

MANUAL DE USO

MEDIDOR DE LA RESISTENCIA EFECTIVA DE LAS PUESTAS A TIERRA

MRU-200 • MRU-200-GPS

MRU-200 / MRU-200-GPS

Asiento para el cargador y USB
bajo la tapa removible

Asientos para las tenazas de medición.

Asientos de medición

Asiento para el cargador

Asiento USB



Conectar y desconectar
la alimentación del medidor

Activar la
medición

Confirmar la
selección

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

Mover/
seleccionar:
derecha/
izquierda,
arriba abajo

MENÚ - seleccionar configuraciones
adicionales del medidor

Conectar y desconectar
la iluminación del visor

COMUTADOR ROTATIVO DE FUNCIONES

Seleccionar la función de medición:

- **2P** - medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios
- **3P** - medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos
- **4P** - medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores
- **3P₀** - medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional con el método de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas a tierra con el método de impulsos
- **4P₀** - medición de la impedancia a tierra con el método de impulsos
- **I** - medición de la corriente
- **ρ** - medición de la resistividad del suelo
- **MEM** - ver y cancelar la memoria, transmisión de datos

Teclas de manejo del visor -
corresponden a campos en
la parte interior del visor.

Asas para el amés



MANUAL DE USO

MEDIDOR DE LA RESISTENCIA EFECTIVA DE LAS PUESTAS A TIERRA MRU-200 • MRU-200-GPS



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

Versión 2.02 28.08.2021

El medidor MRU-200 / MRU-200-GPS es un dispositivo de medición moderno de alta calidad y de manejo fácil y seguro. Sin embargo, leer este manual de instrucciones permite evitar errores de medición y prevenir eventuales problemas de manejo.

ÍNDICE

1 Seguridad	5
2 Menú	6
2.1 Transmisión inalámbrica	6
2.2 MRU-200-GPS Configuración GPS	6
2.3 Configuraciones de mediciones	7
2.3.1 Frecuencia de la red	7
2.3.2 Calibración de las tenazas de medición	8
2.3.3 Configuración de medición de resistividad del suelo	11
2.4 Configuraciones del medidor	12
2.4.1 Contraste LCD	12
2.4.2 Iluminación del visor	12
2.4.3 Configuraciones AUTO-OFF	12
2.4.4 Configuraciones de la visualización	13
2.4.5 Fecha y hora	13
2.4.6 Descargar las pilas	13
2.4.7 Actualización del programa	14
2.5 Seleccionar el idioma	14
2.6 Información sobre el fabricante	14
3 Mediciones	15
3.1 Medición de la resistencia de los conductores de tierra y compensatorios (2P) ...	15
3.2 Calibración de los conductores de medición	16
3.2.1 Poner automáticamente a cero	16
3.2.2 Desactivar el autozero	17
3.3 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos (R_{E3P})	18
3.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores (R_{E4P})	21
3.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R_{E3P+C})	25
3.6 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con el adaptador ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)	29
3.7 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C) ...	32
3.8 Medición de la impedancia a tierra con el método de impulso (R_{E4p})	34
3.9 Medición de la corriente (I)	38
3.10 Medición de la resistividad del suelo (ρ)	39
4 Memoria	42
4.1 Guardar en la memoria	42
4.2 Cancelar la memoria	43
4.3 Revisar la memoria	44
5 Transmisión de datos	45
5.1 Paquete de equipamientos para cooperar con el ordenador	45
5.2 Transmisión de datos a través del puerto USB	45
5.3 Transmisión de datos a través del módulo Bluetooth	45
6 Alimentación del medidor	47
6.1 Monitoreo de la tensión de alimentación	47
6.2 Cambio de pilas	47
6.3 Cambio de fusibles	48
6.4 Cargar las pilas	48

6.5	Descargar las pilas.....	50
6.6	Principios del uso de las pilas de níquel e hidruro metálico (Ni-MH).....	50
7	Limpieza y mantenimiento	51
8	Almacenamiento.....	51
9	Desmontaje y eliminación	51
10	Datos técnicos	52
10.1	Datos básicos	52
10.2	Datos adicionales	55
10.2.1	Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	55
10.2.2	Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para la función ρ	55
10.2.3	Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	55
10.2.4	Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra para la función ρ	56
10.2.5	Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra con método de impulso ($R_{E4P\frac{1}{2}}$).....	56
10.2.6	Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia de toma de tierra usando el método R_{E3P+C}	56
10.2.7	Influencia de la corriente de interferencia en el resultado de la medición de resistencia usando el método de dos pinzas (2C).....	57
10.2.8	Influencia de la relación de la resistencia medida con la pinza de la toma de tierra múltiple respecto a la resistencia resultante (R_{E3P+C}).....	57
10.2.9	Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2P).....	57
10.2.10	Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}).....	57
11	Accesorios	58
11.1	Accesorios estándar.....	58
11.2	Accesorios adicionales.....	59
12	Posición de la cubierta del medidor.....	60
13	Fabricante	60

1 Seguridad

El dispositivo MRU-200 / MRU-200-GPS sirve para hacer mediciones cuyos resultados definen el grado de seguridad de la instalación. Por ello, para garantizar el manejo adecuado y la precisión de los resultados se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Antes de empezar el trabajo con el medidor, lea este manual de instrucciones y observe los principios de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
 - El medidor MRU-200 / MRU-200-GPS está diseñado para medir resistencias efectivas de las puestas a tierra y de las conexiones protegidas y compensadoras, la resistividad y la medición de corriente con tenazas. Otros usos, diferentes a los indicados en el manual pueden producir daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
 - El dispositivo debe ser manejado solamente por el personal cualificado que disponga de licencias requeridas para hacer mediciones en instalaciones eléctricas. El manejo del medidor por el personal no autorizado puede causar daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
 - El uso de este manual no excluye la necesidad de cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo y otras respectivas regulaciones contra el fuego requeridas durante la ejecución de los trabajos del determinado tipo. Antes de empezar a usar el dispositivo en circunstancias especiales, p. ej. en atmósfera peligrosa respecto a la explosión y el fuego, es necesario consultar con la persona responsable de la salud y la seguridad en el trabajo.
 - Está prohibido utilizar:
 - ⇒ el medidor dañado o que es total o parcialmente ineficaz,
 - ⇒ conductores con aislamiento dañado,
 - ⇒ el medidor almacenado por un tiempo prolongado en malas condiciones (p.ej. humedecido).
- Después de desplazar el medidor del local frío al local caliente con mucha humedad no hacer mediciones hasta que el medidor se caliente hasta la temperatura de ambiente (aprox. 30 minutos).**
- Antes de empezar la medición, comprobar si los conductores están conectados a los asientos de medición adecuados.
 - No se puede utilizar el medidor con la tapa de pilas (acumuladores) abierta ni alimentar el medidor de las fuentes diferentes a las indicadas en este manual de instrucciones.
 - Las entradas del medidor están eléctricamente aseguradas contra sobrecargas a causa de, por ejemplo, la conexión incidental a la red energética:
 - para todas las combinaciones de entradas - hasta 276V por 30 segundos.
 - Solamente el servicio autorizado puede hacer reparaciones en el dispositivo.
 - El dispositivo cumple las exigencias de las normas EN 61010-1 y EN 61557-1, -4, -5.

