



MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

MRU-21

MRU-21

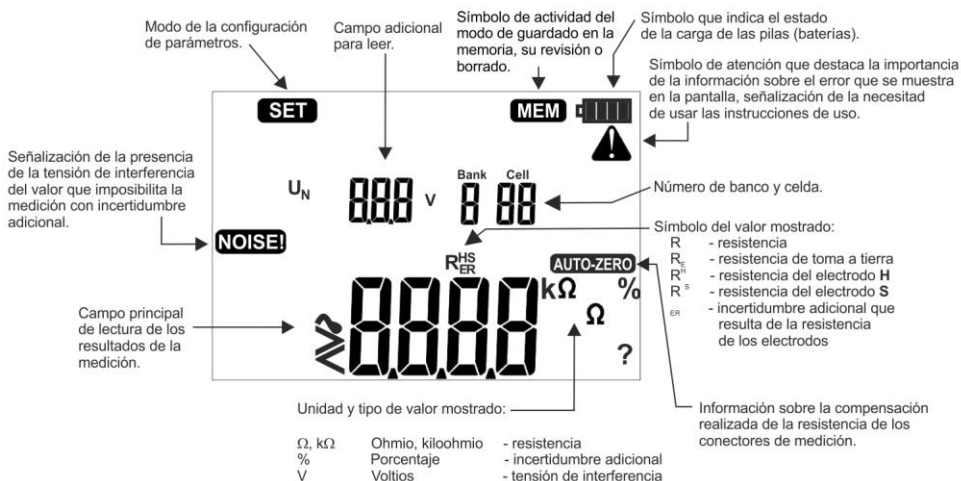
E: Medición R_E - enchufe para conectar la puesta a tierra medida
Medición R_{CONT} - enchufe de medición de la continuidad de conexiones (-).

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.



PANTALLA





MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MRU-21



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

Versión 1.08 17.07.2023

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

1 Seguridad	4
2 Configuración.....	5
3 Mediciones.....	6
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
4 Memoria	16
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
5 Alimentación del medidor.....	22
5.1 Control de la tensión de la alimentación	22
5.2 Cambio de las baterías (pilas)	22
6 Limpieza y mantenimiento	25
7 Almacenamiento	25
8 Desmontaje y utilización	25
9 Datos técnicos	26
9.1 Datos básicos	26
9.2 Otros datos técnicos	27
9.3 Datos adicionales.....	28
9.3.1 Medición R_E	28
9.3.2 Medición R_{CONT}	29
10 Fabricante.....	30

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

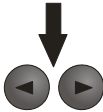
Pulse **SET** para entrar en la selección de tensión de la medición (Un) o fuente de la alimentación (SuPP). Después de reemplazar las baterías/pilas hay que establecer el tipo de alimentación, ya que de esto depende la indicación correcta de la medida de la carga (características de la descarga de las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



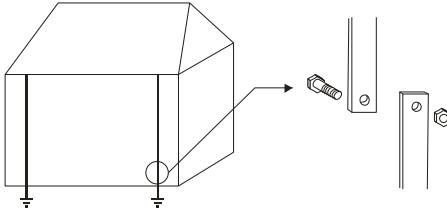
...pulsando el botón **ESC** salir del modo de ajustes sin la confirmación de cambios.

3 Mediciones

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

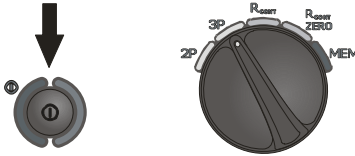
El tipo básico de medición de la resistencia de puesta a tierra es la medición con el método de 3 polos.

①



La medida puesta a tierra desconectar del objeto.

②

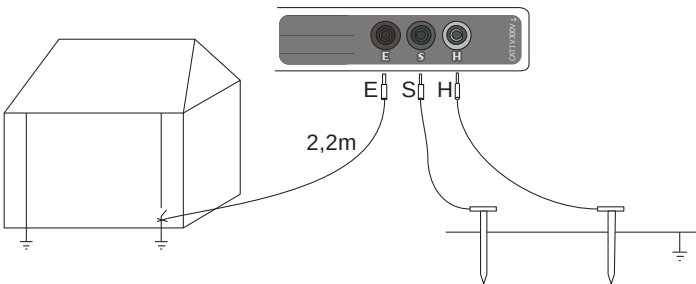


Encender el medidor.
Interruptor rotatorio
ajustar la selección de la
función
en la posición **R_E3P**.

