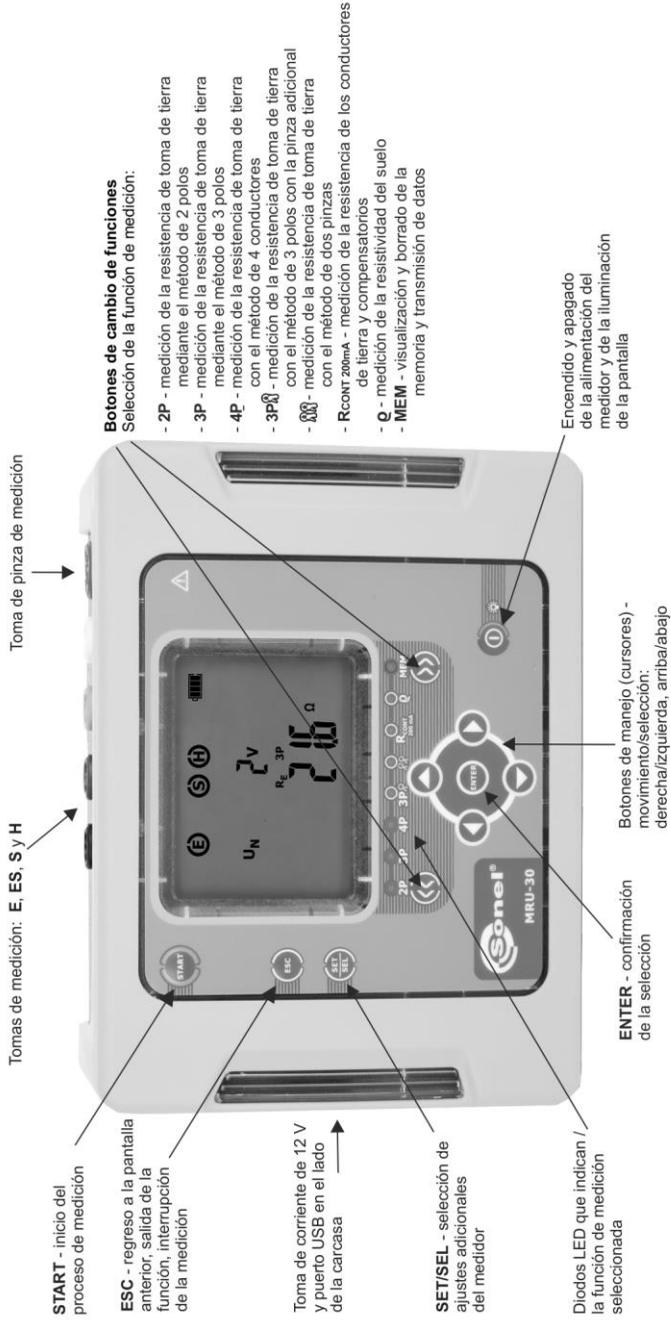


MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TOMA DE TIERRA

MRU-30

MRU-30



Botones de cambio de funciones

Selección de la función de medición:

- **2P** - medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 2 polos
- **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_{AD}** - medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional
- **∞** - medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas
- **Rcont 200mA** - medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios
- **Ω** - medición de la resistividad del suelo
- **MEM** - visualización y borrado de la memoria y transmisión de datos



MANUAL DE USO

**MEDIDOR DE RESISTENCIA
DE TOMA DE TIERRA
MRU-30**



SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Versión 1.05 26.07.2021

El medidor MRU-30 es un dispositivo de medición moderno, de alta calidad, fácil y seguro de usar. Lea estas instrucciones para evitar errores de medición y prevenir posibles problemas relacionados con el funcionamiento del medidor.

ÍNDICE

1 Seguridad	5
2 Puesta en marcha del medidor e iluminación de pantalla	6
3 Configuración del medidor	6
4 Mediciones	9
4.1 Medición de la tensión de interferencia DC+AC	9
4.2 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 2 polos (R_{E2P})	10
4.3 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos (R_{E3P})	11
4.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores (R_{E4P})	15
4.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R_{E3P+C})	18
4.6 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C)	22
4.7 Calibración de la pinza de medición C-3	24
4.8 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (R_{CONT})	26
4.9 Calibración de los cables de medición para R_{CONT}	28
4.10 Medición de la resistividad del suelo (ρ)	29
5 Memoria de los resultados de mediciones	33
5.1 Guardado de los resultados de las mediciones en la memoria	33
5.2 Revisión de la memoria	35
5.3 Borrado de la memoria	36
5.3.1 Borrado de las celdas	36
5.3.2 Borrado del banco	37
5.3.3 Borrado de la memoria completa	39
6 Transmisión de datos	40
6.1 El paquete del equipamiento para trabajar con el ordenador	40
6.2 Transmisión de datos con el conector USB	40
7 Actualización del software	41
8 Alimentación del medidor	41
8.1 Control de la tensión de alimentación	41
8.2 Carga de baterías	42
8.3 Principios generales para el uso de las baterías de níquel e hidruro metálico (NiMH)	43
9 Limpieza y mantenimiento	43
10 Almacenamiento	43
11 Desmontaje y utilización	44
12 Datos técnicos	44
12.1 Datos básicos	44
12.2 Datos adicionales	47
12.2.1 Influencia de la tensión de interferencia en serie en la medición de resistencia para métodos R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C} , ρ	47

12.2.2	<i>Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de resistencia de toma de tierra para métodos R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C}, ρ</i>	<i>47</i>
12.2.3	<i>Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia de toma de tierra usando el método R_{E3P+C}</i>	<i>47</i>
12.2.4	<i>Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia usando el método de dos pinzas (2C).....</i>	<i>48</i>
12.2.5	<i>Influencia de la relación de la resistencia medida con la pinza de la toma de tierra múltiple respecto a la resistencia resultante (R_{E3P+C}).....</i>	<i>48</i>
12.2.6	<i>Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (R_{E3P}, R_{E4P})</i>	<i>48</i>
13	Accesorios	49
13.1	<i>Accesorios estándar</i>	<i>49</i>
13.2	<i>Accesorios adicionales</i>	<i>49</i>
14	Fabricante	50

1 Seguridad

El medidor MRU-30 es utilizado para realizar mediciones que determinan el estado de seguridad de la instalación. Por lo tanto, para garantizar un servicio adecuado y exactitud de los resultados hay que seguir las siguientes precauciones:

- Antes de utilizar el medidor, asegúrese de leer estas instrucciones y siga las normas de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
- El medidor MRU-30 está diseñado para medir la resistencia de puesta a tierra y las conexiones de protección y compensatorias, así como la resistencia de suelo. El uso del instrumento distinto del especificado en este manual de instrucciones, puede causar daño y ser fuente de un grave peligro para el usuario.
- Este dispositivo debe ser manipulado solamente por personas debidamente cualificadas con las competencias necesarias para llevar a cabo mediciones de las instalaciones eléctricas. El uso del medidor por personas no autorizadas puede dañar el dispositivo y ser fuente de un grave peligro 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.
- Se prohíbe utilizar:
 - ⇒ medidor dañado y totalmente o parcialmente falible,
 - ⇒ cables con el aislamiento dañado,
 - ⇒ medidor guardado demasiado tiempo en malas condiciones (p.ej. húmedas). **Después de trasladar el medidor del entorno frío al caliente con mucha humedad, no se deben hacer mediciones hasta que el medidor se caliente a la temperatura del entorno (después de unos 30 minutos) .**
- Antes de empezar a medir, asegúrese que los cables están conectados a las tomas de pruebas respectivas.
- No alimentar el medidor con otras fuentes diferentes a las mencionadas en este manual.
- Las entradas del medidor están protegidas electrónicamente contra sobrecargas, por ejemplo, una conexión accidental a la red electro energética: hasta 276 V durante 30 segundos.
- La calibración realizada por el fabricante no incluye la resistencia de los cables de medición. El resultado visualizado por el medidor es la suma de resistencia del objeto medido y de la resistencia de cables.
- El dispositivo cumple con los requisitos de la norma EN 61010-1 y EN 61557-1, -4, -5.

Nota:

El fabricante se reserva el derecho de hacer cambios en la apariencia, el equipamiento y los datos técnicos del medidor. En consecuencia del desarrollo permanente del software del dispositivo, el aspecto de la pantalla para algunas funciones puede diferir de éste presentado en el manual de instrucciones.

2 Puesta en marcha del medidor e iluminación de pantalla

1



Encender el medidor pulsando .

2



Si pulsa brevemente el botón , se enciende la iluminación y si vuelve a pulsar el botón se apaga la iluminación de la pantalla.

3



Encender el medidor manteniendo pulsado durante unos 2 s el botón



Situaciones de emergencia.



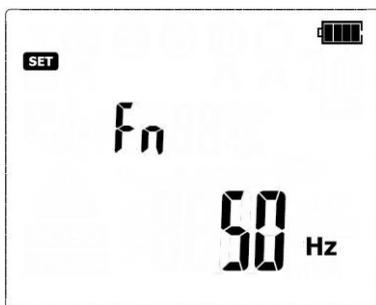
Pulsar  durante unos 7 s provoca una parada de emergencia del medidor.

3 Configuración del medidor

1



Encienda el medidor manteniendo pulsado el botón **SET/SEL**.



2



Cuando se muestra la pantalla **Fn** con los botones  y  establecer la frecuencia de la red de 50 Hz o 60 Hz (50 Hz por defecto)

3



Con los botones ◀ y ▶ pasar a la pantalla de ajuste de comunicados de voz: **bEEP**.



4

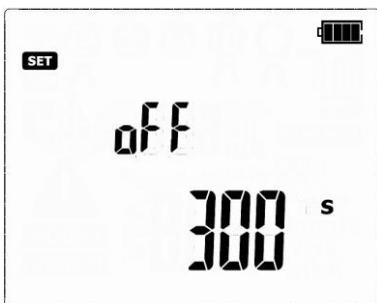


Con los botones ▲ y ▼ ajustar los comunicados de voz, encendidos (**on**) o apagados (**off**).

