



# MANUAL DE USO

## MEDIDOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

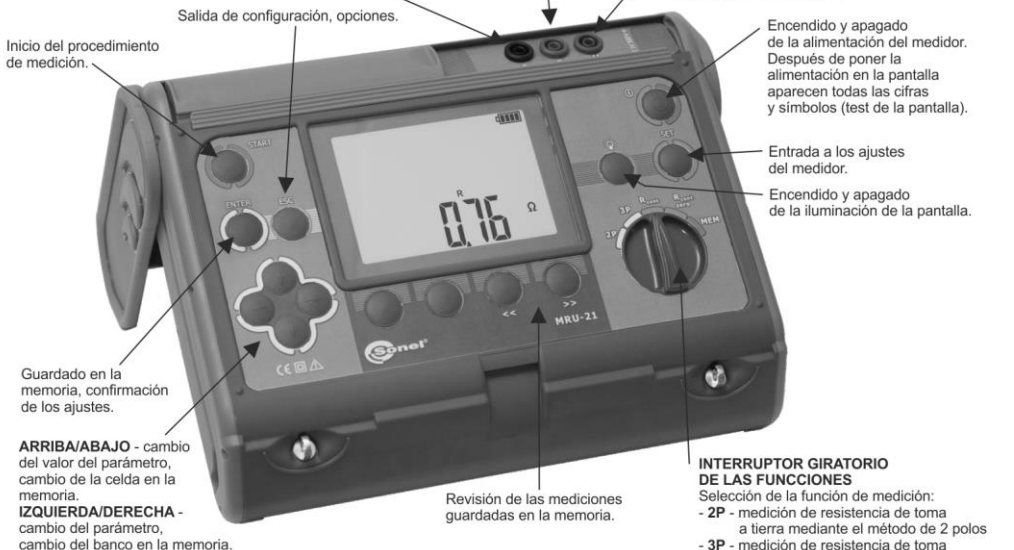
MRU-21

# MRU-21

**E:** Medición  $R_E$  - enchufe para conectar la puesta a tierra medida  
 Medición  $R_{CONT}$  - enchufe de medición de la continuidad de conexiones (-).

**S:** Medición  $R_E$  - enchufe para conectar el electrodo de tensión  
 Medición  $R_{CONT}$  - enchufe de medición de la continuidad de conexiones (+).

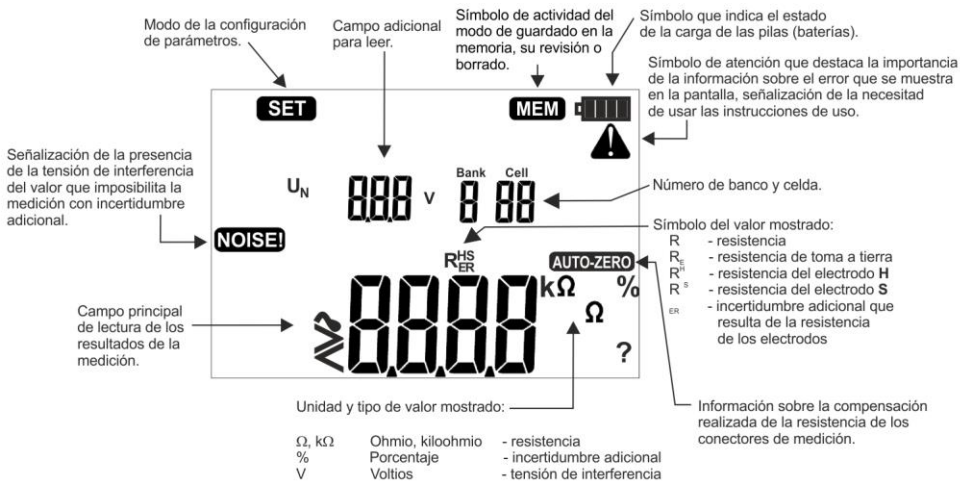
**H:** Medición  $R_E$  - enchufe para conectar el electrodo de corriente.



## INTERRUPTOR GIRATORIO DE LAS FUNCIONES

Selección de la función de medición:  
 - **2P** - medición de resistencia de toma a tierra mediante el método de 2 polos  
 - **3P** - medición de resistencia de toma a tierra mediante el método de 3 polos  
 -  **$R_{CONT}$**  - medición de la resistencia de las conexiones de protección y compensación  
 -  **$R_{CONT}$  ZERO** - compensación de la resistencia de los conectores para la medición  $R_{CONT}$   
 - **MEM** - revisión y borrado de la memoria.

## PANTALLA





## **MANUAL DE USO**

# **MEDIDOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MRU-21**



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

Versión 1.07 10.03.2022

El medidor MRU-21 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

<b>1 Seguridad .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Configuración.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Mediciones.....</b>	<b>6</b>
3.1 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos ( $R_{E3P}$ ) .....	6
3.2 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 2 polos ( $R_{E2P}$ ) ...	10
3.3 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios ( $R_{CONT}$ ).....	12
3.4 La calibración de los cables de medición .....	14
3.4.1 Puesta a cero automática .....	14
3.4.2 Puesta a cero automática .....	15
<b>4 Memoria .....</b>	<b>16</b>
4.1 Escritura de los resultados de las mediciones en la memoria .....	16
4.2 Revisión de la memoria.....	18
4.3 Borrado de la memoria.....	19
4.3.1 Borrado del banco.....	19
4.3.2 Borrado de la memoria entera.....	20
4.4 Comunicación con el ordenador .....	21
4.4.1 El paquete de equipamiento para trabajar con el ordenador .....	21
4.4.2 Transmisión de datos.....	21
<b>5 Alimentación del medidor.....</b>	<b>22</b>
5.1 Control de la tensión de la alimentación .....	22
5.2 Cambio de las baterías (pilas) .....	22
<b>6 Limpieza y mantenimiento.....</b>	<b>25</b>
<b>7 Almacenamiento .....</b>	<b>25</b>
<b>8 Desmontaje y utilización .....</b>	<b>25</b>
<b>9 Datos técnicos .....</b>	<b>26</b>
9.1 Datos básicos .....	26
9.2 Datos adicionales.....	28
9.2.1 Medición $R_E$ .....	28
9.2.2 Medición $R_{CONT}$ .....	29
<b>10 Accesorios.....</b>	<b>30</b>
10.1 Accesorios estándar .....	30
10.2 Accesorios adicionales .....	30
<b>11 Fabricante.....</b>	<b>31</b>