Atención:

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

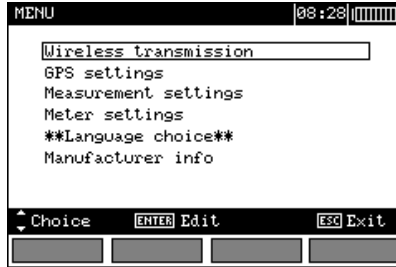
2 Menú

El menú está disponible en cada posición del conmutador rotativo.

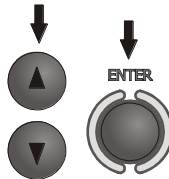
1



Presionar el botón **MENÚ**.



2



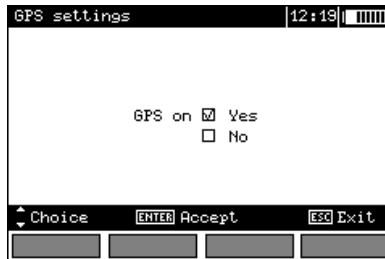
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

2.1 Transmisión inalámbrica

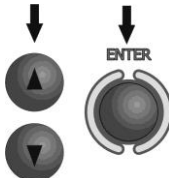
Este tema se presenta en el punto 5.3.

2.2 **MRU-200-GPS** Configuración GPS

1



2



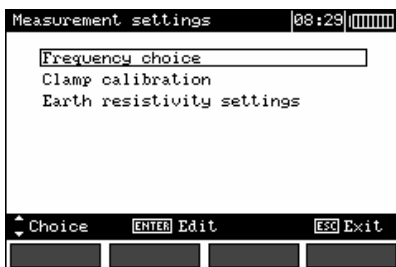
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la activación o la desactivación del GPS. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

Atención:

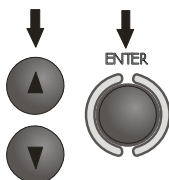
- La activación del GPS durante las mediciones de la resistencia se muestra mediante un icono en la esquina superior izquierda de la pantalla. El icono parpadeante indica que se está buscando la señal. El icono deja de parpadear y aparece de forma continua cuando se encuentra la señal de los satélites.

2.3 Configuraciones de mediciones

①



②

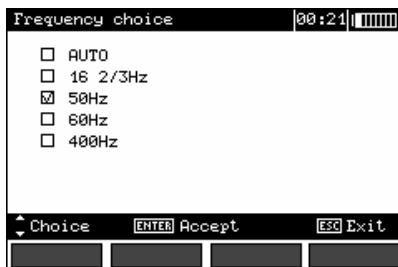


Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

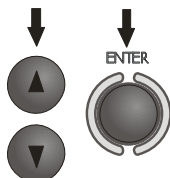
2.3.1 Frecuencia de la red

Definir la frecuencia de la red, que es la fuente de las potenciales perturbaciones, es imprescindible para seleccionar la frecuencia correspondiente de la señal de medición. Sólo la medición con la frecuencia de la señal bien seleccionada garantiza la óptima filtración de perturbaciones. El medidor sirve para filtrar perturbaciones de las redes 16 2/3Hz, 50Hz, 60Hz y 400Hz. El dispositivo cuenta también con una función de la definición automática de este parámetro (ajuste de la frecuencia de la red = AUTO) que se basa en los resultados de la medición de la tensión perturbadora realizada antes de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra. Se activa esta función cuando la tensión perturbadora $U_N \geq 1V$. En caso contrario el medidor toma el valor de frecuencia últimamente seleccionado en el MENÚ.

①



2



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

2.3.2 Calibración de las tenazas de medición

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

Calibración de las pinzas rígidas

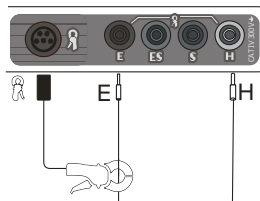
1



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

2

Seguir los órdenes indicados en la pantalla siguiente.



2


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



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

Calibración de las pinzas flexibles (utilizando el adaptador ERP-1)

1



Clamp calibration | 00:07 | [|||||]

Clamp calibration
is one-shot process.
Another calibration is necessary
after clamps change or service!
Press **ENTER**

ESC Exit

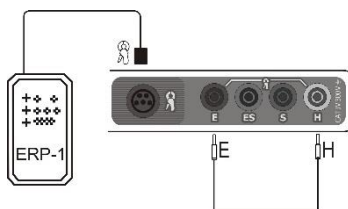
ENTER

Después de leer la información de introducción pulsar el botón **ENTER**.

- 2 Conectar las tomas H-E de acuerdo con las indicaciones que aparecen en la pantalla del medidor.



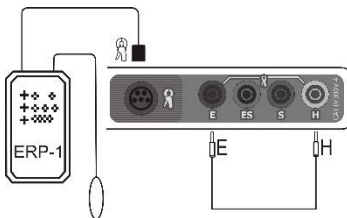
- 3 Conectar el adaptador ERP-1 a la toma de las pinzas en el medidor.



- 4
- 
- Encender el adaptador ERP-1.

5

Conectar las pinzas flexibles al adaptador ERP-1.