③

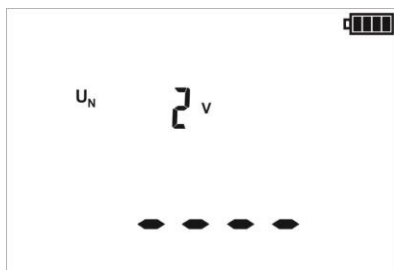
Si es necesario, ajustar la tensión de la medición de acuerdo con el capítulo 2.

④



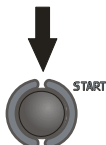
El electrodo de la corriente enterrada conectarlo con el enchufe **H** del medidor.
El electrodo de la tensión enterrada conectarlo con el enchufe **S** del medidor.
La puesta a tierra comprobada conectarla con el enchufe **E** del medidor.
La toma a tierra comprobada y el electrodo de corriente y tensión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

5



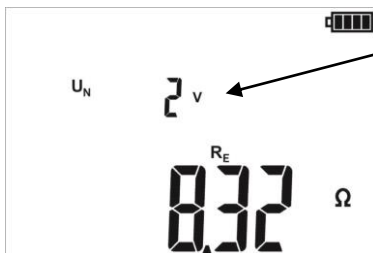
El medidor está listo para la medición.
En una pantalla secundaria se puede leer el valor de la tensión de interferencia.

6



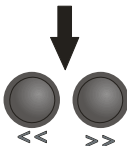
Pulsar el botón **START**.
Realizar la medición.

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



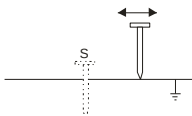
R_S
la resistencia del electrodo de la tensión

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.

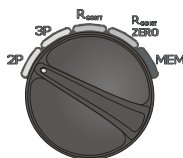
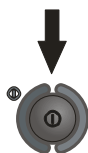
- La calibración es realizada por el fabricante e incluye la resistencia del cable de la medición de 2,2 m.

Información adicional que muestra el medidor

u_{a} 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_{a} 10 V > 50 V y  y el tono continuo 	¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V! ¡Inmediatamente desconecte el medidor! Antes de volver a conectar, hay que apagar la fuente de alimentación.
u_{a} 100 V > 50 V y  y el tono continuo 	¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 100 V! ¡Inmediatamente desconecte el medidor! Antes de volver a conectar, hay que apagar la fuente de alimentación.
r_{a} 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, colocándola 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).
NOISE!	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 no 5 se muestra en lugar del resultado.)
θ 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

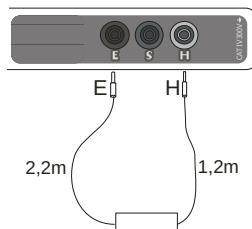


Encender el medidor.
Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición **R_{E2P}** .

2

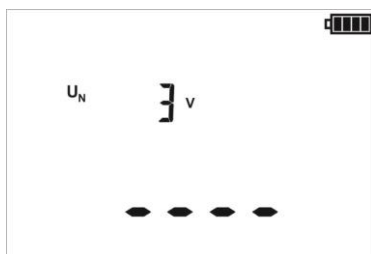
Si es necesario, ajustar la tensión de la medición de acuerdo con el capítulo 2.

3



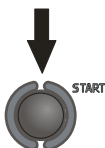
El objeto medido conectarlo al terminal **E** y **H** del medidor.

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

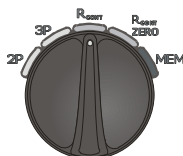
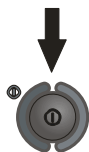
U_x 30 V > 24 V y 	Tensión de interferencia tiene el valor demasiado alto (> 24 V) - la medición es imposible. Apague la fuente de interferencia.
U_x 10 V > 50 V y  y el tono continuo 	¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V! ¡Inmediatamente desconecte el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
U_x DFL > 50 V y  y el tono continuo 	¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 100 V! ¡Inmediatamente desconecte el medidor! (símbolo DFL se muestra en lugar del valor de la tensión de interferencia). Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
R_x y  >1,99kΩ	Pausa en el circuito de medición.
NOISE!	Fue superado el alcance de la medición R_E .
no 5 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 no 5 se muestra en lugar del resultado.)
θ 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:

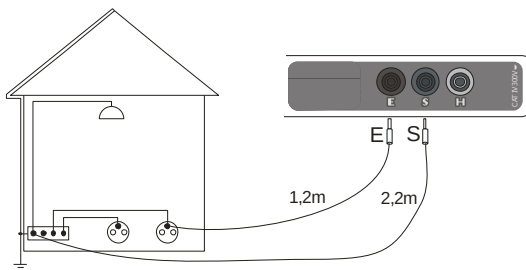
Al realizar mediciones de la resistencia muy baja o el uso de otros conductores diferentes a los del fabricante de 1,2 m y 2,2 m hay que calibrar los conductores de medición.

1



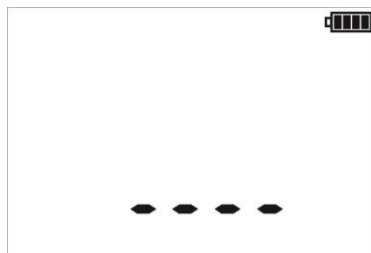
Encender el medidor.
Interruptor rotatorio
de la selección de la función
ajustar
en la posición R_{CONT} .

2



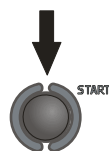
El objeto
de
medición
hay que
conectarlo
a los
terminales
S i **E** del
medidor.

3



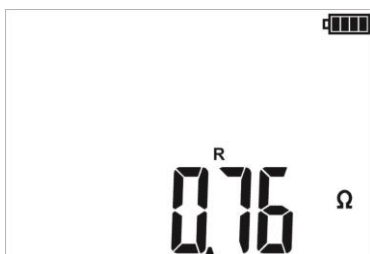
El medidor está listo
para la medición.

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

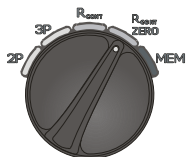
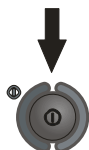
U_s > 3 ^v y 	Tensión de interferencia tiene el valor demasiado alto (> 3 V RMS) - la medición es imposible. Apague la fuente de interferencia.
U_s > 50 ^v y  y el tono continuo 	¡Tensión de interferencia tiene el valor superior a 50 V! ¡Inmediatamente desconecte el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de alimentación.
> 199Ω	Fue superado el alcance de la medición R _E .
NOISE!	La tensión de interferencia del valor 1,3 V RMS durante la medición R _{CONT} . Medición ligeramente inestable. Los resultados de medición obtenidos pueden tener una incertidumbre adicional.
no 5 y  y el tono largo 	Medición muy inestable.
°C 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**.

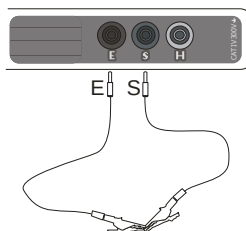
3.4.1 Puesta a cero automática

①



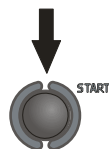
Encender el medidor.
Interruptor rotatorio de la selección de la función ajustar en la posición **Rcont CERO**.

②



Junta 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



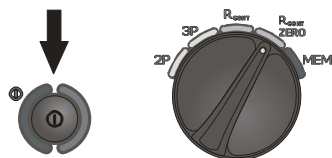
Puesta a cero automática realizada.

Notas:

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

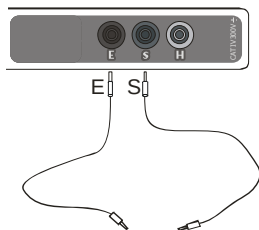
3.4.2 Puesta a cero automática

①



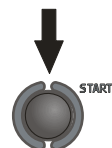
Encender el medidor.
Interruptor rotatorio
de la selección de la fun-
ción ajustar
en la posición **Rcont**
CERO.

②



Desunir los cables de
medición.

③



Pulsar el botón **START**.

④



Apagado de cero au-
tomático 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 medi-
ción. 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.

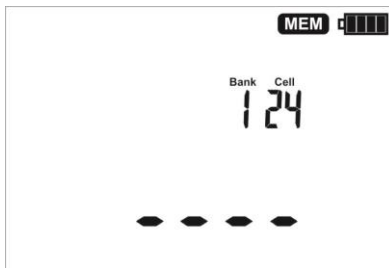
4.1 Escritura de los resultados de las mediciones en la memoria

①



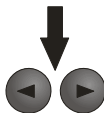
Después de la medición, pulse el botón **ENTER**.

