



# MANUAL DE USO

**MEDIDOR  
DE LA RESISTENCIA EFECTIVA  
DE LAS PUESTAS A TIERRA**

**MRU-120HD**

# MRU-120HD

Asiento para las tenazas de medición

Activar la medición

**ESC** - volver a la pantalla anterior, salir de la función

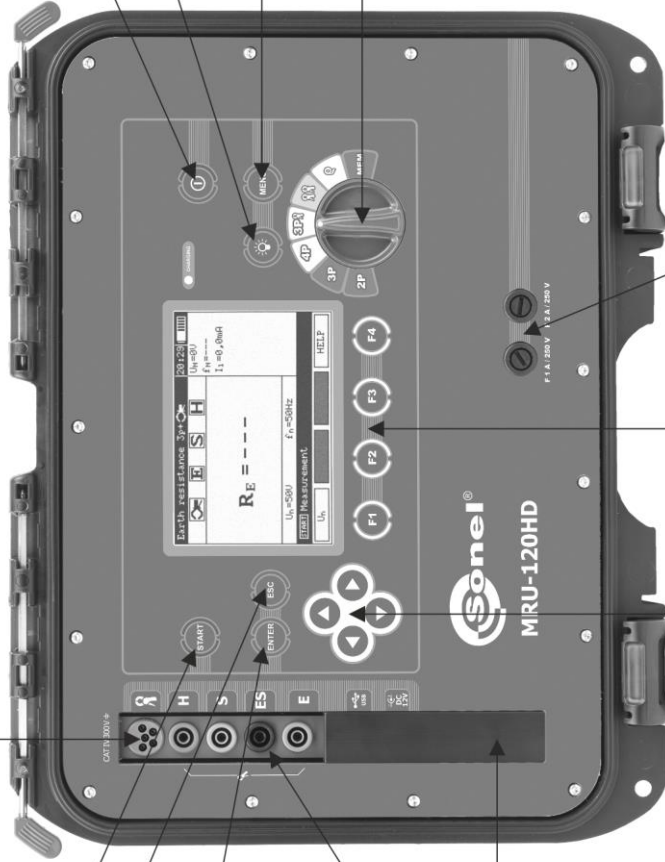
Confirmar la selección

Asientos de medición

Asiento para el cargador y USB removible

Asiento USB

Asiento para el cargador



Conectar y desconectar la alimentación del medidor

Conectar y desconectar la iluminación del visor

**MENÚ** - seleccionar configuraciones adicionales del medidor

## COMMUTADOR ROTATIVO DE FUNCIONES

Seleccionar la función de medición:

**2P** - medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensadores

**3P** - medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos

**4P** - medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores

**3P** con medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional

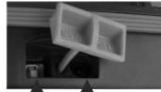
**5P** medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas

**P** - medición de la resistividad del suelo

**MEM** ver y cancelar la memoria, transmisión de datos

Fusibles

Mover/ seleccionar: Teclas de manejo del visor - derecha/izquierda/ arriba/abajo corresponden a campos en la parte interior del visor.





**MANUAL DE USO**

**MEDIDOR  
DE LA RESISTENCIA EFECTIVA  
DE LAS PUESTAS A TIERRA**

**MRU-120HD**



**SONEL S.A.  
Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica**

Versión 1.06 28.03.2022

El medidor MRU-120HD es un dispositivo de medición moderno de alta calidad y de manejo fácil y seguro. Sin embargo, leer este manual de instrucciones permite evitar errores de medición y prevenir eventuales problemas de manejo.

# ÍNDICE

<b>1 Seguridad</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Menú</b> .....	<b>6</b>
2.1 Configuraciones de mediciones .....	6
2.1.1 Frecuencia de la red .....	7
2.1.2 Calibración de las tenazas de medición C-3.....	7
2.1.3 Configuración de medición de resistividad del suelo .....	9
2.2 Configuraciones del medidor.....	9
2.2.1 Contraste LCD .....	10
2.2.2 Configuraciones AUTO-OFF .....	10
2.2.3 Configuraciones de la visualización.....	10
2.2.4 Fecha y hora.....	10
2.2.5 Descargar las pilas.....	11
2.2.6 Actualización del programa .....	11
2.3 Seleccionar el idioma .....	11
2.4 Información sobre el fabricante .....	11
<b>3 Mediciones</b> .....	<b>12</b>
3.1 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (2P) ....	12
3.2 Calibración de los conductores de medición .....	14
3.2.1 Poner automáticamente a cero .....	14
3.2.2 Desactivar el autozero.....	15
3.3 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos (R <sub>E3P</sub> ).....	16
3.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores (R <sub>E4P</sub> )....	19
3.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R <sub>E3P+C</sub> ).....	22
3.6 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C)....	25
3.7 Medición de la resistividad del suelo ( $\rho$ ) .....	27
<b>4 Memoria</b> .....	<b>30</b>
4.1 Guardar en la memoria .....	30
4.2 Cancelar la memoria .....	31
4.3 Revisar la memoria .....	32
<b>5 Transmisión de datos</b> .....	<b>33</b>
5.1 Paquete de equipamientos para cooperar con el ordenador.....	33
5.2 Transmisión de datos a través del puerto USB .....	33
<b>6 Alimentación del medidor</b> .....	<b>34</b>
6.1 Monitoreo de la tensión de alimentación .....	34
6.2 Cambio de fusibles.....	34
6.3 Cargar las pilas .....	35
6.4 Descargar las pilas.....	36
6.5 Principios del uso de las pilas de níquel e hidruro metálico (Ni-MH).....	37
<b>7 Limpieza y mantenimiento</b> .....	<b>38</b>
<b>8 Almacenamiento</b> .....	<b>38</b>
<b>9 Desmontaje y eliminación</b> .....	<b>38</b>

<b>10 Datos técnicos .....</b>	<b>39</b>
10.1 Datos básicos.....	39
10.2 Datos adicionales.....	41
10.2.1 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $R_{E3P+C}$ .....	41
10.2.2 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para la función $\rho$ .....	41
10.2.3 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $R_{E3P+C}$ .....	41
10.2.4 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra para la función $\rho$ .....	41
10.2.5 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra $R_{E3P+C}$ .....	42
10.2.6 Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia usando el método de dos pinzas (2C) .....	42
10.2.7 Influencia de la relación entre la resistencia efectiva de la puesta a tierra múltiple medida con tenazas y la resistencia resultante ( $R_{E3P+C}$ ).....	42
10.2.8 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2P).....	42
10.2.9 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $R_{E3P+C}$ ).....	43
<b>11 Accesorios.....</b>	<b>43</b>
11.1 Accesorios estándar.....	43
11.2 Accesorios adicionales.....	44
<b>12 Fabricante.....</b>	<b>46</b>

# 1 Seguridad

El dispositivo MRU-120HD sirve para hacer mediciones cuyos resultados definen el grado de seguridad de la instalación. Por ello, para garantizar el manejo adecuado y la precisión de los resultados se deben observar las siguientes recomendaciones:

- **Antes de empezar el trabajo con el medidor, lea este manual de instrucciones y observe los principios de seguridad y las recomendaciones del fabricante, en particular, en relación con los accesorios.**
- El medidor MRU-120HD está diseñado para medir resistencias efectivas de las puestas a tierra y de las conexiones protegidas y compensadoras, la resistividad y la medición de corriente con tenazas. Otros usos, diferentes a los indicados en el manual pueden producir daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
- El dispositivo debe ser manejado solamente por el personal cualificado que disponga de licencias requeridas para hacer mediciones en instalaciones eléctricas. El manejo del medidor por el personal no autorizado puede causar daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
- El uso de este manual no excluye la necesidad de cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo y otras respectivas regulaciones contra el fuego requeridas durante la ejecución de los trabajos del determinado tipo. Antes de empezar a usar el dispositivo en circunstancias especiales, p. ej. en atmósfera peligrosa respecto a la explosión y el fuego, es necesario consultar con la persona responsable de la salud y la seguridad en el trabajo.
- Está prohibido utilizar:
  - ⇒ el medidor dañado o que es total o parcialmente ineficaz,
  - ⇒ conductores con aislamiento dañado,
  - ⇒ el medidor almacenado por un tiempo prolongado en malas condiciones (p.ej. humedecido).**Después de desplazar el medidor del local frío al local caliente con mucha humedad no hacer mediciones hasta que el medidor se caliente hasta la temperatura de ambiente (aprox. 30 minutos).**
- Antes de empezar la medición, comprobar si los conductores están conectados a los asientos de medición adecuados.
- Las entradas del medidor están eléctricamente aseguradas contra sobrecargas a causa de, por ejemplo, la conexión incidental a la red energética:
  - para todas las combinaciones de entradas - hasta 276 V por 30 segundos.
- Solamente el servicio autorizado puede hacer reparaciones en el dispositivo.
- El dispositivo cumple las exigencias de las normas EN 61010-1 y EN 61557-1, -4, -5.



El fabricante se reserva el derecho de introducir modificaciones en el aspecto, el equipamiento y los datos técnicos del medidor.

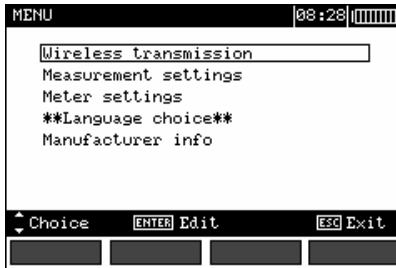
## 2 Menú

El menú está disponible en cada posición del conmutador rotativo.

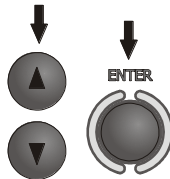
1



Presionar el botón **MENÚ**.



