

# Pruebas de diagnóstico para sistemas de tierra



# Conozca el estado de su sistema de tierra

## ¿Por qué medir?

Los sistemas de tierra son esenciales para el funcionamiento seguro y confiable de los sistemas eléctricos. En el caso de una falla a tierra, los sistemas de tierra mal diseñados o deteriorados pueden tener un gran impacto en:

### Seguridad

El aumento del potencial de tierra debido a la falla puede provocar peligrosas tensiones de paso y contacto en y alrededor del sistema de tierra.

### Activos primarios

Es posible que los sistemas de tierra derogados no puedan portar por completo las corrientes de falla y, por lo tanto, pueden provocarse daños adicionales a activos primarios, tales como los transformadores.

### Activos secundarios

Las diferencias potenciales resultantes también podrían perjudicar la función de dispositivos electrónicos, tales como los relés de protección y los equipos de comunicación, o incluso destruirlos.

## ¿Cuándo realizar la medición?

### Durante la planificación

Las mediciones de georresistividad proporcionan datos valiosos para diseñar un sistema de tierra adecuado.

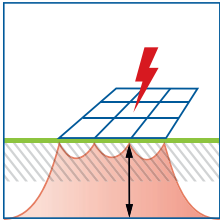
### Durante la puesta en servicio

Las mediciones pueden utilizarse para garantizar que el sistema de tierra cumple todos los requisitos técnicos, legales y normativos.

### Durante el mantenimiento

Los sistemas de tierra están sujetos a deterioro con el tiempo. Las mediciones periódicas permiten comprobar si el sistema de tierra está todavía en buenas condiciones.

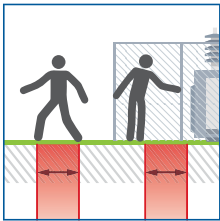




### Impedancia de tierra

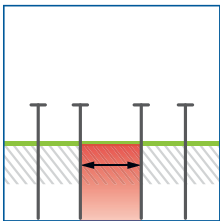
La impedancia de tierra es la calidad de la conexión entre el sistema de puesta a tierra y el suelo circundante. El incremento de su valor es una indicación de deterioro.

En caso de falla, la corriente de falla y la impedancia de tierra dan lugar a la llamada subida de potencial de masa o tierra (GPR, EPR).



### Tensión de paso y contacto

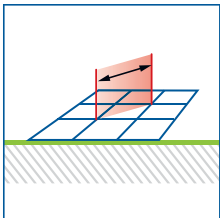
Las tensiones de paso y de contacto son causadas por las diferencias de potencial en la subestación o por estar demasiado cerca del sistema de tierra cuando se produce una falla en una línea eléctrica o dentro del sistema eléctrico. La medición verifica que no se han producido diferencias de potencial críticas para el cuerpo humano.



### Georesistividad

La prueba de georesistividad eléctrica (SRT) se realiza antes de la construcción de un sistema de tierra. La resistividad eléctrica del suelo es necesaria para diseñar una red de tierra que cumpla con todos los criterios de seguridad y funcionales.

Los métodos de Werner o Schlumberger son los más utilizados.