# 1 Seguridad

El medidor MRU-21 es utilizado para realizar mediciones que determinan el estado de seguridad de la instalación. Por lo tanto, para garantizar un servicio adecuado y la 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-21 está diseñado para medir la resistencia de puesta a tierra y las conexiones de protección y compensatorias. El uso del dispositivo distinto del especificado en este manual, puede causar daño y ser fuente de 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 resultar en daños en el dispositivo y ser fuente de 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.
- Es inaceptable el uso de:
  - ⇒ medidor que ha sido dañado y está totalmente o parcialmente estropeado,
  - ⇒ cables con aislamiento dañado,
  - ⇒ medidor guardado demasiado tiempo en malas condiciones (p. ej. humedad). **Después de mover el medidor del entorno frío al caliente con alta humedad no se deben tomar medidas hasta que el medidor se caliente a temperatura ambiente (aproximadamente 30 minutos).**
- Antes de empezar a medir, asegúrese que los cables están conectados a las tomas de pruebas respectivas.
- No utilice el medidor con la tapa de la batería (acumulador) mal cerrada o abierta ni alimente con las fuentes distintas de las enumeradas en este manual.
- Las entradas del medidor están protegidas electrónicamente contra sobrecargas, por ejemplo, una conexión accidental a la red electro energética:
  - para todas las combinaciones de entradas - hasta 276 V durante 30 segundos.
- Las reparaciones sólo pueden ser realizadas por personal cualificado.
- El dispositivo cumple con los requisitos de la norma EN 61010-1 y EN 61557-1, -4, -5.

## Atención:

**El fabricante se reserva el derecho de hacer cambios en la apariencia, el equipamiento y los datos técnicos del medidor.**

## 2 Configuración

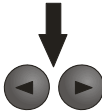
Pulse **SET** para entrar en la selección de tensión de la medición (Un) o fuente de la alimentación (SuPP). Después de reemplazar las baterías/pilas hay que establecer el tipo de alimentación, ya que de esto depende la indicación correcta de la medida de la carga (características de la descarga de las baterías y los acumuladores son diferentes).

1



Al encender la alimentación del medidor hay que pulsar el botón **SET**.

2

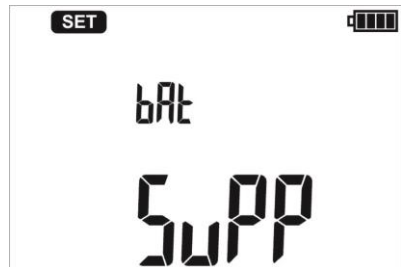


Con botones ◀, ▶ seleccionar el parámetro para el cambio: Un o SuPP.

3



Con botones ▲, ▼ se cambian los parámetros: Un = 25 V o 50 V, SuPP = bAT (baterías) o Acc (acumuladores).



4



Pulsando el botón **ENTER** salir del modo de ajustes con la confirmación de cambios o..



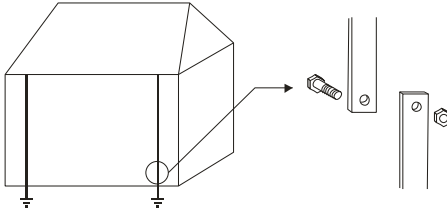
...pulsando el botón **ESC** salir del modo de ajustes sin la confirmación de cambios.

### 3 Mediciones

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

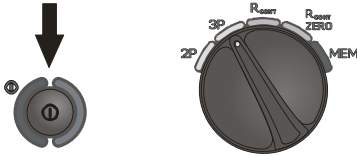
El tipo básico de medición de la resistencia de puesta a tierra es la medición con el método de 3 polos.

1



La medida puesta a tierra desconectar del objeto.

2

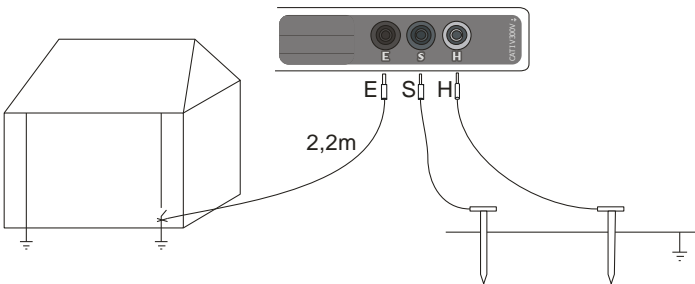


Encender el medidor. Interruptor rotatorio ajustar la selección de la función en la posición  $R_{E3P}$ .

3

Si es necesario, ajustar la tensión de la medición de acuerdo con el capítulo 2.

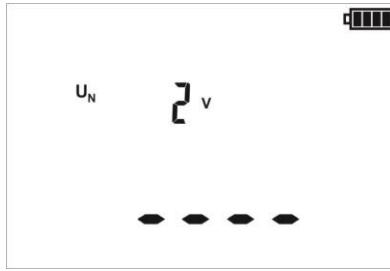
4



El electrodo de la corriente enterrada conectarlo con el enchufe **H** del medidor.  
El electrodo de la tensión enterrada conectarlo con el enchufe **S** del medidor.  
La puesta a tierra comprobada conectarla con el enchufe **E** del medidor.  
La toma a tierra comprobada y el electrodo de corriente y tensión se deben colocar en una línea.

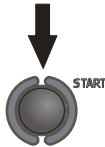


5



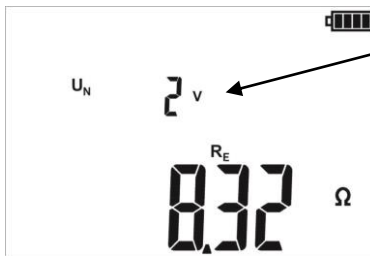
El medidor está listo para la medición. En una pantalla secundaria se puede leer el valor de la tensión de interferencia.

6



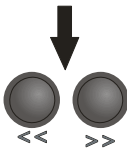
Pulsar el botón **START**. Realizar la medición.

7



El valor de la tensión de interferencia.

Leer el resultado principal de la medición:  
resistencia a la tierra  $R_E$ .



Los resultados auxiliares se pueden leer (en el orden como abajo) pulsando los botones << y >>.

8



$R_H$

la resistencia del electrodo de corriente

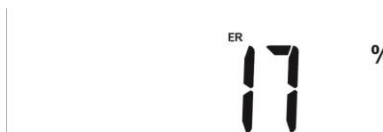
9



$R_S$

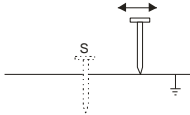
la resistencia del electrodo de la tensión

10



El valor de incertidumbre adicional aportado por la resistencia de electrodos auxiliares.

11



Repita las mediciones (puntos 3-6) moviendo el electrodo de tensión unos metros: alejándolo y acercándolo a la toma a tierra medida. Si los resultados de las mediciones de  $R_E$  difieren más de un 3%, se debe aumentar considerablemente la distancia entre el electrodo de corriente y la tierra y de nuevo hacer las medidas.