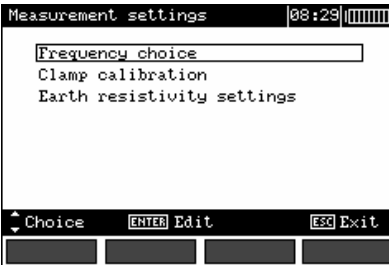
2



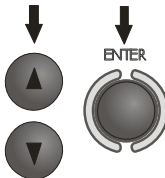
Con los botones ▲▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

### 2.1 Configuraciones de mediciones

1



2



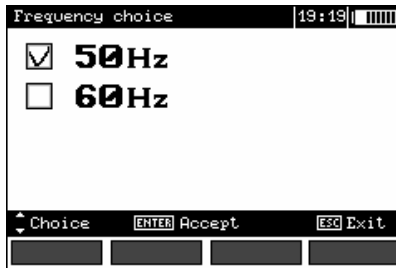
Con los botones ▲▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.



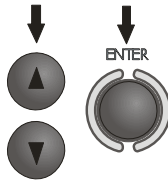
### 2.1.1 Frecuencia de la red

Definir la frecuencia de la red, que es la fuente de las potenciales perturbaciones, es imprescindible para seleccionar la frecuencia correspondiente de la señal de medición. Sólo la medición con la frecuencia de la señal bien seleccionada garantiza la óptima filtración de perturbaciones. El medidor sirve para filtrar perturbaciones de las redes 50 Hz, 60 Hz.

1



2



Con los botones ▲▼ seleccionar la frecuencia. Con el botón **ENTER** confirmar la selección.

### 2.1.2 Calibración de las tenazas de medición C-3

Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. En particular, se debe realizar este procedimiento si compramos las tenazas para el medidor que ya tenemos o si cambiamos de tenazas.

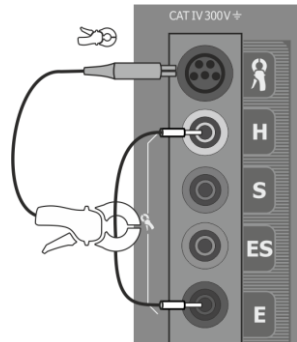
1



Después de leer la información previa presionar el botón **ENTER**.

2

Seguir los órdenes indicados en la pantalla siguiente.



- 3 Una vez terminada la calibración se nos mostrará la pantalla siguiente.



El medidor ha definido el coeficiente de corrección para las tenazas conectadas. El coeficiente queda memorizado también después de cortar la alimentación del medidor, hasta la calibración siguiente.

## Notas:

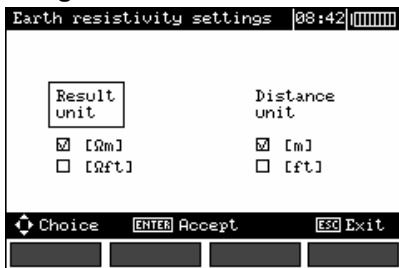
- Preste atención en que el conductor pase por el centro de las tenazas.

## Información adicional visualizada por el medidor

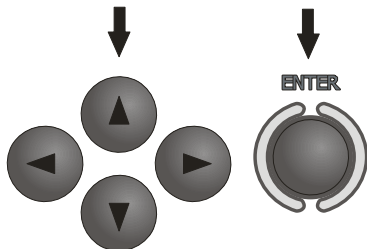
Mensaje	Causa	Modo de procedimiento
ERROR: CLAMP NOT CONNECTED OR NOT PUT ON WIRE CONNECTED TO H AND E SOCKET! CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Tenazas no conectadas	Compruebe si las tenazas están conectadas al dispositivo o si están puestas en el conductor en el que el medidor fuerza el paso de corriente.
ERROR: WIRE NOT CONNECTED TO H AND E TERMINAL! CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Sin conductor	Compruebe las conexiones.
ERROR: CALIBRATION COEFFICIENT OUT OF RANGE. CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Mal coeficiente de calibración.	Compruebe las conexiones y/o sustituya las tenazas.

### 2.1.3 Configuración de medición de resistividad del suelo

1



2



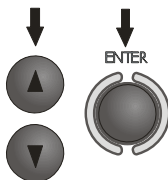
Con los botones ▲, ▼, ◀, ▶ seleccionar la unidad del resultado y la distancia. Confirmar su selección con el botón ENTER.

### 2.2 Configuraciones del medidor

1



2



Con los botones ▲▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón ENTER confirmar la selección.

## 2.2.1 Contraste LCD

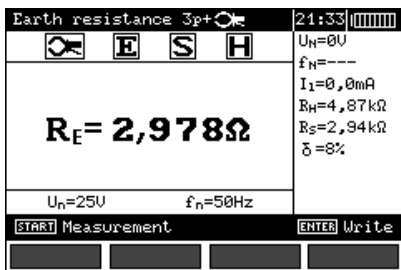
Con los botones ▲▼ configurar el valor de contraste, para confirmar presione **ENTER**.

## 2.2.2 Configuraciones AUTO-OFF

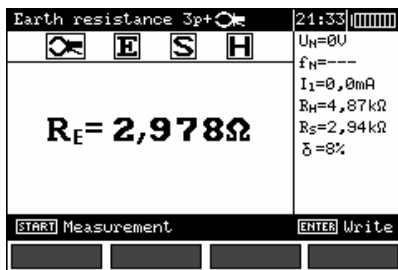
La configuración define el tiempo de la desconexión automática del medidor no utilizado. Con los botones ▲▼ configure el tiempo de AUTO-OFF o su falta, presione **ENTER**.

## 2.2.3 Configuraciones de la visualización

La configuración permite activar o desactivar la visualización de la barra. Con los botones ▲▼ configure la visualización de la barra (con parámetros de la medición) o su falta, presione **ENTER**.



Barra visible



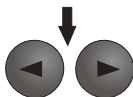
Barra oculta

## 2.2.4 Fecha y hora

①

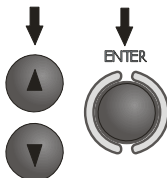


②



Con los botones ◀▶ configurar el valor a cambiar (día, mes, año, minuto).

③



Con los botones ▲▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** confirmar la selección.

## 2.2.5 Descargar las pilas

El procedimiento descrito detalladamente en el **punto 6.3**

## 2.2.6 Actualización del programa



### ¡ATENCIÓN!

- Antes de programar se deben cargar las pilas.
- Al programar no se puede apagar el medidor ni desconectar el conductor de la transmisión.

Antes de actualizar el programa, de la página web del fabricante ([www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)), se debe descargar el programa para el medidor, instalarlo en el ordenador y conectar el medidor al ordenador.

Una vez seleccionada la posición **Program update** (Actualización del programa) en el MENÚ, se debe seguir las instrucciones visualizadas por el programa.

## 2.3 Seleccionar el idioma

- Con los botones ▲▼ configurar en el MENÚ principal **\*\*Language choice\*\*** (Seleccionar el idioma), presionar el botón **ENTER**.
- Con los botones ▲▼ configurar el idioma, para confirmar presione **ENTER**.

## 2.4 Información sobre el fabricante

Con los botones ▲▼ configurar en el MENU principal **Product info** (Información sobre el fabricante), presionar el botón **ENTER**.

### 3 Mediciones



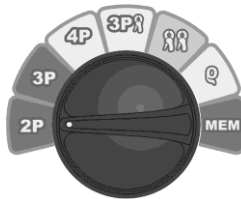
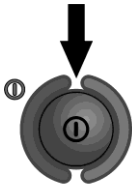
Al hacer la medición se visualiza la barra de avance.

#### 3.1 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (2P)



La medición cumple las exigencias de la norma EN 61557-4  
( $U < 24 \text{ V}$ ,  $I > 200 \text{ mA}$  para  $R \leq 10 \Omega$ ).

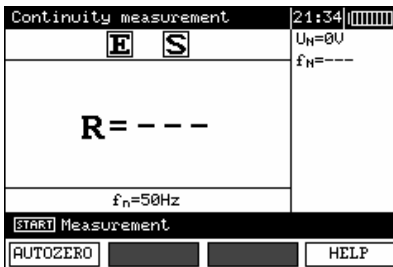
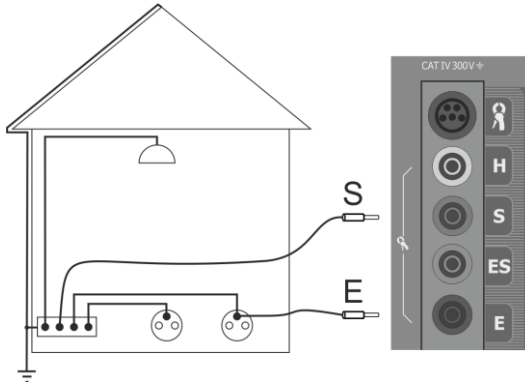
1



Activar el medidor.  
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2p**.

2

Conectar los bornes **S** y **E** mediante los conductores con el objeto a medir.



El medidor está listo a realizar la medición. En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

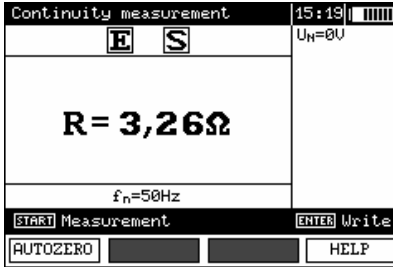
3



START

Presionar el botón **START** para iniciar la medición.

4



Leer el resultado.

El resultado se visualiza en la pantalla por 20 seg.  
Se puede volver a visualizarlo con el botón ENTER.