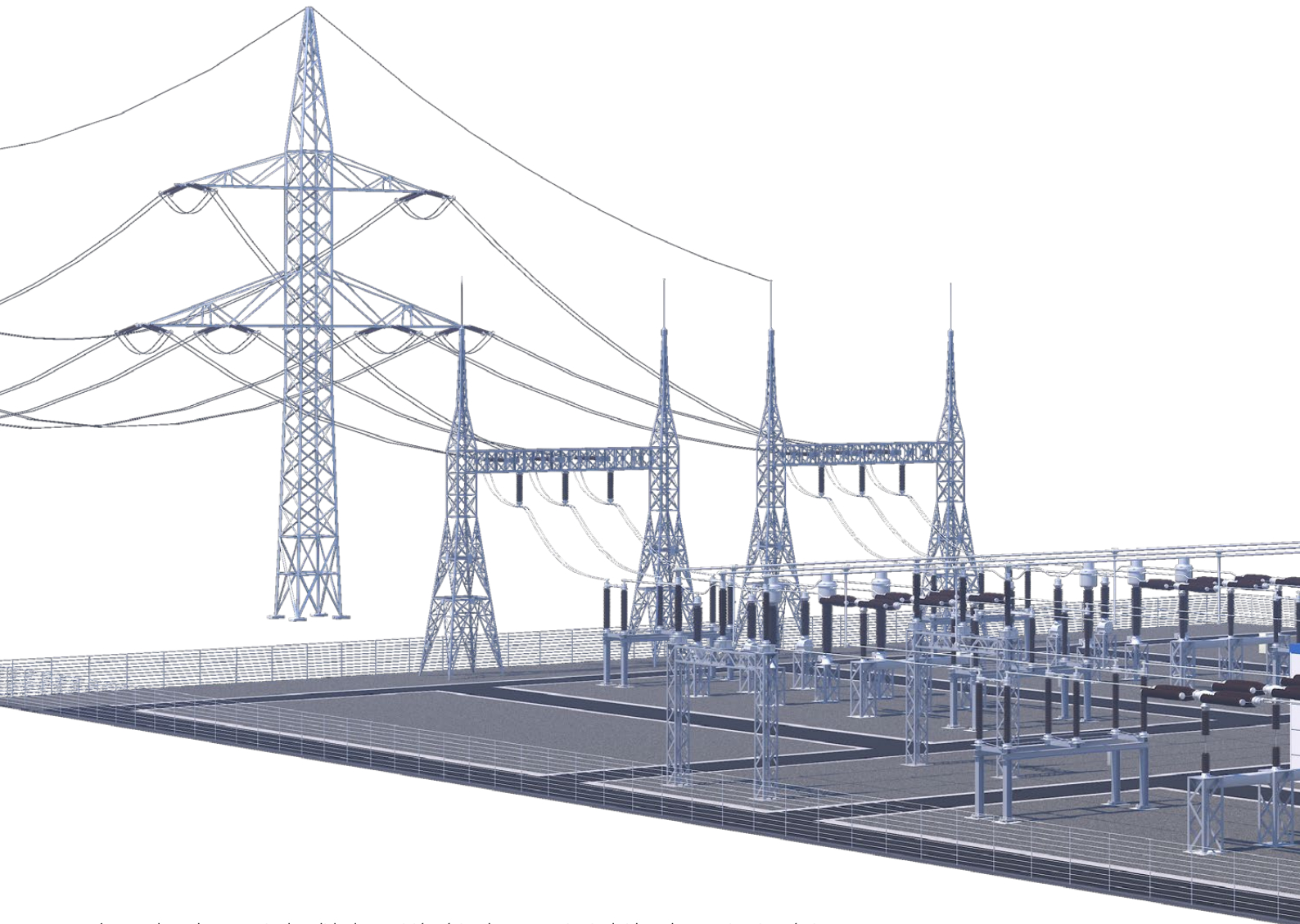
### Continuidad de la red de tierra

La red de tierra debe tener capacidad para conducir de forma confiable toda la corriente de falla. La medición de la resistencia con alta corriente puede utilizarse para comprobar la ampacidad entre diferentes partes de los sistemas, como elevadores, puntos de conexión a tierra, etc.

Con este método puede detectarse un montaje inadecuado y el deterioro.

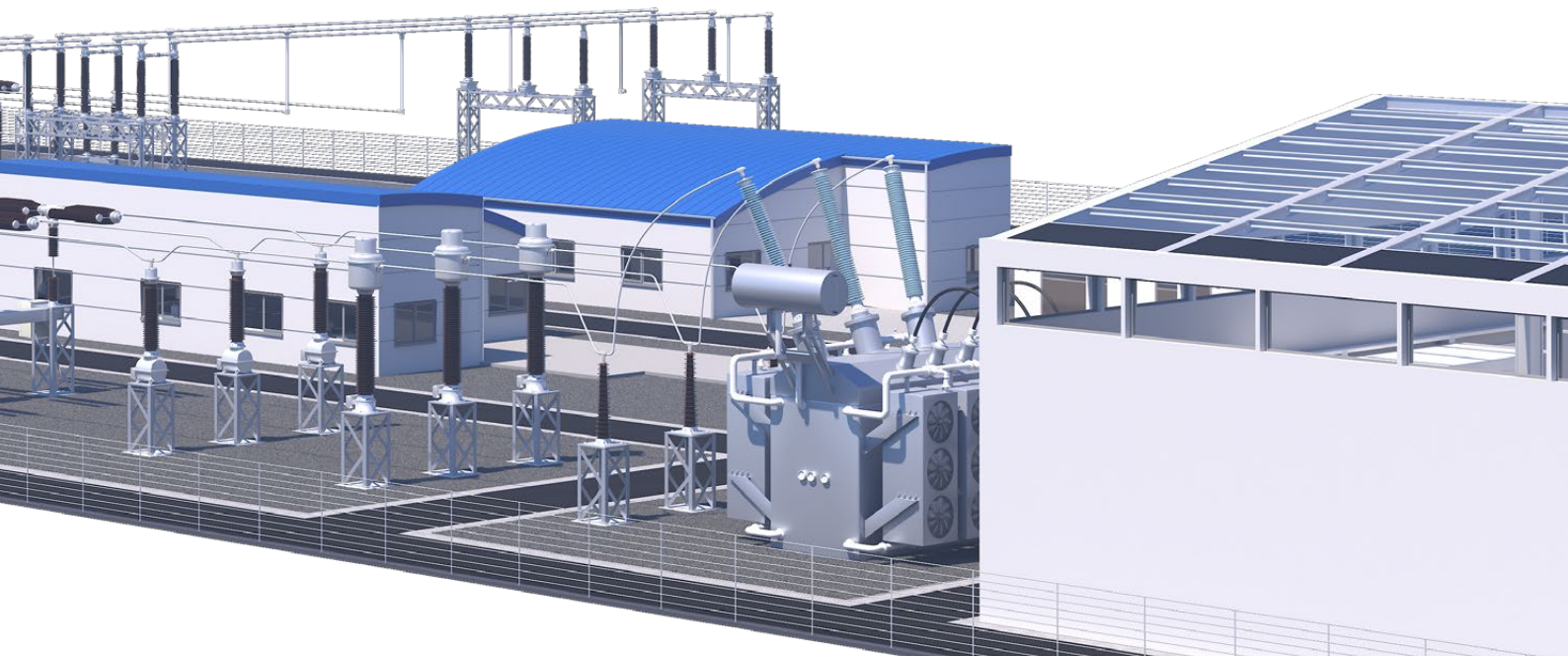
# La solución idónea para sus sistemas de tierra