## 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 50 V ya se indica como peligroso. No conecte el medidor a la tensión superior a 100 V.**

- Preste especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el conector 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  $R_E$  tiene más incertidumbre. 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 la relación de resistencia de los electrodos a la resistencia de puesta a tierra medida es muy grande y la incertidumbre de medición que depende de ella también. A continuación, de acuerdo con los modelos mencionados en la sección 9, se puede hacer un cálculo que permite estimar el efecto de las condiciones de medida o usar la tabla que se encuentra en el anexo. Esta incertidumbre también se demuestra en [%] como el resultado adicional. Para su cálculo se toman los valores medidos. Si este valor calculado supera la incertidumbre adicional del 30% junto con el resultado se muestra el símbolo **Err**. El contacto del electrodo con el suelo se puede mejorar, por ejemplo, mojando con agua el sitio de poner el electrodo, otra ubicación o aplicación del electrodo de 80 cm. También se debe comprobar los cables si el aislamiento no está dañado y los contactos: cable, conector en forma de banana y el electrodo; no están corroídos o flojos. En la mayoría de los casos, la precisión alcanzada es suficiente, pero siempre se debe tener en cuenta el tamaño de la incertidumbre que está relacionado con la medición.

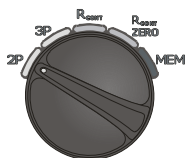
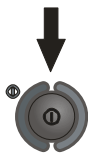
- La calibración es realizada por el fabricante e incluye la resistencia del cable de la medición de 2,2 m.

## Información adicional que muestra el medidor

$U_c$ 30 V > 24 V y 	La tensión de interferencia tiene el valor demasiado alto (> 24 V) - la medición es imposible. Apague la fuente de interferencia o trate de poner los electrodos auxiliares de otra manera.
$U_c$ 50 V > 50 V y  y el tono continuo 	<b>¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V!</b> <b>¡Inmediatamente</b> desconecte el medidor! Antes de volver a conectar, hay que apagar la fuente de alimentación.
$U_c$ 100 V > 50 V y  y el tono continuo 	<b>¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 100 V!</b> <b>¡Inmediatamente</b> desconecte el medidor! Antes de volver a conectar, hay que apagar la fuente de alimentación.
$R_r$ con el nombre de electrodo (electrodos) y 	Pausa en el circuito de medición o resistencia de electrodos auxiliares es superior a 60kΩ. Compruebe las conexiones en el circuito de medición o reduzca la resistencia de la sonda colocándola de nuevo.
$E_r$ (en el campo debajo de Cell) y el resultado de la medición y 	Incertidumbre de la medida $R_E$ introducida por la resistencia de las sondas supera el 30%. Reducir la resistencia de la sonda, colocandola de nuevo, o aumentar la humedad del suelo que está en su vecindad inmediata.
>1,99kΩ	Fue superada la gama de la medición $R_E$ .
>50kΩ	Resistencia de electrodos auxiliares de medición supera 50 kΩ (pero es menor de 60 kΩ).
<b>NOISE!</b>	Tensión de interferencia supera 10 V, el resultado de la medición es inestable o tensiones y corrientes medidas son pequeñas en relación con el ruido.
no 5 y  y el tono continuo 	Las tensiones y corrientes medidas son demasiado pequeñas en relación con el ruido o el resultado es altamente inestable. (Símbolo <b>no 5</b> se muestra en lugar del resultado.)
$\theta_c$ y 	Fue excedida la temperatura admisible en el interior del medidor.

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

1

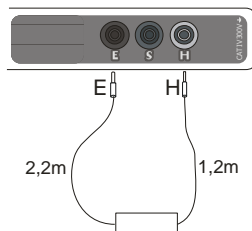


Encender el medidor. Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición  $R_{E2P}$ .

2

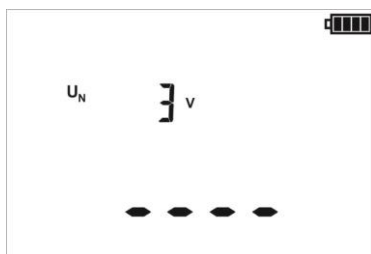
Si es necesario, ajustar la tensión de la medición de acuerdo con el capítulo 2.

3



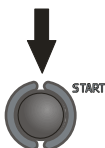
El objeto medido conectarlo al terminal **E** y **H** del medidor.

4



El medidor está listo para la medición. En la pantalla secundaria se puede leer el valor de la tensión de interferencia.

5



Pulsar el botón **START**. Realizar la medición.

6



El valor de la tensión de interferencia.










Leer el resultado de la medición:

el valor de la resistencia medida.

#### Notas:

- La calibración realizada por el fabricante incluye la resistencia de los cables del fabricante de la medición de 1,2m y 2,2 m.

## Informaciones adicionales que muestra el medidor

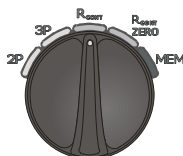
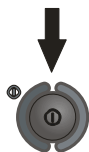
$u_{30}$ $> 24$ V y 	Tensión de interferencia tiene el valor demasiado alto ( $> 24$ V) - la medición es imposible. Apague la fuente de interferencia.
$u_{50}$ $> 50$ V y  y el tono continuo 	<b>¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V!</b> <b>¡Inmediatamente</b> desconecte el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
$u_{DFL}$ $> 50$ V y  y el tono continuo 	<b>¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 100 V!</b> <b>¡Inmediatamente</b> desconecte el medidor! (símbolo <b>DFL</b> se muestra en lugar del valor de la tensión de interferencia). Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
$r_{-}$ y 	Pausa en el circuito de medición.
$> 1,99$ k $\Omega$	Fue superado el alcance de la medición $R_E$ .
<b>NOISE!</b>	Tensión de interferencia supera 10 V, el resultado de la medición es inestable o tensiones y corrientes medidas son pequeñas en relación con el ruido.
$no$ S y  y el tono largo 	Las tensiones y corrientes medidas son demasiado pequeñas en relación con el ruido o el resultado es altamente inestable. (Símbolo <b>no</b> S se muestra en lugar del resultado.)
$o$ [ y 	Fue excedida la temperatura admisible en el interior del medidor.

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

#### Atención:

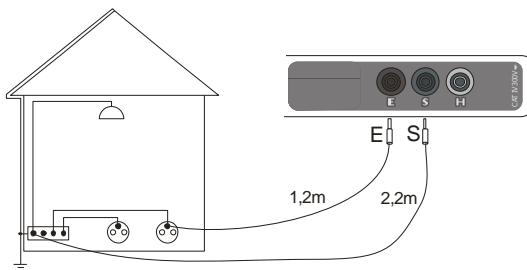
Al realizar mediciones de la resistencia muy baja o el uso de otros conductores diferentes a los del fabricante de 1,2 m y 2,2 m hay que calibrar los conductores de medición.

1



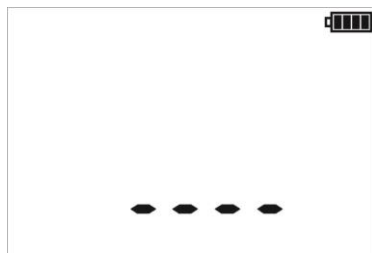
Encender el medidor.  
Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición  $R_{CONT}$ .

