la curva de excitación. Basándose en los resultados, puede derivarse el ALF según el diagrama de circuito equivalente simplificado.

Para verificar si un TC Clase C según IEEE cumple los requisitos relativos a la tensión de terminal (por ejemplo, 400 V), se calcula la corrección de la relación o el error compuesto en base a la curva de excitación y la carga para 20 veces la corriente secundaria nominal. Si el error es inferior al 10 %, el TC es satisfactorio.

Con el método directo, se aplica una corriente sinusoidal al lado primario del TC que es igual a la corriente primaria límite de la exactitud. El lado secundario está conectado a la carga nominal y debe determinarse la exactitud.



## Es bueno saber que...

El parámetro  $I_{PL}$  es la corriente límite nominal primaria en transformadores de medida y la corriente límite de precisión para un transformador de protección. La relación de la corriente  $I_{PL}$  y la corriente nominal primaria  $I_{PR}$  es conocida como Factor Límite de precisión para TC de protección y factor de seguridad de instrumento (FS) para TC de medición.

Los TC de protección y instrumento tienen requisitos diferentes. Los TC de instrumento funcionan en el rango lineal y deben saturarse ante sobrecorrientes para proteger los dispositivos conectados. Los TC de protección, sin embargo, deben funcionar correctamente tanto a la corriente nominal como ante sobrecorrientes con una saturación más alta.

Con el fin de validar la tensión de terminal  $V_b$  si se desconoce, hay que determinar la tensión a través de la carga donde el error es exactamente del 10%. Si esta tensión es, por ejemplo, de 480 V el TC está clasificado como TC C 400.

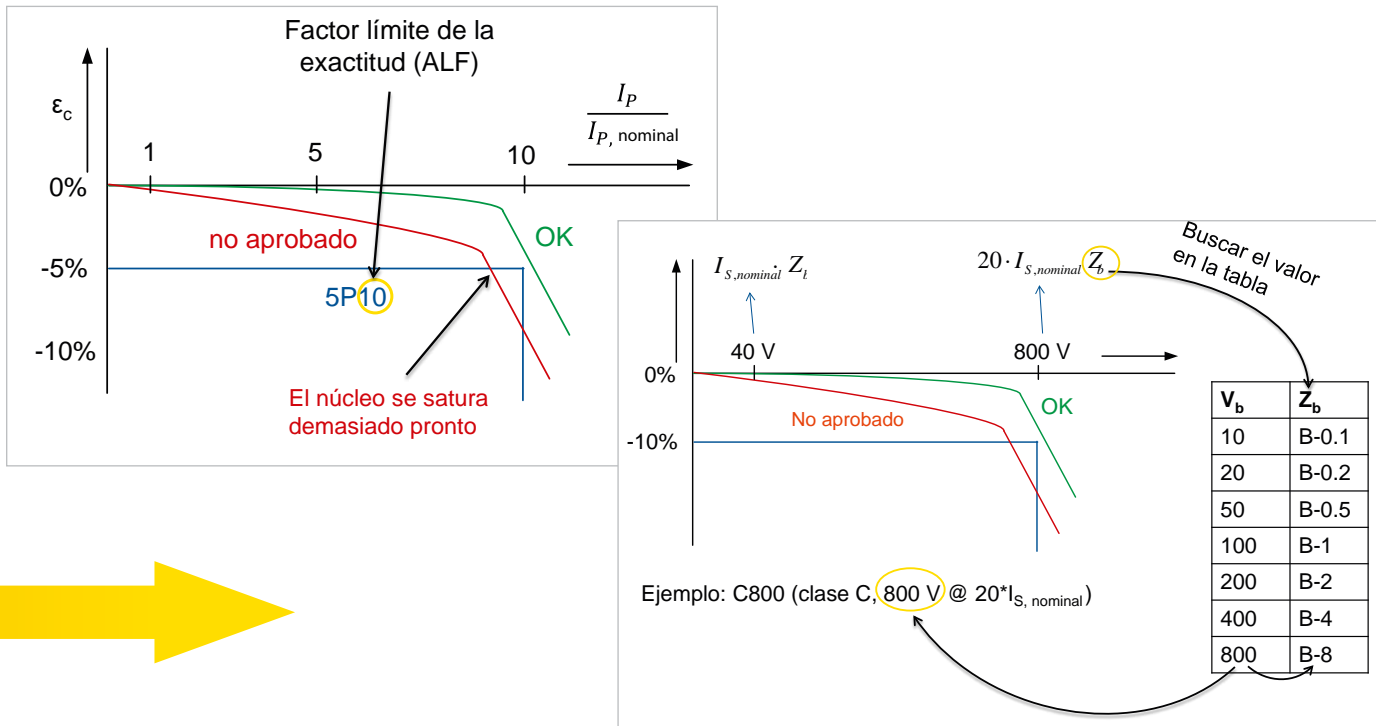
## ¿Por qué utilizar CPC 100?

