

# **G-Test**

---

*Telurímetro digital controlado por microprocesador*

**Guía del usuario**



El contenedor de basura tachado significa que, en la Unión Europea, el producto deberá ser objeto de una recogida selectiva de los residuos para el reciclado de los aparatos eléctricos y electrónicos de conformidad con la directiva WEEE 2002/96/CE.

## Índice

1. Descripción .....	6
2. Funciones del panel .....	8
2.1. Conexiones de entrada y salida .....	8
2.2. Teclado .....	9
3. Rangos de medición .....	10
4. Batería y recarga .....	11
4.1. Descripción de la batería .....	11
4.2. Verificación del estado de la batería .....	11
4.3. Cargador de batería .....	12
4.4. Procedimiento de Carga .....	12
5. Verificación de la calibración del equipo .....	13
6. Medición de la resistencia de puesta a tierra (R PAT) .....	14
6.1. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT ..	16
7. Medición de las tensiones espurias .....	18
8. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner .....	18
9. Indicaciones de anomalías en el Display .....	23
9.1. Alto valor de tensión espuria .....	23
9.2. Valor de R PAT muy alto .....	23
9.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares .....	24
9.4. Valor muy alto de Resistividad .....	24
10. Software .....	25
10.1. Instalando los drivers USB .....	25
10.2. Software CPT Logger .....	28
10.3. HyperTerminal® - Transferencia de datos .....	29
10.3.1. Número del puerto COM .....	29
10.3.2. Iniciando el HyperTerminal .....	31
11. Impresora .....	33
11.1. Alimentación del papel .....	33
12. Especificaciones técnicas .....	34

## 1. Descripción

---

El telurímetro **G-Test** es un instrumento digital controlado por microprocesador que permite medir la resistencia de puesta a tierra y la resistividad específica del terreno (usando el método de Wenner), así como también puede detectar las tensiones parásitas presentes en el terreno. Este instrumento es apto para medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias, redes de distribución de energía, etc. de acuerdo con la IEC 61557-5. Es también útil para la medición de la resistividad específica del suelo, con el objetivo de optimizar los proyectos de sistemas de puesta a tierra.

Antes de iniciar cada medición el equipo verifica que todas las condiciones estén dentro de los límites apropiados e informa al operador en el caso de encontrar alguna anomalía (tensiones de interferencias muy altas, resistencia de los electrodos auxiliares muy alta, muy baja corriente, etc.). Después, elige el rango más adecuado y muestra en el display alfanumérico los resultados de la medición.

Con el objeto de optimizar el ensayo de puesta a tierra el **G-Test** permite que el operador pueda elegir dos frecuencias para generar la corriente del ensayo (270 Hz o 1470 Hz). En principio la frecuencia más baja permite el análisis del sistema respecto de posibles fallas provocadas por corrientes de maniobra (de frecuencia industrial). Por otro lado la frecuencia más alta muestra mejor la influencia de las corrientes provocadas por descargas atmosféricas en los sistemas de puesta a tierra además de ofrecer alta inmunidad a la interferencia de las tensiones usualmente presentes en las proximidades de las subestaciones.

El instrumento tiene 4 rangos que son automáticamente seleccionados cubriendo mediciones desde 0,01  $\Omega$  hasta 20 k $\Omega$ , lo cual permite obtener mucha precisión en las mediciones para cualquier clase de suelo.

Durante la medición de resistividad específica del terreno, el operador puede introducir al equipo, las distancias entre jabalinas para aplicar la fórmula de Wenner y mostrar directamente el valor de la resistividad.

## ***G-Test***

---

El **G-Test** tiene memoria para almacenar las mediciones y tiene una impresora incorporada, además de una salida USB que le permite comunicarse y enviar los datos a una computadora o un colector de datos para posterior análisis.

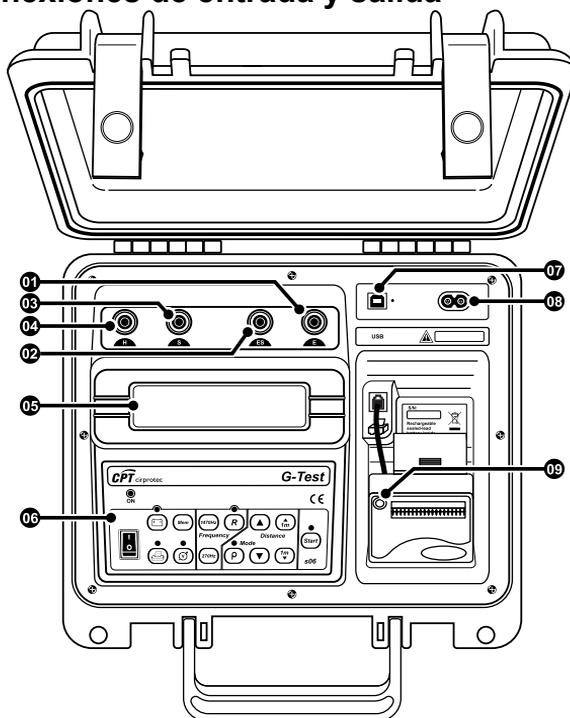
Es un equipo portátil, robusto y leve, desarrollado para el uso en campo y bajo severas condiciones climáticas.

Se alimenta con una batería recargable con un cargador de 220-240 V~ y se provee con todos los accesorios necesarios para realizar las mediciones (jabalinas, cables, etc.), dentro de una bolsa para su fácil transporte.

## 2. Funciones del panel

Todos los controles, indicadores, bornes de entrada y salida del **G-Test** se encuentran en el panel de control y son fácilmente accesibles al operador. Las figuras siguientes informan la función de cada ítem del equipo.

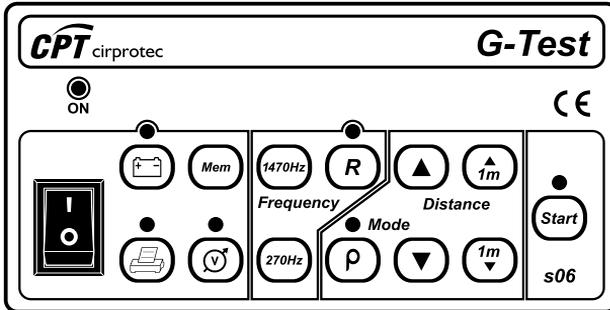
### 2.1. Conexiones de entrada y salida



- 01 Terminal de salida E
- 02 Terminal de salida ES
- 03 Terminal de salida S
- 04 Terminal de salida H
- 05 **Display** alfanumérico

- 06 **Teclado**
- 07 **USB** puerta de comunicación
- 08 **Entrada alimentación**
- 09 Control de **alimentación del papel** de la impresora

## 2.2. Teclado



Tecla	Función	Led
	On/Off: Llave de encendido.	Indica que el equipo está encendido
	Selecciona función de Resistencia	Indica que fue seleccionada la función Resistencia
	Selecciona frecuencia de 1470 Hz	—
	Selecciona frecuencia de 270 Hz	—
	Selecciona función de Resistividad $\rho$	Indica que fue seleccionada la función Resistividad
 	Aumenta / Disminuye. Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 m únicamente. Además de Rx	—
 	Aumenta / Disminuye. Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1 m	—

---

	BATTERY STATUS. Muestra el estado de la batería	Indica que el cargador de batería está operando
	Envía los datos almacenados en la memoria para la computadora	—
	Permite la impresión del ensayo	Indica que los valores medidos están siendo impresos
	Voltímetro	Indica un valor de tensión espuria mayor que 7 V
	START. Tecla de inicio del ensayo	Indica que se está realizando la medición

---

### **3. Rangos de medición**

---

El equipo posee 4 rangos de medición que son automáticamente seleccionados desde 0,01  $\Omega$  hasta 20 k $\Omega$ , como medidor de resistencia; de 0,01  $\Omega$ m hasta 50 k $\Omega$ m como medidor de resistividad, y de 0 a 60 V~ como voltímetro.

## 4. Batería y recarga

### 4.1. Descripción de la batería.

El **G-Test** utiliza una batería recargable de 12 V - 2,3 Ah. Después de agotada su vida útil debe ser reciclada o depositada en forma adecuada conforme con las leyes del medio ambiente.

### 4.2. Verificación del estado de la batería

Estando el equipo encendido verifique el estado de la batería oprimiendo la tecla  en el display indicará el estado de la batería.

Con poca carga



Con carga normal



Con carga completa



### 4.3. Cargador de batería

El cargador incorporado de batería se activa cuando el equipo se conecta a la alimentación externa, aún cuando la llave de encendido está apagada (🔌).

### 4.4. Procedimiento de Carga

Verifique que la llave On/Off (🔌) está apagada. Conecte el equipo a la alimentación externa. El led de la tecla (🔌) brillará con luz roja hasta completar la carga y en ese punto cambia para luz verde y así permanece hasta desconectar el cable de alimentación. Si el equipo fuera conectado, el display exhibirá el siguiente letrero:



Durante el proceso de carga la tecla (Start) estará desactivada.

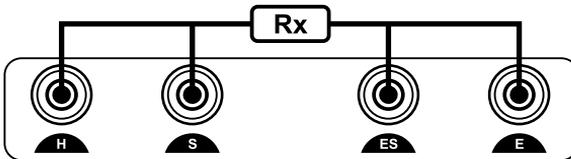
---

**Nota:** La batería pierde parte de su carga estando almacenada. Por eso, antes de utilizar el equipo por primera vez, o después de algún tiempo sin uso, se debe recargar la batería. Por cuanto el tipo de batería recargable que utiliza este equipo no presenta “efecto memoria” y por las características inteligentes del cargador, no hay restricciones para iniciar una carga tantas veces como se requiera. En cuanto el cargador detecte que la batería está completamente cargada pasará al estado de Flote en forma automática, protegiéndola de sobrecargas.