2



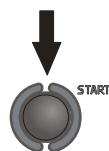
El objeto de medición hay que conectarlo a los terminales **S** y **E** del medidor.

3



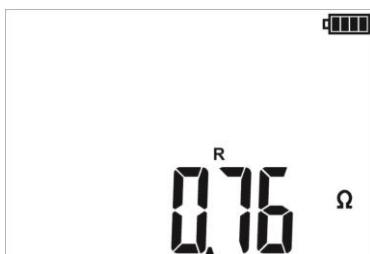
El medidor está listo para la medición.

4



Pulsar el botón **START**.  
Realizar la medición.

5









Leer el resultado de la medición.

## Notas:

- El flujo de corriente de medición va en una sola dirección. Para conseguir el resultado de la medición durante el flujo en dos direcciones se debe repetir la medición con los conductores intercambiados y calcular la media aritmética de ambas medidas.

## Informaciones adicionales que muestra el medidor

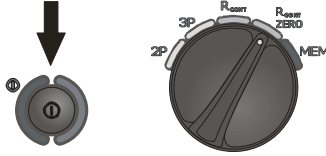
$u_n$ > 3 <sup>v</sup> y 	Tensión de interferencia tiene el valor demasiado alto (> 3 V RMS) - la medición es imposible. Apague la fuente de interferencia.
$u_n$ > 50 <sup>v</sup> y  y el tono continuo 	<b>¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V!</b> <b>¡Inmediatamente</b> desconecte el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
> 199 $\Omega$	Fue superado el alcance de la medición R <sub>E</sub> .
<b>NOISE!</b>	La tensión de interferencia del valor 1,3 V RMS durante la medición R <sub>CONT</sub> . Medición ligeramente inestable. Los resultados de medición obtenidos pueden tener una incertidumbre adicional.
no: 5 y  y el tono largo 	Medición muy inestable.
$\varnothing$ y 	Fue excedida la temperatura admisible en el interior del medidor.

### 3.4 La calibración de los cables de medición

Para eliminar el impacto de la resistencia de los cables de medición en el resultado, se puede realizar la compensación (cero automático). Con este fin, la función de medición Rcont tiene la subfunción de **CERO AUTOÁTICO**.

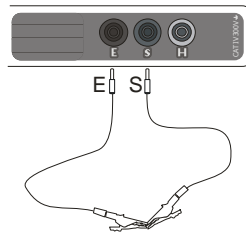
#### 3.4.1 Puesta a cero automática

1



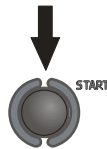
Encender el medidor. Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición **Rcont CERO**.

2



Juntar los cables de medición poniendo en las puntas cubiertas tipo banana unos cocodrilos.

3



Pulsar el botón **START**. Realizar la puesta a cero automático.

4



Puesta a cero automática realizada.

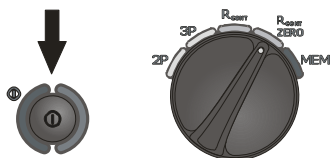
#### Notas:

- Tenga en cuenta que a la resistencia de los cables se añade la resistencia de los cocodrilos y pasos cocodrilo-banana.



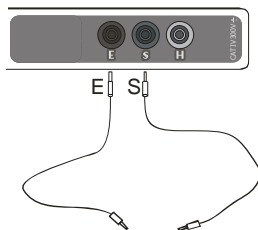
### 3.4.2 Puesta a cero automática

1



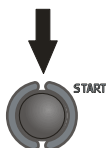
Encender el medidor. Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición **Rcont CERO**.

2



Desunir los cables de medición.

3



Pulsar el botón **START**.

4



Apagado de cero automático realizado por el usuario. Durante las mediciones el medidor hará la compensación de la resistencia de los conectores de fábrica de 1,2 m y 2,2 m.

#### Atención:

Es suficiente realizar la compensación una vez para los conductores de medición. También se guarda después de apagar el medidor.

## 4 Memoria

Los medidores MRU-21 están equipadas con una memoria de 990 resultados de las mediciones individuales. Toda la memoria se divide en 10 bancos de 99 celdas. Cada resultado se puede almacenar en la celda del número elegido y 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 la medición **no se cancelan** después de apagar el medidor, por lo que se pueden recuperar posteriormente o enviar al ordenador. Tampoco hay cambio en el número de celda actual y el banco.

### NOTAS:

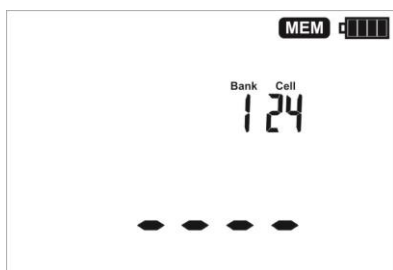
- En una celda, se puede guardar el resultado de una medición.
- Después de cada escritura de la medición en la celda, su número se incrementa automáticamente.
- Se recomienda borrar la memoria después de leer los datos o antes hacer una nueva serie de medidas que se pueden guardar en la misma celda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

### 4.1 Escritura de los resultados de las mediciones en la memoria

①

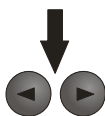


Después de la medición, pulse el botón **ENTER**.  
El medidor está en el modo de escritura en la memoria.



La celda está vacía.

②



Con botones ◀, ▶ seleccionar el banco ...

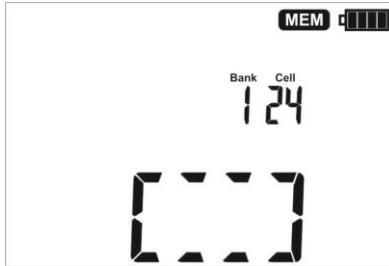


y los botones ▲, ▼ la celda.

3



De nuevo pulse el botón **ENTER**. Por un momento, aparecerá la siguiente pantalla acompañada de tres tonos cortos, a continuación, el medidor vuelve a mostrar el último resultado de la medición.

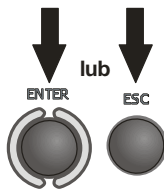


4

Intento de escribir el resultado causa que se muestra símbolo de advertencia.



5



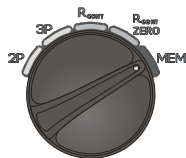
Pulse el botón **ENTER** para escribir el resultado o **ESC** para cancelar.

## Notas:

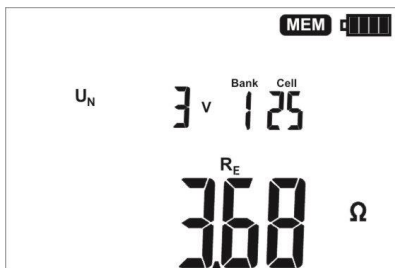
- En la memoria se guarda un conjunto de resultados (principal y adicionales) y la tensión de la medición para  $R_E$ .