El medidor está en el modo de escritura en la memoria.



La celda está vacía.

②



Con botones ◀, ▶ seleccionar el banco ...

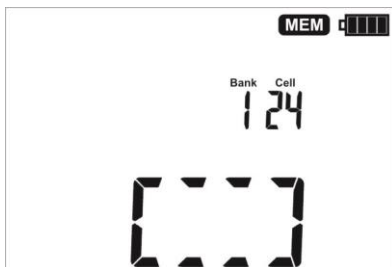


y los botones ▲, ▼ la celda.

3

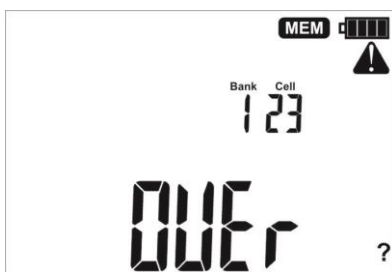


De nuevo pulse el botón **ENTER**. Por un momento, aparecerá la siguiente pantalla acompañada de tres tonos cortos, a continuación, el medidor vuelve a mostrar el último resultado de la medición.

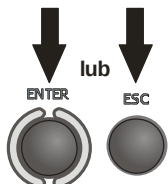


4

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



5



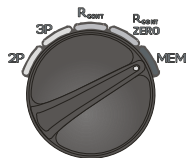
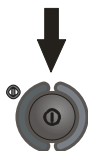
Pulse el botón **ENTER** para escribir el resultado o **ESC** para cancelar.

Notas:

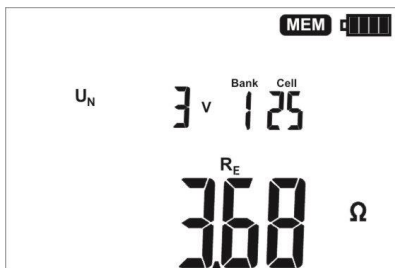
- En la memoria se guarda un conjunto de resultados (principal y adicionales) y la tensión de la medición para R_E .

4.2 Revisión de la memoria

①

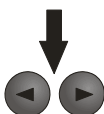


Encender el medidor.
Interruptor rotatorio
de la selección de la
función ajustar
en la posición **MEM**.



Se muestra el contenido de la
celda del último guardado.

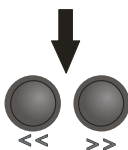
②



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



y con botones ▲, ▼ la celda.

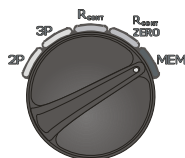


Con los botones <<, >> se pueden ver los re-
sultados adicionales.

4.3 Borrado de la memoria

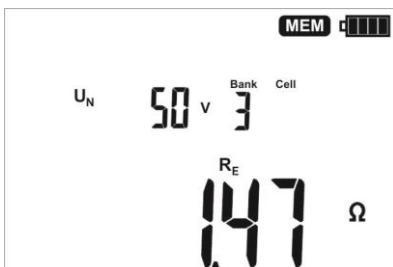
4.3.1 Borrado del banco

①



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

②



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

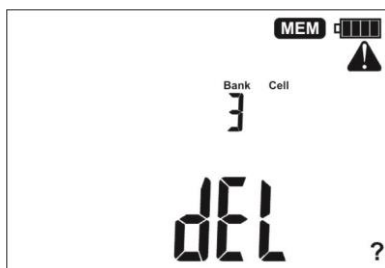


...desaparece el
número de la celda y
aparece el símbolo
del que indica que
está listo para borrar.

③

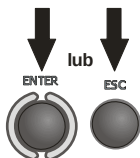


Pulse el botón **ENTER**.

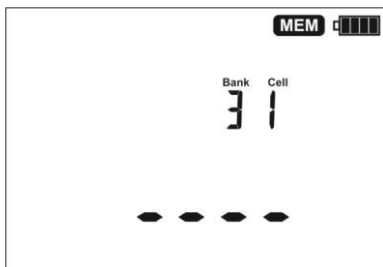


Aparece "?" y 
que pide la con-
firmación de la
eliminación.

4



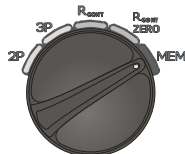
Pulse el botón **ENTER**, para iniciar la eliminación o **ESC**, para cancelar.