- > Equipo de prueba primario para pruebas de inyección primaria de TC
- > Con la plantilla ALF, se puede calcular adicionalmente el ALF usando el método indirecto

## ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > Es posible la derivación del ALF a través del método directo (descrito en IEC 60044-1 y IEC 61869-2)
- > La medición es parte de la prueba de TC completa con baja tensión
- > Pueden determinarse el ALF indirecto y el ALF directo
- > La tensión de terminal puede validarse si se desconoce
- > Puede realizarse una evaluación general del TC cuando se realiza de acuerdo con los requisitos estándar

Errores del TC relacionados con la corriente primaria:  
Explica los requisitos del ALF y de la tensión de terminal



# Medición del magnetismo residual

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- Devanados
- ✓ Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- Circuito electromagnético entero
- Carga

## ¿Por qué medir?

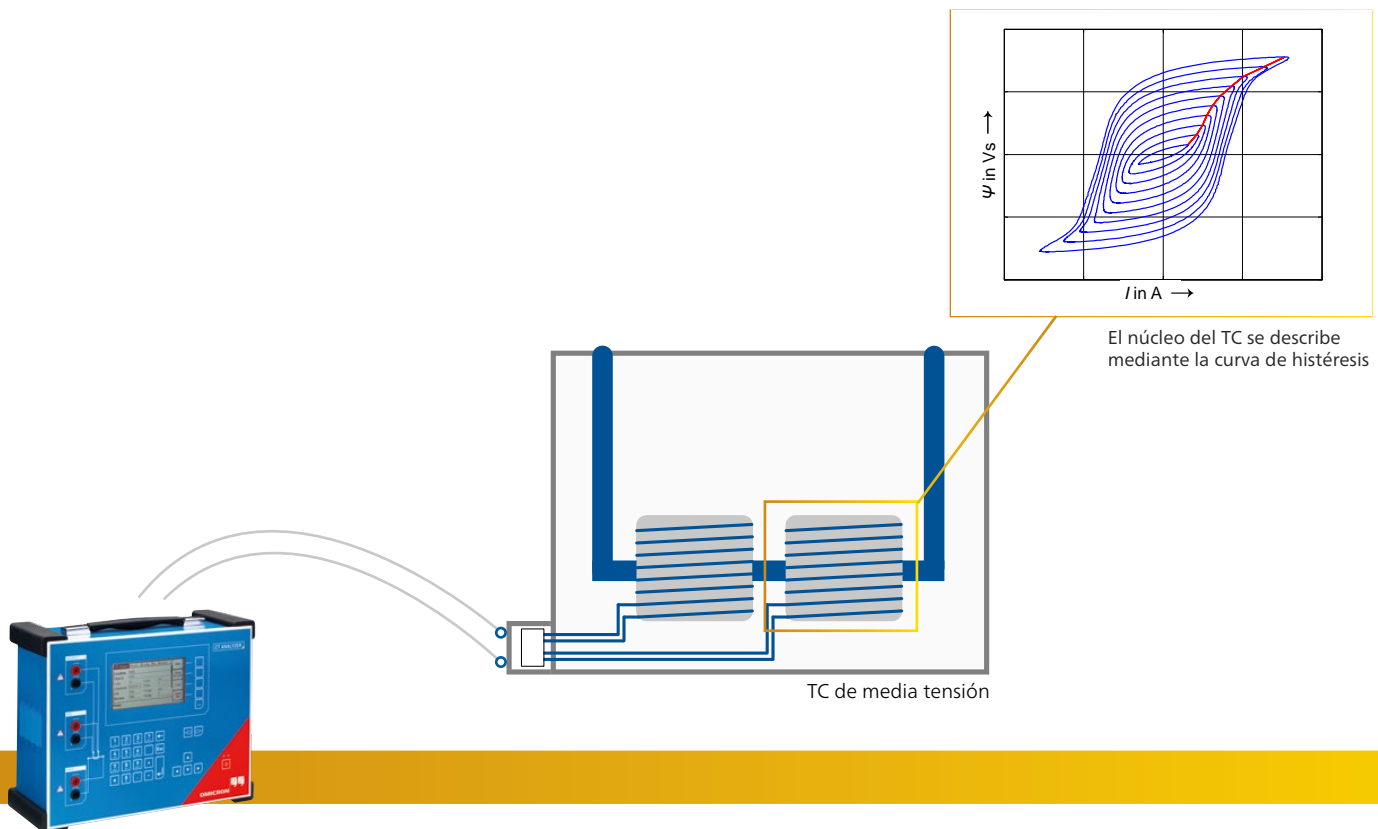
La medición detecta el magnetismo residual en el núcleo magnético debido a corrientes de falla, componentes de CC durante la conmutación, mediciones de CC o rayos.