## 4.2 Revisión de la memoria

1

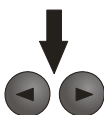


Encender el medidor.  
Interruptor rotatorio  
de la selección de la  
función ajustar  
en la posición **MEM**.



Se muestra el contenido de la  
celda del último guardado.

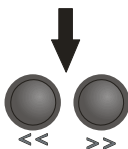
2



Con botones ◀, ▶ se selecciona el banco  
...



y con botones ▲, ▼ la celda.

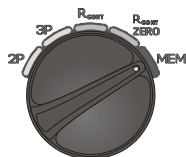
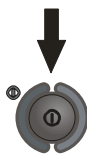


Con los botones <<, >> se pueden ver los re-  
sultados adicionales.

## 4.3 Borrado de la memoria

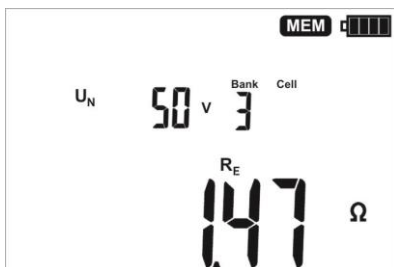
### 4.3.1 Borrado del banco

1



Encender el medidor.  
Interruptor rotatorio  
de la selección de la  
función ajustar  
en la posición **MEM**.

2



Selecione el número  
de banco que desea  
borrar.  
Ponga el número de  
celda antes de "1" ...

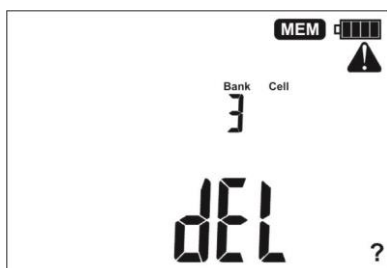



...desaparece el  
número de la celda y  
aparece el símbolo  
**DEL** que indica que  
está listo para borrar.

3

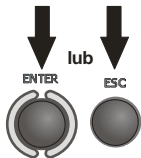


Pulse el botón **ENTER**.

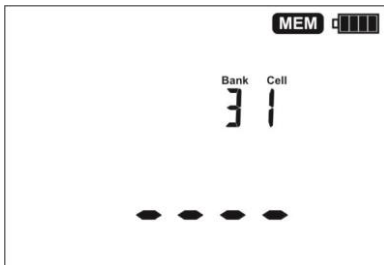


Aparece "?" y   
que pide la con-  
firmación de la  
eliminación.

4



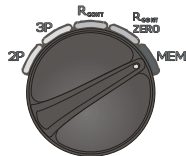
Pulse el botón **ENTER**, para iniciar la eliminación o **ESC**, para cancelar.



El progreso de eliminación se muestra en la pantalla en forma de líneas (cada línea significa el 25%), y después de eliminación, el medidor da 3 tonos cortos y establece el número de celda en "1".

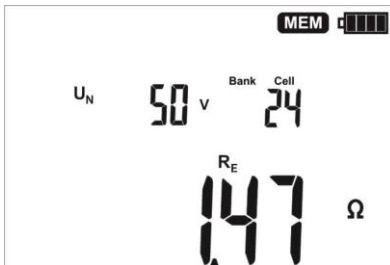
### 4.3.2 Borrado de la memoria entera

1

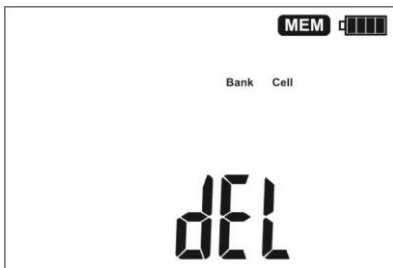


Encender el medidor. Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición **MEM**.

2



Ponga el número de banco entre "0" y "9" ...

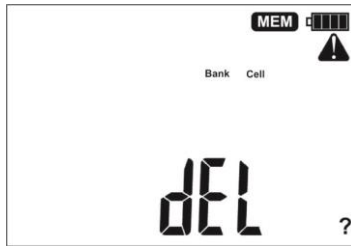



...desaparece el número del banco y de la celda y aparece el símbolo **del** que indica que está listo para borrar.

3

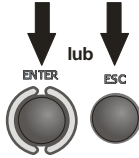


Pulse el botón **ENTER**.



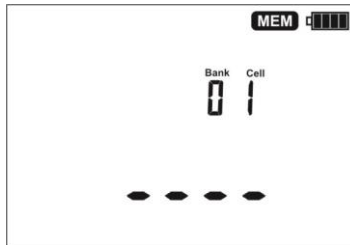
Aparece “?” y  que pide la confirmación de la eliminación.

4



Pulse el botón **ENTER**, para iniciar la eliminación o **ESC**, para cancelar.

El progreso de borrar se muestra en la pantalla en forma de líneas (cada línea significa el 25%).



Después de terminar de borrar, el medidor da 3 tonos cortos, y establece el número de banco en "0" y las celdas en "1".

## 4.4 Comunicación con el ordenador

### 4.4.1 El paquete de equipamiento para trabajar con el ordenador

Para que el medidor trabaje con el ordenador se necesita el cable de la transmisión en serie y el software apropiado. Si el paquete no fue comprado junto con el medidor, puede ser comprado del fabricante o distribuidor autorizado y se puede recibir la información detallada sobre el software.

### 4.4.2 Transmisión de datos

El medidor cambia automáticamente al modo de transmisión de datos al detectar la conexión con el cable USB con el ordenador, si el interruptor giratorio está en la posición **MEM** y muestra la siguiente pantalla.

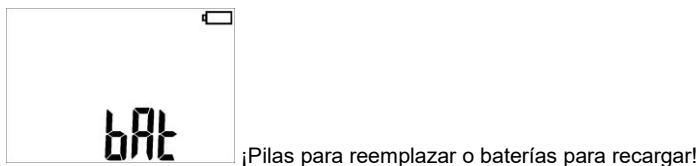
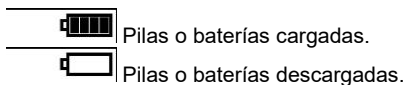


Para transmitir los datos hay que seguir las instrucciones del programa.

## 5 Alimentación del medidor

### 5.1 Control de la tensión de la alimentación

El grado de carga de las pilas y baterías es continuamente indicado por el símbolo en la esquina superior derecha de la pantalla:



Tenga en cuenta que:

- la escritura **bat** que se muestra en la pantalla significa que la tensión de alimentación es demasiado baja e indica la necesidad de reemplazo de las pilas o la carga de las baterías,
- las mediciones hechas con el medidor con una tensión de alimentación demasiado baja se ven afectados por incertidumbres adicionales imposibles de calcular por el usuario y no pueden ser la base de demostrar la exactitud de la toma a tierra controlada.