5



Con los botones ◀ y ▶ pasar a la pantalla de ajuste de tiempo para el apagado automático (Auto-OFF): **off**



6

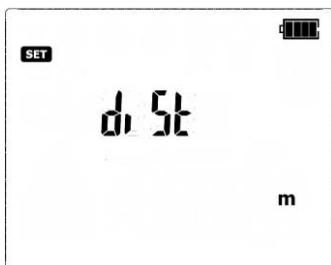


Con los botones ▲ y ▼ establecer el tiempo de apagado automático (Auto-OFF) de 300 s, 600 s, 900 s o su ausencia (barras horizontales - función de apagado automático inactiva). La función de apagado automático (Auto-OFF) hace que el medidor se apague sin usar después de un tiempo determinado.

7



Con los botones ← y → pasar a la pantalla de ajuste de unidades de longitud: **diSt**.



8



Con los botones ↑ y ↓ ajustar la unidad de longitud m (metros) o ft (pies) (por defecto "m").

9



Con los botones ← y → pasar a la pantalla de la actualización de software del medidor: **USB UPdt**.



10



Con el botón **ENTER** entrar en el modo de actualización. El proceso de actualización se describe en el capítulo: 7

Después de cambiar los parámetros, se puede salir del menú **SETUP**:

11



Con el botón **ENTER** guardar los ajustes (no se aplica a la pantalla del modo de Actualización)



o con el botón **ESC** pasar a la función de medición sin la confirmación de los cambios.

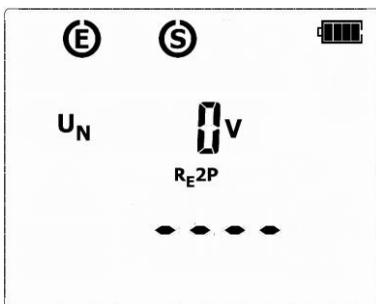
4 Mediciones

Nota:

A la hora de realizar mediciones es visualizada la barra de progreso.

4.1 Medición de la tensión de interferencia DC+AC

Nota:
La medición sólo está disponible cuando el aparato está en función de la medición de la resistencia de toma a tierra R_{E2P} , R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C} , R_{CONT} , ρ antes de pulsar el botón "START"



En las funciones R_{E2P} , R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C} , R_{CONT} , ρ antes de pulsar el botón "START" el medidor controla la tensión en los bornes de medición (entre la toma E y otras tomas) y el valor de la tensión de interferencia se visualiza en la pantalla.

Información adicional visualizada por el medidor

$U_N > 100V!$, $> 100V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
$U_N xxV!$, $> 40V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
$U_N xxV!$, $> 24V$, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.

4.2 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 2 polos (R_{E2P})

①



Con los botones << o >> pasar a la

medición **2P** (se ilumina el diodo ). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición.

②



Pulsando el botón **SET/SEL** se puede pasar a seleccionar la tensión de medición

③



Con los botones  y  ajustar la tensión de medición de 25 V o 50 V

④



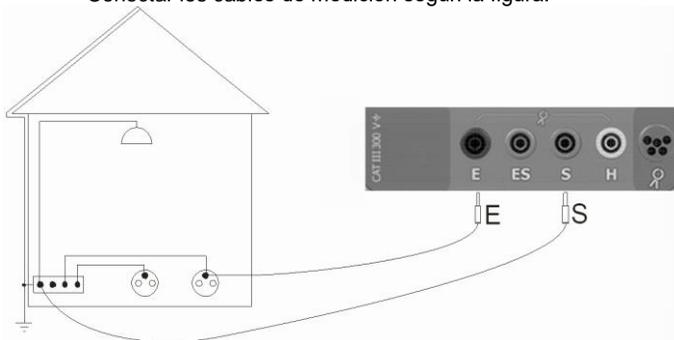
o



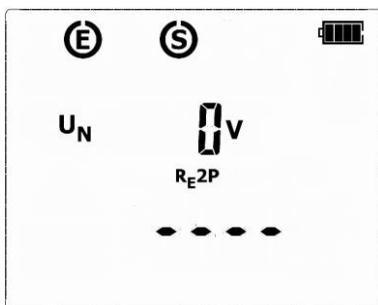
Con el botón **ENTER** confirmar los ajustes o con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

Conectar los cables de medición según la figura.

⑤



⑥

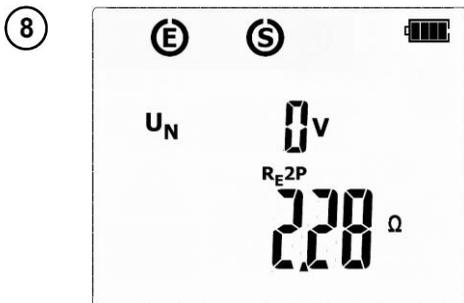


El medidor está listo para la medición.

⑦



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.



Después de completar la medición se puede leer el resultado. Se mostrarán los resultados de todas las mediciones hechas.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

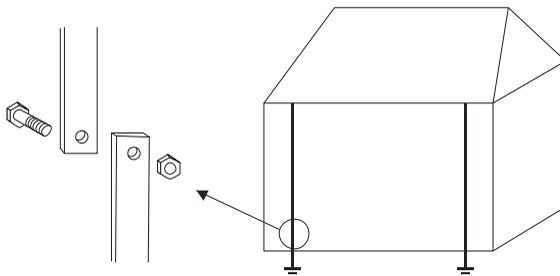
Información adicional visualizada por el medidor

R>9999 Ω	Rango de medición superado.
UN >100V, >100V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
UN xxV, >40V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
UN xxV!, >24V, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 v pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.

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

La medición básica de la resistencia de toma de tierra es mediante el método 3-polar.

- 1 La medida puesta a tierra desconectar del objeto.



2



Con los botones << o >> pasar a la

medición **3P** (se ilumina el diodo ). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición.

3



Pulsando el botón **SET/SEL** se puede pasar a seleccionar la tensión de medición.

4



Con los botones  y  ajustar la tensión de medición de 25 V o 50 V.

5



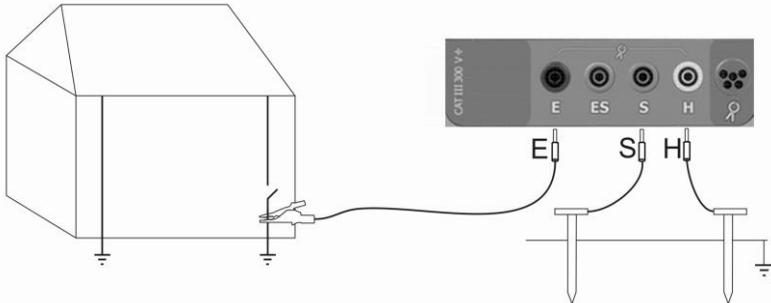
o



Con el botón **ENTER** confirmar los ajustes o con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

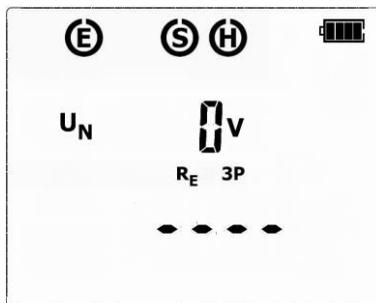
Conectar los cables de medición según la figura.

6



Conectar el electrodo de corriente clavado en la tierra con la toma **H** del medidor, Conectar el electrodo de tensión clavado en la tierra con la toma **S** del medidor, Conectar la toma de tierra estudiada con la toma **E** del medidor, La toma a tierra examinada y el electrodo de corriente y tensión se deben colocar en una línea.

7



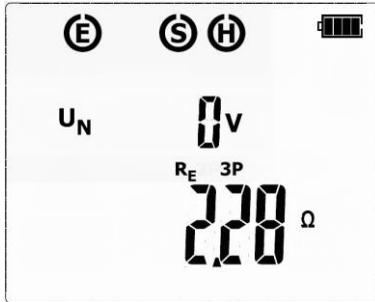
El medidor está listo para la medición.

8



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

9



Después de completar la medición se puede leer el resultado. Se mostrarán los resultados de todas las mediciones hechas.

10

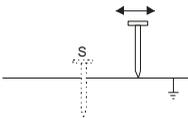


Con los botones ◀ y ▶ se pueden ver los componentes del resultado:

R_H - resistencia del electrodo de corriente
R_S - resistencia del electrodo de la tensión
ER - incertidumbre adicional causada por la resistencia de los electrodos auxiliares
U_N - tensión de interferencia

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

11



Repita las mediciones (puntos 7,8,9) moviendo el electrodo de tensión unos metros: alejándolo y acercándolo a la toma a tierra examinada.

Si los resultados de mediciones **R_E** se difieren entre sí por más del 3 % entonces se debe aumentar considerablemente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra estudiada y repetir las mediciones.

Notas:



La medición de resistencia de tierra se puede realizar, si la tensión de interferencia no es superior a 24 V. La tensión de interferencia se mide hasta el nivel de 100 V, pero cuando supera 40 V ya se indica como peligrosa. No conecte el medidor a la tensión superior a 100 V.

- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición
- el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.

- Si la resistencia de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la tierra **R_E** tendrá incertidumbre adicional. Gran incertidumbre de medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de resistencia con los electrodos de toma a tierra y con pequeño contacto con el suelo (tal situación es a menudo en el caso cuando la toma a tierra está bien hecha, y la parte superior del suelo está seca y conduce mal). Entonces tanto la relación entre la resistencia de electrodos y la

resistencia de la toma de tierra estudiada como la incertidumbre de la medición son muy grandes. A continuación, de acuerdo con los modelos mencionados en el punto 12.2 se puede hacer un cálculo que permite estimar el efecto de las condiciones de medición. Para disminuir la resistencia se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, por ejemplo, mojando con el agua el sitio de meter la sonda, clavando la sonda en otro sitio o aplicando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los cables de medición por eventuales daños en el aislamiento y si los contactos: cable - enchufe tipo banana - sonda no están corroídos o flojos. En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener conciencia de la incertidumbre que puede tener la medición.