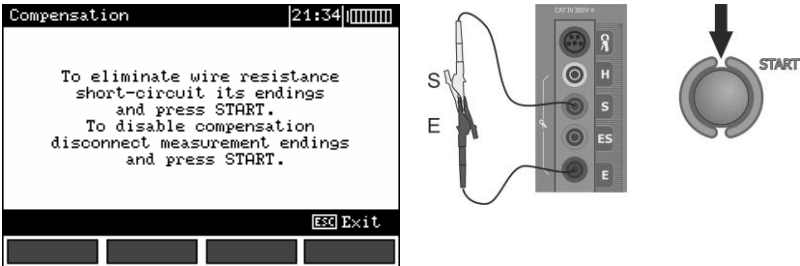
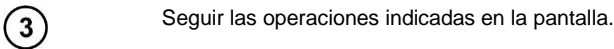
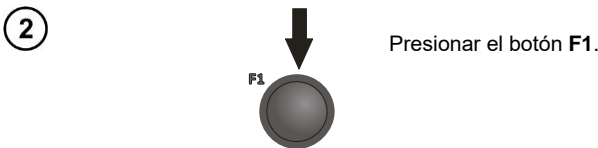
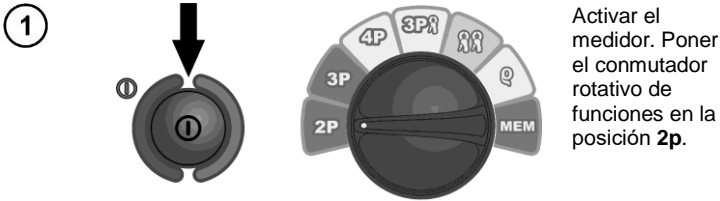
## Información adicional visualizada por el medidor

<b>R&gt;20,0kΩ</b>	El rango de medición excedido.
<b>UN&gt;40V!</b> y señal acústica continua $\leftarrow$ )	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>UN&gt;24V!</b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>NOISE!</b> (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

## 3.2 Calibración de los conductores de medición

Para eliminar la influencia de la resistencia efectiva de los conductores de medición en el resultado de la medición se puede efectuar su compensación (poner automáticamente a cero). Para ello, la función de la medición **2P** cuenta con una función **AUTOZERO**.

### 3.2.1 Poner automáticamente a cero



Una vez finalizado el autozero aparecerá la pantalla siguiente:

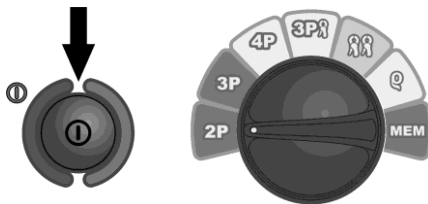


La finalización del autozero se indica con **AUTOZERO** por el lado derecho de la pantalla.



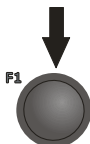
### 3.2.2 Desactivar el autozero

①



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2p**.

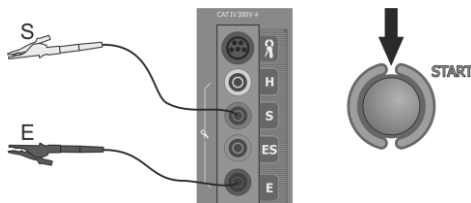
②



Presionar el botón **F1**.

③

Abrir los conductores de medición. Presionar el botón **START**.



Una vez finalizada la operación en la pantalla no aparecerá **AUTOZERO**.

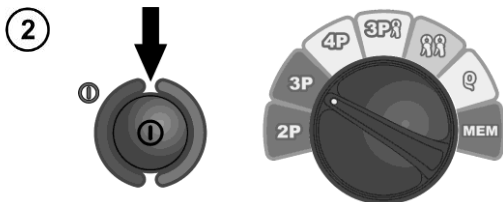
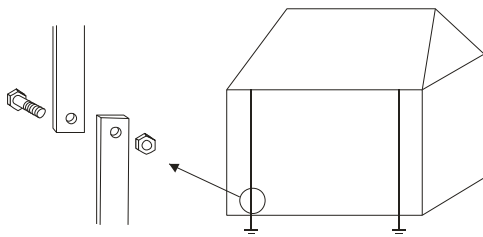


Es suficiente hacer la compensación una vez para los conductores de medición dados. Se memoriza también después de apagar el medidor.

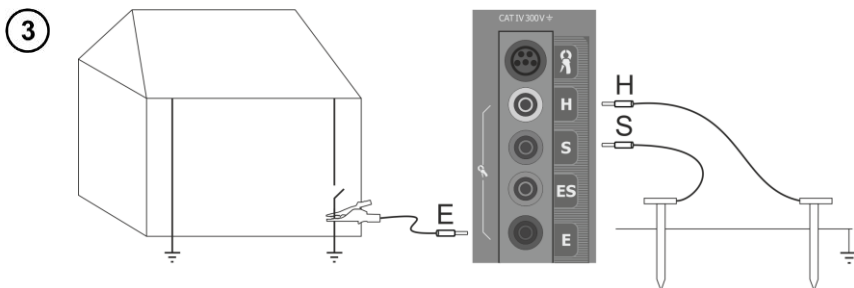
### 3.3 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos ( $R_{E3P}$ )

La medición a través del método de tres polos es un tipo básico para la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra.

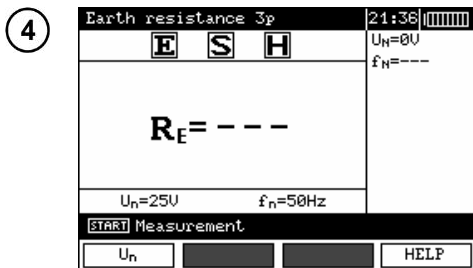
- 1 Desconectar la toma de tierra de la instalación.



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **3p**.

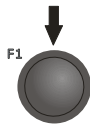


Conectar el **electrodo de corriente**, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor,  
 Conectar el **electrodo de tensión**, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor,  
 Conectar la **toma de tierra** a estudiar con el asiento **E** del medidor.  
 Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.

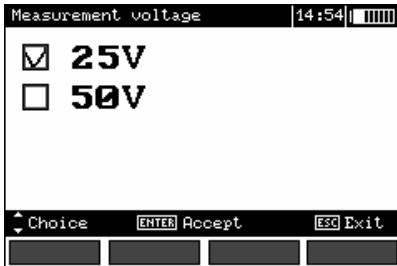


El medidor está listo a medir.  
 En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia.  
 En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

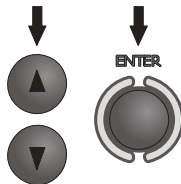
5



Para cambiar la tensión de medición presione **F1**.

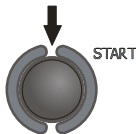


6



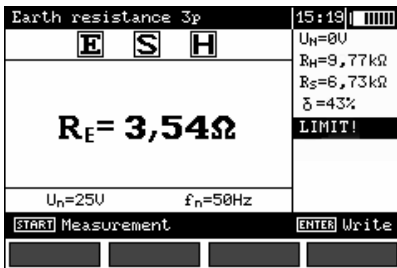
Con los botones ▲▼ seleccionar la tensión de medición, para confirmar presione **ENTER**.

7



Para iniciar la medición presione **START**.

8



Leer el resultado.

La resistencia efectiva del electrodo de corriente

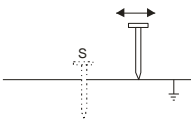
La resistencia efectiva del electrodo de tensión

El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

Se visualiza si  $\delta > 30\%$

El resultado se visualiza en la pantalla por 20 seg. Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

9



Repetir las mediciones (úntos 3, 7, 8) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándolo a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones  $R_E$  difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.



## ¡ATENCIÓN!

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24 V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100 V. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100 V.



- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra  $R_E$  tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el **punto 10.2** se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k $\Omega$ , el medidor visualiza el mensaje correspondiente: "**R\_H and R\_S electrodes resistance are higher than 19.9 k $\Omega$ ! Measurement impossible!**".
- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

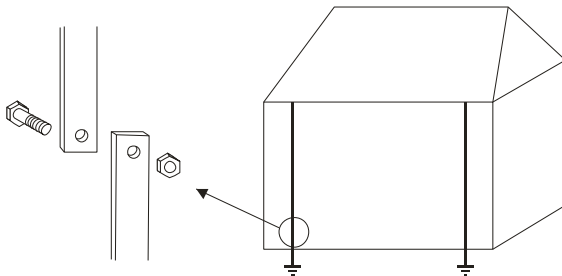
## Información adicional visualizada por el medidor

<b><math>R_E &gt; 20,0 k\Omega</math></b>	El rango de medición excedido.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua $\leftarrow$ )	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>LIMIT!</b>	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
<b>NOISE! (RUIDO)</b>	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

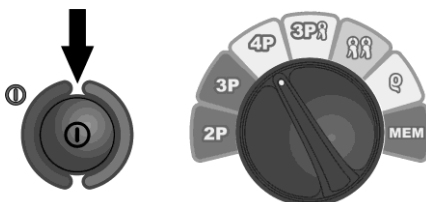
### 3.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores ( $R_{E4P}$ )

El método de 4 conductores es recomendado para mediciones de las resistencias efectivas de las puestas a tierra de pequeños valores. Permite eliminar la influencia de la resistencia efectiva de los conductores en el resultado de la medición. Para definir la resistividad del suelo se recomienda aplicar la función correspondiente (**punto 3.7**).

- ① Desconectar la toma de tierra de la instalación.