El magnetismo residual en un TC puede producir un desplazamiento del punto de operación, lo que causa un funcionamiento defectuoso de los relés de protección, o generalmente una interpretación errónea de las corrientes del sistema.

Las mediciones y análisis de la remanencia y el magnetismo residual deben realizarse antes de poner un TC en funcionamiento para garantizar un funcionamiento correcto, después de un evento y la exposición a los componentes de CC y después de una medición de resistencia del devanado de CC.

## ¿Cómo funciona?

La herramienta basada en software determina el magnetismo residual en el núcleo de los TC. Se aplica una tensión de CC alternativa al terminal secundario para determinar la saturación. Ahora se determina el flujo de saturación. A continuación, se calcula el flujo remanente a través de las diferencias entre las características de excitación inicial y las características derivadas después de algunos ciclos alternos de tensión CC cuando el sistema es simétrico de nuevo. Tras la medición, se desmagnetiza el núcleo del TC.



## Es bueno saber que...

En caso de falla del sistema, el equipo de protección conectado a los TI desconecta las secciones afectadas de la red y por tanto ayuda a evitar daños más serios.

No obstante, el disparo no selectivo de los sistemas de protección cuando no hay falla en el área de protección respectiva (falso disparo) interrumpe el funcionamiento normal de la red y tiene efectos negativos tanto en la disponibilidad como en la selectividad.