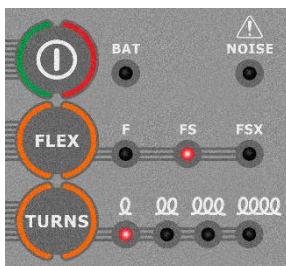


6

Envolver las pinzas alrededor del cable del punto 2 (hasta 4 veces).

7

En el adaptador ERP-1 con los botones **FLEX** y **TURNS** seleccionar las pinzas y el número de vueltas según situación real alrededor del cable del punto 2.



8

Pulsar el botón **START** en el medidor MRU.



9

Si la calibración se realiza correctamente, aparecerá la siguiente pantalla.



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

Notas:

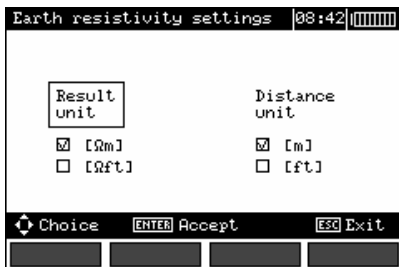
- Preste atención en que el conductor pase por el centro de las tenazas.

Información adicional visualizada por el medidor

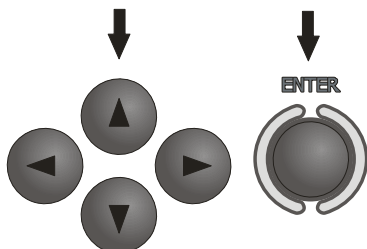
Mensaje	Causa	Modo de procedimiento
ERROR: CLAMP NOT CONNECTED OR NOT PUT ON WIRE CONNECTED TO H AND E SOCKET!	Tenazas no conectadas	Compruebe si las tenazas están conectadas al dispositivo o si están puestas en el conductor en el que el medidor fuerza el paso de corriente.
ERROR: WIRE NOT CONNECTED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

2.3.3 Configuración de medición de resistividad del suelo

1



2



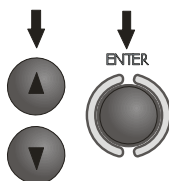
Con los botones ▲, ▼, ◀, ▶ seleccionar la unidad del resultado y la distancia. Confirmar su selección con el botón ENTER.

2.4 Configuraciones del medidor

①



②



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

2.4.1 Contraste LCD

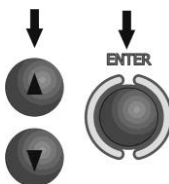
Con los botones ▲ y ▼ configurar el valor de contraste, para confirmar presione **ENTER**.

2.4.2 Iluminación del visor

①



②



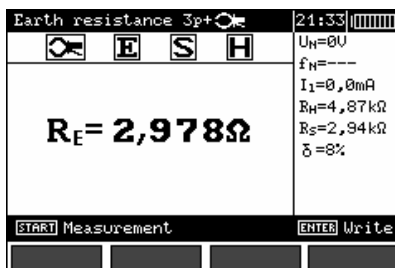
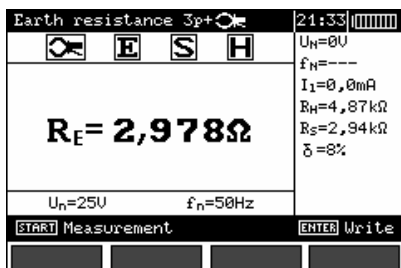
Con los botones ▲, ▼ establecer el tiempo de retroiluminación de la pantalla, para confirmar presione **ENTER**.

2.4.3 Configuraciones AUTO-OFF

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

2.4.4 Configuraciones de la visualización

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

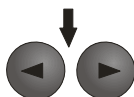


2.4.5 Fecha y hora

①

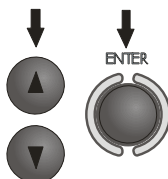


②



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

③



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

2.4.6 Descargar las pilas

El procedimiento descrito detalladamente en el punto 6.5.

2.4.7 Actualización del programa

¡ATENCIÓN!

Antes de programar se deben cargar las pilas.

Al programar no se puede apagar el medidor ni desconectar el conductor de la transmisión.

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

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

2.5 Seleccionar el idioma

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

2.6 Información sobre el fabricante

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

3 Mediciones

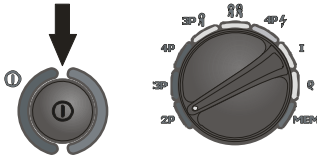
Nota:

Al hacer la medición se visualiza la barra de avance.

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

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

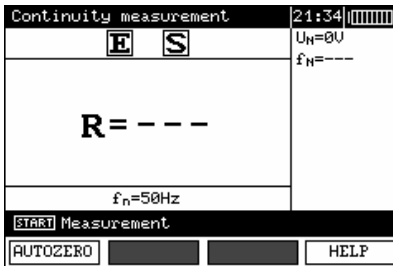
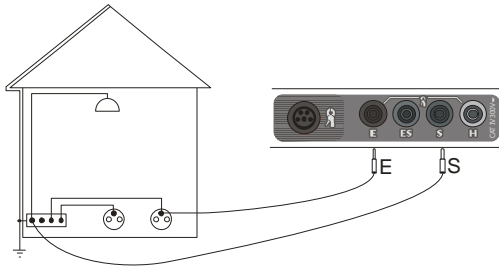
1



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

2

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



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

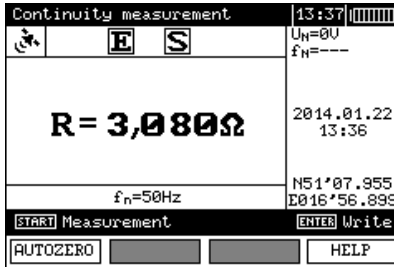
3



START

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

4



Leer el resultado.

MRU-200-GPS La fecha, la hora y las coordenadas GPS se muestran a la derecha.