---

## 5. Verificación de la calibración del equipo

Utilizando una resistencia nominal patrón (**R<sub>x</sub>**), es posible verificar la calibración del aparato. La resistencia debe ser conectada al **G-Test** como indica la figura siguiente:



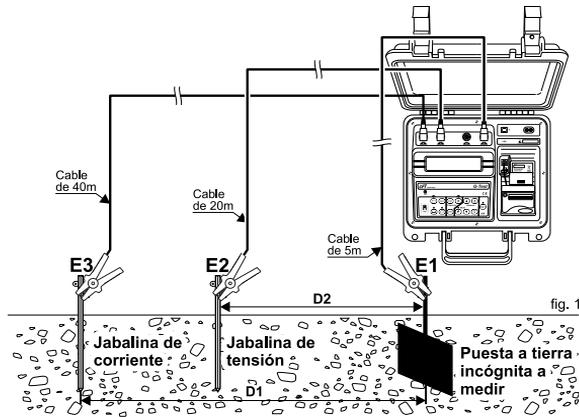
Después de conectar la resistencia, siga el procedimiento abajo detallado:

- Encienda el **G-Test** (⏻).
- Seleccione la función de medición de resistividad (**P**).
- En la selección de distancia / resistencia patrón, elija **R<sub>x</sub>** (resistencia nominal patrón).
- Oprima la tecla (Start) para iniciar la medición.
- Después de 5 segundos, el display debe indicar un valor estable, próximo al valor nominal de la resistencia patrón usada.

Se fuera exhibido otro valor, el equipo está descalibrado y debe ser ajustado en un laboratorio calificado.

## 6. Medición de la resistencia de puesta a tierra (R PAT)

Clave en el terreno dos jabalinas (picas) auxiliares, la jabalina de corriente **E3** y la jabalina de tensión **E2**, y conéctelas a través de los cables provistos, a los bornes **H** y **S** respectivamente. El borne **E** se debe conectar a la puesta a tierra cuya resistencia se quiere medir (**E1**) con el cable de 5 m (ver fig. 01).

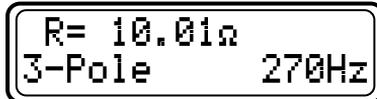


- Encienda el equipo con la llave On/Off (  ).
- Durante unos instantes el display mostrará el siguiente mensaje:



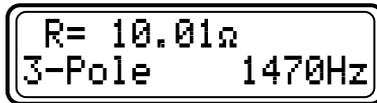
Esta función y esta frecuencia son las iniciales cuando se enciende el equipo (default).

- Después oprima la tecla **(Start)**.
- Durante unos pocos segundos brillará el led de la tecla **(Start)** y luego el display pasará a indicar el valor de la resistencia y la unidad así:



- El resultado de la medición será grabado en la memoria.
- Oprimiendo la tecla **(Print)** se permite que los datos sean impresos en la impresora incorporada. Durante esta operación el led de la tecla **(Print)** se mantiene encendido.
- Para seleccionar la frecuencia de 1470 Hz, se debe oprimir la tecla de Función de Resistencia **(R)** y después la de 1470 Hz **(1470Hz)**.

Así el display indicará...



Esta comparación de R PAT con frecuencias diferentes permite verificar el comportamiento del sistema tanto para interferencias de maniobras como para los efectos con descargas atmosféricas. Cada vez que se necesite cambiar la frecuencia se debe accionar primero el botón **(R)**, (o apagar el equipo con la llave On/Off **(I)**) para después realizar la medición apretando la tecla **(Start)**. Las teclas para cambiar la frecuencia son las **(270Hz)** y **(1470Hz)**.

## 6.1. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT

En el método normalmente utilizado para medir la resistencia de difusión de una *Puesta a Tierra* (PAT), se emplean dos jabalinas como electrodos auxiliares. En la figura 1, **D1** es la distancia entre la PAT **E1** y el electrodo de corriente **E3**, mientras que **D2** es la distancia entre la PAT y la sonda **E2**. La corriente generada por el telurímetro circula por la PAT y el electrodo de corriente, y se mide la tensión entre la PAT y la sonda **E2**. El valor de R se obtiene como el cociente de la tensión y la corriente.

En la fig. 2 se ha graficado el perfil de potencial con respecto a la PAT en la zona comprendida entre ésta y el electrodo de corriente, asumiendo que la distancia entre esos puntos sea suficiente para que sus respectivas “zonas de influencia” no presenten superposición. Se denomina “zona de influencia” al área próxima a cada electrodo en la cual se observa un gradiente de potencial significativo. Fuera de esa zona el potencial es constante (meseta de potencial entre los puntos A y B de la fig. 2). Para obtener una medición válida de la resistencia de PAT es necesario alejar la jabalina auxiliar de corriente lo suficiente como para que se cumpla la condición de no superposición de las zonas de influencia, y la jabalina de tensión (sonda) debe estar hincada en la zona de la meseta de potencial. Como referencia puede adoptarse el criterio de considerar que el radio de cada zona de influencia es del orden de 3 veces la mayor dimensión del electrodo.

El adecuado cumplimiento de esta condición debe verificarse haciendo tres medidas sucesivas de la resistencia de PAT manteniendo la posición de la jabalina de corriente pero desplazando la de tensión unos 2 metros entre las medidas (puntos L, M, y N). Si las tres medidas presentan el mismo resultado (dentro del error especificado del telurímetro) la medición debe considerarse correcta. De lo contrario debe aumentarse significativamente la distancia hasta la jabalina de corriente y repetir el proceso.

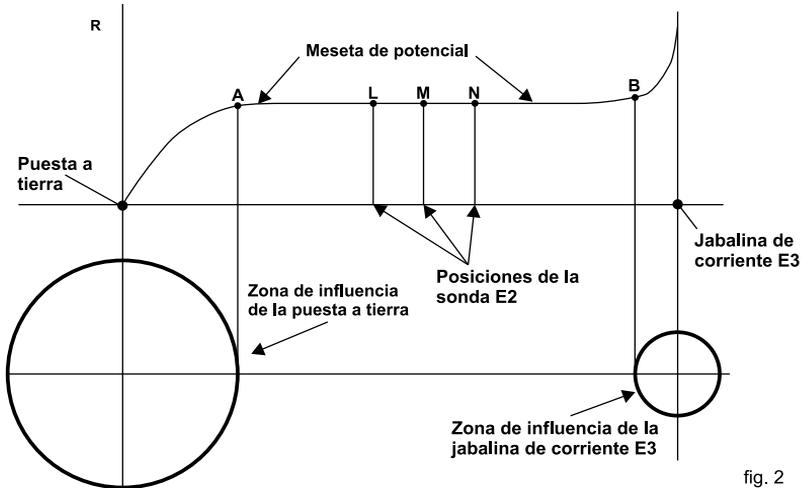


fig. 2

En general, las dimensiones de la PAT son mayores que las de la jabalina auxiliar de corriente por lo que el diámetro de su zona de influencia también es mayor. Por eso la sonda debe hincarse más próxima a la jabalina de corriente que a la PAT para cumplir la condición requerida. Suele adoptarse una distancia del 62% como primera aproximación. Debe tenerse en cuenta que cuando se mide la resistencia de PAT de sistemas de gran tamaño (por ej. mallas extensas de subestaciones) se requieren distancias que pueden llegar a cientos de metros para cumplir la condición. La literatura técnica describe métodos aproximados que permiten reducir esas distancias con resultados válidos. Todas estas consideraciones se refieren a aspectos físicos esenciales del proceso de medición, por lo que se aplican a todos los telurímetros, y no dependen del fabricante o la tecnología utilizada.

## 7. Medición de las tensiones espurias

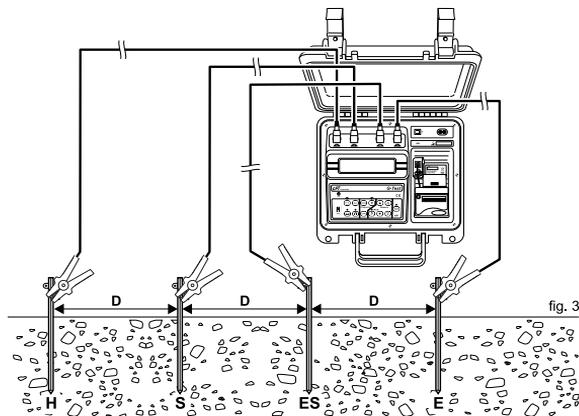
Para verificar la presencia y medir las tensiones espurias presentes en el terreno, se debe realizar esta operación con las jabalinas clavadas en el suelo, conectadas como se mostró en la figura 1. Oprima el botón del Voltímetro ( $\text{V}$ ), el display mostrará la tensión alternada entre los electrodos E1 y E2 hasta un máximo de 60 V.



## 8. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner

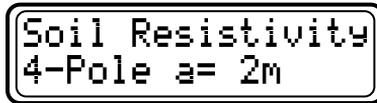
**Nota:** en esta función el equipo opera únicamente en la frecuencia de 270 Hz.