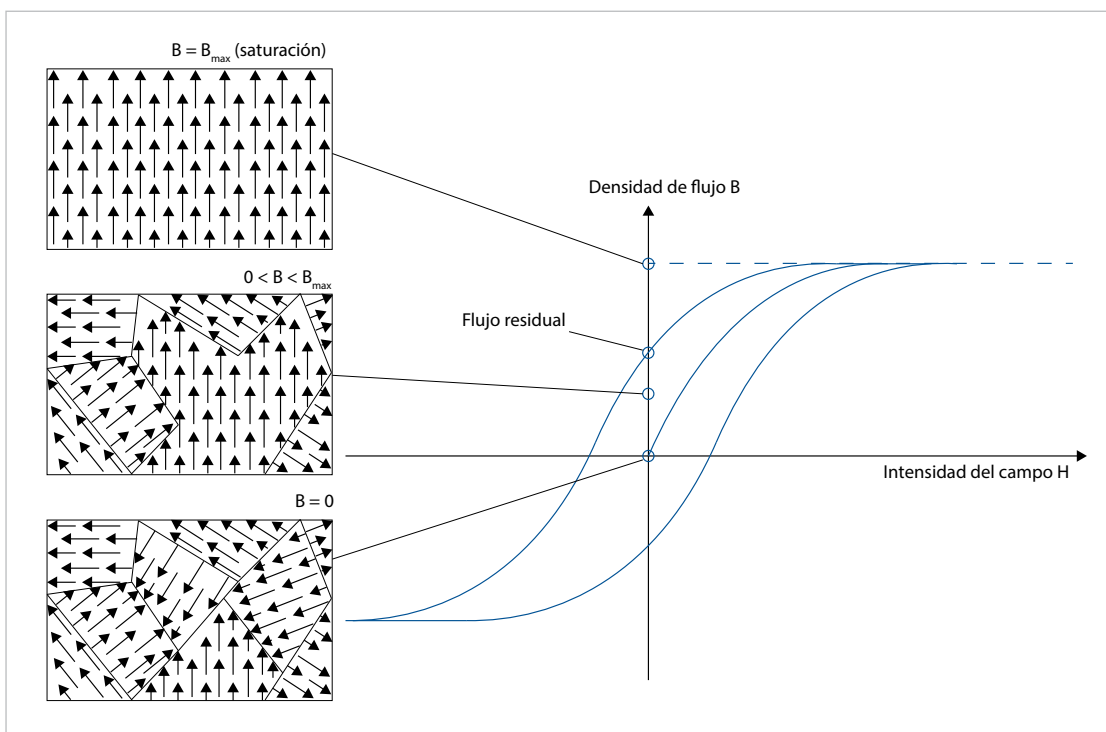
Es importante saber si hay flujo residual en el núcleo de los TC, ya que reduce la oscilación del flujo disponible en una sola dirección y hace más difícil evitar la saturación durante las condiciones de falla.

Para evitar un efecto negativo debido al magnetismo residual, pueden sobredimensionarse los núcleos del TC o pueden introducirse entrehierros. Con los entrehierros instalados, la curva de histéresis se aplana, la saturación del núcleo comienza en campos magnéticos más altos y puede reducirse la remanencia. Cuanto más grandes sean los entrehierros, menor será la remanencia. En lugar de tener un solo entrehierro, pueden distribuirse alrededor del núcleo.

## ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > Medición exacta de factores de remanencia y magnetismo residual
- > Determinación del factor de remanencia  $K_r$  y flujo residual en un solo ciclo de prueba automatizado
- > La desmagnetización del núcleo del TC tras la medición garantiza que el TT no tiene magnetismo residual.
- > Resultados en cuestión de segundos

Curva de excitación / histéresis correspondiente a los procesos de magnetización interna del núcleo magnético



# Parámetros del TC transitorio

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- Aislamiento
- Devanados
- ✓ Núcleo
- Divisor de tensión capacitivo
- Reactor de compensación
- ✓ Circuito electromagnético entero
- Carga