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

Información adicional visualizada por el medidor

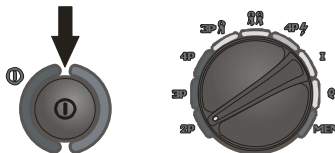
R>19,99kΩ	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua (🔊)	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

3.2 Calibración de los conductores de medición

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

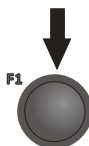
3.2.1 Poner automáticamente a cero

1



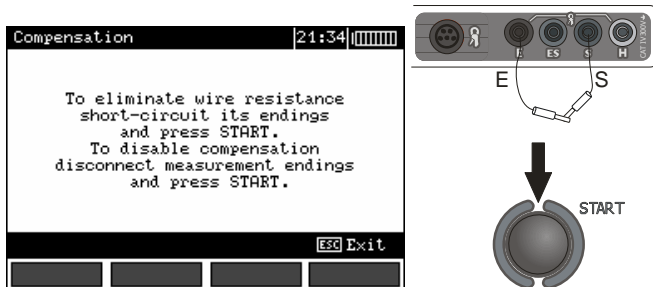
Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2P**.

2



Presionar el botón **F1**.

- 3 Seguir las operaciones indicadas en la pantalla.



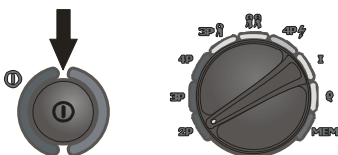
- 4 Una vez finalizado el autozero aparecerá la pantalla siguiente:



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

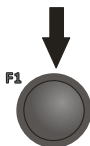
3.2.2 Desactivar el autozero

1



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

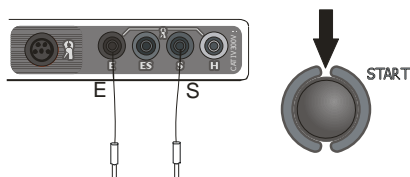
2



Presionar el botón **F1**.

3

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



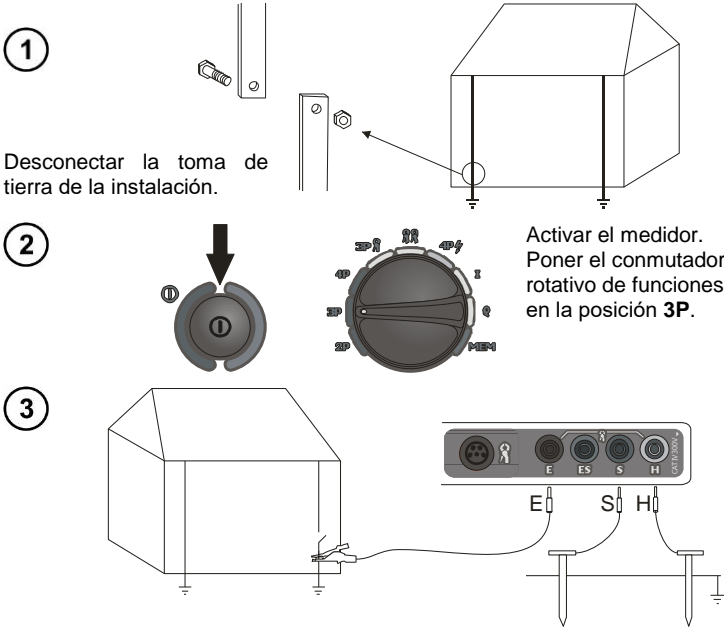
Una vez finalizada la operación en la pantalla no aparecerá **AUTOZERO**.

Notas:

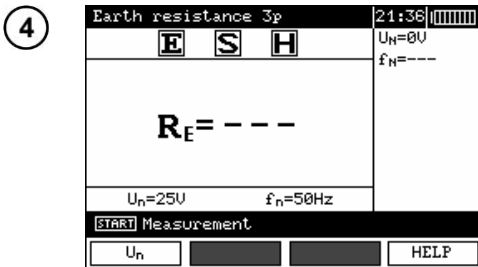
- Es suficiente hacer la compensación una vez para los conductores de medición dados. Se memoriza también después de apagar el medidor hasta el siguiente procedimiento de restablecimiento automático exitoso.

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

La medición a través del método de 3 polos es un tipo básico para la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra.

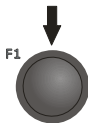


Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, con el asiento H del medidor, Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento S del medidor, Conectar la toma de tierra a estudiar con el asiento E del medidor. Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente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

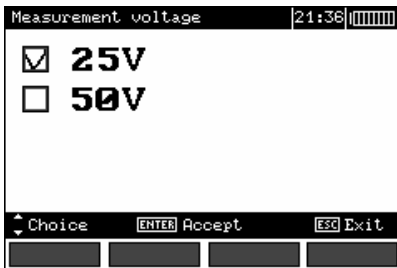


El medidor está listo a medir. En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

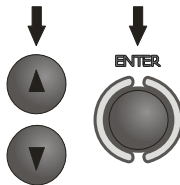
5



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

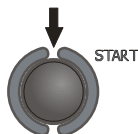


6



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

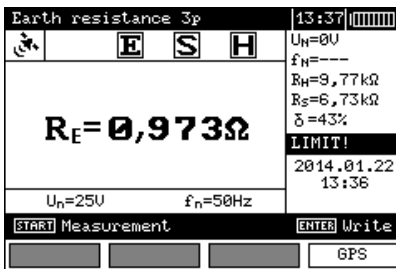
7



Para iniciar la medición presione **START**.

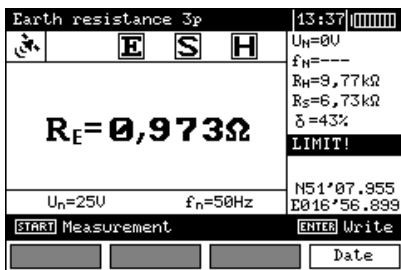
8

Leer el resultado.



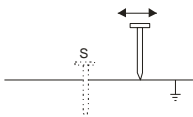
- ← La resistencia efectiva del electrodo de corriente
- ← La resistencia efectiva del electrodo de tensión
- ← El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos
- ← Se visualiza si $\delta > 30\%$

MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.



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

9



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

Notas:

▲

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


- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.

- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

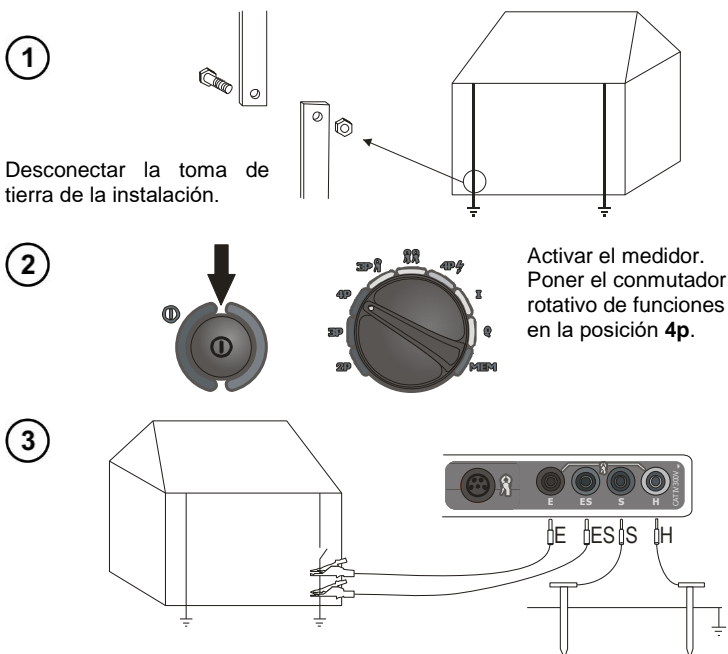
- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

Información adicional visualizada por el medidor

$R_E > 19,99k\Omega$	El rango de medición excedido.
$U_N > 40V!$ y señal acústica continua 	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
$U_N > 24V!$	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

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

El método de cuatro polos es recomendado para mediciones de las resistencias efectivas de las puestas a tierra de pequeños valores. Permite eliminar la influencia de la resistencia efectiva de los conductores en el resultado de la medición. Para definir la resistividad del suelo se recomienda aplicar la función correspondiente (punto 3.9).



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

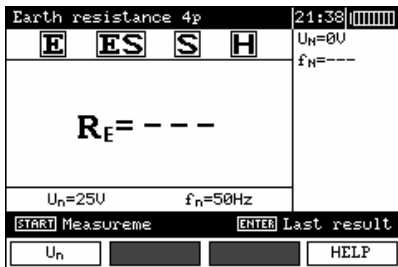
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.

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

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

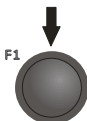
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.

4

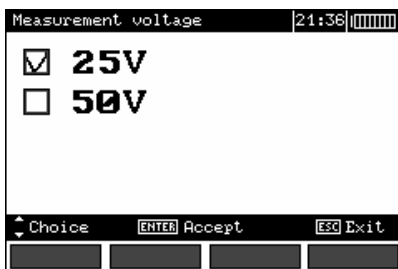


El medidor está listo a medir.
En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

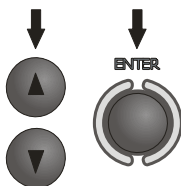
5



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

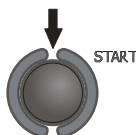


6



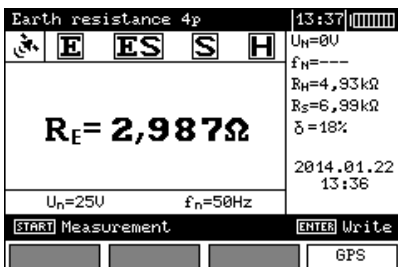
Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, para confirmar presione **ENTER**.

7



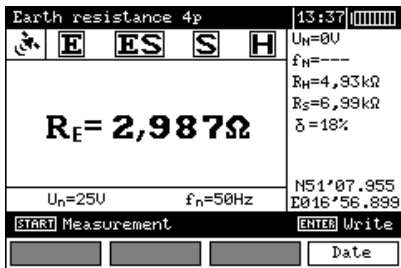
Para iniciar la medición presione **START**.

8



Leer el resultado.

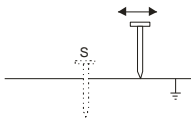
← La resistencia efectiva del electrodo de corriente
← La resistencia efectiva del electrodo de tensión
← El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos



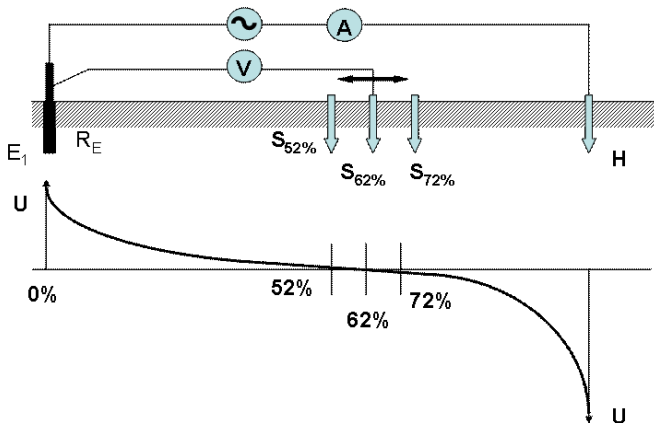
MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.

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

9



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



Notas:

⚠

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

- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la

incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

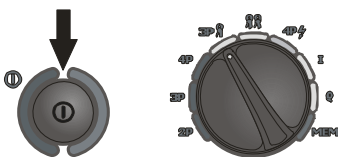
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

Información adicional visualizada por el medidor

RE>19,99kΩ	El rango de medición excedido.
UN>40V! y señal acústica continua ↯	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
UN>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

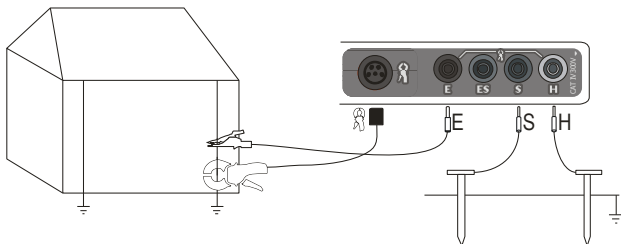
3.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R_E3P+C)

1

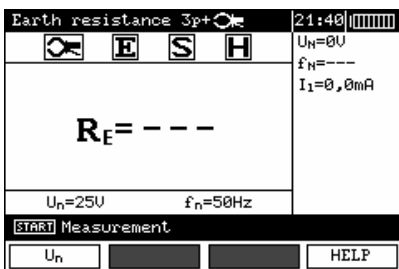


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **3P**.