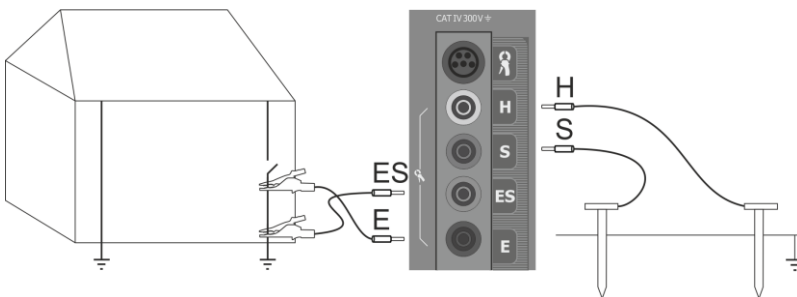


②



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **4p**.

③



Conectar el **electrodo de corriente**, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor.

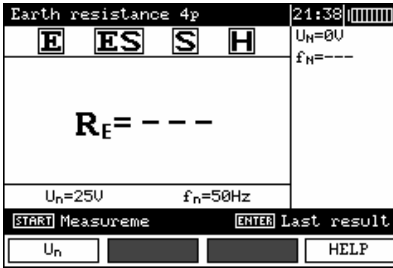
Conectar el **electrodo de tensión**, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.

Conectar la **toma de tierra** a estudiar con el asiento **E** del medidor.

Conectar el asiento **ES** a la toma de tierra estudiada debajo del conductor **E**.

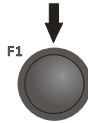
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.

4

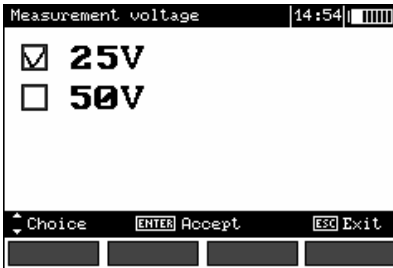


El medidor está listo a medir. En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

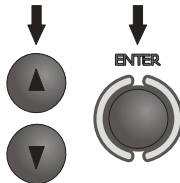
5



Para cambiar la tensión de medición, presione **F1**.

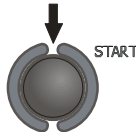


6



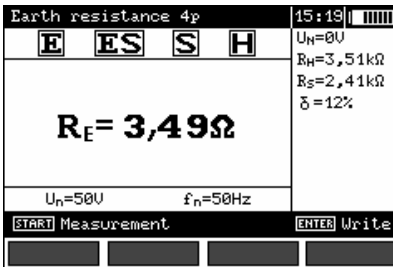
Con los botones ▲▼ seleccionar la tensión de medición, para confirmar presione **ENTER**.

7



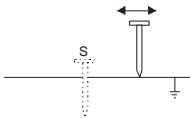
Para iniciar la medición presione **START**.

8



Leer el resultado.  
 La resistencia efectiva del electrodo de corriente  
 La resistencia efectiva del electrodo de tensión  
 El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

9



Repetir las mediciones (puntos 3, 7, 8) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándola a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones  $R_E$  difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.



### ¡ATENCIÓN!

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24 V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100 V. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100 V.

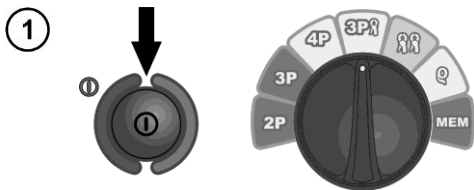


- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra  $R_E$  tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el **punto 10.2** se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k $\Omega$ , el medidor visualiza el mensaje correspondiente: "**R\_H and R\_S electrodes resistance are higher than 19.9 k $\Omega$ ! Measurement impossible!**".

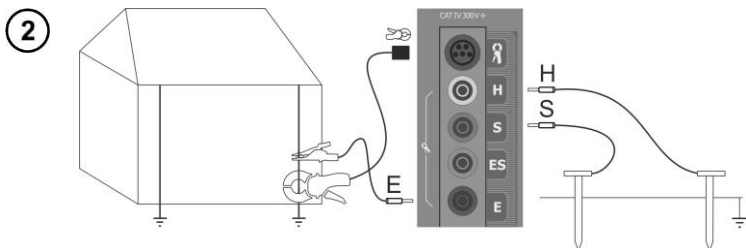
## Información adicional visualizada por el medidor

<b><math>R_E &gt; 20,0 k\Omega</math></b>	El rango de medición excedido.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua $\leftarrow$ )	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>LIMIT!</b>	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
<b>NOISE!</b> (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

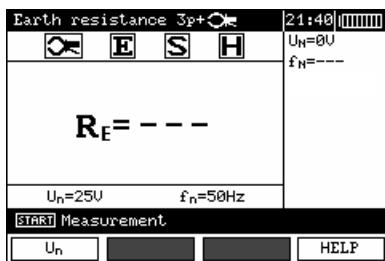
### 3.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional ( $R_E3P+C$ )



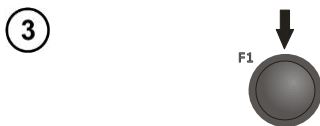
Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **3P**.



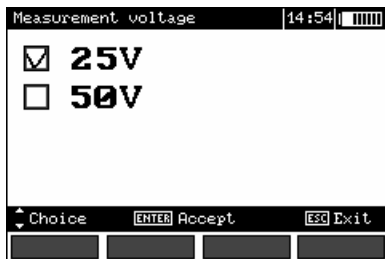
Conectar el **electrodo de corriente**, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor. Conectar el **electrodo de tensión**, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor. Conectar la **toma de tierra** a estudiar con el asiento **E** del medidor. Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea. Conectar las tenazas a la toma de tierra medida debajo de la conexión del conductor **E**.



El medidor está listo a realizar la medición. En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora, su frecuencia. En la barra de configuraciones se visualiza la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

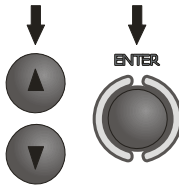


Para cambiar la tensión de medición presione **F1**.



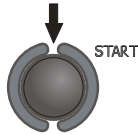


4



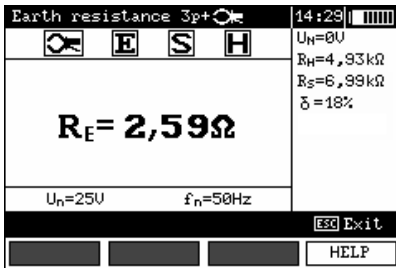
Con los botones ▲ ▼ seleccionar la tensión de medición, presione **ENTER**.

5



Para iniciar la medición presione **START**.

6



Leer el resultado.

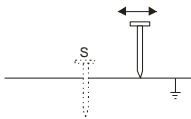
La resistencia efectiva del electrodo de corriente

La resistencia efectiva del electrodo de tensión

El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20 seg. Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

7



Repetir las mediciones (**puntos 2 y 5**) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándola a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones  $R_E$  difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.



**¡ATENCIÓN!**

- La medición con tenazas flexibles es posible con el uso del adaptador ERP-1.
- Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24 V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100 V. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100 V.



- Las pinzas no están incluidas en el equipamiento básico del medidor, deben adquirirse por separado.
- Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. La opción de la calibración de las tenazas se encuentra en el **MENÚ**.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra  $R_E$  tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el **punto 10.2** se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k $\Omega$ , el medidor visualiza el mensaje correspondiente: "**R\_H and R\_S electrodes resistance are higher than 19.9 k $\Omega$ ! Measurement impossible!**".
- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

## Información adicional visualizada por el medidor

<b><math>R_E &gt; 2k\Omega</math></b>	El rango de medición excedido.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua $\leftarrow$ )	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>NOISE! (RUIDO)</b>	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.
<b>LIMIT!</b>	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
<b><math>I_L &gt; \max</math></b>	La corriente perturbadora demasiado alta, el error de la medición puede ser mayor que el básico.

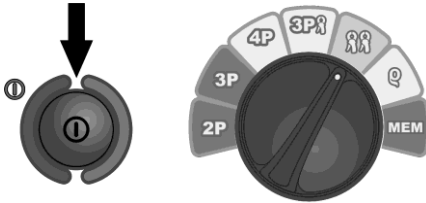
### 3.6 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C)


La medición con dos tenazas se aplica donde no se puede emplear electrodos puestos en el suelo.



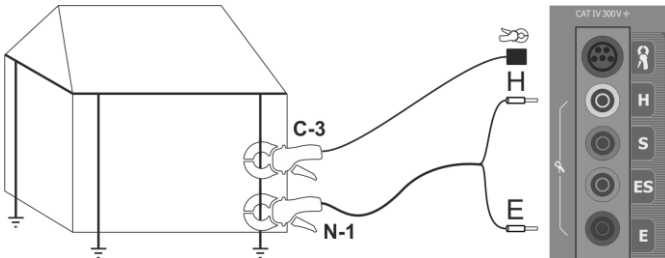
El método con dos tenazas se puede emplear midiendo sólo las puestas a tierra múltiples.

1



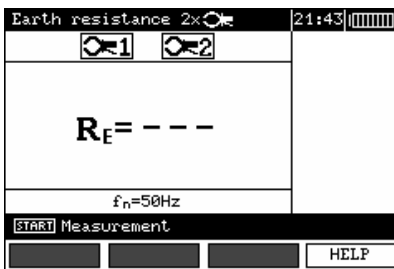
Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición .

2



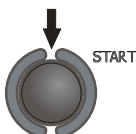
Conectar las **tenazas de entrada** a los asientos **H** y **E**, las **tenazas de medición** a los asientos de tenazas.

Las tenazas de entrada y de medición conectar en la toma de tierra estudiada en la distancia de **al menos 30 cm** entre sí, para evitar la influencia de la pinza transmisora en la pinza receptora.