Clave 4 jabalinas en el terreno, alineadas y con separación constante “a”, como se muestra en la fig. 3. Cuando se realiza esta medición la distancia entre jabalinas es crítica pues hace parte de la precisión de la medición en el cálculo de la resistividad. Encienda el equipo y oprima la tecla  $\text{P}$ , y verifique el conexionado.



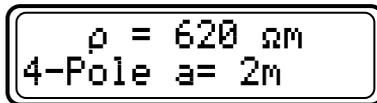
Con las teclas  $\uparrow$  $\downarrow$  o  $\uparrow$  $\downarrow$  introduzca la distancia entre jabalinas. Si las distancias elegidas fueran 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m (que son las que generalmente se adoptan) disminuya o aumente con las teclas  $\uparrow$  $\downarrow$ .

Si el valor fue **a = 2m** aparecerá en el display:



Soil Resistivity  
4-Pole a= 2m

Después oprima el botón de  $\text{Start}$ . Durante unos pocos segundos brillará el led de la tecla  $\text{Start}$  y el display indicará el valor de la resistencia y la unidad así:



$\rho = 620 \Omega m$   
4-Pole a= 2m

Con las teclas  $\uparrow$  $\downarrow$  el equipo permite seleccionar distancias entre jabalinas en pasos de 1 m, y hasta sumarlos o restarlos a los valores insertos con las teclas  $\uparrow$  $\downarrow$ . Con las teclas  $\uparrow$  $\downarrow$  también se puede seleccionar el valor Rx



Soil Resistivity  
4-Pole Rx

Esta opción permite utilizar cualquier distancia, pero en este caso el operador deberá aplicar la fórmula de Wenner, si es que utiliza el método Wenner o otras ecuaciones si se dispone a usar otros métodos como Schlumberger, Dipolo, Lee, etc. También es útil para realizar la calibración del equipo y para introducir los datos en algunos softwares sofisticados que permiten introducir solamente el valor de R para el cálculo de la resistividad.

Oprimiendo la tecla  el instrumento obtendrá el valor de la resistividad, aplicando la siguiente fórmula completa de Wenner

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4p^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + p^2}}}$$

Donde:

$\rho$  = valor de la resistividad, expresado en [ $\Omega$ m]. Valor mostrado en el display.

$\pi$  = 3.14159

$R$  = es el valor de la resistencia leída en el equipo usado para calcular  $\rho$ . (Se puede ver el valor seleccionado  $R_x$  con las teclas  y )

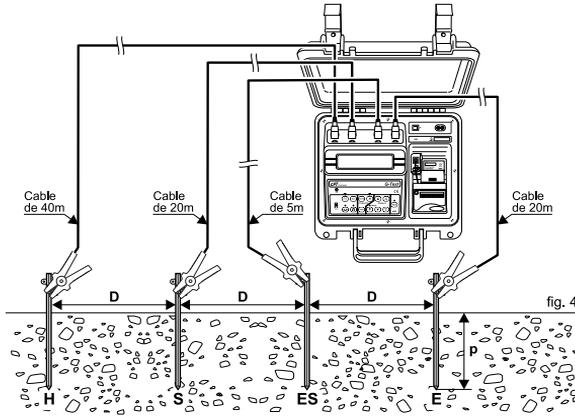
$a$  = distancia entre jabalinas expresada en metros

Siguiendo este procedimiento, se obtiene el valor de la resistividad  $\rho$  correspondiente a la capa del terreno comprendida entre la superficie y la profundidad determinada por la distancia entre jabalinas “ $a$ ”. La información requerida para determinar la estratificación del terreno por métodos gráficos o utilizando software especializados, se obtiene realizando conjunto de mediciones con diferentes distancias entre jabalinas. Las distancias más comúnmente adoptadas son 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m.

Para realizar una batería de mediciones cada vez que se deba introducir un valor de diferentes distancias entre jabalinas, se debe oprimir primero la tecla de  y después fijar la distancia utilizando las teclas  y  o las  y , después la tecla .

Luego de cada medición, oprimiendo la tecla  se permite que los datos sean impresos en la impresora incorporada.

Un ejemplo de cómo distribuir los cables de medición cuando se adopta  $a = 16\text{m}$  se puede ver en la fig. 4, con el instrumento cerca de la jabalina Es.



Si se elige Rx se puede usar la fórmula simplificada de Wenner si se cumple la condición  $a \gg p$

$$\rho = 2\pi R a$$

O sea cuando la profundidad de penetración de las jabalinas es despreciable respecto de la distancia de separación entre ellas. Esta condición no se da cuando la distancia  $a$  es pequeña pues siempre es necesario asegurarse de obtener un buen contacto entre el terreno y la jabalina (El equipo siempre calcula  $\rho$  con la fórmula completa considerando  $p$  con 0,25 m de penetración).

Para evaluar adecuadamente la resistividad de un terreno las mediciones deben cubrir toda el área a ser ocupada e influenciada por el futuro sistema de puesta a tierra. Se recomienda que se efectúen mediciones de resistividad en, al menos, cinco puntos para un área de hasta 10.000 m<sup>2</sup>, dispuestos como en la figura 5. Para el punto central deben ser necesarios dos conjuntos de mediciones (cada conjunto de mediciones con sus respectivas separaciones de jabalinas de 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m). Áreas mayores pueden ser divididas en áreas de

10.000 m<sup>2</sup> cada una y hacer mediciones en 5 puntos como en la fig. 5. También en el caso de geometría diferente, siempre existirá la posibilidad de circunscribir un rectángulo y proceder como en el caso anterior.

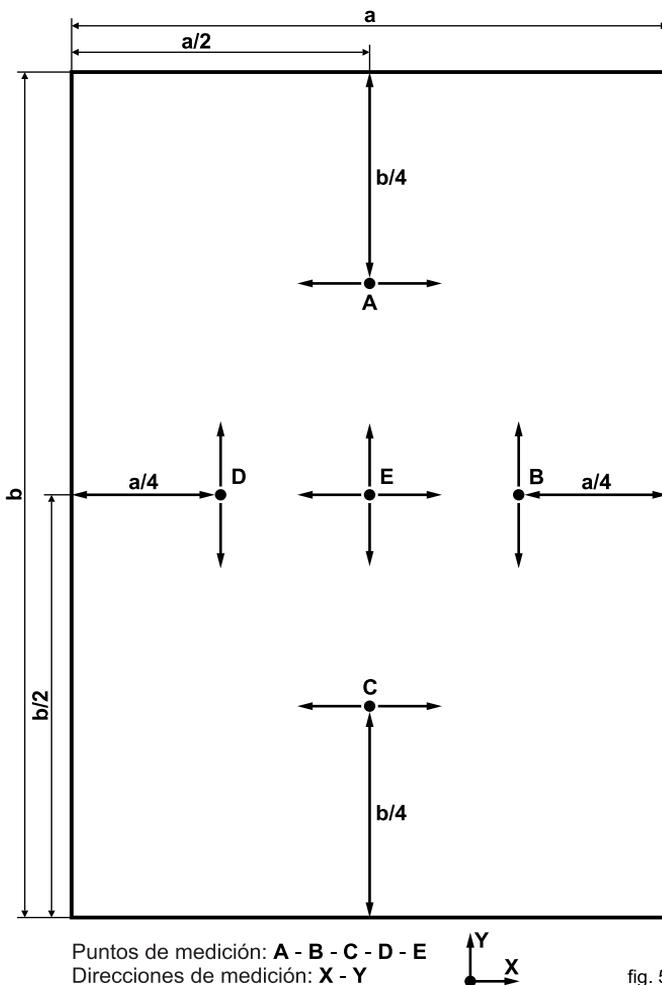


fig. 5

## 9. Indicaciones de anomalías en el Display

En el caso de que el equipo identifique alguna anomalía externa impidiendo o comprometiendo la medición, el display exhibirá un mensaje para que el operador pueda corregir el problema.

### 9.1. Alto valor de tensión espuria

La inteligencia del circuito no permite continuar con la medición si el valor de tensión espuria es  $> 7$  V. El display mostrará lo siguiente:

A rectangular display with a double border showing the text "Earth Voltage" on the first line and "too high!" on the second line.

```
Earth Voltage  
too high!
```

### 9.2. Valor de R PAT muy alto

Si la medición de R PAT es superior a  $20$  k $\Omega$  el display indica:

A rectangular display with a double border showing the text "R > 20.00kΩ" on the first line and "3-Pole 270Hz" on the second line.

```
R > 20.00kΩ  
3-Pole 270Hz
```

y significa que el valor superó el máximo valor de lectura del equipo.

### 9.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares

Si por cualquier razón la corriente es inferior que el valor requerido para la obtención de resultados confiables, o si no hubiera corriente circulando entre **H** y **E**, la inteligencia del circuito no permite continuar con la medición y el display mostrará lo siguiente:



Check H-pole

Si el valor de la resistencia de la jabalina **S** es muy alto el display indicará:

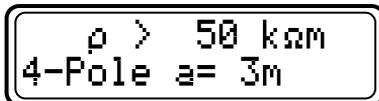


Check S-pole

Si no se encuentra ninguna anomalía en el conexionado o en los cables, debe evaluarse la posibilidad de que la resistividad del terreno sea anormalmente elevada provocando una resistencia de difusión de las jabalinas auxiliares excesivamente alta. Esa resistencia puede mejorarse regando las jabalinas auxiliares con abundante agua, o colocando varias interconectadas. También se debe revisar el estado de la batería.