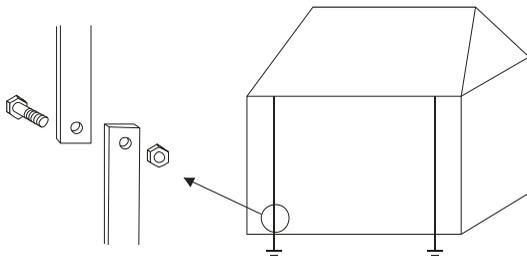
Información adicional visualizada por el medidor

$R_E > 9999 \Omega$	Rango de medición superado.
$U_N > 100V, > 100V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
$U_N \text{ xxV}, > 40V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
$U_N \text{ xxV}, > 24V$, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.
LIMIT! y ER junto con el valor en %	Incertidumbre de la resistencia de electrodos >30%. (Para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
LIMIT! y R_H o R_s con el valor en Ω	La resistencia de los electrodos H y S o una de ellas supera 19,9 k Ω , la medición correcta es imposible.
Marcos que parpadean: 	Los marcos que parpadean de los símbolos E o H o S, o las tres cosas al mismo tiempo: no conectado uno, dos o tres cables a las tomas de medición.

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

El método de 4 conductores está recomendado para usar en la medición de la resistencia de la toma de tierra con unos valores muy pequeños. Este método permite eliminar la influencia de la resistencia de los cables de medición en el resultado de medición. Para determinar la resistividad del suelo se recomienda utilizar una función dedicada para esta medición (capítulo 4.9).

- ① La medida puesta a tierra desconectar del objeto.



- ② Con los botones << o >> pasar a la medición 4P (se ilumina el diodo 4P). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición E y H.



- ③ Pulsando el botón SET/SEL se puede pasar a seleccionar la tensión de medición.



- ④ Con los botones ↑ y ↓ ajustar la tensión de medición de 25 V o 50 V.



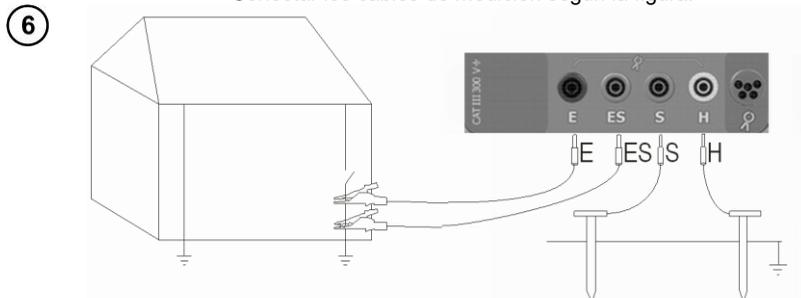
- ⑤ Con el botón ENTER confirmar los ajustes o con el botón ESC salir sin cambiar los ajustes.



o



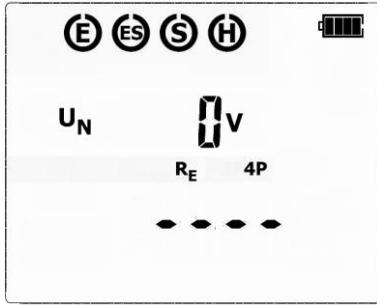
Conectar los cables de medición según la figura.



Conectar el electrodo de corriente clavado en la tierra con la toma H del medidor,
Conectar el electrodo de tensión clavado en la tierra con la toma S del medidor,
Conectar la toma de tierra estudiada con la toma E del medidor,
Conectar la toma ES a la toma de tierra examinada por debajo del cable E.

La toma a tierra examinada y el electrodo de corriente y tensión se deben colocar en una línea.

7



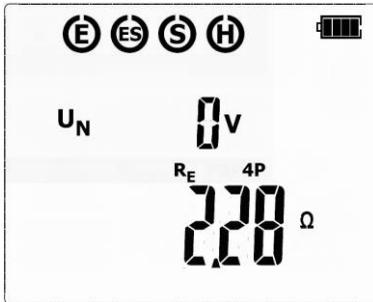
El medidor está listo para la medición.

8



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

9



Después de completar la medición se puede leer el resultado. Se mostrarán los resultados de todas las mediciones hechas.

10

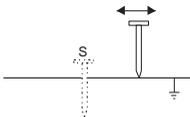


Con los botones ◀ y ▶ se pueden ver los componentes del resultado:

- R_H** - resistencia del electrodo de corriente
- R_S** - resistencia del electrodo de la tensión
- ER** - incertidumbre adicional causada por la resistencia de los electrodos
- U_N** - tensión de interferencia.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

11



Repita las mediciones (puntos 6, 7, 8) moviendo el electrodo de tensión unos metros: alejándolo y acercándolo a la toma a tierra examinada.

Si los resultados de mediciones **R_E** se difieren entre sí por más del 3 % entonces se debe aumentar considerablemente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra estudiada y repetir las mediciones.

Notas:



La medición de resistencia de tierra se puede realizar, si la tensión de interferencia no es superior a 24 V. La tensión de interferencia se mide hasta el nivel de 100 V, pero cuando supera 40 V ya se indica como peligrosa. No conecte el medidor a la tensión superior a 100 V.

- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición
- el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.

- Si la resistencia de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la tierra R_E tendrá incertidumbre adicional. Gran incertidumbre de medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de resistencia con los electrodos de toma a tierra y con pequeño contacto con el suelo (tal situación es a menudo en el caso cuando la toma a tierra está bien hecha, y la parte superior del suelo está seca y conduce mal). Entonces tanto la relación entre la resistencia de electrodos y la resistencia de la toma de tierra estudiada como la incertidumbre de la medición son muy grandes. A continuación, de acuerdo con los modelos mencionados en el punto 12.2 se puede hacer un cálculo que permite estimar el efecto de las condiciones de medición. Para disminuir la resistencia se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, por ejemplo, mojando con el agua el sitio de meter la sonda, clavando la sonda en otro sitio o aplicando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los cables de medición por eventuales daños en el aislamiento y si los contactos: cable - enchufe tipo banana - sonda no están corroídos o flojos. En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener conciencia de la incertidumbre que puede tener la medición.

Información adicional visualizada por el medidor

$R_E > 9999 \Omega$	Rango de medición superado.
$U_N > 100V$, $> 100V$ y la señal acústica , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
$U_N \text{ xxV!}$, $> 40V$ y la señal acústica , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
$U_N \text{ xxV!}$, $> 24V$, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.
LIMIT! y R_E junto con el valor en %	Incertidumbre de la resistencia de electrodos $> 30\%$. (Para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
LIMIT! y R_H o R_S con el valor en Ω	La resistencia de los electrodos H y S o una de ellas supera 19,9 k Ω , la medición correcta es imposible.
Marcos que parpadean: , , ,	Los marcos que parpadean de los símbolos E o ES o H o S, o las dos o tres al mismo tiempo: no conectado uno, dos, tres o cuatro cables a las tomas de medición.

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

1



Con los botones << o >> pasar a la

medición **3P+ Ω** (se ilumina el diodo **3P+ Ω**). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición y la medición de corriente que fluye por la pinza.



2



Pulsando el botón **SET/SEL** se puede pasar a seleccionar la tensión de medición.

3



Con los botones \uparrow y \downarrow ajustar la tensión de medición de 25 V o 50 V.

4



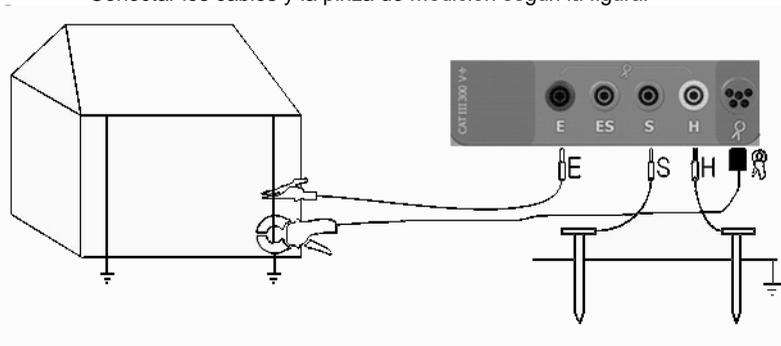
o



Con el botón **ENTER** confirmar los ajustes o con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

5

Conectar los cables y la pinza de medición según la figura.



Conectar el electrodo de corriente clavado en la tierra con la toma **H** del medidor,

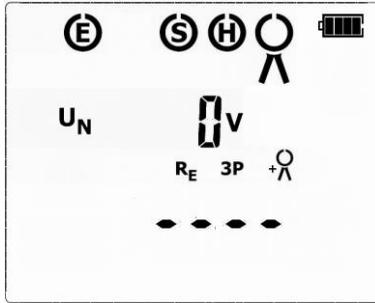
Conectar el electrodo de tensión clavado en la tierra con la toma **S** del medidor,

Conectar la toma de tierra estudiada con la toma **E** del medidor,

La toma a tierra examinada y el electrodo de corriente y tensión se deben colocar en una línea.

Poner la pinza de recepción en la toma de tierra examinada por debajo del lugar de la conexión del cable E.

6



El medidor está listo para la medición.

7



Con los botones ◀ y ▶ se puede pasar entre las mediciones:

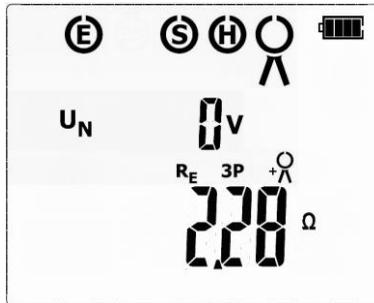
U_N - tensión de interferencia,
 I_L - corriente de fuga medida con la pinza.

8



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

9



Después de completar la medición se puede leer el resultado. Se mostrarán los resultados de todas las mediciones hechas.

10

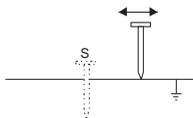


Con los botones ◀ y ▶ se pueden ver los componentes del resultado:

R_H - resistencia del electrodo de corriente
 R_S - resistencia del electrodo de la tensión
 E_R - incertidumbre adicional causada por la resistencia de los electrodos
 U_N - tensión de interferencia,
 I_L - corriente de fuga.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

11



Repita las mediciones (puntos 6, 7, 8) moviendo el electrodo de tensión unos metros: alejándolo y acercándolo a la toma a tierra examinada. Si los resultados de mediciones R_E se difieren entre sí por más del 3 % entonces se debe aumentar considerablemente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra estudiada y repetir las mediciones.