2

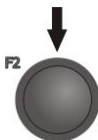


Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor.
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.
Conectar la toma de tierra a estudiar con el asiento **E** del medidor.
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos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

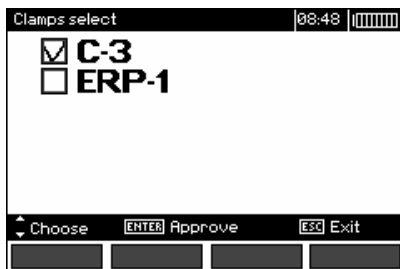


El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora, su frecuencia y el valor efectivo de la corriente de fuga que pasa por las tenazas.
En la barra de configuraciones se visualiza la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

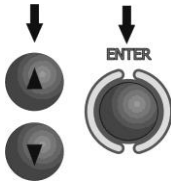
3



Con el botón **F2** pasar a la selección de medición con la pinza C-3.

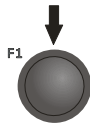


4

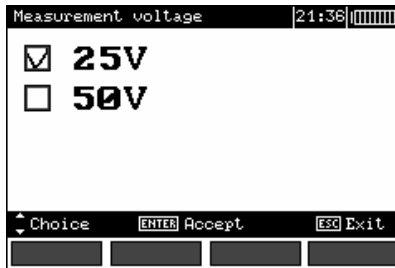


Con los botones ▲, ▼ seleccionar la medición con C-3, pulsar el botón **ENTER**.

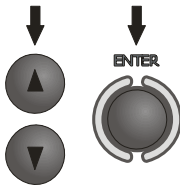
5



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

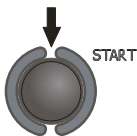


6



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

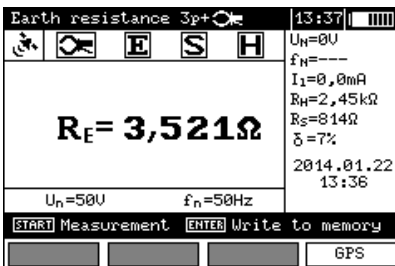
7



Para iniciar la medición presione **START**.

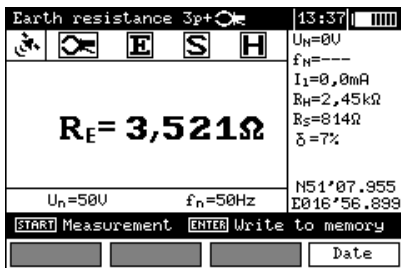
8

Leer el resultado.



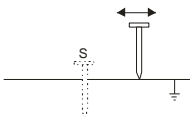
← La resistencia efectiva del electrodo de corriente
 ← La resistencia efectiva del electrodo de tensión
 ← El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.



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

9



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

Notas:

▲

Tenazas flexibles no son adecuadas para esta medición.

▲

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

- Las pinzas no están incluidas en el equipamiento básico del medidor, deben adquirirse por separado.
- Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. La opción de la calibración de las tenazas se encuentra en el **MENÚ**.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los

conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k Ω , el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

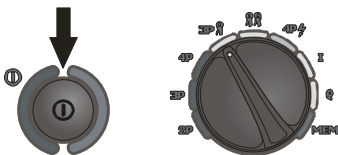
- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

Información adicional visualizada por el medidor

$R_E > 1999 \Omega$	El rango de medición excedido.
$U_N > 40V!$ y señal acústica continua \leftarrow ³⁾	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
$U_N > 24V!$	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
$I_L > \max$	La corriente perturbadora demasiado alta, el error de la medición puede ser mayor que el básico.

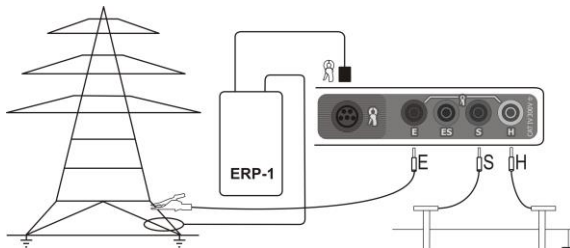
3.6 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con el adaptador ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)

1



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

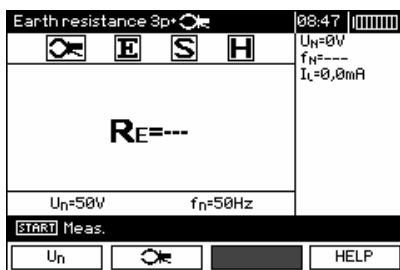
2



Conectar el electrodo de corriente medido en la tierra con la toma **H** del medidor.
Conectar el electrodo de tensión medido en la tierra con la toma **S** del medidor.
Conectar la pata del poste con la toma **E** del medidor a través de un cable.
El poste y el electrodo de corriente y tensión se deben colocar en una línea.
Poner la pinza en la pata del poste por debajo del lugar de la conexión del cable **E**.

3

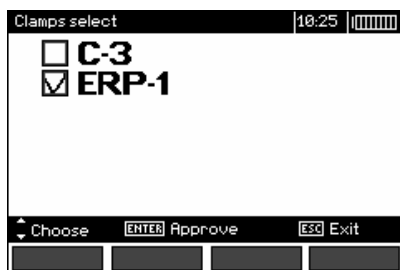
Seleccionar la tensión de medición como se describe en la sección 3.5.



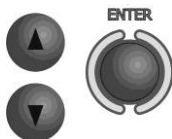
4



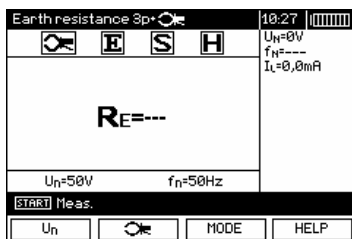
Con el botón **F2** pasar a la selección de medición con ERP-1.



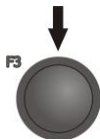
5



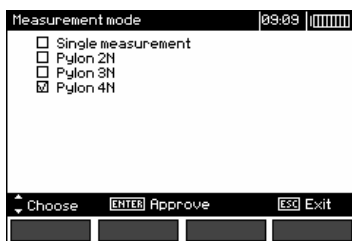
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la medición con ERP-1, pulsar el botón **ENTER**.