### 9.4. Valor muy alto de Resistividad

Cuando el valor de la resistividad sea excepcionalmente alto (superior a 50 k $\Omega$ m) el display exhibirá el siguiente letrero:



$\rho > 50 \text{ k}\Omega\text{m}$   
4-Pole a= 3m

## 10. Software

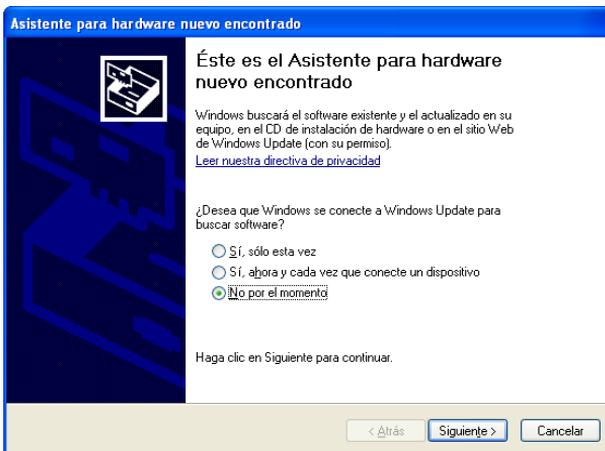
### 10.1. Instalando los drivers USB

Para instalar los drivers USB necesarios para la comunicación entre la computadora y el equipo, siga el procedimiento abajo:

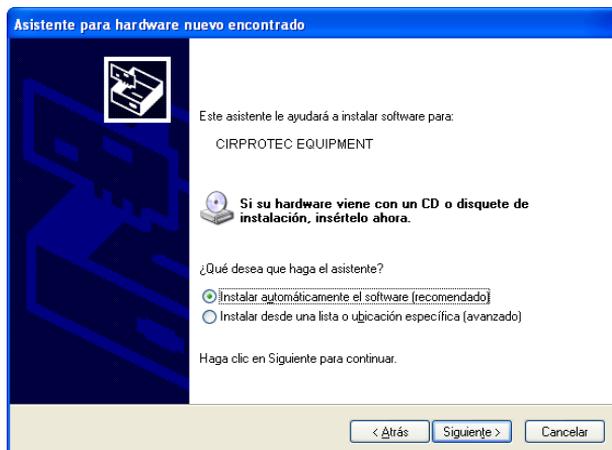
1. Inserte el CD-ROM, proporcionado con el equipo, en el lector de CD de la computadora.
2. Conecte el equipo a computadora a través del cable de comunicación USB.
3. El sistema operativo Microsoft Windows® reconocerá automáticamente el equipo.



4. Será exhibida la ventana "Asistente para hardware nuevo encontrado". Seleccione a opción "No por el momento" y haga clic en **Siguiente**.



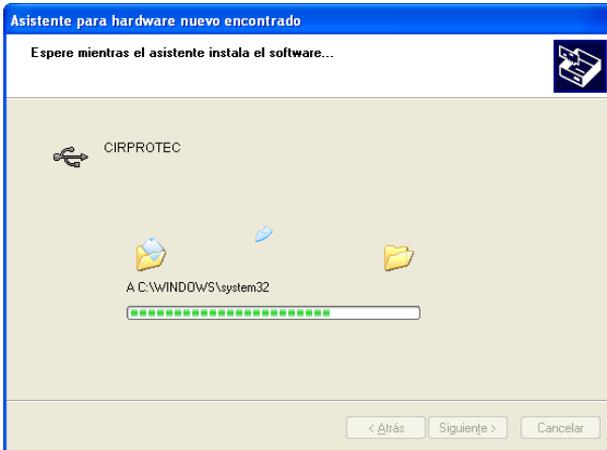
5. Seleccione a opción “Instalar automáticamente el software” y haga clic en **Siguiente**.



6. En la ventana “Instalación de hardware” haga clic en **Continuar**.



7. Será iniciada a instalación de los drivers USB.



8. Para finalizar la instalación, haga clic en **Finalizar**.



Después del término de la instalación de los drivers USB, será necesario repetir el procedimiento anterior para la instalación de un puerto COM virtual.



## 10.2. Software CPT Logger

Este software facilita la comunicación entre el equipo y una computadora con sistema operacional Windows. Permite sincronizar la fecha y hora del reloj interno del equipo con la fecha y hora de la computadora, transferir los datos almacenados y limpiar la memoria. Las instrucciones de instalación y uso están incluidas en el propio software.

## 10.3. HyperTerminal® - Transferencia de datos

Para transferir los valores medidos por lo equipo para una computadora, a través del software HyperTerminal, utilice el cable USB fornecido con los accesorios.

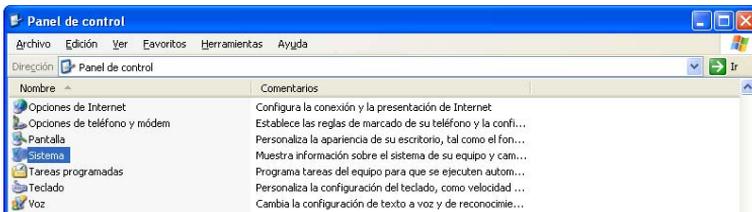
### 10.3.1. Número del puerto COM

Para realizar la comunicación entre equipo y HyperTerminal es necesario determinar el número del puerto COM a ser utilizado. Siga el procedimiento abajo (el equipo debe estar conectado a computadora):

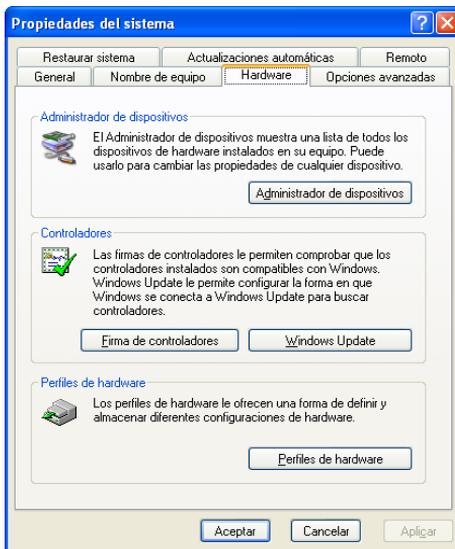
1. Haga clique en menú **Inicio** / **Todos los programas** / **Panel de control**



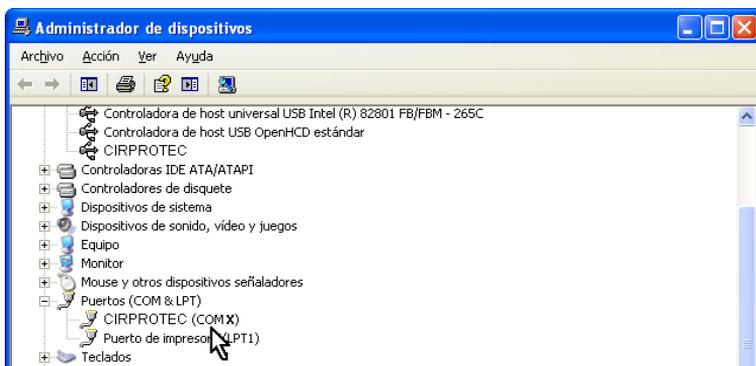
2. En la ventana “Panel de control”, haga clique en **Sistema**.



3. En la ventana “Propiedades del sistema”, haga clic en **Hardware / Administrador de dispositivos**.



4. En la ventana “Administrador de dispositivos” verifique cual el número del puerto COM está atribuido al equipo.



## 10.3.2. Iniciando el HyperTerminal

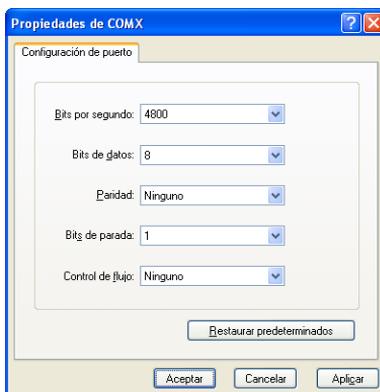
1. Haga clic en menú:  
**Inicio / Todos los programas / Accesorios / Comunicaciones / HyperTerminal**
2. Para crear una nueva conexión, elija un nombre, seleccione un ícono y haga clic en “Aceptar”.



3. En la ventana siguiente, seleccione el puerto de comunicaciones adecuado.



4. Seleccione los siguientes datos en la ventana próxima: Bits por segundo: **4800**, Bits de datos: **8**, Paridad: **Ninguno**, Bits de parada: **1**, Controle de flujo: **Ninguno**.



En este momento la PC está lista correctamente configurada para recibir las informaciones colectadas en las mediciones. Oprimiendo la tecla **(MEM)**, el **G-Test** enviará los datos almacenados en la memoria para la computadora y el display mostrará el siguiente mensaje:



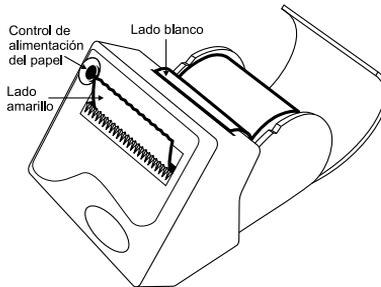
Los datos de la memoria estarán disponibles para visualización y almacenamiento en la computadora.