Notas:



La medición de resistencia de tierra se puede realizar, si la tensión de interferencia no es superior a 24 V. La tensión de interferencia se mide hasta el nivel de 100 V, pero cuando supera 40 V ya se indica como peligrosa. No conecte el medidor a la tensión superior a 100 V.

- La pinza no es parte del equipamiento básico del medidor, debe adquirirse por separado.
- La pinza debe ser calibrada antes de su primer uso. La pinza puede ser calibrada periódicamente a fin de evitar el efecto del envejecimiento que influye en la exactitud de medición. La opción de la calibración de pinza está en el capítulo 4.7.
- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición
 - el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la tierra R_E tendrá incertidumbre adicional. Gran incertidumbre de medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de resistencia con los electrodos de toma a tierra y con pequeño contacto con el suelo (tal situación es a menudo en el caso cuando la toma a tierra está bien hecha, y la parte superior del suelo está seca y conduce mal). Entonces tanto la relación entre la resistencia de electrodos y la resistencia de la toma de tierra estudiada como la incertidumbre de la medición son muy grandes. A continuación, de acuerdo con los modelos mencionados en el punto 12.2 se puede hacer un cálculo que permite estimar el efecto de las condiciones de medición. Para disminuir la resistencia se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, por ejemplo, mojando con el agua el sitio de meter la sonda, clavando la sonda en otro sitio o aplicando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los cables de medición por eventuales daños en el aislamiento y si los contactos: cable - enchufe tipo banana - sonda no están corroídos o flojos. En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener conciencia de la incertidumbre que puede tener la medición.

Información adicional visualizada por el medidor

R_E>9999 Ω	Rango de medición superado.
U_N >100V; >100V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
U_N xxv, >40V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
U_N xxV, >24V, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.
LIMIT! y ER junto con el valor en %	Incertidumbre de la resistencia de electrodos >30%. (Para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
LIMIT! y R_H o R_s con el valor en Ω	La resistencia de los electrodos H y S o una de ellas supera 19,9 kΩ, la medición correcta es imposible.
Marcos que parpadean: 	Los marcos que parpadean de los símbolos E o H o S, o las tres cosas al mismo tiempo: no conectado uno, dos o tres cables a las tomas de medición.
Símbolo de pinza  parpadea	La pinza de medición no está conectada o la corriente medida con la pinza es muy pequeña.
I_L xxA , I>3A, 	La corriente de interferencia por encima de 3 A, la medición no es posible.

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

La medición con dos pinzas se utiliza cuando es imposible utilizar electrodos auxiliares.

¡ATENCIÓN!

El método con dos pinzas sólo se puede utilizar en la medición de la toma de tierra múltiple.

1

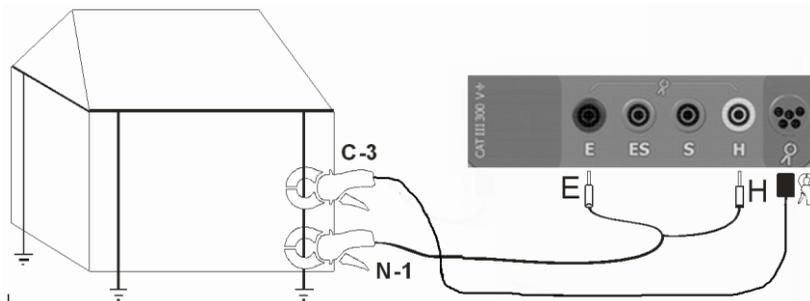


Con los botones << o >> pasar a la

medición  (se ilumina el diodo ). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición E y H, y la medición de corriente que fluye por la pinza.

Conectar la pinza de emisión y medición según la figura.

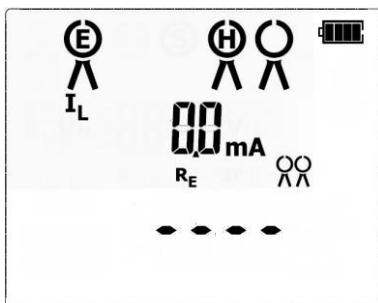
2



Conectar la pinza de emisión a las tomas H y E, la pinza de medición conectar a su toma .

Poner las pinzas en la toma de tierra estudiada de al menos 30 cm de distancia.

3



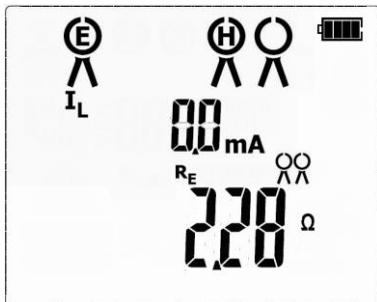
El medidor está listo para la medición.

4



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

5



Después de completar la medición se puede leer el resultado de la corriente de fuga.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

Notas:


Las mediciones se pueden realizar en presencia de corriente de interferencia no superior a 3 A y la frecuencia establecida en SET.

- La pinza no es parte del equipamiento básico del medidor, debe adquirirse por separado.

- La pinza debe ser calibrada antes de su primer uso. La pinza puede ser calibrada periódicamente a fin de evitar el efecto del envejecimiento que influye en la exactitud de medición. La opción de la calibración de pinza está en el capítulo 4.7.

Información adicional visualizada por el medidor

RE>99,9 Ω	Rango de medición superado.
Símbolos que parpadean de pinza 	La pinza de emisión no está conectada.
Símbolo que parpadea de pinza 	La pinza de medición no está conectada o la corriente medida con la pinza es muy pequeña.
IL xxA , I>3A, 	La corriente de interferencia por encima de 3 A, la medición no es posible.

4.7 Calibración de la pinza de medición C-3

La pinza comprada adicionalmente para el medidor debe ser calibrada antes de su primer uso. La pinza puede ser calibrada periódicamente a fin de evitar el efecto del envejecimiento que influye en la exactitud de medición. El procedimiento debe realizarse después de reemplazar la pinza.

1



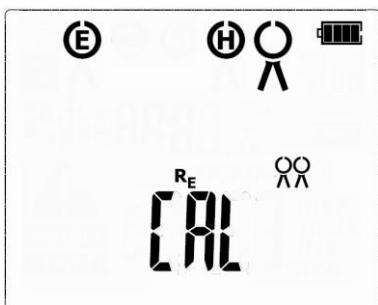
o:



En el modo ∞ (se ilumina el diodo ) con el botón **SET/SEL** pasar a la pantalla de calibración de la pinza de medición.

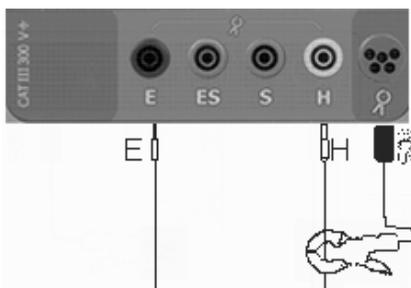
En el modo 3P+ ∞ (se ilumina el diodo ) con el botón **SET/SEL** pasar a la pantalla de configuración de la tensión de medición y luego con los botones  y  pasar a la pantalla de calibración de la pinza de medición.

2



Aparece el símbolo **CAL** que parpadea e indica que está listo para el proceso de calibración.

3



Conectar las tomas E y H con un cable, poner la pinza en el cable.

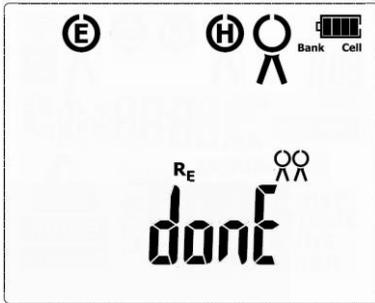
4



Pulsar el botón **START**.

El medidor ha determinado el factor de corrección para la pinza conectada. Este factor se guarda incluso después de desconectar la alimentación del medidor, hasta la próxima calibración correcta de la pinza de medición.

5



Aparece el mensaje **done** que indica la finalización del proceso de calibración de la pinza de medición.

6



o



Después de 20 s el medidor volverá automáticamente a la pantalla de espera para la medición, el usuario lo puede hacer antes pulsando **ESC** o **ENTER**.

Notas:

- Asegúrese de que el cable pasa por el medio de la pinza.

Información adicional visualizada por el medidor

<p>Marcos que parpadean:   y el mensaje oPEn</p>	<p>Parpadean los marcos de símbolos E y H, el cable de calibración no está conectado.</p>
<p>Símbolo de pinza  que parpadea</p>	<p>La pinza de medición no está conectada.</p>

4.8 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (R_{CONT})

Nota:
La medición cumple con los requisitos de la norma EN 61557-4 ($U < 24V$, $I > 200mA$ para $R \leq 10\Omega$).

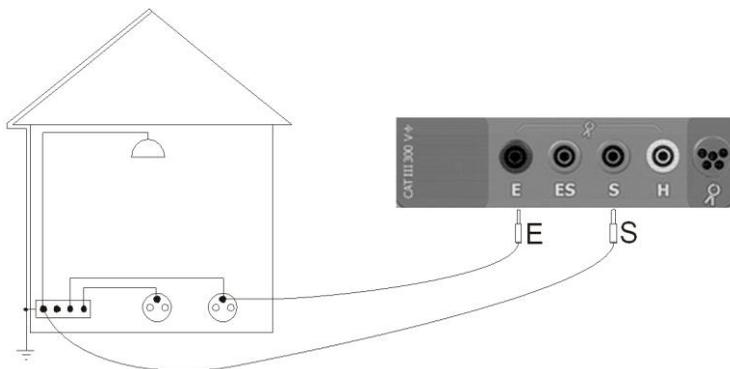
Conectar los cables de medición según la figura.

1

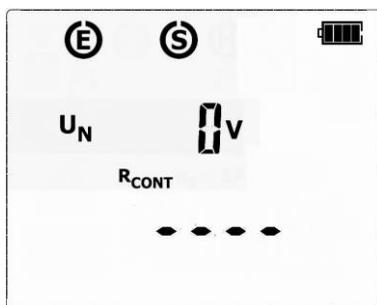


Con los botones << o >> pasar a la medición $R_{CONT} 200mA$ (se ilumina el diodo ) . El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición E y S.