### 5.2 Cambio de las baterías (pilas)

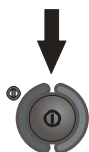
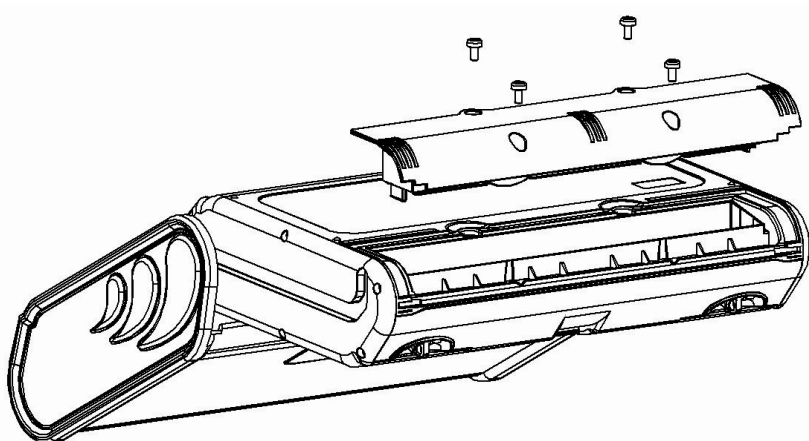
El medidor MRU-21 es alimentado por cuatro pilas recargables o las baterías R14 (se recomienda usar pilas alcalinas). Baterías (pilas) están en la caja en la parte inferior de la carcasa.

**ADVERTENCIA:**  
**Antes de reemplazar las pilas o baterías, desconecte los cables del medidor.**

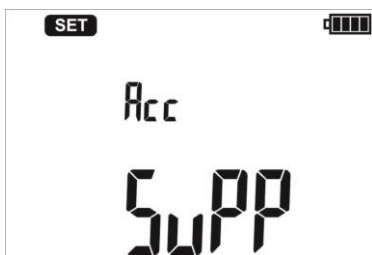
Para reemplazar las baterías hay que:

- quitar todos los cables de los enchufes y apagar el medidor,
- desenroscar los 4 tornillos que sujetan la caja para las baterías (en la parte inferior de la carcasa),
- retirar el caja y quitar la tapa con la herramienta,
- sacar y cambiar las pilas/baterías observando la polaridad correcta ("-" donde está el resorte). Poner las pilas al revés no puede dañar las pilas ni el medidor, pero el medidor con las pilas puestas incorrectamente no funcionará,
- poner la tapa, meter la caja y poner los 4 tornillos.





Después del cambio de pilas/baterías es cuando se enciende el medidor se inicia en el modo de selección de la fuente de alimentación.



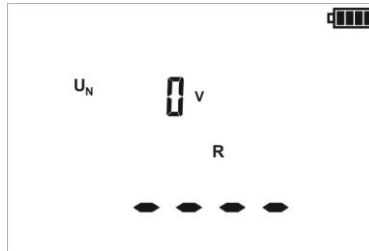
Alimentación elegida: baterías.



Con botones ▲, ▼ seleccionar la fuente de alimentación: bAt (pilas) o ACC (baterías).



Pulsando el botón **ENTER** se confirma la selección y el medidor está listo para medir.



**¡ADVERTENCIA!**

Después de reemplazar las pilas/baterías hay que elegir el tipo de alimentación, ya que de esto depende la indicación correcta de la medida de la carga (las características de la descarga de las baterías y pilas son diferentes).

**¡ADVERTENCIA!**

En el caso de fugas en las pilas en el interior de la caja hay que llevar el medidor al servicio.

Las baterías deben ser recargadas en un cargador externo.

## 6 Limpieza y mantenimiento

### **¡ADVERTENCIA!**

**Utilice únicamente el método de conservación proporcionado por el fabricante en este manual.**

La carcasa del medidor y la maleta pueden ser limpiadas con un paño suave, humedecido con detergentes comúnmente utilizados. No utilice disolventes o 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 más largo, se recomienda engrasar los electrodos auxiliares con un engrase para máquinas.

Los carretes y cables se pueden limpiar con agua y detergentes, luego hay que secar.

El sistema electrónico del medidor no requiere mantenimiento.

## 7 Almacenamiento

Durante el almacenamiento del dispositivo, 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,
- durante un almacenamiento prolongado se deben quitar las baterías y las pilas del medidor,
- para evitar la descarga total de la batería durante un almacenamiento prolongado se la debe recargar de vez en cuando.

## 8 Desmontaje y utilización

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser recogidos por separado, es decir, no depositar 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 llevar el equipo a un punto de recogida no se debe desarmar cualquier parte del equipo.

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

## 9 Datos técnicos

- La precisión especificada se aplica a los terminales del medidor.
- "m.v" significa la medida de valor de la norma.

### 9.1 Datos básicos

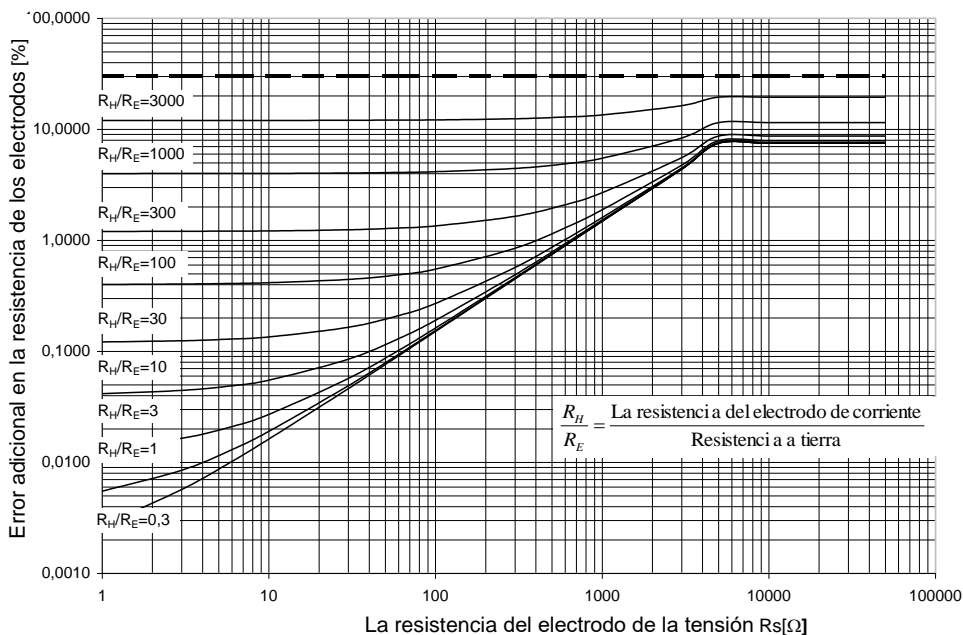
#### Medición de la resistencia de tomas de tierra – método de 3 polos (R<sub>E</sub>3P)