Posibles métodos de medición	Tamaño recomendado del sistema de tierra <sup>1</sup>
	Método de inyección admitido
	Medición de impedancia de tierra
	Mediciones de tensión de paso y de contacto
	Prueba de georresistividad
Prueba de continuidad de la red de tierra	



<sup>1</sup> Basado en la potencia de salida, la precisión típica, los accesorios incluidos y la experiencia práctica. Es posible probar sistemas de puesta a tierra más grandes.

<b>CPC 100 + CP CU1 + HGT1</b>	<b>COMPANO 100 + CIB1 + HGT1</b>	<b>COMPANO 100 + HGT1</b>
Grandes y medianos	Medianos	Menores de 30 x 30 m
Todas las líneas eléctricas	Mediante cable de media tensión	Por sonda de corriente
CPC 100 + HGT1 + PTM (PTM para HGT1 + tarjeta de prueba de secuenciador)	COMPANO 100 + CIB1 + HGT1 (Módulos de aplicación del sistema de tierra) (PTM opcional para HGT1)	COMPANO 100 + HGT (Módulos de aplicación del sistema de tierra) (PTM opcional para HGT1)
CPC 100 (Tarjeta de prueba de resistencia de tierra (en el dispositivo) o PTM Quick)	COMPANO 100 (Módulos de aplicación del sistema de tierra)	
CPC 100 (Tarjeta de prueba de resistencia)	COMPANO 100 (Módulo de aplicación de microhmios)	
Equipo de prueba multifuncional para exhaustivos diagnósticos y evaluaciones del estado de múltiples activos de alta tensión, incluidos los sistemas de tierra.	Equipo de prueba portátil alimentado por batería de inyección primaria y secundaria, y protección básica. Admite los métodos de medición indicados anteriormente. El CIB1 permite utilizar cables de inyección de corriente de media tensión. También puede utilizarse para medir la impedancia del cable y la corriente de apantallamiento.	Equipo de prueba portátil alimentado por batería de inyección primaria y secundaria, y protección básica. Admite mediciones de impedancia de tierra, georresistividad y continuidad. Además, admite mediciones de tensión de paso y contacto.



# Inyección de corriente de prueba para la medición de la impedancia

## ¿Qué puede someterse a prueba?

- ✓ Impedancia de tierra
- ✓ Tensiones de paso y contacto
- Georresistividad
- Continuidad de la red de tierra

## ¿Cómo funciona?

Los equipos CPC 100 y COMPANO 100 utilizan el llamado método selectivo de frecuencia (Frequency Selective Method, FSM), tal como se describe en EN 50522:2022, para inyectar una corriente de prueba en el sistema de tierra. Las mediciones selectivas de frecuencia se llevan a cabo en las tensiones y corrientes resultantes para suprimir de manera confiable las interferencias y las tensiones de perturbación. Esto proporciona resultados muy confiables, incluso cuando se trata de pequeñas corrientes de prueba.

La corriente de prueba puede inyectarse de dos maneras diferentes:

### Inyección en línea eléctrica

Utiliza una línea eléctrica desconectada para inyectar la corriente de prueba mediante un sistema remoto de puesta a tierra.

- > Facilita la configuración de las pruebas para grandes sistemas de tierra, tales como los de subestaciones de transmisión.
- > No se requiere un cable de inyección largo o una sonda de corriente. No hay interferencias con el público.
- > Refleja la distribución de la corriente en la práctica y por lo tanto proporciona resultados muy precisos.
- > Permite la medición de la impedancia de línea con la misma configuración.