2



3



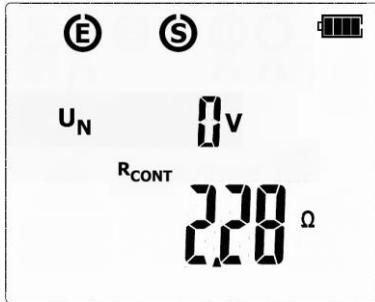
El medidor está listo para la medición.

4



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

5



Después de completar la medición se puede leer el resultado de la tensión de interferencia.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

Información adicional visualizada por el medidor

R>1999 Ω	Rango de medición superado.
U_N >100V; >100V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
U_N xxv, >40V y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
U_N xxv, >3V, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 3 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 3 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.

4.9 Calibración de los cables de medición para R_{CONT}

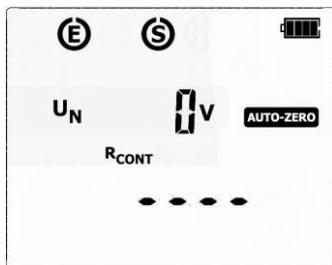
Para eliminar el impacto de resistencia de los cables de medición en el resultado R_{CONT} se puede realizar su compensación (cero automático). Esta función está disponible en el modo de medición R_{CONT}

1



En el modo R_{CONT} (se ilumina el diodo ) con el botón **SET/SEL** pasar a la pantalla de calibración de cero automático de los cables de medición.

2

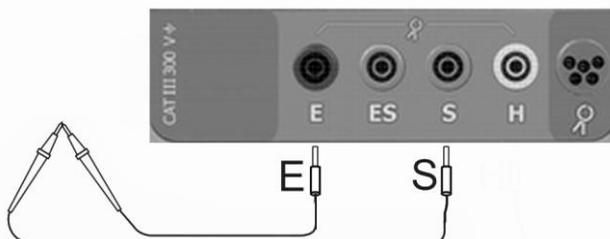


Aparece la inscripción **AUTO-ZERO** que parpadea y confirma que está listo para la calibración de los cables de medición.

Conectar los cables de medición según la figura.

Conectar los cables de medición E y S.

3

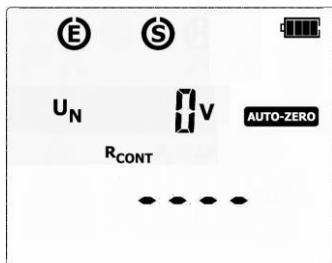


4



Pulsar el botón **START**.

5



La inscripción **AUTO-ZERO** que no parpadea confirma la calibración de los cables de medición.

El resultado es el valor compensatorio y la corrección está disponible para R_{CONT} . La compensación está disponible incluso después de apagar y encender el medidor (si se visualiza **AUTO-ZERO**).

- 6 Para eliminar la compensación (volver a la calibración de fábrica), se debe seguir este procedimiento con los cables de medición abiertos, en lugar del resultado aparece la inscripción **oFF** (compensación de cables apagada). Después de eliminar la puesta a cero automática, ya no se muestra la inscripción **AUTO-ZERO**.

- 7  o  Después de 20 s el medidor volverá automáticamente a la pantalla de espera para la medición, el usuario lo puede hacer antes pulsando **ESC** o **ENTER**.

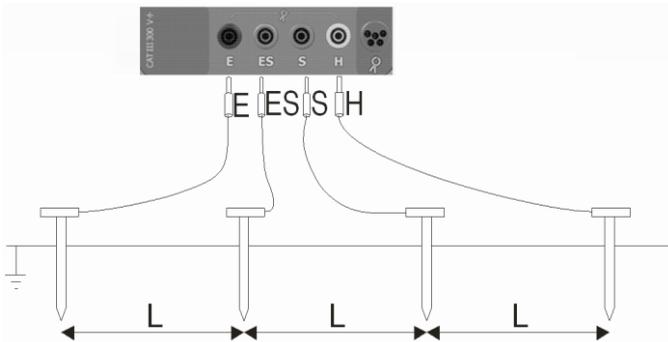
4.10 Medición de la resistividad del suelo (ρ)

Para la medición de la resistividad del terreno que se utiliza como preparación para la ejecución del proyecto del sistema de toma de tierra o en la geología existe una función independiente: la medición de la resistividad del terreno ρ . Esta función metrologicamente es igual que la medición de resistencia de toma de tierra, pero incluye un procedimiento adicional para introducir la distancia entre los electrodos. El resultado de la medición es el valor de la resistividad que se calcula automáticamente de acuerdo con la fórmula $\rho = 2\pi LR_E$, que se utiliza en el método de medición de Wenner. Este método supone la distancia igual entre los electrodos.

- 1 Con los botones **<<** o **>>** pasar a la  medición ρ (se ilumina el diodo ). El medidor está en modo de medición de tensión de interferencia entre los bornes de medición y la medición de corriente que fluye por la pinza.
- 2  Pulsando el botón **SET/SEL** se puede pasar al ajuste de distancia entre los electrodos auxiliares.
- 3  Con los botones **↑** y **↓** ajustar la distancia entre los electrodos auxiliares. De 1 a 50 m seleccionado cada 1 metro o de 1 a 150 ft seleccionado cada 1 ft.
- 4  Con el botón **→** pasar a seleccionar la tensión de medición.
- 5  Con los botones **↑** y **↓** ajustar la tensión de medición de 25 V o 50 V
- 6  o  Con el botón **ENTER** confirmar los ajustes o con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

Conectar los cables de medición según la figura.

7



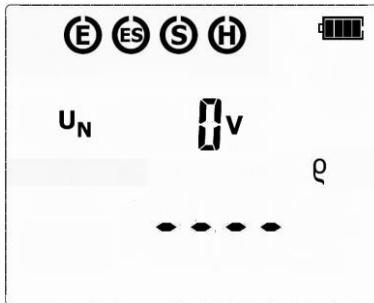
Los 4 electrodos auxiliares clavados en el suelo en una línea a la misma distancia:

Conectar el electrodo de corriente clavado en la tierra con la toma **H** del medidor,

Conectar el electrodo de tensión clavado en la tierra con la toma **S** del medidor,
Conectar el electrodo de tensión clavado en la tierra con la toma **ES** del medidor,

Conectar el electrodo de corriente clavado en la tierra con la toma **E** del medidor.

8



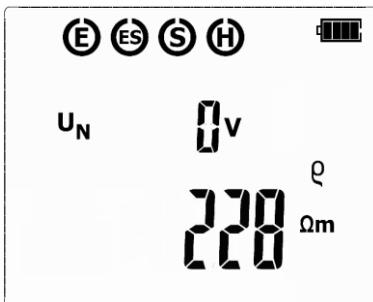
El medidor está listo para la medición.

9



Pulsar el botón **START**.
La medición se está realizando.

10



Después de completar la medición se puede leer el resultado. Se mostrarán los resultados de todas las mediciones hechas.

11



Con los botones  y  se pueden ver los componentes del resultado:

R_H - resistencia del electrodo de corriente

R_S - resistencia del electrodo de la tensión

ER - incertidumbre adicional causada por la resistencia de los electrodos

U_N - tensión de interferencia.

El resultado es visualizado en la pantalla durante 20 s. Se lo puede visualizar de nuevo pulsando **ENTER**.

Notas:



La medición de resistencia de tierra se puede realizar, si la tensión de interferencia no es superior a 24 V. La tensión de interferencia se mide hasta el nivel de 100 V, pero cuando supera 40 V ya se indica como peligrosa. No conecte el medidor a la tensión superior a 100 V.

- En el cálculo, se supone que las distancias entre los electrodos de medición son iguales (método Wenner). Si no es así, se debe medir la resistencia de toma de tierra mediante el método cuadrupolar y hacer el cálculo por sí mismo.
- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición - el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la tierra R_E tendrá incertidumbre adicional. Gran incertidumbre de medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de resistencia con los electrodos de toma a tierra y con pequeño contacto con el suelo (tal situación es a menudo en el caso cuando la toma a tierra está bien hecha, y la parte superior del suelo está seca y conduce mal). Entonces tanto la relación entre la resistencia de electrodos y la resistencia de la toma de tierra estudiada como la incertidumbre de la medición son muy grandes. A continuación, de acuerdo con los modelos mencionados en el punto 12.2 se puede hacer un cálculo que permite estimar el efecto de las condiciones de medición. Para disminuir la resistencia se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, por ejemplo, mojando con el agua el sitio de meter la sonda, clavando la sonda en otro sitio o aplicando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los cables de medición por eventuales daños en el aislamiento y si los contactos: cable - enchufe tipo banana - sonda no están corroídos o flojos. En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener conciencia de la incertidumbre que puede tener la medición.

Información adicional visualizada por el medidor

\rightarrow xxxk Ω m o \rightarrow xxxk Ω ft	El rango de medición está excedido, donde xxx es el valor máximo medido para los ajustes seleccionados.
$U_N > 100V$; $> 100V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	La tensión en los bornes de medición es superior a 100 V, la medición se bloquea.
U_N xxv, $> 40V$ y la señal acústica  , "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 40 V, la medición se bloquea.
U_N xxV, $> 24V$, "NOISE!" y 	Donde xx es el valor de la tensión de interferencia. La tensión en los bornes de medición es superior a 24 V pero inferior a 40 V, la medición se bloquea.
"NOISE!"	La señal de interferencia es menor a 24 V pero es demasiado alta: el resultado puede tener una incertidumbre adicional.
LIMIT! y ER junto con el valor en %	Incertidumbre de la resistencia de electrodos $> 30\%$. (Para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
LIMIT! y R _H o R _s con el valor en Ω	La resistencia de los electrodos H y S o una de ellas supera 19,9 k Ω , la medición correcta es imposible.
Marcos que parpadean: 	Los marcos que parpadean de los símbolos E o ES o H o S, o las dos o tres al mismo tiempo: no conectado uno, dos, tres o cuatro cables a las tomas de medición.