## 11. Impresora

### 11.1. Alimentación del papel

La llave 09, una tecla azul localizada en la parte superior izquierda del cuerpo de la impresora, es el Control de Alimentación del Papel. Oprima esta tecla 3 veces después del término del ensayo y antes de cortar el papel, con la finalidad de visualizar las últimas líneas.

**ATENCIÓN:** No tire del papel, siempre use la tecla de Alimentación de Papel. Nunca intente introducir el papel de vuelta para la impresora. En cualquier de estos casos la impresora puede dañarse fácilmente.



Esta impresora utiliza papel térmico, 37mm de ancho, en una bobina de hasta 33mm de diámetro. La figura abajo muestra cómo colocar el papel. Oprima la tecla 09 hasta el papel aparecer. Para retirar la bobina de papel antigua, corte el papel cerca de la bobina y oprima la tecla 09. Las operaciones de retirada de la bobina usada deben ser efectuadas de esta manera por que el movimiento del papel es unidireccional, o sea, el papel se mueve solamente en una dirección

## 12. Especificaciones técnicas

<b>Aplicación</b>	: Medición de resistencias de puesta a tierra (con 3 bornes), resistividad específica del suelo (con 4 bornes) y tensiones presentes en el terreno. De acuerdo con la norma IEC 61557-5.
<b>Método de medición de resistencia de puesta a tierra</b>	: El telurímetro inyecta en el terreno una corriente generada electrónicamente, y mide con alta precisión tanto al corriente como la tensión que aparece en el terreno por circulación de esa corriente a través de la resistencia de difusión de la puesta a tierra. La lectura de R es directa, en el display.
<b>Método de medición de la resistividad específica del terreno</b>	: Como resistivímetro inyecta corriente por las jabalinas exteriores, recibe la tensión por las jabalinas interiores y mide los dos valores. Los valores de distancia entre jabalinas pueden introducirse con las teclas apropiadas al equipo. La lectura de la resistividad es directa en el display. El telurímetro utiliza la fórmula completa de Wenner para el cálculo.
<b>Frecuencias de operación</b>	: 270 Hz $\pm$ 1 Hz o 1470 Hz $\pm$ 1 Hz El operador selecciona la frecuencia de ensayo oprimiendo una tecla.
<b>Voltímetro</b>	: En la función voltímetro el equipo opera como un voltímetro convencional de corriente alternada, haciendo posible la medición de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas.
<b>Rangos de medición</b>	: Resistencia: 0-20 $\Omega$ ; 0-200 $\Omega$ ; 0-2000 $\Omega$ y 0-20 k $\Omega$ (auto-rango) Resistividad: 0- 50 k $\Omega$ m (auto-rango) El equipo encuentra automáticamente el mejor rango para la medición seleccionada. Tensión : 0-60 V~
<b>Exactitud</b>	: Medición de resistencia y resistividad: $\pm$ (2% del valor medido $\pm$ 2 dígitos) Medición de tensión: $\pm$ (3% del valor medido $\pm$ 2 dígitos)

<b>Resolución de lectura</b>	: 0,01 $\Omega$ en la medición de resistencia. 0,01 $\Omega\text{m}$ en la medición de resistividad. 0,1 V~ en la medición de tensión.
<b>Corriente de salida</b>	: La corriente de cortocircuito está limitada a 3,5 mA. (IEC 61557-5 punto 4.5)
<b>Inmunidad respecto a la interferencia de tensiones espurias</b>	: En la medición de R admite la presencia de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas con error inferior a 10% para tensiones inferiores a: 7 V~ para $0 < R < 20 \text{ k}\Omega$
<b>Resistencias de tierra de las jabalinas auxiliares</b>	: En la medición de R admite $R_{\text{aux}}=100R$ hasta $R_{\text{aux}} < 50 \text{ k}\Omega$ con error $< 30\%$
<b>Verificación del estado de la batería</b>	: Permite comprobar el estado de carga de la batería.
<b>Funciones avanzadas</b>	: Detecta automáticamente anomalías que impiden efectuar la medición con errores tolerables (alto ruido de interferencia, resistencias de electrodos auxiliares muy altas, etc.).
<b>Cálculo de resistividad del terreno</b>	: Durante la medición de Resistividad, permite que el operador pueda introducir la distancia entre las jabalinas auxiliares al G-Test para mostrar en el display directamente el valor de $\rho$ expresado en [ $\Omega\text{m}$ ].
<b>Salida de datos</b>	: USB
<b>Impresora incorporada</b>	: Permite imprimir los resultados para ser registrados como documento.
<b>Alimentación</b>	: A través de batería recargable interna, sellada de 12 V 2,3 Ah.
<b>Cargador de batería</b>	: Circuito inteligente, microprocesado, ajusta la carga de batería a los parámetros optimizados para garantizar la máxima vida útil. Se alimenta a través de la red de energía 220-240 V~ 50 Hz
<b>Seguridad</b>	: De acuerdo con IEC 61010-1
<b>Compatibilidad electromagnética (E.M.C.)</b>	: De acuerdo con IEC 61326-1
<b>Inmunidad electrostática</b>	: De acuerdo con IEC 61000-4-2

<b>Inmunidad contra radiación electromagnética</b>	: De acuerdo con IEC 61000-4-3
<b>Clase de protección ambiental</b>	: IP54 con gabinete cerrado
<b>Temperatura de operación</b>	: -10°C a 50°C
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	: -25°C a 65°C
<b>Humedad relativa ambiente</b>	: 95% RH (sin condensación)
<b>Peso</b>	: Aprox. 3,5 kg (sin accesorios)
<b>Dimensiones</b>	: 274 x 250 x 124 mm
<b>Accesorios incluidos</b>	: <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 jabalinas de acero cobreado.</li><li>• Cable de alimentación del cargador interno de batería.</li><li>• Cable USB</li><li>• Carrete con cable de 40 m (rojo).</li><li>• Carrete con cable de 20 m (azul).</li><li>• Carrete con cable de 20 m (verde).</li><li>• Cable corto de 5 m (negro).</li><li>• Cable corto de 5 m (verde) para conexión al electrodo incógnita.</li><li>• Este manual de uso.</li></ul>

---

Marcado 

Se reserva el derecho de realizar modificaciones sin previo aviso

# **G-TEST**

---

***Microprocessor Controlled Digital Earth Tester***

**User guide**



The rubbish bin with a line through it means that in the European Union, the product must undergo selective disposal for the recycling of electric and electronic material, in compliance with Directive WEEE 2002/96/EC.

## Index

1. Description.....	40
2. Control panel.....	41
2.1. Connections and items.....	41
2.2. Keyboard.....	42
3. Measurement ranges.....	43
4. Battery / battery charger.....	44
5. Equipment calibration checking.....	45
6. Grounding resistance measurement.....	46
6.1. Observations about grounding diffusion systems (GDS).....	47
7. Spurious voltages measurement.....	48
8. Soil resistivity measurement.....	49
9. Abnormalities indications on the display.....	52
9.1. Excessively high spurious voltages.....	52
9.2. Excessively high earth resistance.....	52
9.3. Excessively high resistance in the auxiliary rods.....	52
9.4. Excessively high soil resistivity.....	53
10. Software.....	54
10.1. USB Drivers.....	54
10.2. CPT Logger software.....	57
10.3. HyperTerminal®.....	58
10.3.1. COM number.....	58
10.3.2. HyperTerminal.....	60
11. Printer.....	62
12. Technical Specifications.....	63

---

## 1. Description

---

The **G-Test** is a microprocessor controlled earth tester that allows measuring earth resistance and ground resistivity (by Wenner's method), as well as detecting parasitic voltages that may be present in the ground. Totally automatic and easy to operate, the **G-Test** is suitable to measure earth systems in power substations, industries, distribution networks, etc., according to IEC 61557-5, or to measure soil resistivity in a terrain, in order to optimize the earth systems project.

Before starting each test, the **G-Test** will check if all conditions are within the appropriate limits and will notify the operator if there are any abnormalities, such as too high interference voltage, too much resistance in the test spikes, very low test current, etc. If all conditions are normal, the equipment will automatically select the adequate range and will show the results on the display.

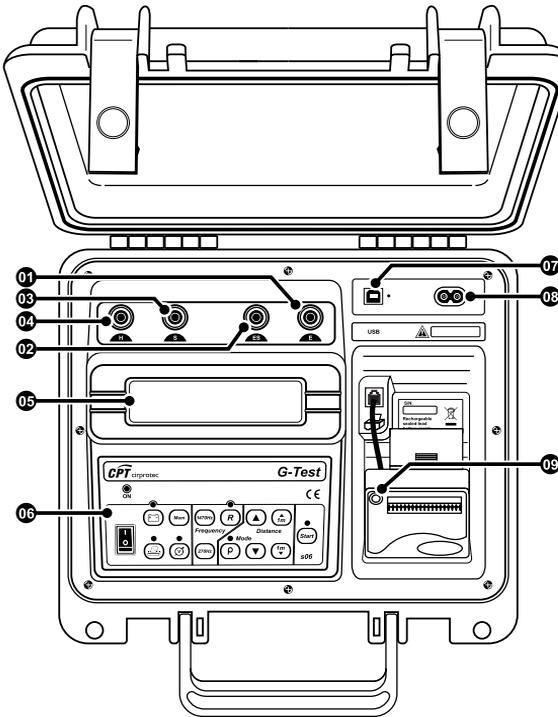
In order to conveniently test earth systems, the **G-Test** allows measurements using test currents with selectable frequency, of 270 Hz or 1470 Hz. Measurements in the 270 Hz frequency allow to analyse the system behaviour when in contact with fault currents of industrial frequency, while those in the 1470 Hz frequency show better the system behaviour when in contact with electrical currents caused by lightning. Measurements in the higher frequency also offer high immunity to interference voltages in the soil, what allows accurate results in often unfavorable conditions.