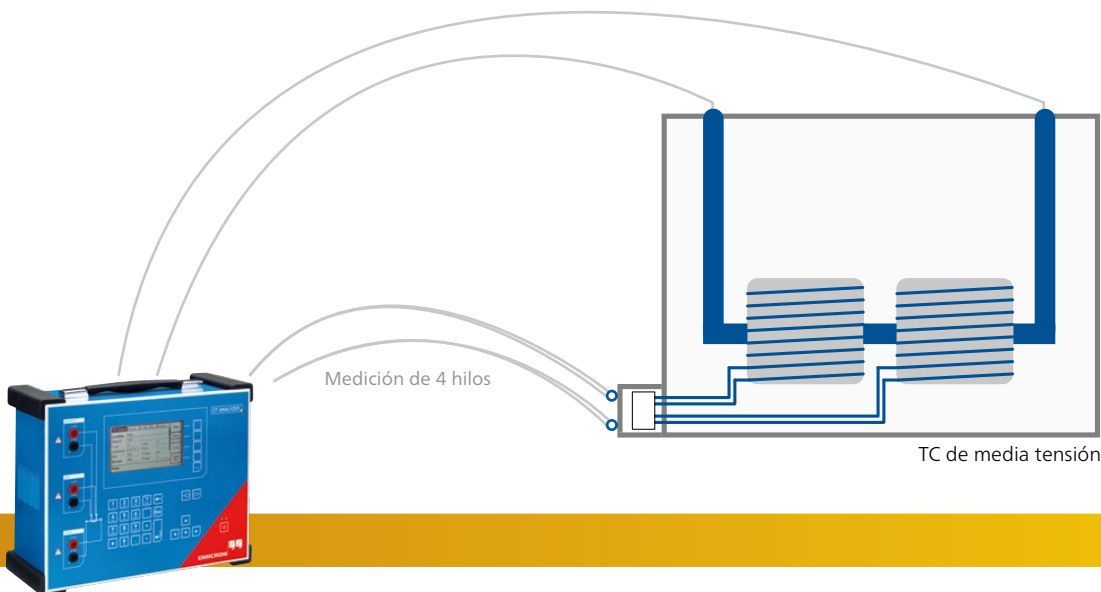
## ¿Por qué medir?

Los TC funcionan en condiciones de CA simétricas pero también están expuestos a componentes de CC debido a influencias operativas, ambientales o de mantenimiento. Los eventos transitorios, por ejemplo, cortocircuitos o conmutación, pueden exponer los TC a una componente de CC exponencialmente decreciente. Esto causa una magnetización asimétrica y, por tanto, magnetismo residual en el núcleo magnético. La magnetización asimétrica y el magnetismo residual pueden provocar un funcionamiento incorrecto de los dispositivos de protección.

Un TC de protección debe "sobredimensionarse" para poder garantizar una correcta interpretación del sistema, en condiciones nominales y de falla, incluso cuando está expuesto a componentes de CC. Las componentes de CC se magnetizan y pueden saturar los núcleos de los TC (dependiendo del diseño y del material del núcleo). Esto da lugar a un funcionamiento asimétrico. Se definen diferentes parámetros para desensibilizar el comportamiento bajo estas condiciones. Los parámetros transitorios importantes son:  $K_{td}$ ,  $t_{al}$ ,  $K_{tr}$ ,  $K_x$ ,  $K_{ssc}$ .

## ¿Cómo funciona?

Los parámetros transitorios del TC se obtienen midiendo los parámetros del circuito equivalente del TC y posteriormente determinan los parámetros transitorios basados en los valores de entrada y la carga secundaria aplicada.





### Es bueno saber que...

La norma IEC define diferentes clases para los TC de protección. Las clases TPX, TPY y TPZ tienen requisitos especiales en cuanto al desempeño transitorio. Si se produce una corriente de falla, la componente de CC no debe afectar al desempeño correcto del TC para estas clases durante ciclos de servicio diferentes.