5 Memoria de los resultados de mediciones

Los medidores MRU-30 están equipados con una memoria dividida en 10 bancos con 99 celdas. Gracias a la asignación dinámica de memoria, cada celda puede contener un número diferente de resultados individuales, dependiendo de las necesidades. Esto asegura un uso óptimo de la memoria. Cada resultado se puede almacenar en la celda del número elegido y en el banco elegido, para que el usuario según su consideración pueda asignar el número de celdas a los puntos particulares de medición y los números de bancos a los objetos particulares, realizar mediciones en cualquier orden y repetirlas sin perder los otros datos.

La memoria de los resultados de medición **no se borra** después de apagar el medidor, por lo que puede ser recuperada posteriormente o enviada al ordenador. Tampoco se cambia el número de celda y banco actual.

Notas:

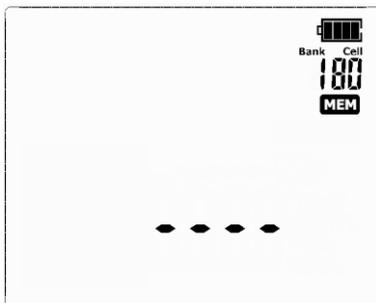
- En una celda, se pueden guardar los resultados de una medición.
- Después de guardar el resultado de la medición se incrementa automáticamente el número de celdas.
- Se recomienda borrar la memoria después de leer los datos o antes de hacer una nueva serie de medidas que pueden ser guardadas en la misma celda que la anterior.

5.1 Guardado de los resultados de las mediciones en la memoria

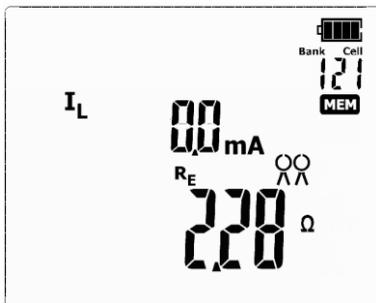
1



Después de realizar la medición, pulsar el botón **ENTER**. El medidor pasará en el modo de guardar en la memoria.



La celda está vacía.



La celda está ocupada por el tipo especificado de medición.

2



Con los botones ← y → pasar a los componentes de los resultados guardados en la celda seleccionada, si existen.

Para cambiar el número de celda o banco hay que:

3



Cuando parpadea el número de la celda, con los botones ↑ y ↓ establecer el número de la celda.

4



Pulsar el botón **SET/SEL** – parpadea el número del banco.

5



Con los botones ↑ y ↓ establecer el número del banco.

6

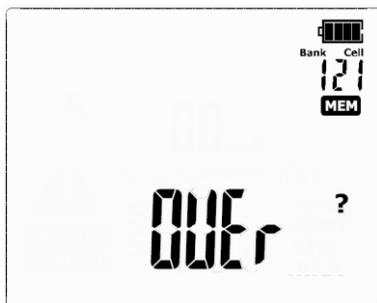


Después de seleccionar el banco y la celda, pulsar el botón **ENTER**, para guardar el resultado a la memoria. El hecho de guardar se indica mediante una señal acústica triple.



Con el botón **ESC** se puede volver a la pantalla de medición sin guardar el resultado.

Cuando se intenta guardar el resultado en una celda ocupada, aparece la advertencia **OVER ?**:



7



o



Pulsar el botón **ENTER** para escribir el resultado o **ESC** para cancelarlo y seleccionar otro banco o celda.

Notas:

- Después de la realización de la medición, el resultado está visualizado en la pantalla durante 20 s o hasta el momento de:

- cambio de función de medición,
- poner Auto-OFF,
- detección del voltaje de interferencia >50 V por el medidor,
- realización de una de las siguientes acciones:
 - pulsar el botón **ESC** para salir a un voltímetro,
 - tomar otra medición,
 - entrada en la memoria.

- Después con el botón **ESC** y dejar pasar 20 s o guardar el resultado en la memoria, se puede recuperar el último resultado con el botón **ENTER**.

- En la memoria se guarda un conjunto de resultados (el principal y adicionales) de la función de medición y los parámetros establecidos de la medición.

5.2 Revisión de la memoria

①



Con los botones << o >> pasar a la función de visualización de memoria: **MEM** (se ilumina el diodo ).

②



Con los botones ◀ y ▶ pasar a los componentes de los resultados guardados en la celda seleccionada, si existen.

Para cambiar el número de celda o banco hay que:

③



Cuando parpadea el número de la celda, con los botones ▲ y ▼ establecer el número de la celda.

④



Pulsar el botón **SET/SEL** – parpadea el número del banco.

⑤



Con los botones ▲ y ▼ establecer el número del banco.

- Para **Rcont** y **Re2P** no se pueden ver los componentes.

5.3 Borrado de la memoria

Se puede borrar una sola celda, el banco o toda la memoria.

5.3.1 Borrado de las celdas

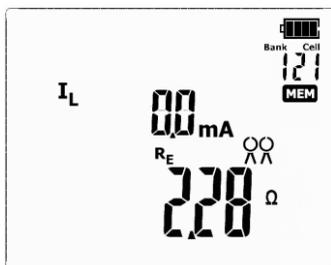
1



Con los botones << o >> pasar a la función de visualización de memoria:

MEM (se ilumina el diodo )

2

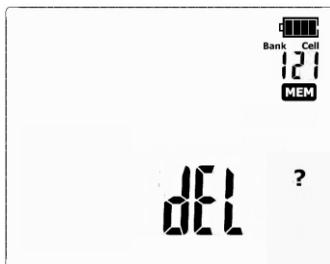


Seleccionar el número de celda que desea borrar según el punto 5.2.

3



Pulsar el botón ENTER.



Se muestra el símbolo dEL ? que indica que está listo para borrar.

4



Pulsar el botón ENTER.

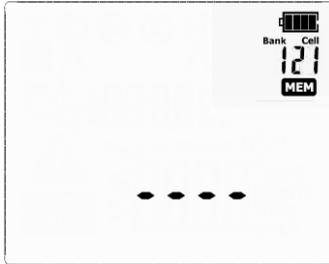


Aparecen  y la inscripción dEL Conf ? que piden la confirmación del borrado.

5



Pulsar el botón **ENTER** para borrar el contenido de la celda seleccionada. Después del borrado del contenido de la celda, el medidor emite una triple señal acústica. Cancelar y volver a visualizar la memoria con el botón **ESC**.



El contenido de celda ha sido borrado.

5.3.2 Borrado del banco

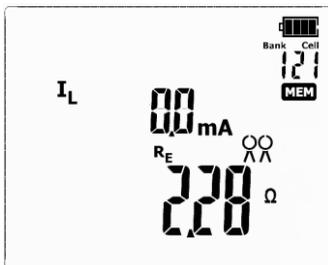
1



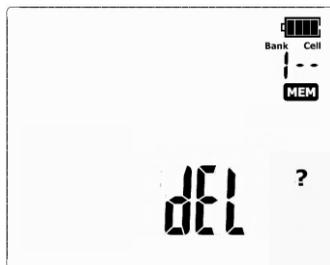
Con los botones << o >> pasar a la función de visualización de memoria:

MEM (se ilumina el diodo .

2



Seleccionar el número de banco que desea borrar. según el punto 5.2. Establecer el número de **celda** a " - - " (delante de "01"), aparece la siguiente pantalla.

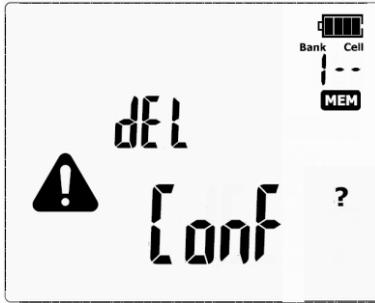


Se muestra el símbolo **dEL ?** que indica que está listo para borrar.

3



Pulsar el botón **ENTER**.

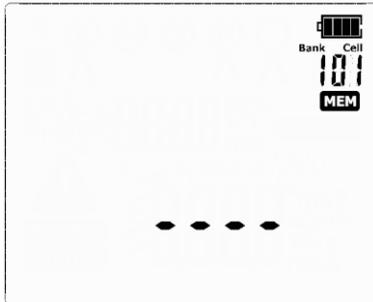


Aparecen  y la inscripción **dEL Conf ?** que piden la confirmación del borrado.

4



Pulsar el botón **ENTER** para borrar el contenido del banco seleccionado. Después del borrado del banco, el medidor emite una triple señal sonora. Cancelar y volver a visualizar la memoria con el botón **ESC**.



El contenido del banco ha sido borrado.

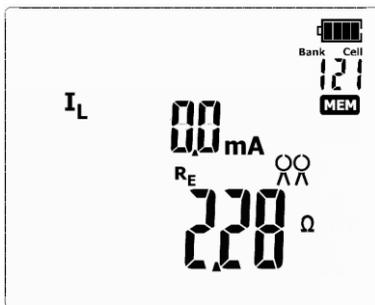
5.3.3 Borrado de la memoria completa

①

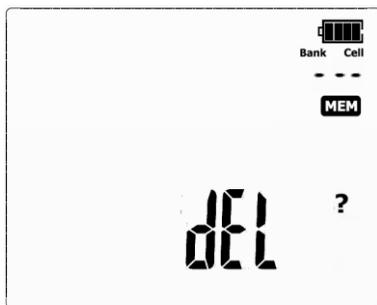


Con los botones << o >> pasar a la función de visualización de memoria: **MEM** (se ilumina el diodo ,).

②



Establecer el número de **banco** a "--" (delante de "0")...



... el número de banco y celda cambia a "--", aparece el símbolo **dEL ?** que indica la disposición para borrar todo el contenido de la memoria.

③



Pulsar el botón **ENTER**.

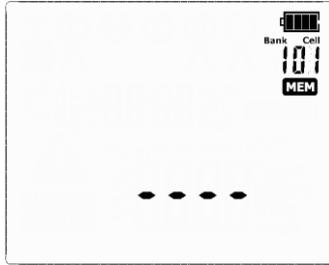


Aparecen  y la inscripción **dEL Conf ?** que piden la confirmación del borrado.

4



Pulsar de nuevo el botón **ENTER**. Después del borrado de la memoria, el medidor emite una triple señal sonora. Cancelar y volver a visualizar la memoria con el botón **ESC**.