The **G-Test** has a built-in memory to store measurements, a built-in printer and a USB output that allows to transfer the stored results to a computer or data logger for later analysis. Practical, lightweight and strong, the **G-Test** is suitable to field use, even under severe weather conditions. It is powered by a rechargeable battery (220-240 V~ charger), and is supplied with all the necessary accessories in a practical auxiliary case.

## 2. Control panel

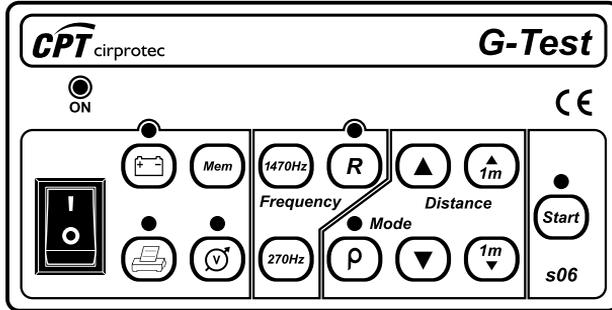
All of the **G-Test** buttons, keys, outputs and connections are located on the panel, and are easily accessible by the operator. The following graphics show the function of each one of the equipment's items.

### 2.1. Connections and items



- |    |                      |    |                        |
|----|----------------------|----|------------------------|
| 01 | Output terminal E    | 06 | Keyboard               |
| 02 | Output terminal ES   | 07 | USB communication port |
| 03 | Output terminal S    | 08 | Power supply input     |
| 04 | Output terminal H    | 09 | Paper feed control     |
| 05 | Alphanumeric display |    |                        |

## 2.2. Keyboard



Tecla	Función	Led
	ON/OFF switch	The <b>G-Test</b> is on
	Selects the <b>resistance measurement</b> function	The resistance measurement function is selected
	Selects <b>1470 Hz</b> frequency	—
	Selects <b>270 Hz</b> frequency	—
	Selects the <b>resistivity measurement</b> function	The resistivity measurement function is selected
	Increase or decrease the specified distance between rods in a progression of 1, 2, 4, 8, 16 or 32 meters. It also allows the operator to select the Rx function, used to check the equipment calibration by using a standard resistance (ignoring the “distance” parameter, not needed in this function)	—

---

	Increase or decrease the specified distance between rods in one meter steps.	—
		
	Shows the <b>battery charge</b> status on the display	The battery charger is operating
	Sends stored <b>memory</b> data to a connected computer or data logger	—
	Prints the measurement	The printer is operating
	Activates the <b>voltmeter</b>	Spurious voltage > 7 V
	<b>START</b> key; starts the test.	A measurement is running

---

## 3. Measurement ranges

The **G-Test** automatically selects an adequate range when operating, allowing measurements between 0.01  $\Omega$  and 20 k $\Omega$  (resistance), 0.01  $\Omega\text{m}$  and 50 k $\Omega\text{m}$  (resistivity), or voltages between 0 and 60 V~ (when in the voltmeter function).

## 4. Battery / battery charger

The **G-Test** uses a 12 V - 2.3 Ah rechargeable battery. At the end of its useful life, the battery must be recycled or disposed of properly, in order to protect the environment.

Before starting each test, it is recommended to check if the battery has enough charge. This can be done by pressing the **battery status** (🔋) key. If the battery charge is low, the following message will appear on the display:



When connected to the power supply, the battery charger will be always active, even if the **G-Test** is off.

### Recharge procedure:

Check if the **G-Test** is off (🔌), and then connect it to the power supply. The battery charger indicator (🔋) key led) will turn red, and will remain so until the battery is totally recharged. Then, the light will turn to green, and will stay on until the equipment is disconnected from the power supply.

If the equipment is turned on during the recharge procedure, the display will show:

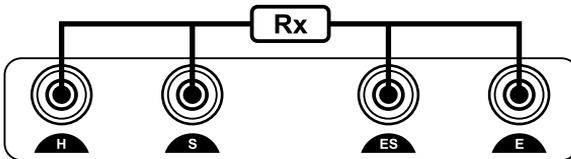


During the process, the (Start) key will be deactivated.

**Note:** battery slowly loses part of its charge while stored, even without use. Therefore, before using the equipment for the first time, or after a long period out of use, it may be necessary to recharge the battery.

## 5. Equipment calibration checking

By using a standard resistance ( $R_x$ ), it is possible to test the equipment calibration. The resistance must be connected to the **G-Test** as shown below:



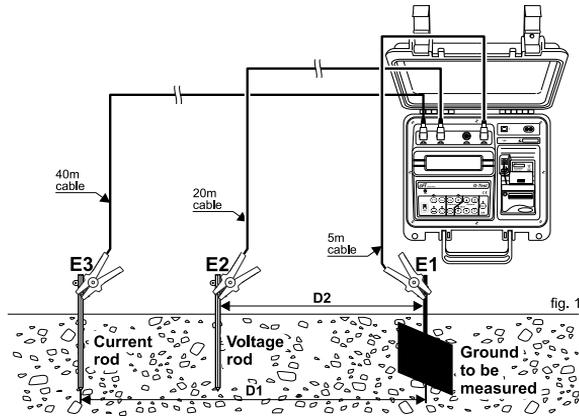
After connecting the resistance, follow these procedures:

- Turn the **G-Test** on (⏻).
- Select the resistivity function (Ⓟ).
- In the *distance / standard resistance* selection function, choose  **$R_x$**  (nominal standard resistance)
- Press the (Start) key.
- After 5 seconds, a stable value close to the standard resistance's nominal value should appear on the display.
- If this is not the case, the equipment accuracy is out of its specification and must be adjusted by a qualified laboratory.

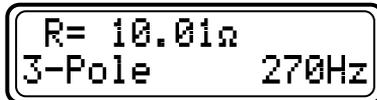
## 6. Grounding resistance measurement

When turning on the **G-Test**, the display will show the opening message, followed by the parameters **Earth Resistance / 3-Pole / 270 Hz**. These are the standard functions and frequency; to operate in the 1470 Hz frequency, press the  $\text{1470Hz}$  key.

Insert the auxiliary rods (current rod **E3** and voltage rod **E2**) in the ground. Using the cables supplied with the equipment, connect the rods to the **H** and **S** output terminals, respectively. The grounding system under test must be connected to **E** with the 5 meters cable.



Press the  $\text{Start}$  key to start the test. The test number will be shown on the display, followed by the message "WAIT...", and after a few moments the resistance value will appear, as in the following example:



The result will then be stored on the memory.

## 6.1. Observations about grounding diffusion systems (GDS)

In order to obtain a valid result when measuring a grounding diffusion system (GDS), some additional prerequisites must be observed: the current electrode must be away enough from the GDS to prevent their influence areas from overlapping, while the voltage rod (probe) must be set up in the potential plateau area. Usually, the radius of each influence area is about three to five times bigger than the electrode's dimensions.

The appropriate compliance of this condition must be checked by carrying out three successive measurements of the GDS resistance, keeping the current rod in position, but moving the voltage rod about 2 meters between measurements (**L**, **M**, and **N** points in the image below). If all three measurements show the same result (within the earth meter specified error margins), the measurement should be considered correct. Otherwise, the distance from the current rod to the GDS should be significantly increased and the process, repeated.

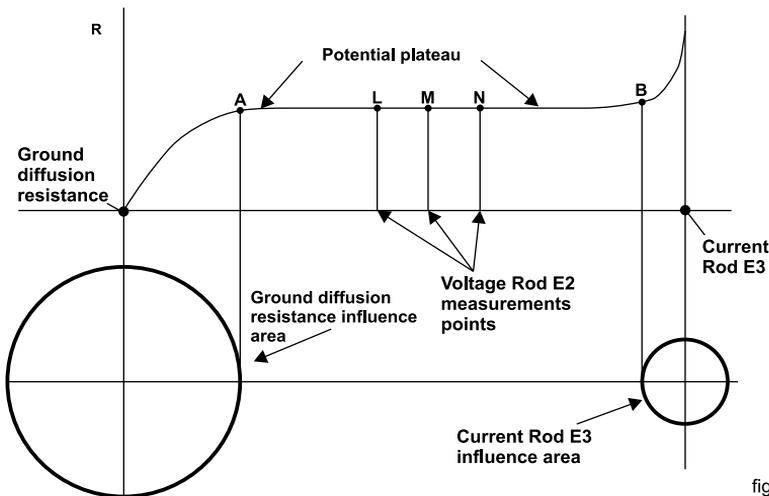


fig. 2

Generally, GDS dimensions are greater than those of the auxiliary current rod, thus its area of influence diameter is also greater. So, in order to comply with the required condition, the probe must be set up closer to the current rod than to the GDS. A distance of 62% is usually adopted as a first try. It should be noted that when measuring GDS resistance in large systems (such as a large grid that underlies a substation) distances of hundreds of meters are required to fulfil the condition. Technical literature describes alternative methods that make it possible to reduce those distances with valid results.