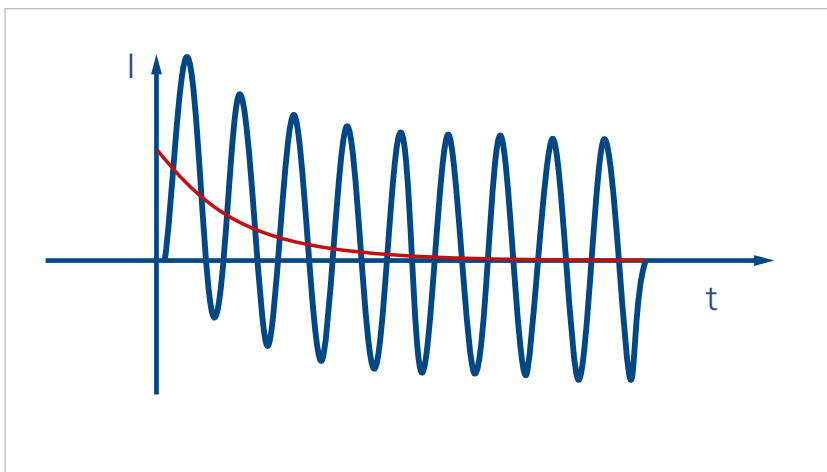
Los criterios pueden cumplirse sobredimensionando el núcleo del TC, usando material con una pequeña inducción de remanencia, o mediante la introducción de entrehierros. Esto último produce un comportamiento lineal. Una componente de CC no puede transformarse completamente y no daña el TC.

Para determinar el flujo residual en un núcleo de TC, debe realizarse una medición determinada (véase "flujo residual"). Después de cada medición del TC, hay que desmagnetizar el núcleo del TC, especialmente después de la prueba de resistencia del devanado de CC.

### ¿Por qué usar CT Analyzer?

- > Conocer las capacidades de un TC en un evento de una falla transitoria incluso en una etapa muy temprana de la producción
- > Decidir si un TC es adecuado o no para una red específica con las corrientes de falla previstas
- > Decidir si un TC es adecuado para un ciclo de servicio definido
- > Conocer los parámetros transitorios para poder configurar las funciones de protección correctas de los relés

Corriente de cortocircuito con componente de CC decreciente (línea roja)



Creamos valor para a nuestros clientes con...

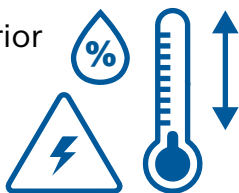
## — Calidad —

Puede contar con los más altos niveles de seguridad y protección



Confiabilidad superior mediante

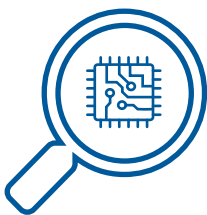
72



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

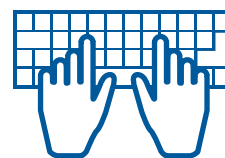
## — Innovación —



... una cartera de productos previstos para sus necesidades

Más de

200



desarrolladores mantienen actualizadas nuestras soluciones

Más del

15%



de nuestros ingresos anuales se reinvierte en investigación y desarrollo

Ahorre hasta el

70%

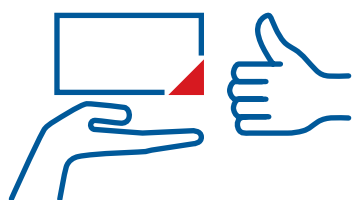


del tiempo de prueba mediante plantillas y automatización

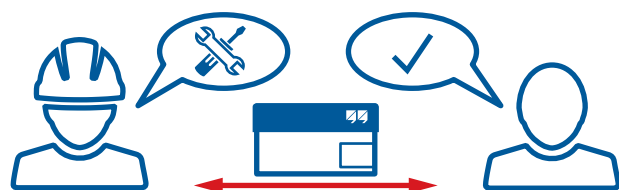
## Asistencia

24/7

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

Más de

300

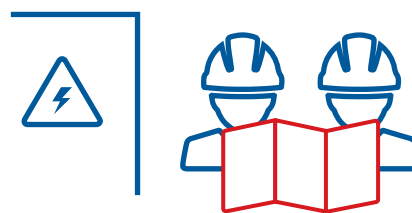


cursos prácticos y teóricos al año

OMICRON organiza frecuentes reuniones, seminarios y conferencias de usuarios



a miles de artículos técnicos y notas de aplicación



Expertos en asesoramiento, pruebas y diagnóstico

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.