Método de medición: de 3 polos, de acuerdo con la norma IEC 61557-5

Rango de medición según la norma IEC 61557-5: 0,50 Ω ... 1,99 kΩ para U<sub>n</sub>=50 V  
0,68 Ω ... 1,99 kΩ para U<sub>n</sub>=25 V

Rangos de visualización	Resolución	Precisión
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 3 dígitos)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 kΩ	0,01 kΩ	

- El método de 3 polos, la incertidumbre resultante de los valores de resistencia de los electrodos auxiliares es calculada y mostrada por el medidor. También se puede estimar la incertidumbre según la siguiente tabla:



#### Impacto de la resistencia de los electrodos auxiliares en la precisión de medición

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

Rangos de visualización	Resolución	Precisión
000...999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(5\% (R_S + R_E + R_H) + 3 \text{ dígitos})$
1,00...9,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	
10,0...50,0 k $\Omega$	0,1 k $\Omega$	

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

La resistencia interna: ca. 100 k $\Omega$

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

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

Método de medición: según la norma EN 61557-4

Rango de medición según la norma IEC 61557-4: 0,13  $\Omega$  ... 199  $\Omega$

Rangos mostrados	Resolución	Precisión
0,00...9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 3 \text{ dígitos})$
10,0...99,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
100...199 $\Omega$	1 $\Omega$	

**Atención:** Sólo los valores que contienen las tolerancias o los límites son datos garantizados. Los valores sin tolerancias son sólo para fines informativos.

## Otra información técnica

- a) aislamiento ..... doble de conformidad con la norma EN 61010-1 y IEC 61557
- b) categoría de medición (para 2000 m s.n.m.) ..... IV 300V según EN 61010-1
- c) grado de protección de la carcasa según la norma EN 60529 ..... IP54
- d) la tensión máxima de las interferencias durante la medición cuando  $R_{E2P}$ ,  $R_{E3P}$  ..... 24 V
- e) la tensión máxima de las interferencias durante la medición cuando  $R_{CONT}$  ..... 3 V
- f) máxima medida tensión de interferencias ..... 100 V
- g) frecuencia de la corriente de medición  $R_{E2P}$ ,  $R_{E3P}$  ..... 125 Hz
- h) tensión de medición  $R_{E2P}$ ,  $R_{E3P}$  ..... 25 V o 50 V
- i) corriente de medición  $R_{E2P}$ ,  $R_{E3P}$  ..... 20 mA
- j) máxima resistencia de electrodos auxiliares ..... 50 k $\Omega$
- k) corriente de medición  $R_{CONT}$  (con terminales compactos para  $U_{BAT} \geq 6,0 \text{ V}$ ) ..... 200 mA
- l) tensión máxima en los terminales para  $R_{CONT}$  ..... 13 V
- m) alimentación del medidor ..... con las pilas alcalinas o baterías R14 (4 unidades)
- n) número de mediciones  $R_E$  ..... > 1000 (5 $\Omega$ , 2 mediciones/minuto)
- o) tamaño ..... 288 x 223 x 75 mm
- p) peso del medidor con las baterías ..... sobre 1,4 kg
- q) pantalla ..... LCD con iluminación
- r) temperatura de trabajo ..... -10 .. +55°C
- s) temperatura de referencia ..... +23  $\pm$  2°C
- t) temperatura de almacenamiento-20 ..... °C. +70°C
- u) humedad ..... 20...90%
- v) humedad de referencia ..... 40...60%
- w) tiempo para el apagado automático ..... 5 minutos
- x) altura sobre el nivel del mar .....  $\leq 2000 \text{ m}^*$
- y) el producto cumple con los requisitos EMC según la norma ..... EN 61326-1 y EN 61326-2-2
- z) estándar de calidad ..... diseño y producción de acuerdo con ISO 9001

## 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, 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.

## 9.2 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.

### 9.2.1 Medición $R_E$

#### 9.2.1.1 La incertidumbre adicional de la resistencia de los electrodos auxiliares

0%	$R_H$ y $R_S \leq 100\Omega$
7,5%	$(R_H \geq 5 \text{ k}\Omega$ o $R_S \geq 5 \text{ k}\Omega$ ) y $R_E \geq 500 \Omega$
$\delta_{dod} = \pm \left( 7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right) [\%]$	$R_S \geq 5\text{k}\Omega$ y $R_E \leq 500\Omega$
$\delta_{dod} = \pm \left( \frac{R_S}{100000 + R_S} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right) [\%]$	otros casos

$R_E$ ,  $R_H$  y  $R_S$  son los valores indicados por el medidor en  $[\Omega]$ . Esta incertidumbre se calcula por el medidor y se muestra como **ER**.

#### 9.2.1.2 La incertidumbre adicional de la tensión de interferencia de la serie

$R_E$	$U_{out}$	La incertidumbre adicional $[\Omega]$
0,00...9,99 $\Omega$	25 V	$\pm(0,01R_E + 0,012)U_{toma \text{ a tierra}} \pm 0,007U_{toma \text{ a tierra}}^2$
	50 V	$\pm(0,01R_E + 0,012)U_{toma \text{ a tierra}} \pm 0,003U_{toma \text{ a tierra}}^2$
10,0...99,9 $\Omega$	25 V, 50 V	$\pm(0,001R_E + 0,05)U_{toma \text{ a tierra}} \pm 0,001U_{toma \text{ a tierra}}^2$
100 $\Omega$ ...1,99 k $\Omega$		$\pm(0,001R_E + 0,5)U_{toma \text{ a tierra}} \pm 0,001U_{toma \text{ a tierra}}^2$

#### 9.2.1.3 Incertidumbre adicional por la influencia de la temperatura del entorno

$\pm 0,25$  dígitos/ $^{\circ}\text{C}$  para  $U_{out} = 50 \text{ V}$ ,  $\pm 0,33$  dígitos/ $^{\circ}\text{C}$  para  $U_{out} = 25 \text{ V}$

### 9.2.1.4 Incertidumbre adicional según la norma IEC 61557-5

La incertidumbre de trabajo y su influencia	Condiciones de referencia o el alcance de uso	Indicación	Incertidumbre adicional
Localización	Posición de referencia $\pm 90^\circ$	$E_1$	0
Tensión de alimentación	$U_{nom} \div U_{min}$	$E_2$	0
Temperatura	$0 \div 35^\circ\text{C}$	$E_3$	de acuerdo con la fórmula de 9.2.1.3
La tensión de la serie de interferencia	3V	$E_4$	de acuerdo con la fórmula de 9.2.1.2
Resistencia de electrodos y electrodos auxiliares de tierra	De 0 a $100R_E$ , pero $\leq 50\text{ k}\Omega$	$E_5$	de acuerdo a la fórmula de 9.2.1.1
La incertidumbre de trabajo	$B = \pm \left( A + 1,15 \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + E_4^2 + E_5^2} \right)$ donde A = precisión		