### Inyección por sonda de corriente

Utiliza una sonda de corriente auxiliar para inyectar la corriente de prueba.

- > Facilita la configuración de las pruebas para pequeños sistemas de tierra, como los de torres de transmisión o pequeñas subestaciones de distribución.
- > No se requiere una línea eléctrica

## Comparación de CPC 100 y COMPANO 100

	CPC 100	COMPANO 100
Intensidad de la señal	<b>CPC 100 + CP CU1</b> Inyección en línea eléctrica 100 A a máx. 50 V, 10 A a máx. 500 V  <b>CPC 100</b> Inyección por sonda de corriente 3 A a máx. 150 V	<b>COMPANO 100 + CIB1</b> Inyección por cable 10 A a máx. 20 V  <b>COMPANO 100</b> Inyección por sonda de corriente 200 mA a máx. 150 V
Alimentación por batería	No	Sí: Ideal para pruebas en lugares sin red eléctrica ni generador, p. ej., torres de transmisión.
Peso	29,0 kg – CPC 100 28,5 kg – CP CU1	9,9 kg – COMPANO 100 1,1 kg – CIB1



# de tierra y la tensión de paso y de contacto

## Es bueno saber que...

Los resultados de las mediciones de frecuencia selectiva con los equipos CPC 100 y COMPANO 100 se interpolan automáticamente a la frecuencia de la red.

Las redes de tierra son a menudo más grandes de lo que se supone. Especialmente en entornos urbanos, los elementos interconectados, tales como los sistemas de tierra en edificios, vallas, tuberías de agua, etc., pueden formar el llamado sistema global de tierra. Estos sistemas pueden probarse mediante la inyección en línea eléctrica.

En función de la norma que se utilice, la inyección de corriente de prueba debe tener lugar a una distancia de aproximadamente 5 a 10 veces el diámetro de la red de tierra o más.

Los cables de tierra de las líneas aéreas o las vainas de los cables pueden absorber parte de la corriente de tierra si se produce una falla. La extensión se describe mediante el llamado factor de reducción. Esto también debe considerarse para la inyección de la corriente de prueba, en función de la tarea de medición concreta.

## ¿Por qué utilizar el sistema CPC 100 + CP CU1 + HGT1?

- > Óptimo para grandes sistemas de tierra
- > Permite mediciones muy precisas cuando se utiliza la inyección en línea eléctrica
- > Refleja las condiciones reales de una falla
- > El método selectivo de frecuencia tiene un diseño ligero en comparación con los métodos convencionales

## ¿Por qué utilizar el sistema COMPANO 100 + CIB1 + HGT1?

- > Óptimo para sistemas de tierra medianos
- > Utilización de la inyección de cable con distancias de hasta 10 km
- > La caja de conmutación integrada del CIB1 también permite realizar mediciones de impedancia de cable totalmente automatizadas

## ¿Por qué utilizar el COMPANO 100?

- > Óptimo para pequeños sistemas de tierra
- > Ligero y alimentado por batería
- > Visualización en el dispositivo de los resultados de las pruebas