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".

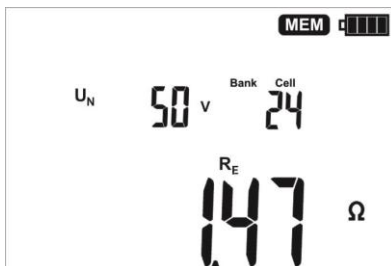
4.3.2 Borrado de la memoria entera

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

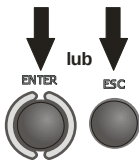


Pulse el botón **ENTER**.



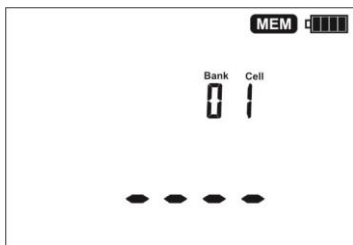
Aparece "?" y  que pide la confirmación de la eliminación.

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.

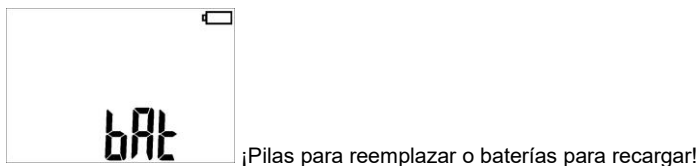
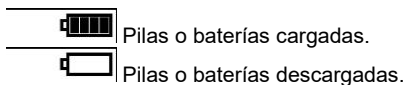


Para transmitir los datos hay que seguir las instrucciones del programa.

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.

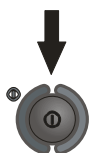
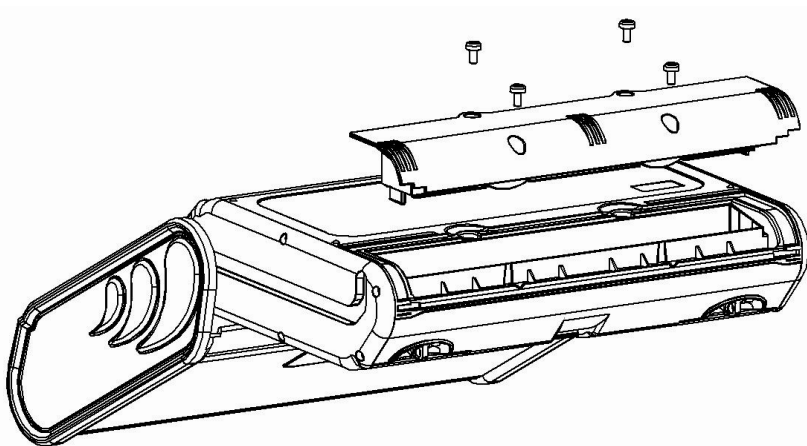
5.2 Cambio de las baterías (pilas)

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.



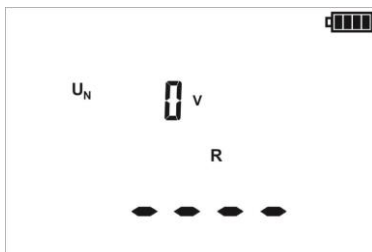
Alimentación elegida: baterías.



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 (polvos, 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_E3P)