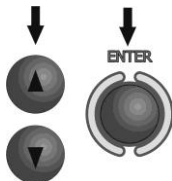
6



Con el botón **F3** pasar a la selección de la cantidad de patas del poste.

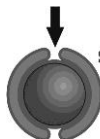


7

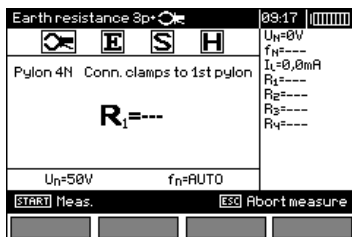


Con los botones ▲, ▼ seleccionar la cantidad de patas del poste, pulsar el botón **ENTER**.

8



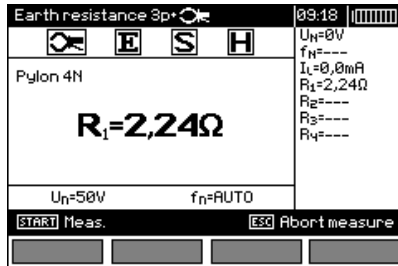
Pulsar el botón **START**. De acuerdo con las recomendaciones de la pantalla, si no lo ha hecho, se debe fijar la pinza en la primera pata.



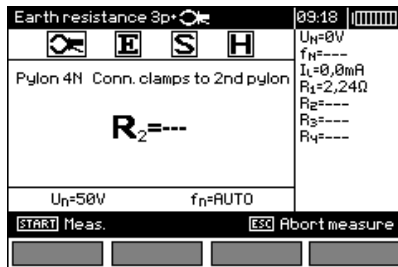
9



Para iniciar la medición, volver a pulsar el botón **START**.



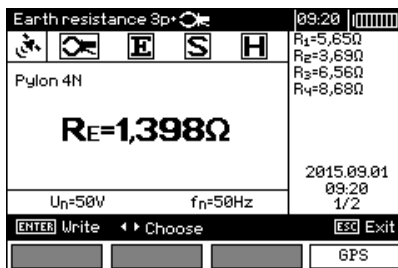
Después de la medición de la primera pata, el valor de la resistencia medida de la pata examinada se muestra en la pantalla principal como R1 durante 5 segundos. Después de este tiempo, el medidor muestra el resultado R1 en el marco de la derecha y pide que se conecte la pinza a la otra pata.



Se puede restaurar el resultado en la pantalla principal para otros 5 segundos con el botón **ENTER**.

10

Después de medir la última pata del poste y mostrar durante 5 segundos el resultado de la resistencia Rn se muestra el resultado de la resistencia de la toma a tierra RE.



Con los botones ◀ y ▶ realizamos cambios en la pantalla de visualización de resultados en el marco a la derecha.

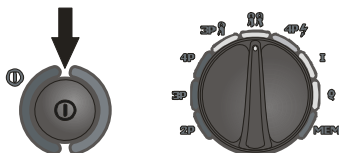
MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.

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

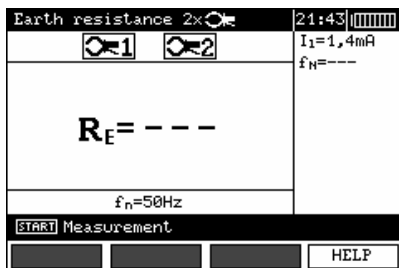
La medición con dos tenazas se aplica donde no se puede emplear electrodos puestos en el suelo.

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

①

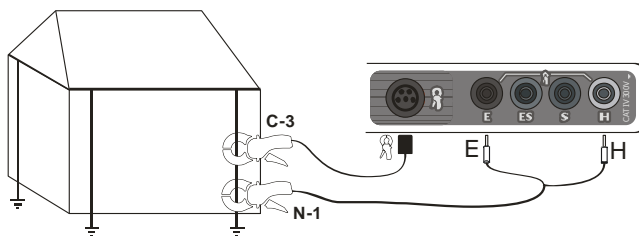


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición .



El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la corriente de fuga que pasa por las tenazas y su frecuencia.

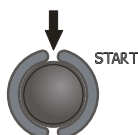
②



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

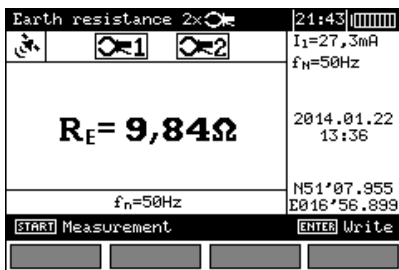
Las tenazas de entrada y de medición conectar en la toma de tierra estudiada en la distancia de al menos 30 cm entre sí.

③



Para iniciar la medición presione **START**.

4



Leer el resultado.

MRU-200-GPS La fecha, la hora y las coordenadas GPS se muestran a la derecha.

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

Notas:

▲

Las mediciones se pueden hacer para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3 A RMS y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

▲

Pinzas flexibles no son adecuadas para esta medición.

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

Información adicional visualizada por el medidor

R_E>149,9Ω	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua (🔊)	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

3.8 Medición de la impedancia a tierra con el método de impulso (R_{E4p})

El método de impulsión se emplea para las mediciones de la impedancia dinámica de las puestas a tierra pararrayos. No se debe emplear para mediciones de las puestas a tierra protegidas ni de trabajo.

Gran declive de la frente del impulso de toque hace que gran influencia en la impedancia efectiva de la toma de tierra tenga su inductancia. Así la impedancia de la toma de tierra medida mediante el método de impulsión depende de su largo y del declive de la frente del impulso de toque.

La inductancia de la toma de tierra causa el desplazamiento entre los picos de la corriente y la caída de la tensión. Así las tomas de tierra extensas de poca resistencia efectiva medida mediante el método de baja frecuencia pueden tener el valor de la impedancia mucho más alto.