Todo el contenido de la memoria se ha borrado.

6 Transmisión de datos

6.1 *El paquete del equipamiento para trabajar con el ordenador*

Para que el medidor trabaje con el ordenador es necesario el cable USB y el software apropiado. Si el software no fue comprado junto con el medidor, entonces se lo puede descargar de la página web del fabricante, comprarlo al fabricante o distribuidor autorizado.

Este software se puede emplear con varios dispositivos de la marca SONEL S.A. con la interfaz USB y otros (depende del aparato seleccionado).

La información detallada se puede recibir del fabricante y de los distribuidores.

6.2 *Transmisión de datos con el conector USB*

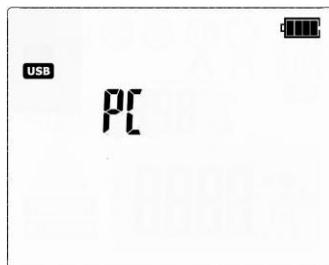
1



Con los botones << o >> pasar a la función de visualización de memoria: **MEM** (se ilumina el diodo ).

2

Conectar el cable al puerto USB del ordenador y al puerto USB del medidor. El medidor muestra el mensaje:



3

Iniciar el programa para comunicarse con el medidor (procesamiento de resultados) y seguir las instrucciones del software.

7 Actualización del software

- 1 De conformidad con las instrucciones del punto 3 de este manual para entrar en el modo de actualización del software del medidor: **UpdT**.
- 2 Conectar el cable al puerto USB del ordenador y al puerto USB del medidor.

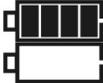


- 3 Iniciar el programa de actualización del medidor y seguir las instrucciones del software.

8 Alimentación del medidor

8.1 Control de la tensión de alimentación

El nivel de carga de las baterías está continuamente indicado por el símbolo en la esquina superior derecha de la pantalla:

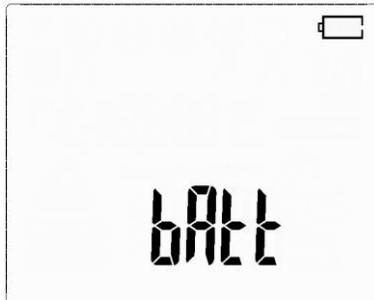


Baterías cargadas.

Baterías descargadas. Sólo es posible medir el voltaje.

No aparece el icono de la batería (con el cargador conectado).

Baterías desconectadas o dañadas.



Baterías casi descargadas, todas las mediciones están bloqueadas.

El medidor se apaga automáticamente después de 5 segundos.

8.2 Carga de baterías

¡ATENCIÓN!

El medidor MRU-30 está alimentado por el paquete de baterías SONEL NiMH 9,6 V que sólo se puede reemplazar en el servicio técnico.

El cargador se encuentra en el interior del medidor y sólo funciona con la batería propia de la marca. Se alimenta de una fuente de alimentación externa. Es posible la alimentación del encendedor de coche (**sólo 12 V**) con ayuda del cargador de una batería opcional.

La carga empieza tras conectar el alimentador al medidor independientemente si el medidor está activado o no, sólo puede variar el modo de carga descrito a continuación. La animación del símbolo de la batería en la pantalla y también en caso de cargar el medidor apagado, la animación de diodos de función de medición (se encienden uno tras otro en rojo y se apagan) indica el progreso de la carga.

Modos de carga:

- el medidor (interfaz de usuario) apagado: las baterías se recargan mediante el algoritmo de una "carga rápida", el proceso de carga dura aprox. 4 horas. La finalización de la carga completa se indica mediante la visualización del símbolo de batería llena, el mensaje **FULL** y una señal acústica. Para apagar el dispositivo se debe desconectar el cable de alimentación del alimentador.

- el medidor (interfaz de usuario) encendido: las baterías se recargan mediante el algoritmo de una "recarga", este proceso puede durar más que el proceso de carga del medidor apagado. La finalización de la carga completa se indica mediante la visualización del símbolo de batería llena y una señal acústica. Si el tiempo de carga es superior a 10 horas, el medidor se apagará por razones de seguridad.

Para apagar el dispositivo se debe desconectar el cable del alimentador y apagar el medidor.

¡ATENCIÓN!

No alimentar el medidor con otras fuentes diferentes a las mencionadas en este manual.

Notas:

- Debido a la interferencia en la red puede ocurrir un final anticipado de la carga de las baterías. En el caso de tiempo de carga muy corto, debe apagar el medidor y empezar a cargar de nuevo.

Información adicional visualizada por el medidor

Señales	Causa	Procedimiento
Se muestra Err ACU H°C	Temperatura demasiado alta de las baterías.	Esperar hasta que enfríe el paquete de baterías. Una vez más, empezar a cargar.
Se muestra Err ACU L°C	Temperatura demasiado baja del paquete de baterías.	Esperar hasta que caliente el paquete de baterías. Una vez más, empezar a cargar.
Se muestra Err ACU X (donde X es el número de error)	Estado de emergencia.	Una vez más, empezar a cargar. Cuando se carga con el encendedor de coche, comprobar si la tensión es de 12 V. Si esto no ayuda, es posible que el paquete de baterías está dañado: ponerse en contacto con el servicio técnico.
No aparece el icono de la batería (con el cargador conectado)	El paquete de baterías está desconectado o dañado.	Ponerse en contacto con el centro de servicio del fabricante.

8.3 Principios generales para el uso de las baterías de níquel e hidruro metálico (NiMH)

- Las baterías (medidor) deben ser guardadas en un lugar fresco, seco, bien ventilado y protegido de la luz directa del sol. La temperatura del entorno durante el almacenamiento prolongado no debe superar 30 °C. Si las baterías se almacenan por período prolongado en temperaturas altas, se puede reducir su vida útil por procesos químicos.
- Las baterías de NiMH pueden soportar normalmente 500-1000 ciclos de carga. Estas baterías alcanzan su capacidad máxima después de formación (2-3 ciclos de carga y descarga.) El factor más importante que influye en el rendimiento de la batería es el grado de descarga. Cuanto más grande es la descarga, tanto más corta es su vida útil.
- El efecto de memoria en las baterías NiMH tiene la forma limitada. Estas baterías se pueden recargar sin mayores consecuencias. Sin embargo, se recomienda descargarlas completamente cada varios ciclos.
- Durante el almacenamiento de las baterías NiMH, el grado de descarga automática es alrededor del 20% al mes. Guardar las baterías a altas temperaturas puede acelerar dos veces el proceso de descarga. Para evitar una descarga excesiva de las baterías, después de la cual las baterías tendrán que ser formateadas, cada cierto tiempo las baterías deben ser recargadas (también las baterías sin usar).
- Los cargadores modernos detectan tanto demasiada baja como demasiada alta temperatura de baterías y adecuadamente reaccionan a estas situaciones. La temperatura demasiado baja debe impedir el inicio del proceso de carga, que podría dañar permanentemente la batería. El aumento de la temperatura es una señal de finalización de la carga de la batería y es un hecho típico. Sin embargo, la carga a altas temperaturas de ambiente reduce el rendimiento, además aumenta el crecimiento de la temperatura de la batería que por esta razón no será cargada a plena capacidad.
- Tenga en cuenta que las baterías cargadas rápidamente se cargan hasta un 80% de su capacidad, se pueden lograr mejores resultados continuando la carga: el cargador entra en modo de carga lenta y después de unas horas las baterías están cargadas a su máxima capacidad.
- No cargue ni utilice las baterías en temperaturas extremas. Las temperaturas extremas reducen el rendimiento de la batería. Evitar colocar los dispositivos con batería en lugares muy cálidos. La temperatura nominal de funcionamiento debe ser estrictamente observada.

9 Limpieza y mantenimiento

¡ATENCIÓN!

Se deben utilizar únicamente los métodos de conservación proporcionados por el fabricante en este manual.

La carcasa del medidor puede ser limpiada con un paño suave y humedecido con detergentes comúnmente utilizados. No utilizar disolventes ni productos de limpieza que puedan rayar la carcasa (povos, pastas, etc.).

Los electrodos auxiliares se lavan con agua y se secan. Antes de un almacenamiento prolongado, se recomienda engrasar los electrodos con un engrase para máquinas.

Los carretes y cables se pueden limpiar con agua y detergentes, luego deben ser secados.

El sistema electrónico del medidor no requiere conservación.

10 Almacenamiento

Durante el almacenamiento del instrumento, hay que seguir las siguientes instrucciones:

- desconectar todos los cables del medidor,
- limpiar bien el medidor y todos los accesorios,
- enrollar los cables largos en los carretes,
- para evitar la descarga total de las baterías durante el almacenamiento prolongado, las baterías deben ser recargadas periódicamente.

11 Desmontaje y utilización

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser recogidos por separado, es decir, no se depositan con los residuos de otro tipo.

El dispositivo electrónico debe ser llevado a un punto de recogida conforme con la Ley de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Antes de enviar el equipo a un punto de recolección no intente desarmar cualquier parte del equipo.

Hay que seguir las normativas locales en cuanto a la eliminación de envases, pilas usadas y baterías.

12 Datos técnicos

- La precisión especificada se aplica a los terminales del medidor.
- "v.m." en cuanto a la determinación de la precisión significa el valor medido de la norma

12.1 Datos básicos

Medición de la tensión de interferencia U_N (RMS)

Rango	Resolución	Precisión
0...100 V	1 V	(5% v.m. + 2 dígitos)

- medición para f_N 45...65 Hz
- frecuencia de medición - mín. 2 mediciones/s

Medición de la resistencia de tomas de tierra – método de 2 polos (R_{E2P})

Rango	Resolución	Precisión
0,01 Ω ...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(3\%$ v.m. + 3 dígitos)
20,0 Ω ...199,9 Ω	0,1 Ω	
200 Ω ...1999 Ω	1 Ω	$\pm 5\%$
2000 Ω ...9999 Ω	1 Ω	$\pm 8\%$

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, de acuerdo con la norma EN 61557-5.