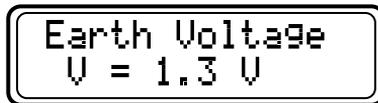
***Note:** all these observations refer to physical aspects essential to the measurement process, being applied to all earth meters, regardless of manufacturer or technology.*

## 7. Spurious voltages measurement

---

In order to check the existence and measure eventual parasitic currents in the soil, the rods must be set up in the same position used to perform grounding diffusion measurements.

After placing the rods, press the  key. The display will show the voltage between the system and the voltage rod, up to a maximum of 60 V.

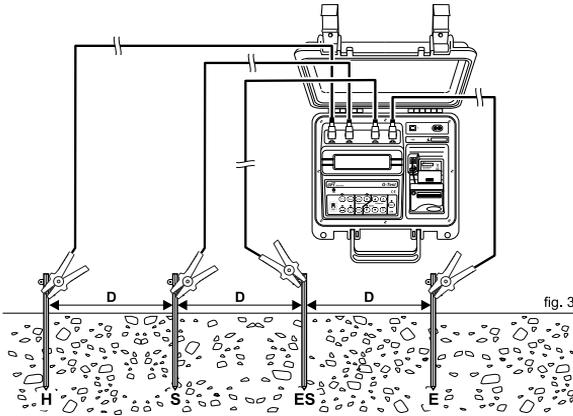


Earth Voltage  
U = 1.3 V

## 8. Soil resistivity measurement

**Note:** in this function, the equipment operates only with the 270 Hz frequency.

To select the resistivity measurement function, press the  $\rho$  ( $\text{P}$ ) key. Insert four rods in the ground, well aligned and with an equal distance from each other. Connect them to the output terminals using the supplied cables. Remember that the distance between rods is very important when measuring soil resistivity, since this value is part of the calculation. Specify the distance between rods ("a" in the image below and on the display) by using the  $\blacktriangle$  and  $\blacktriangledown$  keys ( $\uparrow m$  and  $\downarrow m$ ) to increase or decrease only one meter at a time).



Press the **(Start)** key. The **G-Test** will automatically apply Wenner's equation (below) based on collected data.

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4p^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + p^2}}}$$

**Legend:**

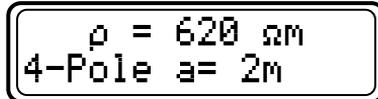
$\rho$  = soil resistivity value; will be shown on the display

$a$  = distance (in meters) between rods; specified by the operator

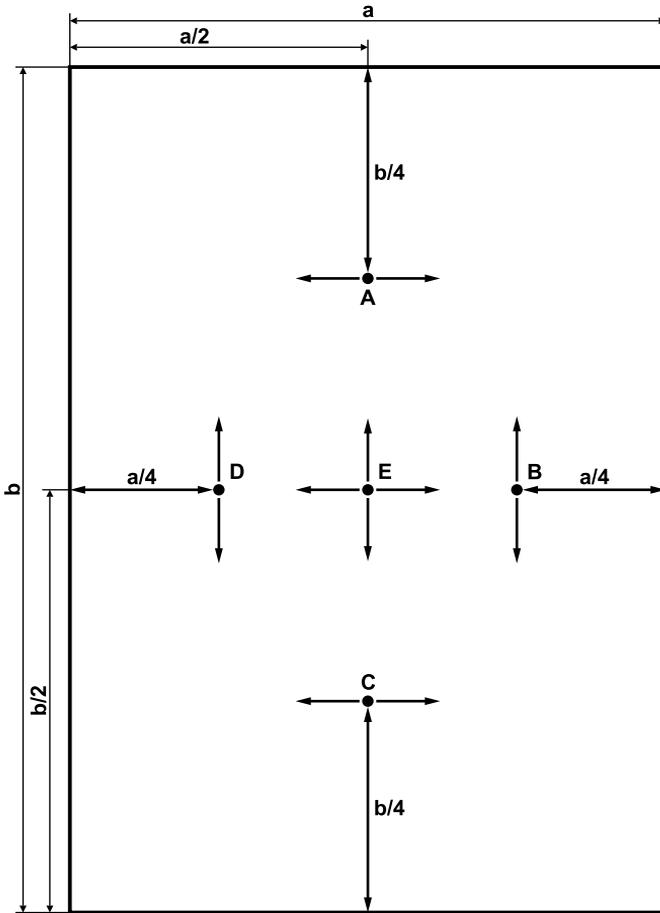
$p$  = insertion depth (in meters) of the rods – the **G-Test** uses **0,25 m**

$R$  = resistance value used by the equipment to calculate  $\rho$

The display will then show the soil resistivity value, as in the example below:



To properly evaluate soil resistivity, measurements must cover the whole area to be influenced by the grounding system. For an area of up to 10,000 m<sup>2</sup>, it is recommended to perform measurements in at least five points, arranged as shown in the image below. Two sets of measurements should be needed for the central point.



Measurements points: A - B - C - D - E  
Direction of measurements: X - Y

fig. 4

Larger areas can be divided in areas of 10,000 m<sup>2</sup> each. In the case of different forms, limiting the area in smaller rectangles is a possible and practical solution.

## 9. Abnormalities indications on the display

If the **G-Test** identifies any abnormality causing the measurements to be excessively inaccurate, or not possible at all, a warning message will be shown on the display, allowing the operator to identify and correct the problem.

### 9.1. Excessively high spurious voltages

If parasitic currents present in the soil are  $> 7\text{ V}$  and are seriously affecting the equipment precision, the display will show the following message:



Earth Voltage  
too high!

### 9.2. Excessively high earth resistance

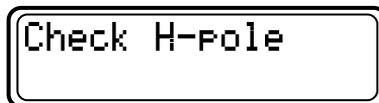
If the system's resistance is exceptionally high (above  $20,00\text{ k}\Omega$ ), and therefore beyond the equipment range, the following message will appear (upper line):



R > 20.00k $\Omega$   
3-Pole 270Hz

### 9.3. Excessively high resistance in the auxiliary rods

If, by any reason, there is no current between **H** and **E**, or if resistance on the **H** pole is too high, the display will show:



Check H-pole

The reason may be a wrong connection or excessive high-diffusion resistance on the **H** pole. Check the installation to correct the problem.

If resistance on the **S** pole is too high or if there is a disconnection near the pole, the display will show:



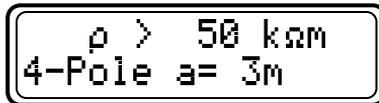
```
Check S-pole
```

Either resistance diffusion on the **S** pole may be excessively high, or there is a disconnection nearby. Check the installation to correct the problem.

In both cases, if the problem is being caused by excessive resistance, watering the rods or inserting several interconnected rods may reduce the resistance, allowing measurements to take place correctly.

## 9.4. Excessively high soil resistivity

If soil resistivity is excessively high (above 50 kΩm), and therefore beyond the equipment range, the following message will appear (upper line):



```
ρ > 50 kΩm  
4-Pole a= 3m
```

## 10. Software

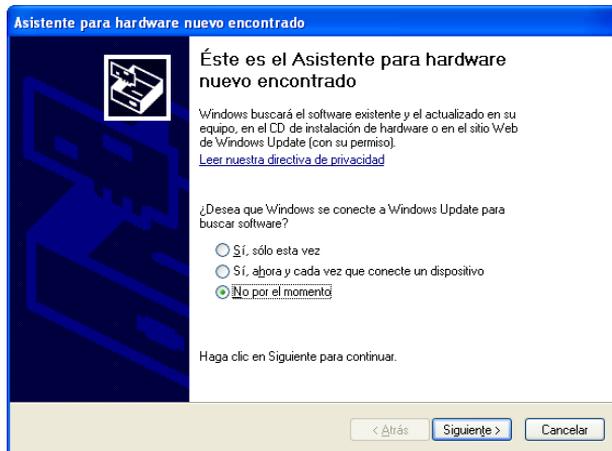
### 10.1. USB Drivers

To install the USB drivers required for the communication between PC and equipment follow the instructions:

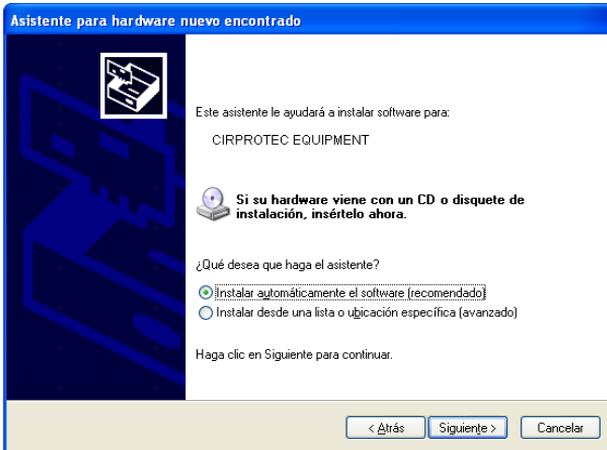
1. Insert the CD-ROM, supplied with the equipment, in the PC.
2. Connect the equipment in the PC using the USB cable.
3. The operating system Microsoft Windows® will detect the equipment.