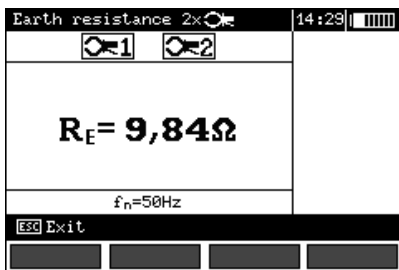
El medidor está listo a realizar la medición.

3



Para iniciar la medición presione **START**.

4



Leer el resultado.

El resultado se visualiza en la pantalla por 20 seg. Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.



### ¡ATENCIÓN!

- Tenazas flexibles no son adecuadas para esta medición.
- Las mediciones se pueden hacer para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3 A RMS y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.



- Las pinzas no están incluidas en el equipamiento básico del medidor, deben adquirirse por separado.
- Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. La opción de la calibración de las tenazas se encuentra en el **MENÚ**.
- Si la corriente de las tenazas es demasiado baja, el medidor visualiza el mensaje correspondiente: "**Measured current is too low. Measurement impossible!**".

## Información adicional visualizada por el medidor

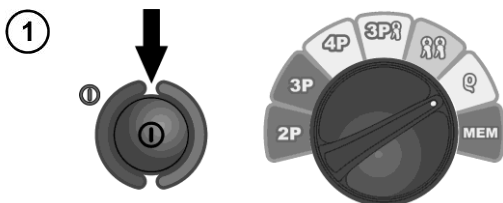
<b><math>R_E &gt; 150\Omega</math></b>	El rango de medición excedido.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua $\leftarrow$ )	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>NOISE! (RUIDO)</b>	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

### 3.7 Medición de la resistividad del suelo ( $\rho$ )

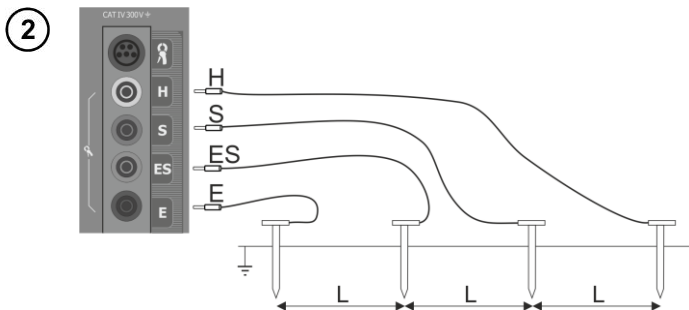
Para medir la resistividad del suelo (para preparar la realización del proyecto del sistema de las puestas a tierra o en geología) se ha previsto una función separada seleccionada con el conmutador rotativo: medición de la resistividad del suelo  $\rho$ . Esta función metrológicamente es idéntica a la medición de cuatro conductores de la resistencia efectiva de la puesta a tierra, sin embargo incluye un procedimiento adicional de introducir la distancia entre los electrodos. El resultado de la medición - el valor de la resistividad calculado automáticamente según la fórmula

$$\rho = 2\pi LR_E$$

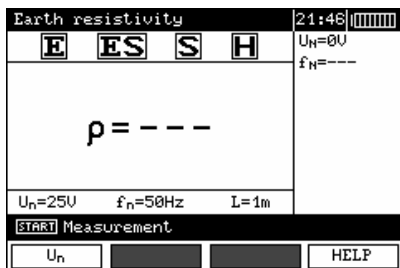
aplicada en el método de Wenner. Este método supone las distancias iguales entre los electrodos.



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición  $\rho$ .



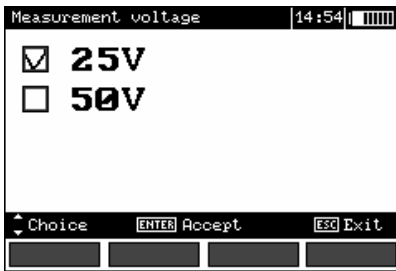
4 electrodos puestas en la tierra en una línea y en distancias iguales conectar al medidor según la figura.



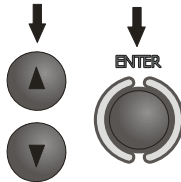
El medidor está listo a realizar la medición. En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se visualizan: tensión de medición, frecuencia de la red configurada en el **MENÚ** y distancia entre los electrodos.



Para cambiar la tensión de medición presione el botón **F1**.

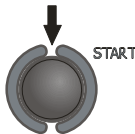


4

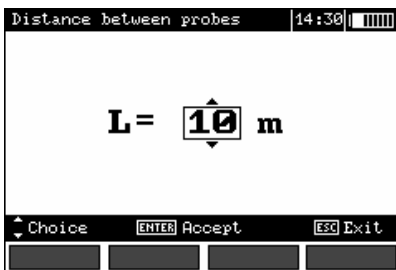


Con los botones ▲ ▼ seleccionar la tensión de medición, presione **ENTER**.

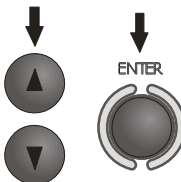
5



Para ir al modo de seleccionar la distancia entre las sondas presione el botón **START**.

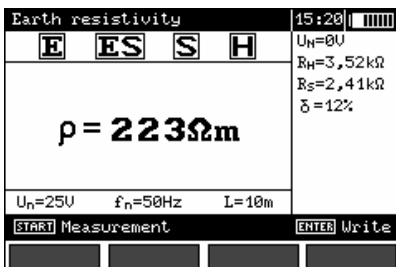


6



Con los botones ▲ ▼ seleccionar la distancia entre los electrodos, presione el botón **ENTER** para iniciar la medición.

7



Leer el resultado.

La resistencia efectiva del electrodo de corriente

La resistencia efectiva del electrodo de tensión

El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20 seg. Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.



## ¡ATENCIÓN!

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24 V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100 V. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100 V.



- En los cálculos se supone que las distancias entre los electrodos son iguales (el método de Wenner). Si no es así, se debe hacer la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra mediante el método de cuatro conductores y hacer cálculos por su propia cuenta.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra  $R_E$  tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el **punto 10.2** se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k $\Omega$ , el medidor visualiza el mensaje correspondiente: "**R\_H and R\_S electrodes resistance are higher than 19.9 k $\Omega$ ! Measurement impossible!**".

## Información adicional visualizada por el medidor

<b><math>\rho &gt; 1M\Omega m</math></b>	El rango de medición excedido.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua $\leftarrow$ <sup>3)</sup>	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea el teclado.
<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
<b>LIMIT!</b>	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
<b>NOISE! (RUIDO)</b>	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

## 4 Memoria

Los medidores MRU-120HD están dotados en una memoria de 990 resultados de la medición de la resistencia efectiva. El espacio en la memoria en el que se guarda el resultado particular se llama la célula de la memoria, que en el medidor está descrita como "medición". Toda la memoria está dividida en 10 bancos por 99 células cada uno. Se puede guardar cada resultado en la célula del número escogido y en el banco escogido. Gracias a ello, el usuario del medidor, según sus necesidades, puede ordenar los números de las células a puntos de medición, y los números de los bancos a objetos medidos, hacer las mediciones en la orden cualquiera y repetir las sin perder los demás datos.

La memoria de los resultados de mediciones no se cancela al apagar el medidor. Así se las puede volver a leer o enviar al ordenador. Tampoco cambia el número de la célula y del banco.

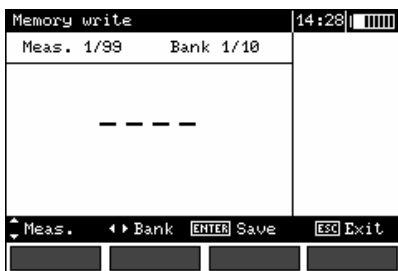
Es aconsejable cancelar la memoria después de leer los datos o antes de hacer una nueva serie de mediciones; así podrán guardarse en las mismas células que las anteriores.

### 4.1 Guardar en la memoria

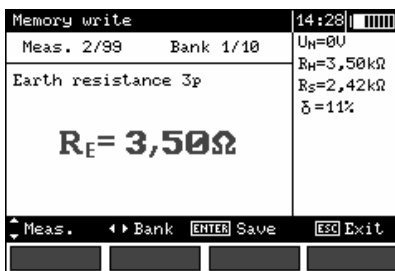
①



Una vez hecha la medición presionar el botón **ENTER**.



célula libre



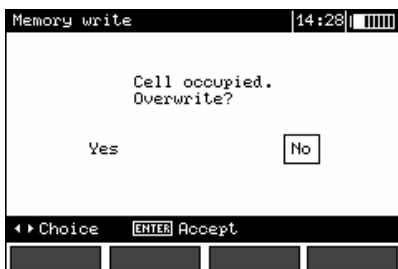
célula ocupada

②

Seleccionar la medición (célula) con los botones ▲▼, seleccionar el banco con los botones ◀▶. Guardar en la memoria con el botón **ENTER**.

③

Al intentar guardar en la célula ocupada aparecerá un aviso



④

Después de seleccionar la opción con los botones ◀▶ presionar la tecla **ENTER**.

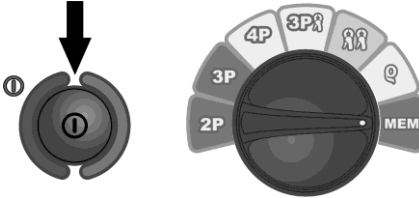


## 4.2 Cancelar la memoria



Al cancelar se visualiza la barra de avance.

1



Activar el medidor.  
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **MEM**.

2



Con los botones ▲▼ indicar "Cancelar la memoria".