Rango de medición según EN 61557-5: 0,53 Ω ... 9999 Ω para $U_N = 50$ V

Rango	Resolución	Precisión
0,00 Ω ...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(3\%$ v.m. + 3 dígitos)
20,0 Ω ...199,9 Ω	0,1 Ω	
200 Ω ...1999 Ω	1 Ω	$\pm 5\%$
2000 Ω ...9999 Ω	1 Ω	$\pm 8\%$

Medición de la resistencia de los electrodos auxiliares R_H y R_S

Rango	Resolución	Precisión
0...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\%$ ($R_S+R_E+R_H$) + 8 dígitos)
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

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

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(3\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	$\pm 5\% \text{ v.m.}$
2000...9999 Ω	1 Ω	$\pm 8\% \text{ v.m.}$

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

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(10\% \text{ v.m.} + 8 \text{ dígitos})$
20,0...99,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(20\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$

Medición de corriente de fuga con la pinza C-3

Rango	Resolución	Precisión
0,1...99,9 mA	0,1 mA	$\pm(8\% \text{ v.v.} + 5 \text{ dígitos})$
100...999 mA	1 mA	$\pm(8\% \text{ v.v.} + 3 \text{ dígitos})$
1,00...5,00 A	0,01 A	$\pm(5\% \text{ v.v.} + 5 \text{ dígitos})$

- medición para f_N 45...65 Hz

Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (R_{CONT})

Método de medición: de acuerdo con la norma EN 61557-4.

Rango de medición según la norma EN 61557-4: 0,13 Ω ...1999 Ω

Rango	Resolución	Precisión
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...1999 Ω	1 Ω	

Medición de la resistividad del suelo (ρ)

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

Rango	Resolución	Precisión
0,00...9,99 Ωm	0,01 Ωm	Depende de la incertidumbre básica de medición R_E en el sistema 4P, pero es no menos de ± 1 dígito
10,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100...999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- distancia entre las sondas de medición (L): 1...50 m

Otros datos técnicos

- a) tipo de aislamiento..... doble, de conformidad con la norma EN 61010-1 y EN 61557
- b) categoría de medición (para 2000 m s.n.m.)..... III 300 V según EN 61010-1
- c) grado de protección de la carcasa según EN 60529 IP65
- d) la tensión máxima de interferencias AC + DC durante la medición 24 V
- e) la máxima medida tensión de interferencias 100 V
- f) la máxima corriente de interferencia durante la medición de resistencia de toma de tierra en el método con pinza..... 3 A RMS
- g) frecuencia de la corriente de medición..... 125 Hz para la red de 50 Hz
..... 150 Hz para la red de 60 Hz
- h) tensión y corriente de medición para R_{CONT} $U < 24 \text{ Vrms}$, $I > 200 \text{ mA}$
- i) tensión de medición para R_{E2P} , R_{E3P} , R_{E4P} 25 o 50 V
- j) corriente de medición para R_{E3P} , R_{E4P} $> 20 \text{ mA}$
- k) la máxima resistencia de electrodos auxiliares 20 k Ω
- l) indicación de poca corriente de la pinza para $\leq 0,5 \text{ mA}$
- m) alimentación del medidor paquete de baterías tipo SONEL NiMH 9,6 V 2 Ah
- n) parámetros de la fuente de alimentación del cargador de batería 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) número de mediciones para R_{CONT} > 3000 (1 Ω , 2 mediciones/min)
- p) número de mediciones para R_E > 2000 ($R_E=10 \Omega$, $R_H=R_S=100 \Omega$, 25 V 50 Hz, 2 mediciones/min)
- q) tiempo de ejecución de la medición de resistencia con el método bipolar..... $< 4 \text{ s}$
- r) tiempo de ejecución de medición de la resistencia con otros métodos y de la resistividad $< 8 \text{ s}$
- s) dimensiones 200 x 150 x 73 mm (sin cables de medición)
- t) peso del medidor con baterías 1140 g
- u) temperatura de funcionamiento $-10^\circ\text{C} \dots +50^\circ\text{C}$
- v) rango de temperaturas para iniciar la carga de batería $+10^\circ\text{C} \dots +40^\circ\text{C}$
- w) temperatura a la que se interrumpe la carga de batería..... $< 0^\circ\text{C}$ y $\geq +50^\circ\text{C}$
- x) temperatura de referencia..... $23 \pm 2^\circ\text{C}$
- y) temperatura de almacenamiento $-20 \dots +60^\circ\text{C}$
- z) humedad relativa 20..90%
- aa) humedad nominal relativa 40..60%
- bb) altura sobre el nivel del mar $\leq 2000 \text{ m}^*$
- cc) estándar de calidad..... elaboración, diseño y producción de acuerdo con ISO 9001
- dd) el producto cumple con los requisitos EMC según la norma 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 150 V a tierra (hasta 150 V entre las entradas de tensión) o CAT IV 100 V a tierra (hasta 100 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.

12.2 Datos adicionales

Los datos sobre las incertidumbres adicionales son útiles si se utiliza el medidor en condiciones especiales y para la medición de calibración en los laboratorios.

12.2.1 Influencia de la tensión de interferencia en serie en la medición de resistencia para métodos R_E3P , R_E4P , R_E3P+C , ρ

R_E	U_N	Incertidumbre adicional [Ω]
0,00...10,00 Ω	25 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,007U_{de}^2$
	50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,004U_{de}^2$
10,01...2000 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,001U_{de}^2$
2001...9999 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,003R_E + 0,4)U_{de}$

12.2.2 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de resistencia de toma de tierra para métodos R_E3P , R_E4P , R_E3P+C , ρ

R_H, R_S	Incertidumbre adicional [%]
$R_H \leq 5 \text{ k}\Omega$ y $R_S \leq 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 100000} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$
$R_H > 5 \text{ k}\Omega$ o $R_S > 5 \text{ k}\Omega$ o R_H y $R_S > 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ y $R_H[\Omega]$ son valores mostrados por el dispositivo.

12.2.3 Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia de toma de tierra usando el método R_E3P+C

El medidor MRU-30 puede realizar las mediciones en presencia de la corriente de interferencia no superior a 3 A rms y la frecuencia establecida en el MENÚ.

R_E	Incertidumbre adicional [Ω]
0,00...50,00 Ω	$\pm (0,03R_E \cdot I_z^2)$
50,01...2000 Ω	$\pm (0,0009 \cdot R_E \sqrt{R_E} \cdot I_z^2)$
2001...9999 Ω	$\pm (9 \cdot 10^{-7} \cdot R_E^2 \cdot I_z(I_z + 15))$

Para la corriente > 3 A se bloquea la posibilidad de realizar mediciones.

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

El medidor MRU-30 puede realizar las mediciones en presencia de la corriente de interferencia no superior a 3 A RMS y la frecuencia establecida en el MENÚ.

R_E	Incertidumbre adicional [Ω]
0,00...10,00 Ω	$0,03R_E^2I_Z$
10,01...99,99 Ω	$0,0004R_E^2I_Z(I_Z+10)$

Para la corriente >3 A se bloquea la posibilidad de realizar mediciones.

12.2.5 Influencia de la relación de la resistencia medida con la pinza de la toma de tierra múltiple respecto a la resistencia resultante (R_E3P+C)

R_C	Incertidumbre adicional [Ω]
$\leq 50\Omega$	$\pm (0,003 \frac{R_C}{R_W^2})$
$> 50\Omega$	$\pm (0,5 \frac{R_C}{\sqrt{R_W}})$

$R_C[\Omega]$ es el valor de resistencia medido con la pinza visualizada por el medidor, y $R_W[\Omega]$ es el valor de la resistencia resultante de la toma de tierra múltiple.

12.2.6 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (R_E3P , R_E4P)

Magnitud de entrada	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0% (no se ilumina bAt)
Temperatura	E_3	$\pm 0,2$ dígito/ $^{\circ}C$ para $R < 1$ k Ω $\pm 0,07\%/^{\circ}C \pm 0,2$ dígito/ $^{\circ}C$ para $R \geq 1$ k Ω
Tensión de interferencias de serie	E_4	Según las fórmulas del p. 10.2.1 ($U_N=3V$ 50/60Hz)
Resistencia de los electrodos y tomas de tierra auxiliares	E_5	Según la fórmula del p.10.2.3

13 Accesorios

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

13.1 Accesorios estándar

- electrodo auxiliar 30 cm (2 unidades) – **WASONG30**,
- cable de medición rojo de 1,2 m de largo, con conectores tipo banana en ambos lados – **WAPR1X2REBB**,
- cable de medición negro de 2,2 m de largo con conectores tipo banana – **WAPR2X2BLBB**,
- cable de medición rojo de 25 m de largo enrollado, con conectores tipo banana en ambos lados – **WAPRZ025REBBSZ**,
- cable de medición amarillo de 50 m de largo enrollado, con conectores tipo banana en ambos lados – **WAPRZ050YEBBSZ**,
- cocodrilo negro – **WAKROBL20K01**,
- sonda de punta con conector tipo banana, roja – **WASONREOGB1**,
- abrazadera de prensa – **WAZACIMA1**,
- estuche para medidor – **WAFUTM9**,
- funda para el medidor y los accesorios – **WAFUTL10**,
- cable USB para transmisión de datos – **WAPRZUSB**,
- cargador de baterías – **WAZASZ7**,
- certificado de calibración emitido por laboratorio acreditado,
- manual de uso.

13.2 Accesorios adicionales

Adicionalmente, del fabricante y de los distribuidores se pueden comprar los siguientes artículos que no están incluidos en el equipamiento estándar:

WASONG80



- electrodo auxiliar 80 cm

WACEGC3OKR



- pinza de recepción C-3

WAFUTL3



- funda L3 (para electrodos auxiliares 80 cm)

WACEGN1BB



- pinza de emisión N-1

WAPRZLAD12SAM



- cable para cargar la batería desde la toma del encendedor del coche

14 Fabricante

El fabricante del dispositivo que presta el servicio de garantía y postgarantía es:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polonia

tel. +48 74 858 38 60

fax +48 74 858 38 09

E-mail: export@sonel.pl

Web page: www.sonel.pl

Nota:

Para el servicio de reparaciones sólo está autorizado el fabricante.

NOTAS

NOTAS



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
Página web: www.sonel.pl