4. The Microsoft Windows® launches “Found New Device Wizard”. Choose “No, not now” and click in **Next**.



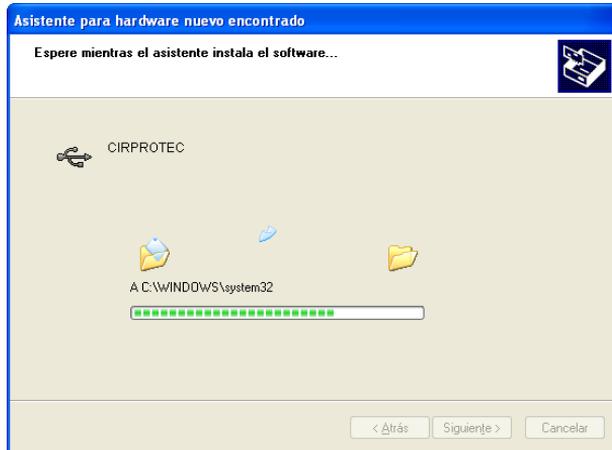
5. Choose “Install the software automatically” and click in **Next**.



6. In the window “Hardware installation” click in **Continue Anyway**.



7. Installation continues and finishes quickly.



8. Click in **Finish**.



After the installation will be necessary to repeat the procedure again to install the “USB Serial Port”.



## 10.2. CPT Logger software

This software makes communication between the equipment and a computer with Windows operative system easier. It makes it possible to synchronize the date and time of the equipment internal clock with the computer date and clock, to transfer the stored date and clear the memory. The installation and operation instructions are included in the software.

## 10.3. HyperTerminal®

To transfer data from the **G-Test** memory to a computer, use the communications cable supplied with the accessories to connect the equipment and the computer's **USB** port.

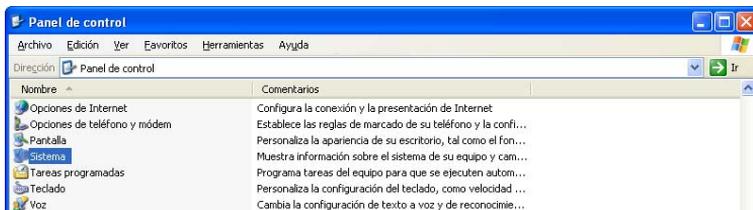
### 10.3.1. COM number

To find out the COM number installed, follow the procedure:

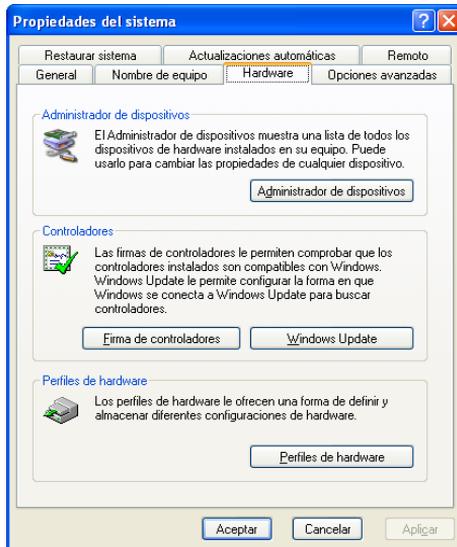
1. Click in **Start / Programs / Control panel**



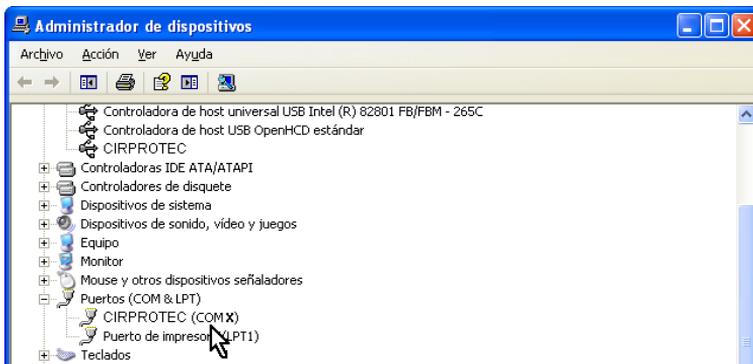
2. Click in **System**.



### 3. Click in **Hardware / Device manager**.



### 4. Check in the window "Device manager" the COM number of CIRPROTEC equipment.



### 10.3.2. HyperTerminal

1. Open Windows:  
**Start / Programs / Accessories / Communication / HyperTerminal**
2. To set up a new connection, enter a name and then select an icon.  
Click OK.



3. Select the COM defined to CIRPROTEC equipment.



4. In the next window to fill out the relevant data: 4800, 8, none, 1, none.



The computer is now correctly configured to receive data from the equipment. Press the **(Mem)** key and the **G-Test** will send all stored data to the computer, while the display shows the following message:

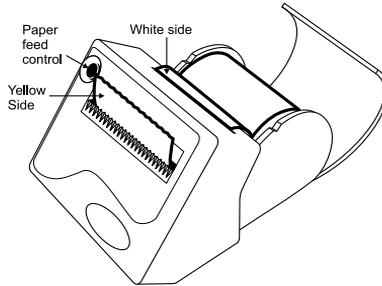


Memory data will then be available to visualization and archiving in the computer.

## 11. Printer

Pressing the **printer**(**11**) key will print the results and parameters of the last test. Use the **09** key to remove the paper before cutting it.

**Attention:** don't pull the paper manually or try to put it back, or the printer may be easily damaged.



This printer uses 37 mm-wide thermal paper, which comes in a 33 mm-diameter reel. The figure shown below indicates how to insert paper. Press key **09**, (until the paper appears). To remove the old paper reel, cut the paper next to it and press key **09**. The removal used-reel operation must be carried out in this way due to the fact that the paper movement is in one-way only, that is, the paper can be moved in only one direction.

## 12. Technical Specifications

<b>Application</b>	: Earth resistance measuring of simple or complex electrode systems, Ground resistivity measurements (Four terminal Wenner's principle), and Spurious voltage according to IEC 61557-5
<b>Resistance measurement method</b>	: The equipment injects an electronically generated current in the soil, and measures, with high precision, both that current and the voltage developed in the soil by means of that current flowing through grounding diffusion resistance. The display shows the Resistance value.
<b>Operation frequency</b>	: During R measurement operators should select the following test frequencies: 270 Hz $\pm$ 1 Hz or 1470 Hz $\pm$ 1 Hz
<b>Resistivity measurement method</b>	: The equipment injects the current in the soil though the external rods, and measures, with high precision, both that current and the voltage developed in the soil. The operator should inform the distance between spikes and the equipment automatically compute soil resistivity. The display shows resistivity value, computed with Wenner full equation.
<b>Voltmeter</b>	: In the voltmeter function, the equipment operates as a CA conventional voltmeter, making it possible to measure voltages generated by parasitic currents.
<b>Measurement ranges</b>	: Resistance: 0 - 20 k $\Omega$ (autoranging) Resistivity: 0 - 50 k $\Omega$ m (autoranging) Voltage: 0 - 60 V~
<b>Accuracy</b>	: Resistance and Resistivity measurements: $\pm$ (2% of the measured value $\pm$ 2 digits) Voltage measurement: $\pm$ (3% of the measured value $\pm$ 2 digits)
<b>Reading resolution</b>	: 0.01 $\Omega$ in the resistance measurement. 0.01 $\Omega$ m in the resistivity measurement. 0.1 V in the voltage measurement.
<b>Output current</b>	: The short-circuit current is limited to less than 3.5 mA r.m.s. (according the IEC 61557-5 - 4.5 )

<b>Immunity to spurious voltage interference</b>	: During the R measurement, it allows for the presence of spurious voltage up to 7 V~
<b>Earth resistance of auxiliary rods</b>	: In the R measurement it allows Raux up to 50 kΩ with error < 30%
<b>Battery status checking</b>	: The battery charge status is verified under normal using conditions.
<b>Advanced Features</b>	: Automated detection of abnormal conditions that may cause excessive errors (low battery, too high noise interference, too high test spikes resistance)
<b>Soil Resistivity Computing</b>	: When performing soil resistivity measurements, the operator informs to the G-Test the distance between spikes and the equipment automatically computes soil resistivity using the Wenner full equation.
<b>Data Output</b>	: USB
<b>Built-in printer</b>	: For a printed register document of measured values.
<b>Power supply</b>	: By means of an internal rechargeable battery, 12 V 2.3 Ah.
<b>Battery charger</b>	: A smart, microprocessor-controlled, circuit that adjusts the battery charge to the optimised parameters in order to ensure highest service life. Power supply: 220-240 V~ 50 Hz
<b>Safety Class</b>	: It meets the requirements of IEC 61010-1
<b>E.M.C.</b>	: In accordance with IEC 61326-1
<b>Electrostatic immunity</b>	: In accordance with IEC 61000-4-2
<b>Electro magnetic irradiation immunity</b>	: In accordance with IEC 61000-4-3
<b>Environmental Protection</b>	: IP-54 with closed lid.
<b>Operation temperature</b>	: -10°C to 50°C
<b>Storage temperature</b>	: -25°C to 65°C
<b>Humidity</b>	: 95% RH (without condensation)

<b>Equipment weight</b>	: Approximately 3.5 kg (without accessories)
<b>Size</b>	: 274 x 250 x 124 mm
<b>Included Accessories</b>	: <ul style="list-style-type: none"><li>• Four steel rods.</li><li>• Power supply cable.</li><li>• USB cable.</li><li>• One 40 meters cable in red colour.</li><li>• Two 20 meters cable in blue and green colour.</li><li>• One 5 meters cable in black colour.</li><li>• One 5 meters cable to connect to the grounding system to be measured.</li><li>• Canvas bag.</li><li>• This User's guide.</li></ul>

---



Technical modifications reserved.

Notes

---