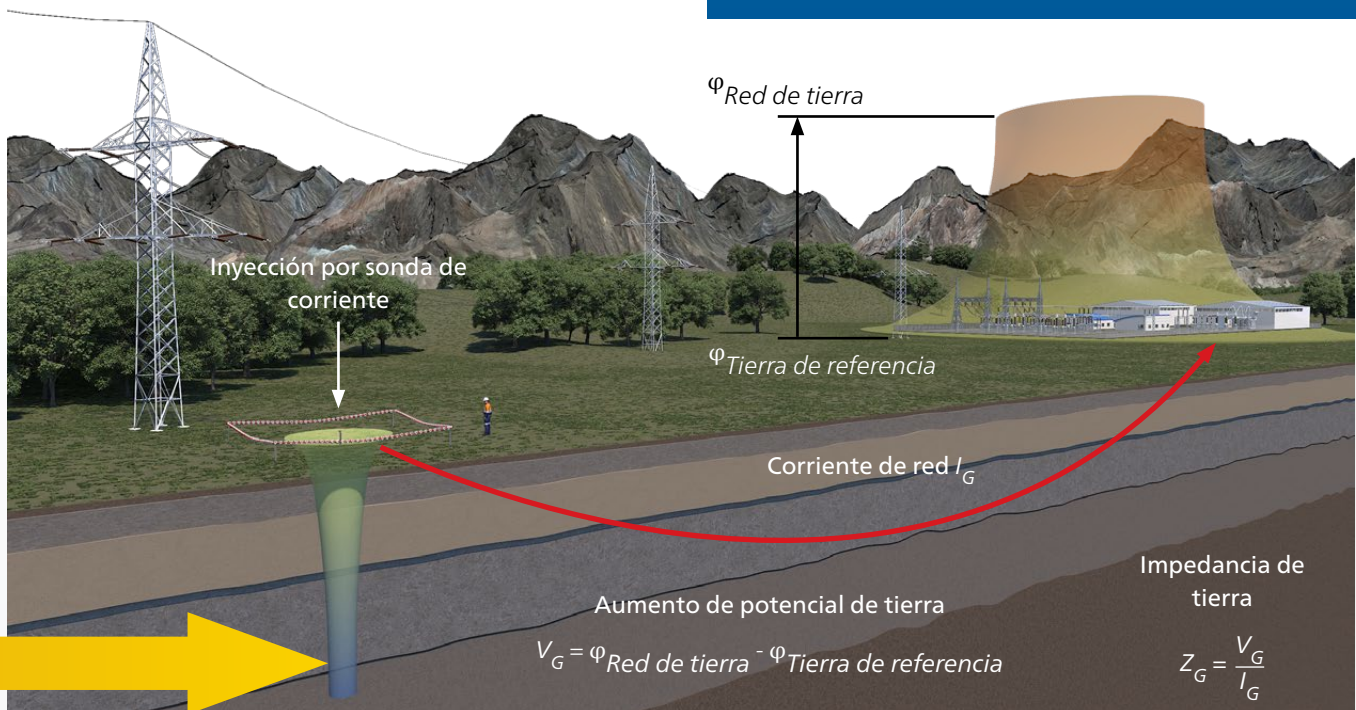


Ilustración de la inyección por sonda de corriente y aumento del potencial de tierra

# Impedancia de tierra

## Nuestras soluciones...

Los equipos CPC 100 y COMPANO 100 son una solución ligera y modular para obtener mediciones precisas de la impedancia de tierra en sistemas de media y alta tensión.

Nuestra compatibilidad con la inyección tanto en líneas eléctricas como sondas de corriente ofrece a los usuarios una manera flexible de adaptarse a las condiciones de prueba en campo.

Con el equipo CPC 100, los usuarios pueden elegir entre realizar las pruebas en el dispositivo o mediante Primary Test Manager™ (PTM).

Con el equipo CPC 100, es posible realizar mediciones de tensión directamente en el dispositivo, mientras que con PTM, el arranque de tensión se realiza con nuestro medidor de mano portátil HGT1.

Las mediciones de puesta a tierra del COMPANO 100 siguen un flujo de trabajo guiado. Las instrucciones claras y la representación gráfica son únicas en este campo, lo que hace que estas mediciones sean más fáciles que nunca.

Como dispositivo alimentado por batería, el equipo COMPANO 100 es idóneo para determinar la impedancia de tierra en lugares remotos, donde la disponibilidad de la red eléctrica está en cuestión. El cálculo integrado del factor de división de corriente (factor de reducción) hace posible una evaluación directa en el dispositivo de los resultados de las mediciones.

## ¿Cómo funciona?

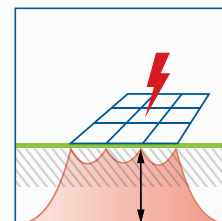
Para la medición de la impedancia de tierra según EN 50522 e IEEE 80/81 es necesario medir la tensión entre el sistema de tierra y la tierra de referencia.

Esto puede hacerse con una única medición a una distancia suficiente, como por ejemplo la descrita en IEEE 80/81, o mediante una serie de mediciones a diferentes distancias hasta alcanzar la tierra de referencia.

Este método se denomina método de caída de potencial (FOP), descrito en las normas EN 50522 e IEEE 80/81, y proporciona resultados más confiables.

En los dispositivos habilitados para GPS, nuestra aplicación complementaria PTMate permite a los usuarios compartir las coordenadas del GPS con PTM para documentar directamente la posición de los lugares de medición.

Con PTM, los mapas pueden recuperarse directamente de los servicios de mapas en línea o pueden cargarse imágenes individuales para crear una documentación completa.



## Es bueno saber que...

Con la inyección de frecuencia variable, que evita y suprime las interferencias en la frecuencia de la red eléctrica, los equipos CPC 100 y COMPANO 100 constituyen una solución pequeña, ligera y transportable para la inyección de corriente.

Con la vista FFT integrada, se obtiene una indicación directa sobre la medición.

Las corrientes medidas durante la medición del factor de reducción deberán ser similares en todas las fases. Las desviaciones de los resultados podrían indicar problemas de contacto (por ejemplo, un interruptor de tierra envejecido).

Para la inyección en la línea eléctrica, la caja de conexión a tierra CP GB1 protege a los usuarios en caso de eventos inesperados en la línea eléctrica mediante corrientes de falla divergentes de hasta 30kA contra el potencial de tierra.

Los equipos CPC 100 y COMPANO 100 pueden ampliarse con el accesorio de seguridad SAA2. Ayuda a los usuarios con señales visuales y acústicas durante las actividades de prueba en curso y mejora su capacidad de marcar el área de trabajo y de alta tensión.