3



Presionar el botón **ENTER**.



4



Con los botones ▲▼ indicar cancelar toda la memoria, el banco o la medición.

5

Proceder según las indicaciones visualizadas por el medidor.

### 4.3 Revisar la memoria

1



Con los botones ▲▼ indicar "Revisar la memoria".

2



Presionar el botón **ENTER**.

Memory browsing		14:30	
Meas. 2/4	Bank 1/1	U <sub>N</sub> =0V	
Earth resistance 3p		R <sub>H</sub> =3,50kΩ	
<b>R<sub>E</sub>= 3,50Ω</b>		R <sub>S</sub> =2,42kΩ	
		δ=11%	
Meas.		ESC Exit	

3

Con los botones ◀▶ se selecciona el banco y con los botones ▲▼ se selecciona la célula.



Al revisar la memoria las mediciones y los bancos libres no están disponibles. "Medición 1/20" indica la primera medición de las 20; las mediciones 21...99 están libres y no disponibles. El mismo principio se refiere a los bancos. Si la memoria tiene guardadas las mediciones de un modo discontinuo, al revisar las mediciones y los bancos libres no se ven.

## 5 Transmisión de datos



La transmisión de datos no es posible durante la carga de baterías.

### 5.1 Paquete de equipamientos para cooperar con el ordenador

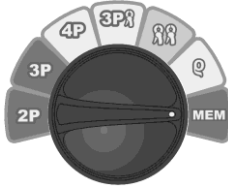
Para la cooperación entre el medidor y el ordenador es necesario el cable USB, más un software adecuado. Si el software no se ha comprado con el medidor, se puede adquirirlo del fabricante o del distribuidor autorizado.

El software que tenemos puede ser aplicado para varios dispositivos fabricados por la SONEL S.A., dotados de la interfaz USB.

Para más información contáctense con el fabricante o los distribuidores.

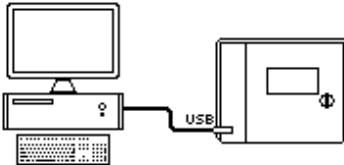
### 5.2 Transmisión de datos a través del puerto USB

1



Poner el conmutador rotativo en la posición **MEM**.

2



Conectar el conductor al puerto USB del ordenador y al asiento USB del medidor.

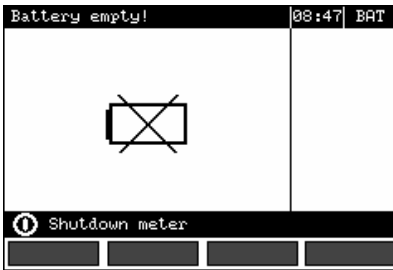
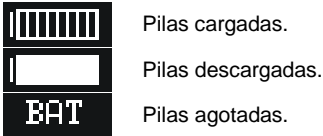
3

Activar el programa Sonel Reader.

## 6 Alimentación del medidor

### 6.1 Monitoreo de la tensión de alimentación

El grado de cargar las pilas es indicado continuamente por el símbolo en el rincón derecho superior de la pantalla:



Pilas casi totalmente agotadas, la medición se bloquea.

Debemos recordar que:

- la palabra **BAT** que enciende en el visor indica la tensión de alimentación demasiado baja y señala que se deben cargar las pilas,
- las mediciones hechas con la tensión de alimentación demasiado baja tienen incertidumbres adicionales imposibles de estipular por el usuario y no pueden servir para confirmar la corrección de la puesta a tierra controlada.

### 6.2 Cambio de fusibles

La parte frontal del medidor proporciona acceso a dos fusibles reemplazables:

- FST 250 V AC 1A, 5x20 mm,
- 250 V AC 2A, time-delay fuse, 5x20 mm.

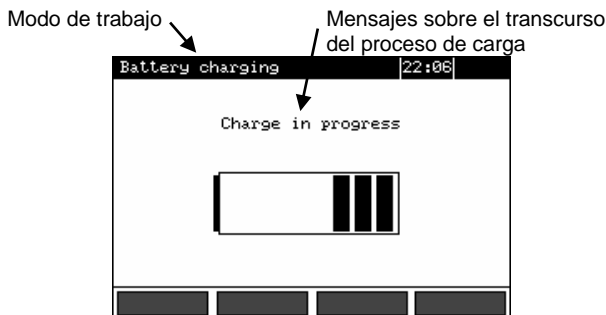
Si no funciona el dispositivo o el cargador de la batería, antes de enviarlo al servicio, hay que verificar los fusibles y cambiar los fundidos por otros del mismo tipo. Los fusibles están en los agarres, cerca del centro del hueco. Para retirarlos, hay que utilizar una herramienta estrecha (p.ej. un destornillador).

## 6.3 Cargar las pilas



Debido a las perturbaciones en la red puede acontecer que la carga de las pilas acabe demasiado pronto. Si consideramos que el tiempo de carga ha sido demasiado corto, debemos apagar el medidor y volver a cargar.

Se inicia la carga al conectar el alimentador al medidor, independientemente si el medidor está puesto o no. Durante la carga la pantalla tiene este aspecto.



Grado de carga de las pilas: la barra indica la carga.

Las pilas se cargan según el algoritmo de "carga rápida" - este proceso permite reducir el tiempo de carga a aprox. 4 horas. Una vez finalizado el proceso de carga aparece el mensaje: **Charging finished** (Fin de carga). Para apagar el aparato sacamos el enchufe del alimentador.

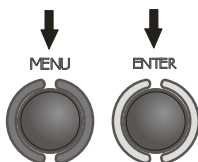
## Información adicional visualizada por el medidor

Mensaje	Causa	Procedimiento
<b>Battery connection error!</b> (Mal contacto en el empalme del paquete de pilas)	Tensión demasiado alta en el paquete de pilas durante la carga.	Póngase en contacto con el fabricante.
<b>No battery!</b> (Faltan pilas)	- Sin comunicación con el controlador de pilas. - Controlador de baterías recargables dañado - juego de baterías recargables explotado	Póngase en contacto con el fabricante.
<b>Battery temperature too low!</b> (Temperatura demasiado baja del paquete de pilas)	Temperatura ambiente inferior a 10°C	No es posible cargar en esta temperatura. Llevar el medidor a un local calentado y volver a iniciar la carga. Este mensaje puede aparecer también cuando las pilas estén muy descargadas. Varias veces se debe intentar poner el cargador.
<b>Precharge terror</b> (La carga previa ha fallado)	Paquete de pilas dañado o muy descargado	El mensaje aparece por un momento y el proceso de carga previa inicia desde el principio. Si después de unos intentos en el medidor aparece: <b>Battery temperature too high!</b> (Temperatura del paquete de pilas demasiado alta), póngase en contacto con el fabricante.

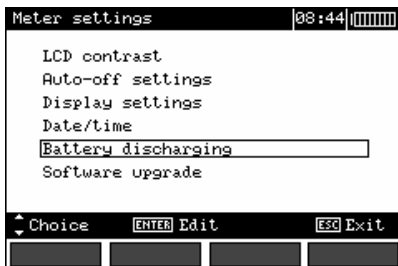
## 6.4 Descargar las pilas

Para garantizar el funcionamiento correcto de las pilas (indicaciones del grado de carga) y prolongar su vida útil, éstas periódicamente se deben descargar completamente. Para descargar las pilas es necesario:

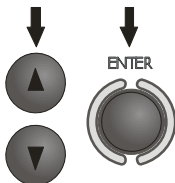
1



Presionar el botón **MENÚ** y seleccionar **Meter settings** (Configuraciones del medidor).  
Presionar el botón **ENTER**.



2



Con los botones ▲▼ seleccionar **Battery discharging** (Descargar las pilas), presionar el botón **ENTER**.

Leer el texto visualizado y aceptar.

La descarga que dura hasta 10 horas, dependiendo del grado de descarga del paquete, se indica con el texto: **Discharge in progress** (Descargando las pilas).

## **6.5 Principios del uso de las pilas de níquel e hidruro metálico (Ni-MH)**

- Si el dispositivo no se emplea por un tiempo prolongado, se debe sacar las pilas y almacenarlas por separado.

- Almacenar las pilas en un local seco, fresco y bien ventilado y protegerlos de la insolación directa. La temperatura de ambiente para el almacenamiento prolongado debe ser inferior a 30 grados C. Si las pilas se almacenan por el tiempo prolongado en altas temperaturas, los procesos químicos que surgen pueden reducir su vida útil.

- Pilas de Ni-MH suelen tener 500-1000 recargas. Estas pilas consiguen su rendimiento máximo después de formarse (2-3 ciclos de carga y descarga). El grado de descarga es un factor más importante que influye en la vida útil de la pila. Cuanto mayor es la descarga de la pila, menor es su vida útil.

- El efecto de memoria existe en las pilas de Ni-MH del modo limitado. Estas pilas pueden ser recargadas sin mayores consecuencias. No obstante, es aconsejable descargarlas completamente cada unos ciclos.

- Las pilas de Ni-MH almacenadas se descargan automáticamente con la velocidad aprox. del 30% al mes. El almacenamiento de las pilas en altas temperaturas puede acelerar este proceso hasta dos veces. Para evitar la descarga demasiado fuerte de las pilas, lo que exigirá su formación, de vez en cuando se debe cargar las pilas - incluso las no utilizadas (**recomendado una vez cada tres meses**).

- Los cargadores modernos y rápidos detectan las temperaturas demasiado bajas y demasiado altas de las pilas y adaptan un procedimiento adecuado. La temperatura demasiado baja debe impedir el proceso de carga que pueda dañar irreversiblemente la pila. El aumento de la temperatura de la pila es una señal para terminar la carga y es un fenómeno normal. Sin embargo, la carga en la temperatura de ambiente alta, además de reducir la vida útil, causa el aumento de la temperatura más rápido de la pila que no se cargará hasta su capacidad total.