### 9.2.2 Medición $R_{CONT}$

#### 9.2.2.1 La incertidumbre adicional por la influencia de la temperatura del entorno

$\pm 0,15\%/^\circ\text{C}$

#### 9.2.2.2 La incertidumbre adicional según la norma IEC 61557-4

La incertidumbre de trabajo y su influencia	Condiciones de referencia o el alcance de uso	Indicación	Incertidumbre adicional
Localización	Posición de referencia $\pm 90^\circ$	$E_1$	0
Voltaje de alimentación	$U_{nom} \div U_{min}$	$E_2$	0
Temperatura	$0 \div 35^\circ\text{C}$	$E_3$	$\pm 0,15\%/^\circ\text{C}$
La incertidumbre de trabajo	$B = \pm \left( A + 1,15 \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2} \right)$ donde A = precisión		

## 10 Accesorios

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

### 10.1 Accesorios estándar

El contenido del juego estándar suministrado por el fabricante incluye:

- medidor MRU-21,
- conjunto de cables de medición:
  - ❑ cable de 30 m rojo en carrete con conector tipo banana – **WAPRZ030REBBSZ**,
  - ❑ cable de 15 m azul en carrete con conector tipo banana – **WAPRZ015BUBBSZ**,
  - ❑ cable de 2,2 m negro con conector tipo banana – **WAPRZ2X2BLBB**,
  - ❑ cable de 1,2 m azul con conector tipo banana – **WAPRZ1X2BUBB**,
  - ❑ cocodrilo negro K01 – **WAKROBL20K01**,
  - ❑ cocodrilo azul K02 – **WAKROBU20K02**,
- electrodo auxiliar 30 cm (2 unidades) – **WASONG30**,
- funda para el medidor y sus accesorios,
- arnés para llevar el medidor 2 unidades (cortos y largos) – **WAPOZSZEKPL**,
- cable USB – **WAPRZUSB**,
- pilas LR14 (4 unidades),
- manual de uso,
- certificado de calibración de fábrica.

### 10.2 Accesorios adicionales

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

#### **WAPRZ025BUBBSZ**



- cable de medición de 25 m (azul)

#### **WASONG80V2**



- electrodo auxiliar 80 cm

#### **WAZACIMA1**



- abrazadera de prensa

#### **WAPRZ050YEBBSZ**



- cable de medición de 50 m

#### **WAFUTL3**



- funda L3 (para electrodos auxiliares 80 cm)
- certificado de calibración con acreditación



## 11 Fabricante

El fabricante del instrumento 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](mailto:export@sonel.pl)

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

**Atención:**

**El servicio de reparaciones sólo es autorizado por el fabricante.**

## NOTAS

## ADVERTENCIAS E INFORMACIÓN MOSTRADA POR EL MEDIDOR

### ¡ATENCIÓN!

El medidor está diseñado para trabajar con las tensiones con interferencia de valor menor de 24V y mediciones  $R_e$  i menor de 3V para las mediciones  $R_{cont}$ . Se miden as tensiones hasta 100V, pero cuando supera 50V avisa como peligrosas. No se conectar el medidor a las tensiones superiores a 100V.

$\overset{30}{> 24} V$ y 	La tensión de interferencia en la medición $R_e$ tiene el valor demasiado alto (>24V) la medición es imposible. Hay que apagar la fuente de la alimentación o intentar poner las sondas de otra manera.
$\overset{10}{> 50} V$ y  y el tono continuo	<b>La tensión de interferencia en la medición <math>R_e</math> tiene el valor que supera 50V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor!</b> Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de la tensión.
$\overset{DFL}{> 50} V$ y  y el tono continuo	<b>La tensión de interferencia en la medición <math>R_e</math> tiene el valor que supera 100V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor!</b> Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de la tensión.
$> 3} V$ y 	La tensión de interferencia en la medición $R_{CONT}$ tiene el valor demasiado alto (>3VrmsV) la medición es imposible. Hay que apagar la fuente de interferencia.
$> 50} V$ y  y el tono continuo	<b>La tensión de interferencia en la medición <math>R_{CONT}</math> tiene el valor que supera 50V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor!</b> Antes de volver a conectarlo hay que apagar la fuente de tensión.
	Interrupción en el circuito de medición o resistencia de las sondas de medición es mayor que 60kΩ. Hay que comprobar las conexiones en el circuito de medición o reducir la resistencia de la sonda colocándola de nuevo.
$E_r$ (en el campo debajo de Cell) y el resultado de la medición y 	Incertidumbre de la medición $R_e$ causada por la resistencia de los electrodos supera el 30%. Hay que reducir la resistencia de la sonda colocándola de nuevo o aumentar la humedad del suelo que está en su proximidad.
$>1,99k\Omega$	Fue superado el rango de medición $R_e$ .
$>199\Omega$	Fue superado el rango de medición $R_{CONT}$ .
$>50k\Omega$	Resistencia de las sondas de medición superior que 50kΩ (pero menor que 60kΩ).
DFL	La tensión de interferencia para $R_e$ supera 100V (el símbolo se muestra en vez del valor de la tensión).
<b>NOISE!</b>	Tensión de interferencia del valor 1.3Vrms durante la medición $R_{CONT}$ . Los resultados de la medición pueden ser inseguros. Durante la medición $R_e$ la tensión de interferencia >10V o el resultado es inestable o las tensiones medidas o corrientes son pequeñas en relación al ruido.
$no 5$ y <b>NOISE!</b>	Las tensiones medidas o corrientes son demasiado pequeñas en relación al ruido. El símbolo $no 5$ se muestra en vez del resultado.
OFF	En la función $R_{CONT}$ fue restaurado el valor de fábrica de la resistencia de los conectores. Fue desactivada la puesta automática en cero de los conectores realizados por el usuario.
	Estado de pilas o baterías. Pilas o baterías cargadas. Pilas o baterías descargadas. Después del cambio de pilas o baterías hay que ajustar el tipo de alimentación porque de esto depende la indicación correcta del grado de la carga (las características de la descarga son diferentes para las pilas y baterías).
bAt	Las pilas o baterías descargadas imposibilitan el funcionamiento estable del dispositivo. Hay que cambiar las pilas o cargas las baterías.
Err y el número de error en el campo principal de lectura en la pantalla	Error descubierto durante el autocontrol. Los dispositivos MRU-20 a menudo están expuestos a las interferencias electromagnéticas muy fuertes que pueden influir en el contenido de los registros interiores. El medidor controla automáticamente algunos parámetros y si es necesario muestra los comunicados sobre el error. La muestra del comunicado sobre un error puede ser causado por la influencia de factores exteriores. En este caso hay que desconectar el dispositivo y luego volver a conectarlo. Si el error se repite hay que llevar el medidor al servicio.
$\overline{0}C$ y 	Fue superada la temperatura admisible en el interior del medidor.



**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)**