## ¿Por qué utilizar el sistema CPC 100 + CP CU1?

- > Inyección de alta potencia para líneas y cables largos
- > Opera con CP GB1 y SAA2 de forma segura
- > Las mediciones incluyen ángulos de fase

## ¿Por qué utilizar el sistema COMPANO 100 + CIB1?

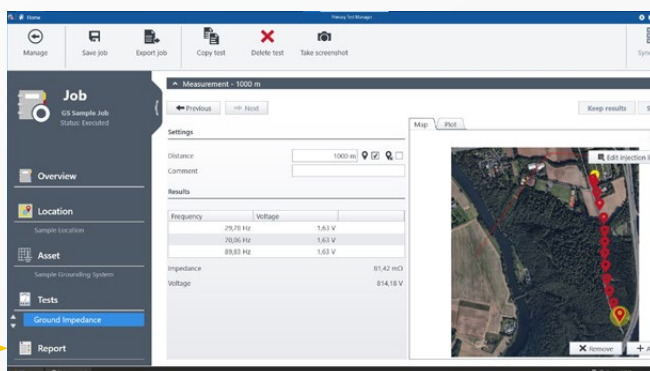
- > Admite la inyección de cables para realizar pruebas eficientes en subestaciones de tamaño medio
- > Su diseño ligero y móvil permite una configuración rápida y sencilla

## ¿Por qué utilizar el COMPANO 100?

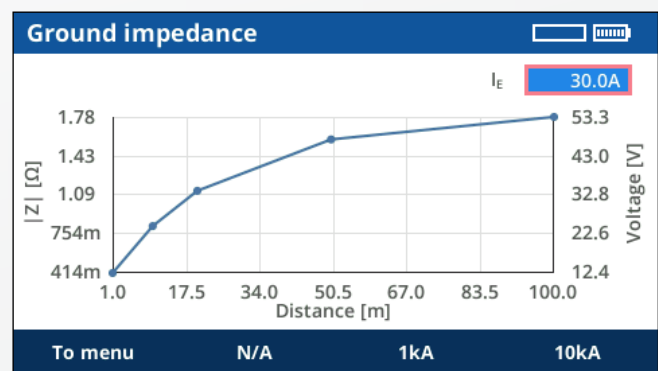
- > Idóneo para lugares remotos
- > Cálculo integrado del factor de división (reducción) de corriente
- > Solución ligera y móvil para torres de transmisión

## ¿Por qué utilizar el sistema PTM + HGT1?

- > Alta sensibilidad hasta el rango de los  $\mu\text{V}$
- > Registra automáticamente los valores medidos
- > Detecta automáticamente la inyección para un flujo de trabajo de prueba más rápido en el campo



CPC 100: Medición de la impedancia de tierra con PTM



COMPANO 100: Resultado de la medición

# Tensión de paso y contacto

## Nuestra solución...

El HGT1 es un voltímetro de mano, alimentado por batería, con un analizador de espectro integrado basado en FFT.

Las resistencias integradas configurables electrónicamente permiten al usuario simular la impedancia del cuerpo humano.

Proporciona un amplio rango dinámico combinado con una alta sensibilidad, que incluso permite a los usuarios medir tensiones muy pequeñas y distinguirlas de las interferencias y perturbaciones con fiabilidad.

## ¿Cómo funciona?

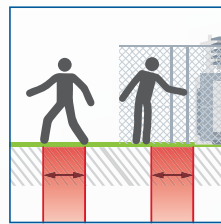
El HGT1 actúa como medidor de tensión al captar las tensiones resultantes de la inyección de corriente.

La trayectoria de la inyección es la misma que la de la medición de la impedancia de tierra.

Las mediciones de los puntos críticos potenciales se realizan dentro de la red de tierra de una subestación para asegurar que el sistema de tierra está todavía en buenas condiciones.

Además, cuando se trata de mediciones cerca de la subestación, es necesario comprobar si los potenciales transferidos suponen algún peligro.

Todas las mediciones pueden evaluarse de acuerdo con los límites permitidos por las normas EN 50522 e IEEE 80/81.



## Es bueno saber que...

Normalmente, las tensiones de paso y contacto se miden a una distancia de 1 m. Si es probable el contacto mano a mano o hay personas recostadas sobre el césped, como en las zonas de ocio, se utiliza una distancia de 2 m para las mediciones.

Los mayores potenciales de contacto suelen darse en el exterior de las vallas sin la adecuada puesta a tierra del potencial o en estructuras metálicas cercanas como farolas o señales de tráfico debido a los potenciales transferidos.