- Se debe recordar que durante la carga rápida las pilas se cargan hasta aprox. el 80% de su capacidad; se puede conseguir mejores resultados continuando la carga: entonces el cargador entra en el modo de carga por baja corriente, transcurridas unas horas las pilas están cargadas hasta su capacidad completa.

- No cargue ni utilice las pilas en temperaturas extremas. Temperaturas extremas reducen la vida útil de las pilas y los acumuladores. Evite colocar dispositivos alimentados por pilas en locales con mucho calor. La temperatura nominal de trabajo ha de ser observada.

## 7 Limpieza y mantenimiento



### ¡ATENCIÓN!

Emplear sólo los modos de mantenimiento indicados por el fabricante en este manual de uso.

Se puede limpiar la carcasa del medidor con un trapo suave y humedecido aplicando detergentes comunes. No se pueden usar disolventes ni detergentes que puedan rayar la carcasa (polvos, pastas etc.).

Se puede lavar los electrodos auxiliares con agua, luego se deben secar. Antes de un almacenamiento prolongado se recomienda engrasar los electrodos con un lubricante para máquinas.

Se pueden limpiar las bobinas y los conductores con agua y detergentes, luego se deben secar.

El sistema electrónico del medidor no exige ningún mantenimiento.

## 8 Almacenamiento

Al almacenar el dispositivo se deben observar las siguientes recomendaciones:

- desconectar todos los conductores del medidor,
  - limpiar bien el medidor y todos los accesorios,
  - enrollar los conductores largos en las bobinas,
- para evitar la descarga completa de las pilas durante el almacenamiento prolongado, éstas deben ser recargadas de vez en cuando (**recommended once every three months**).

## 9 Desmontaje y eliminación

Los equipos eléctricos y electrónicos usados deben ser recogidos selectivamente, es decir, no recogerlos con otro tipo de residuos.

Los equipos electrónicos usados deben ser entregados a un servicio competente según la Ley de equipos eléctricos y electrónicos usados.

Antes de entregar los equipos al servicio competente no se debe desmontar sus componentes.

Se debe observar la legislación local vigente sobre el desecho de embalajes, pilas y acumuladores usados.



## 10 Datos técnicos

- La precisión especificada es para los bornes del medidor.
- "v.m." en la precisión indica el valor calibrado de medición.

### 10.1 Datos básicos

#### Medición de la tensión perturbadora $U_N$ (RMS)

Rango	Resolución	Precisión
0...100 V	1 V	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$

- medición para  $f_N$  45...65 Hz
- intervalos entre las mediciones - como mín. 2 mediciones

#### Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (2P)

Método de medición: conforme a IEC 61557-4

Rango de mediciones según IEC 61557-4: 0,24  $\Omega$  ... 19,99 k $\Omega$

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$
20,00...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	
2,00...9,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$
10,0...19,9 k $\Omega$	0,1 k $\Omega$	

#### Medición de la resistencia de tomas de tierra – método de 3 polos ( $R_{E3P}$ ) y 4 conductores ( $R_{E4P}$ )

Método de medición: de 3 polos, conforme a IEC 61557-5

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,30  $\Omega$  ... 19,9 k $\Omega$

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$
20,0...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	
2,00...9,99 $\Omega$	0,01 k $\Omega$	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 4 \text{ dígitos})$
10,0...19,9 k $\Omega$	0,1 k $\Omega$	

#### Medición de la resistencia de los electrodos auxiliares $R_H$ y $R_S$

Rango	Resolución	Precisión
0...999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(5\% (R_E+R_H+R_S) + 8 \text{ dígitos})$ pero no menos de 10% $R_E$
1,00...9,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	
10,0...19,9 k $\Omega$	0,1 k $\Omega$	

#### Medición de la resistencia de toma de tierra – método de 3 polos con la pinza adicional ( $R_{E3P+C}$ )

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,44  $\Omega$  ... 1999  $\Omega$

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 $\Omega$ *	0,01 $\Omega$	$\pm(8\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$
20,0...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	

#### Medición de la resistencia de toma de tierra – método de dos pinzas (2C)

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(10\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$
20,0...149,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	$\pm(20\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$

## Medición de la resistividad del suelo ( $\rho$ )

Método de medición: de Wenner,  $\rho = 2\pi LR_E$

Rango	Resolución	Precisión
0,0..199,9 $\Omega$ m	0,1 $\Omega$ m	Depende de la incertidumbre básica para la medición $R_E$ de 4P, pero no inferior a $\pm 1$ dígito
200..1999 $\Omega$ m	1 $\Omega$ m	
2,00..19,99 k $\Omega$ m	0,01 k $\Omega$ m	
20,0..99,9 k $\Omega$ m	0,1 k $\Omega$ m	
100..999 k $\Omega$ m	1 k $\Omega$ m	

- distancia entre los electrodos de medición (L): 1...50 m

### Los demás datos técnicos

- a) tipo de aislamiento conforme a EN 61010-1 y IEC 61557 ..... doble
- b) categoría de medición según EN 61010-1 (para 2000 m s.n.m.)..... IV 300 V
- c) grado de protección de la carcasa según EN 60529 ..... IP54
- d) tensión máxima de perturbaciones AC + DC con la que se hace la medición .....24 V
- e) tensión de perturbaciones máxima medida ..... 100 V
- f) corriente perturbadora máxima con la que se hace la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con el método de tenazas ..... 3 A RMS
- g) frecuencia de la corriente de medición
- para la red 50 Hz ..... 125 Hz
  - para la red 60 Hz ..... 150 Hz
- h) tensión y corriente de medición para 2P ..... U < 24 V RMS, I  $\geq$  200 mA para  $R \leq 2 \Omega$
- i) tensión de medición para  $R_{E3P}$ ,  $R_{E4P}$  ..... 25 o 50 V
- j) corriente de medición (de cortocircuito) para  $R_{E3P}$ ,  $R_{E4P}$  ..... >200 mA
- k) resistencia efectiva máxima para electrodos auxiliares ..... 20 k $\Omega$
- l) señalización de la corriente demasiado pequeña de las tenazas para .....  $\leq 0,5$  mA
- m) alimentación del medidor ..... paquete de pilas tipo SONELE NIMH 4,8V 4,2 Ah
- n) parámetros del alimentador del cargador de baterías ..... 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) número de mediciones para 2P ..... >1500 (1 $\Omega$ , 2 mediciones/min)
- p) número de mediciones para  $R_{E3P}$ ,  $R_{E4P}$  . >1200 ( $R_E = 10 \Omega$ ,  $R_H = R_S = 100 \Omega$ , 2 mediciones/min)
- q) tiempo de medición de la resistencia efectiva con método de dos polos ..... <6 s
- r) tiempo de medición de la resistencia efectiva con otros métodos y de la resistividad ..... <8 s
- s) tamaños ..... 390 x 310 x 180 mm
- t) peso del medidor ..... aprox. 4 kg
- u) temperatura de trabajo ..... -10...+50°C
- v) el rango de temperatura para iniciar la carga de la batería ..... +10°C...+40°C
- w) la temperatura a la que se interrumpe la carga ..... <+5 °C y  $\geq$  +50°C
- x) temperatura de referencia ..... 23  $\pm$ 2°C
- y) temperatura de almacenamiento ..... -20...+80°C
- z) humedad relativa ..... 20...90%
- aa) humedad nominal relativa ..... 40...60%
- bb) altura sobre el nivel del mar .....  $\leq 2000$  m\*
- cc) estándar de calidad ..... elaborado, diseñado y fabricado según la ISO 9001
- dd) el producto cumple las exigencias EMC ..... según las normas EN 61326-1 y EN 61326-2-2

### ATENCIÓN

#### \*Información sobre el uso del medidor a una altura de 2000 m s. n. m. a 5000 m s. n. m.

Para las entradas de tensión E, ES, S, H hay que tener en cuenta que la categoría de medición baja a CAT III 300 V a tierra (hasta 300 V entre las entradas de tensión) o CAT IV 150 V a tierra (hasta 150 V entre las entradas de tensión). Las marcas y símbolos que se muestran en el instrumento deben considerarse válidos cuando se utilizan en altitudes inferiores a 2000 m.

## 10.2 Datos adicionales

Datos sobre las incertidumbres adicionales sirven ante todo al emplear el medidor en condiciones no estándares y en laboratorios de medición para la calibración.

### 10.2.1 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R<sub>E</sub>3P, R<sub>E</sub>4P, R<sub>E</sub>3P+C

R	Incertidumbre adicional [Ω]
0,000...19,99Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_N}{R_E}) \cdot U_N$
>19,99Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-3}) \cdot U_z$

### 10.2.2 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para la función ρ

$$\Delta_{\text{add}} [\Omega] = \pm 2,5 \cdot (10^{-3} \cdot R_E + 10^{-6} \cdot R_H \cdot U_N) \cdot U_N,$$

$$\text{donde } R_E = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

### 10.2.3 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R<sub>E</sub>3P, R<sub>E</sub>4P, R<sub>E</sub>3P+C

R <sub>H</sub> , R <sub>S</sub>	Incertidumbre adicional [%]
R <sub>H</sub> ≤ 1 kΩ y R <sub>S</sub> ≤ 1 kΩ	En los límites de la incertidumbre básica
R <sub>H</sub> > 1 kΩ o R <sub>S</sub> > 1 kΩ o R <sub>H</sub> y R <sub>S</sub> > 1 kΩ	$\pm \left( \frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$

R<sub>E</sub>[Ω], R<sub>S</sub>[Ω], R<sub>H</sub>[Ω] son valores visualizados por el dispositivo.