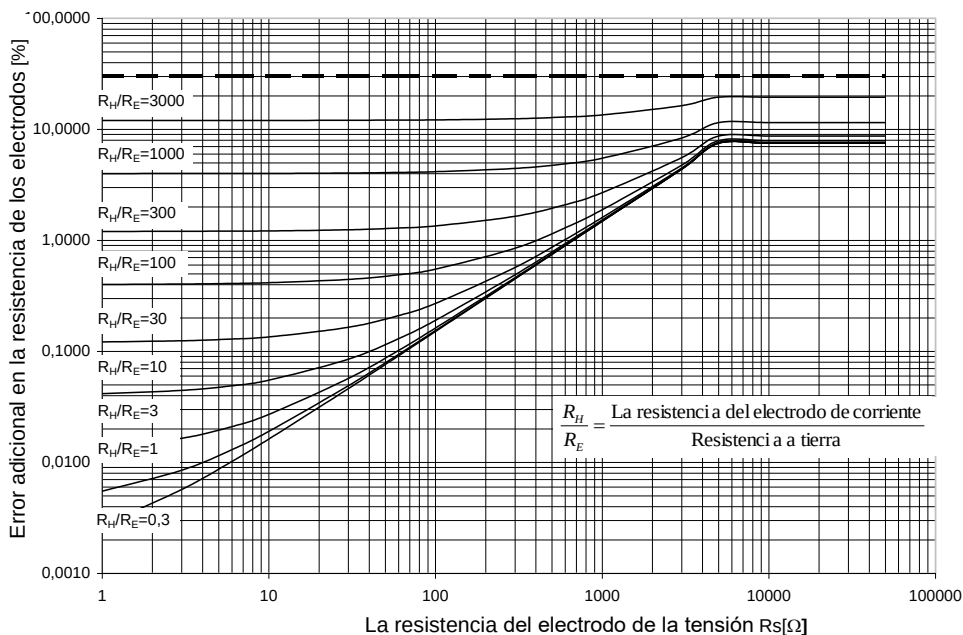
Método de medición: de 3 polos, de acuerdo con la norma IEC 61557-5

Rango de medición según la norma IEC 61557-5: 0,50 Ω ... 1,99 k Ω para U_n=50 V

0,68 Ω ... 1,99 k Ω para U_n=25 V

Rangos de visualización	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...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 k Ω	0,01 k Ω	

- 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 Ω	1 Ω	$\pm(5\% (R_S + R_E + R_H) + 3 \text{ dígitos})$
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...50,0 k Ω	0,1 k Ω	

Medición de la tensión de interferencia U_N (RMS)

La resistencia interna: ca. 100 k Ω

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 Ω ... 199 Ω

Rangos mostrados	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...199 Ω	1 Ω	

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

9.2 Otros datos técnicos

- a) aislamiento según EN 61010-1 y IEC 61557 doble
- b) categoría de medición (para 2000 m s.n.m.) según EN 61010-1 IV 300V
- 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 Ω
- k) corriente de medición R_{CONT} (con terminales compactos para $U_{\text{BAT}} \geq 6,0 \text{ V}$) 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 Ω , 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.

9.3 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.

9.3.1 Medición R_E

9.3.1.1 La incertidumbre adicional de la resistencia de los electrodos auxiliares

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

9.3.1.2 La incertidumbre adicional de la tensión de interferencia de la serie

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

9.3.1.3 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 $U_{out} = 25 \text{ V}$

9.3.1.4 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	$U_{nom} \pm U_{min}$	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		

9.3.2 Medición R_{CONT}

9.3.2.1 La incertidumbre adicional por la influencia de la temperatura del entorno
 $\pm 0,15\%/^\circ\text{C}$

9.3.2.2 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	$U_{nom} \pm U_{min}$	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 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 74 884 10 53 (Servicio al cliente)
e-mail: customerservice@sonel.com
internet: www.sonel.com

Atención:

El servicio de reparaciones sólo es autorizado por el fabricante.

NOTAS

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.

30. > 24V 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.
10. > 50V y  y el tono continuo	La tensión de interferencia en la medición R_E tiene el valor que supera 50V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de la tensión.
OFF > 50V y  y el tono continuo	La tensión de interferencia en la medición R_E tiene el valor que supera 100V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor! Antes de volver a conectar hay que apagar la fuente de la tensión.
3. > 3V 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. > 50V y  y el tono continuo	La tensión de interferencia en la medición R_{CONT} tiene el valor que supera 50V. ¡Desconecte inmediatamente el medidor! Antes de volver a conectarlo hay que apagar la fuente de tensión.
 con el nombre del electrodo (electrodos) y 	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.
Er (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.
>1,99kΩ	Fue superado el rango de medición R_E .
>199Ω	Fue superado el rango de medición R_{CONT} .
>50kΩ	Resistencia de las sondas de medición superior que 50kΩ (pero menor que 60kΩ).
OFF	La tensión de interferencia para R_E supera 100V (el símbolo se muestra en vez del valor de la tensión).
NOISE!	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.
mV 5 y NOISE!	Las tensiones medidas o corrientes son demasiado pequeñas en relación al ruido. El símbolo mV 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.
°C y 	Fue superada la temperatura admisible en el interior del medidor.



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia

Servicio al cliente

tel. +48 74 884 10 53
e-mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com