Aunque el sistema de tierra que se está probando suele estar bien mantenido, los sistemas de tierra conectados cercanos pueden deteriorarse y pueden tener un impacto significativo en la impedancia de tierra y en las tensiones de paso y contacto.

Las mediciones deben repetirse en caso de cambios estructurales. Tales cambios en las inmediaciones del sistema de tierra ocurren a menudo sin el conocimiento del operador. Las mediciones periódicas pueden ayudar a detectar tales cambios.

## ¿Por qué utilizar el HGT1?

- > Medición selectiva de frecuencia (FSM)
- > Muestra el espectro de frecuencia pertinente, incluidas las interferencias y perturbaciones.
- > Impedancias de entrada conmutables que cumplen los requisitos de EN y IEEE.
- > Se puede utilizar con o sin PTM, ya que los resultados se pueden guardar internamente.

## ¿Por qué utilizar PTM?

- > Cómoda preparación de la medición en la oficina
- > Evaluación integrada según EN 50522 e IEEE 80/81 basada en los tiempos de eliminación de fallas y las corrientes de falla o la evaluación personalizada
- > Base de datos integrada para preparar y guardar mediciones
- > Admite PTMate en iOS y Android
- > Informes con un solo clic

## ¿Por qué utilizar PTMate?

- > Documentación fotográfica mediante el envío de imágenes directamente a PTM
- > Permite utilizar el GPS integrado para introducir los datos directos de los puntos de medición



Medición de las tensiones de paso y de contacto con el medidor de mano HGT1

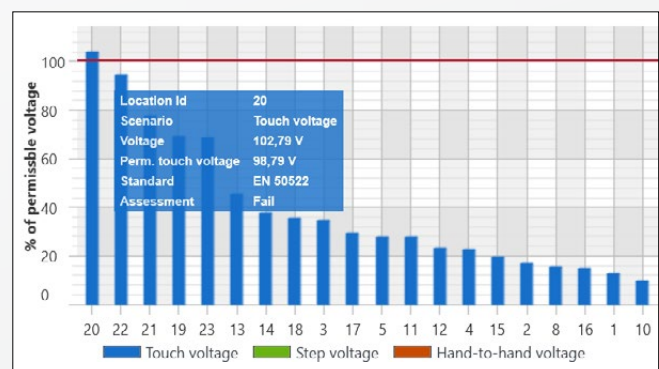


Tabla de tensión de paso y de contacto de PTM con evaluación

# Georresistividad y continuidad de la red de tierra

## ¿Qué puede someterse a prueba?

Impedancia de tierra

Tensiones de paso y contacto

- ✓ Georresistividad
- ✓ Continuidad de la red de tierra

## Nuestras soluciones...

En función de la situación de las pruebas, el CPC 100 de alta potencia o el COMPANO 100 móvil cumplirán sus requisitos.

## ¿Cómo funciona? – Georresistividad

Los datos de georresistividad son esenciales para dimensionar correctamente un sistema de tierra antes de su construcción. Normalmente se medirá inyectando corriente entre dos sondas de corriente para medir la diferencia de potencial generada utilizando dos sondas de tensión. Múltiples mediciones con sondas a distancias desiguales hacen posible la medición de la georresistividad a diferentes profundidades.

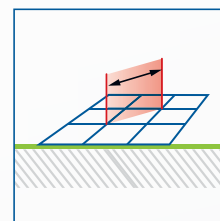
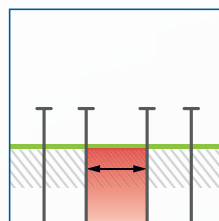
### Métodos admitidos:

- > Método Wenner - Distancias iguales de las sondas
- > Método Schlumberger - Distancias desiguales de las sondas

## Es bueno saber que...

Con el método Schlumberger, es más fácil medir la georresistividad a diferentes profundidades, ya que sólo hay que reubicar dos sondas para cada medición.

Como regla general, una medición tiene la mayor sensibilidad a una profundidad de aproximadamente la mitad de la distancia entre las dos sondas interiores.



## ¿Cómo funciona? – Continuidad de la red de tierra

La sección de los componentes de un sistema de tierra debe ser suficientemente grande para poder manejar las corrientes muy altas que se producen durante una falla o el impacto de un rayo.

Las altas fuerzas electromagnéticas resultantes pueden causar daños mecánicos en los componentes y en las uniones entre ellos.

La prueba de la resistencia entre las diferentes partes del sistema de tierra permite a los usuarios detectar tales efectos de daño y deterioro.

### Es bueno saber que...

Altas corrientes de prueba de 50 A y más ayudan a identificar incluso pequeños cambios en la resistencia entre las diferentes partes de los sistemas de tierra. De esta manera, se pueden detectar daños que no serían perceptibles con pequeñas corrientes de prueba producidas por los equipos de pruebas periódicas de tierra de baja tensión.