### 10.2.4 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra para la función ρ

Incertidumbre adicional [%]
$\pm \left( \frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} + 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$

R<sub>E</sub>[Ω], R<sub>S</sub>[Ω], R<sub>H</sub>[Ω] son valores visualizados por el dispositivo.

## 10.2.5 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra $R_E3P+C$

El medidor MRU-120HD puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3 A RMS y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

$R_E$	$U_{wy}$	Incertidumbre [ $\Omega$ ]
$\leq 50 \Omega$	25 V	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_1^2)$
	50 V	$\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_1^2)$
$> 50 \Omega$	25 V	$\pm (70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_1^2)$
	50 V	$\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_1^2)$

Para el valor de la corriente  $> 3$  A se bloquea la posibilidad de hacer mediciones.

## 10.2.6 Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia usando el método de dos pinzas (2C)

El medidor MRU-120HD puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

$R_E$	Incertidumbre [ $\Omega$ ]
0,00...4,99 $\Omega$	en los límites de la incertidumbre básica
5,00...19,9 $\Omega$	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_1^3)$
20,0...149,9 $\Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_1^3)$

Para el valor de la corriente  $> 3$  A se bloquea la posibilidad de hacer mediciones.

## 10.2.7 Influencia de la relación entre la resistencia efectiva de la puesta a tierra múltiple medida con tenazas y la resistencia resultante ( $R_E3P+C$ )

$R_C$	Incertidumbre [ $\Omega$ ]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$

$R_C[\Omega]$  es el valor de la resistencia efectiva medida con tenazas de la rama visualizada por el dispositivo.

$R_w[\Omega]$  es el valor de la resistencia efectiva resultante de la puesta a tierra múltiple.

## 10.2.8 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2P)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional
Posición	$E_1$	0%
Tensión de alimentación	$E_2$	0% (no enciende <b>BAT</b> )
Temperatura	$E_3$	$\pm 0,2$ dígitos / $^\circ\text{C}$ para $R < 1 \text{ k}\Omega$ $\pm 0,07\%$ / $^\circ\text{C}$ $\pm 0,2$ dígitos / $^\circ\text{C}$ para $R \geq 1 \text{ k}\Omega$

## 10.2.9 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (R<sub>E</sub>3P, R<sub>E</sub>4P, R<sub>E</sub>3P+C)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional
Posición	E <sub>1</sub>	0%
Tensión de alimentación	E <sub>2</sub>	0% (no enciende <b>BAT</b> )
Temperatura	E <sub>3</sub>	±0, 2 dígitos /°C para R < 1 kΩ ±0,07%/°C ± 0, 2 dígitos /°C para R ≥ 1 kΩ
Tensión perturbadora en serie	E <sub>4</sub>	Según las fórmulas del p. 10.2.1 (U <sub>z</sub> =3V 50/60 Hz)
Resistencia efectiva de los electrodos y las tomas a tierra auxiliares	E <sub>5</sub>	Según la fórmula del p. 10.2.3

## 11 Accesorios

La lista actual de accesorios se puede encontrar en el sitio web del fabricante.

### 11.1 Accesorios estándar

- 4x electrodo auxiliar 30 cm – **WASONG30**
- 2x mordaza (conector tipo banana) – **WAZACIMA1**
- Cable 4 m (conectores tipo banana), negro – **WAPRZ004BLBB**
- Cable 4 m (conectores tipo banana), azul – **WAPRZ004BUBB**
- Cable 25 m azul para medir la toma de tierra en carrete (conectores tipo banana) – **WAPRZ025BUBBSZ**
- Cable 25 m rojo para medir la toma de tierra en carrete (conectores tipo banana) – **WAPRZ025REBBSZ**
- Cable 50 m amarillo para medir la toma de tierra en carrete (conectores tipo banana) – **WAPRZ050YEBBSZ**



#### ADVERTENCIA

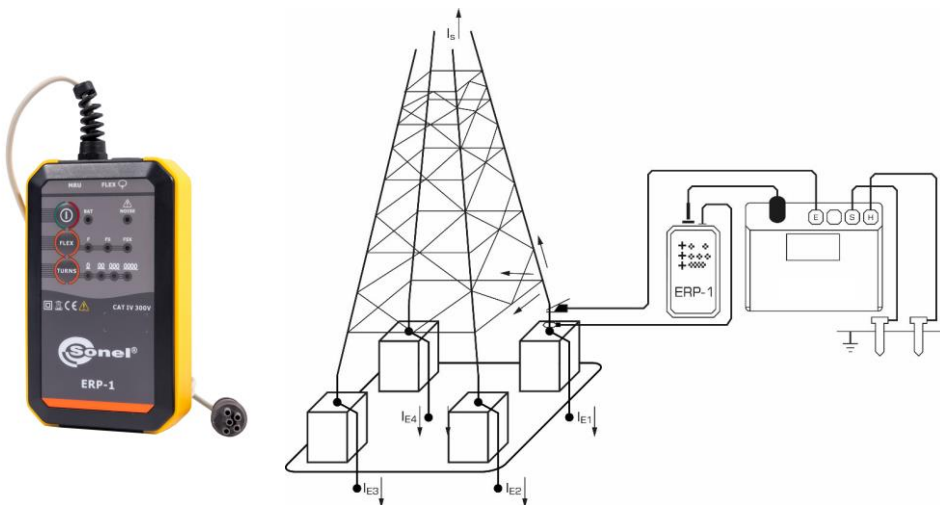
**Los cables en carretes sirven sólo para medir las tensiones inferiores a 50 V. No deben ser utilizados para realizar mediciones en las redes eléctricas.**

- Cable de transmisión, terminado con conector USB – **WAPRZUSB**
- Cable de alimentación 230 V (conector Euro 2-pin/ IEC C7) – **WAPRZLAD230**
- Fuente de alimentación para cargar la batería Z7 – **WAZASZ7**
- Funda L4 – **WAFUTL4**
- Arnés para el medidor (tipo W-1) – **WAPOZSZE5**
- Manual de uso
- Factory calibration certificate.

## 11.2 Accesorios adicionales

Adicionalmente, del fabricante o de sus distribuidores se pueden comprar los siguientes elementos que no constituyen el equipamiento estándar:

- Adaptador ERP-1 – **WAADAERP1**
- Adaptador ERP-1 con abrazaderas flexibles FS-2 y caja – **WAADAERP1V2**
- Adaptador ERP-1 con abrazaderas flexibles FSX-3 y caja – **WAADAERP1V3**



### WACEGFS2OKR

- Pinza flexible FS-2 (fi 1260 mm), nivel de salida 100 mV / 1 A



### WACEGFSX3OKR

- Pinza flexible FSX-3 (fi 630 mm), nivel de salida 300 mV / 1 A



**WASONG80V2**

- electrodo auxiliar 80 cm



**WACEGN1BB**

- tenazas N-1



**WAPRZLAD12SAM**

- conductor para cargar las pilas de la toma de mechero de coche



**WAFUTL3**

- funda L3 (para electrodos auxiliares 80 cm)



**WACEGC3OKR**

- pinza C-3



- Certificado de calibración con acreditación

## 12 Fabricante

El fabricante del dispositivo responsable por el servicio de garantía y postventa:

**SONEL S.A.**

ul. Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polonia

tel. +48 74 858 38 60

fax +48 74 858 38 09

E-mail: [export@sonel.pl](mailto:export@sonel.pl)

Web page: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)



**¡ATENCIÓN!**

Sólo el fabricante es autorizado a realizar reparaciones de servicio.





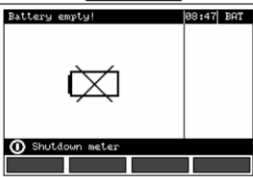
## NOTAS

## NOTAS

# AVISOS E INFORMACIÓN VISUALIZADA POR EL MEDIDOR

**¡OJO!**

El medidor está diseñado para trabajar con tensiones perturbadoras de valores menores de los 24 V. Se miden las tensiones hasta los 100 V, pero por encima de los 40 V se indican como peligrosas. No se puede conectar el medidor a tensiones mayores de los 100 V.

<b><math>U_N &gt; 24V!</math></b>	Tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, la medición se bloquea.
<b><math>U_N &gt; 40V!</math></b> y señal acústica continua	Tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, la medición se bloquea.
<b>NOISE!</b>	Señal perturbadora tiene el valor demasiado alto, el resultado puede tener la incertidumbre adicional.
<b><math>R &gt; 20,0k\Omega</math></b> <b><math>R_E &gt; 20,0k\Omega</math></b> <b><math>R_E &gt; 2k\Omega</math></b> <b><math>R_E &gt; 150\Omega</math></b> <b><math>\rho &gt; 1M\Omega m</math></b>	Rango de medición excedido.
<b>LIMIT!</b>	Incertidumbre de la resistencia defectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la resistencia se toman los valores medidos.)
<b><math>I_L &gt; max</math></b>	Corriente perturbadora excesiva, la incertidumbre de la medición puede ser superior a la básica.
	Pilas cargadas.
	Pilas descargadas.
<b>BAT</b>	Pilas agotadas.
	Pilas completamente agotadas, la medición se bloquea.



**SONEL S.A.**  
**Wokulskiego 11**  
**58-100 Świdnica**  
**Polonia**



**+48 74 858 38 60**  
**+48 74 858 38 00**  
**fax +48 74 858 38 09**

**e-mail: [export@sonel.pl](mailto:export@sonel.pl)**  
**Página web: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)**