### ¿Por qué utilizar el CPC 100?

- > Comprobación de continuidad para corrientes altas de hasta 400 A CC.
- > Las altas corrientes y las largas duraciones de salida permiten a los usuarios también probar los efectos térmicos.
- > Una potencia de salida muy alta hace que las pruebas con altas corrientes sean posibles, incluso cuando se necesitan cables largos.

### ¿Por qué utilizar el COMPANO 100?

- > Una solución ligera, alimentada por baterías, pero llena de energía.
- > Módulo de aplicación de resistividad del suelo con representación gráfica.
- > Comprobaciones de continuidad para altas corrientes de hasta 100 A CC.
- > La alta potencia de salida hace posible las pruebas de continuidad con altas corrientes y cables largos, por ejemplo, para aplicaciones ferroviarias o de aerogeneradores.

	CPC 100	COMPANO 100
Corriente	Hasta 400 A CC	Hasta 100 A CC
Potencia de salida	2600 W (< 2 min, 400 A), 1300 VA (> 2 h, 200 A)	600 W
Duración de salida	2 min (400 A), > 2 h (200 A)	Medición única (< 2,2 s)
Precisión (tipografía)*	< 0,5 % rd. + 0,5 $\mu\Omega$	

\* ver hoja de datos para una especificación detallada.



Medición de la georresistividad

**Soil resistivity** 🔋

Schlumberger ▼

p ▼

ID	a c	V OUT	IN 1	p
1	4.0m 4.0m	120.0mA	1.230V	257.6 $\Omega$ m
2	6.0m 3.0m	107.0mA	1.943V	256.7 $\Omega$ m

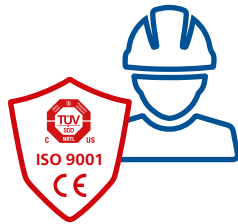
To menu   Wenner simpl.   Wenner   Schlumberger

COMPANO 100: Cálculo directo de la georresistividad utilizando el método de Wenner o Schlumberger.

Creamos valor para a nuestros clientes con...

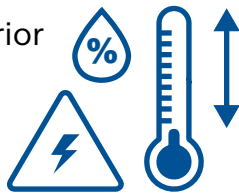
## Calidad

Las normas de seguridad y protección más estrictas



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  
ISO 27001  
TÜV & EMAS  
ISO 14001  
OHSAS 18001



Conformidad con las normas internacionales

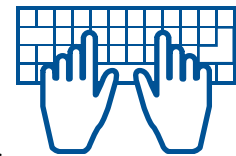
## Innovación



... una cartera de productos previstos para sus necesidades

Más de

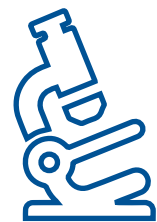
200



desarrolladores mantienen actualizadas nuestras soluciones

Más del

15%



de nuestros ingresos anuales se reinvierte en investigación y desarrollo

Ahorre hasta el

80%

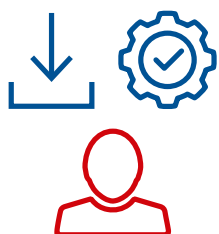


del tiempo de prueba mediante plantillas y automatización

## Asistencia

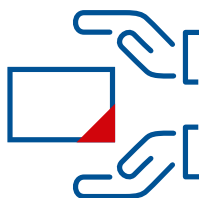


Asistencia técnica profesional en todo momento



Fácil acceso a descargas de software, servicios y certificados mediante el Customer Portal

Servicios completos de reparación y calibración para mediciones confiables



oficinas en todo el mundo para contacto y asistencia locales

## Conocimientos

Más de

300

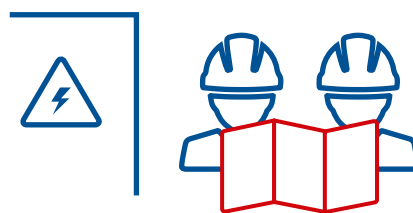


cursos de la Academy y formaciones prácticas por año

Reuniones, seminarios y conferencias de usuarios organizados con frecuencia por OMICRON



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. Clientes de todo el mundo confían en la exactitud, velocidad y calidad de nuestras soluciones confiables y fáciles de usar para pruebas eléctricas de equipos de media y alta tensión, sistemas de protección, subestaciones digitales y ciberseguridad.

Fundada en 1984, OMICRON cuenta con décadas de amplia experiencia en el terreno de la ingeniería eléctrica. Un equipo especializado de más de 1.300 empleados proporciona soluciones con asistencia permanente en 23 emplazamientos de todo el mundo y atiende a clientes de más de 170 países.



*Emotions are energy. Our energy moves.*

¡Muévete con nosotros! Escanea el código QR para explorar nuestros eventos, cursos de capacitación y productos. Mantente conectado siguiéndonos en redes sociales.