La impedancia de impulso se calcula de la relación:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

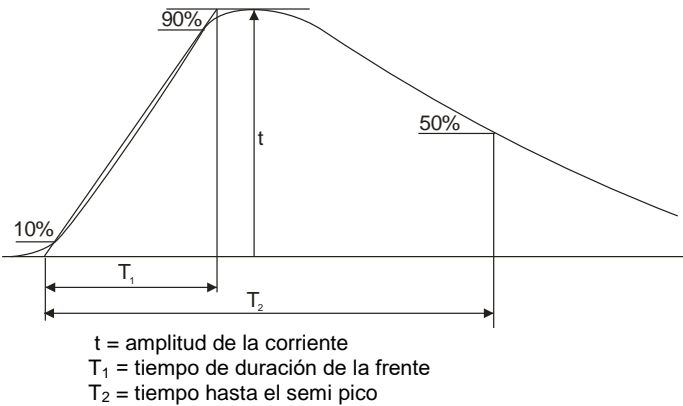
donde U_S, I_S – valor pico de la tensión y de la corriente.

Mediante el método de impulsión se determina la impedancia resultante de la puesta a tierra. No se deben desenroscar los bornes de control.

Es aconsejable tal disposición de los conductores de medición que el ángulo entre ellos sea de al menos 60°.

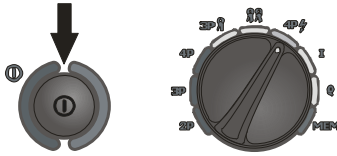
Nota:
Los cables de la medición deben estar completamente desenrollados. De lo contrario, el resultado de la medición puede ser incorrecto.

La figura siguiente explica qué significan los números que definen la forma del impulso (según la EN 62305-1 Protección pararrayos - Parte 1. Exigencias generales).



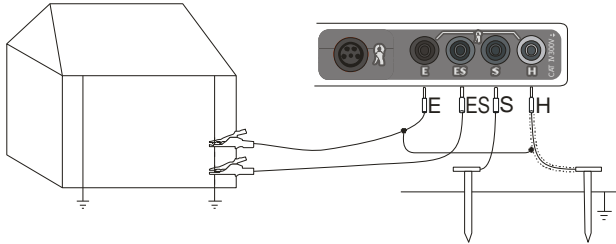
Forma del impulso definida por la relación T_1/T_2 p.ej. 4/10 μ s.

1



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

2



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

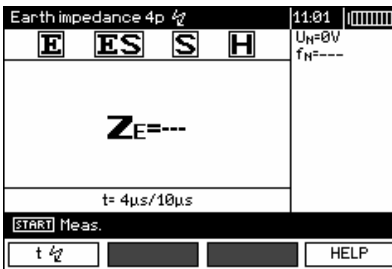
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.

Conectar la toma de tierra medida con el asiento **E** del medidor y con la pantalla del conductor **H**.

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

La toma de tierra y los electrodos de corriente y de tensión deben tener tal disposición que el ángulo entre los conductores de medición sea de al menos **60°**.

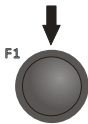
3



El medidor está listo a medir.

En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica el tiempo del acrecimiento del impulso.

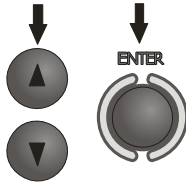
4



Para cambiar la forma del impulso de medición presione **F1**.

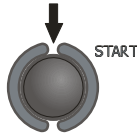


5



Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la forma del impulso de medición, presione **ENTER**.

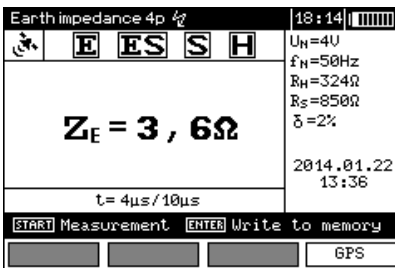
6



Para iniciar la medición presione **START**.

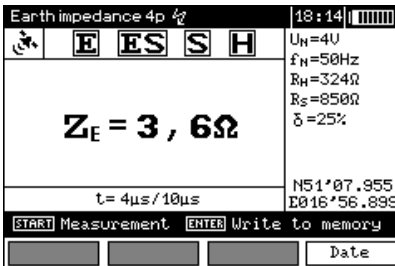
7

Leer el resultado.



← La resistencia efectiva del electrodo de corriente
 ← La resistencia efectiva del electrodo de tensión
 ← El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.



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

Notas:



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

- El impulso 8/20 μ s está disponible para la versión de software desde la 2.04.
- R_H i R_S se miden mediante el método de baja frecuencia.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra Z_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** o **S**, o de ambas excede el 1 k Ω , el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

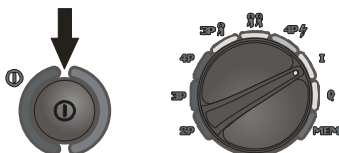
Información adicional visualizada por el medidor

$Z_E > 199 \Omega$	El rango de medición excedido.
$U_N > 40V!$ y señal acústica continua \leftarrow)	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea la medición.
$U_N > 24V!$	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

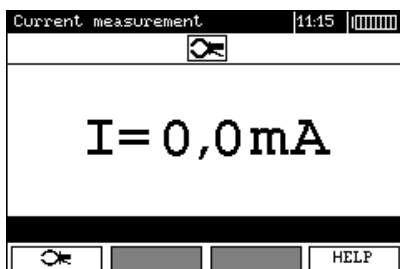
3.9 Medición de la corriente (I)

La función permite hacer la medición del valor efectivo de la corriente empleando las tenazas. Puede emplearse para medir, por ejemplo, la corriente de fuga en la instalación estudiada. Es posible escoger varios tipos de tenazas que difieren entre sí en cuanto al diámetro y los rangos de las corrientes medidas (véase los datos técnicos).

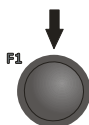
1



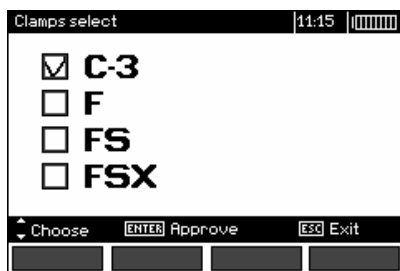
Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición I.



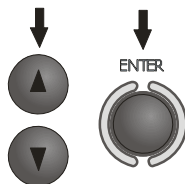
2



Para seleccionar el tipo de las tenazas presione el botón F1.



3



Con los botones ▲ y ▼ seleccionar el tipo de las tenazas, presione **ENTER**.

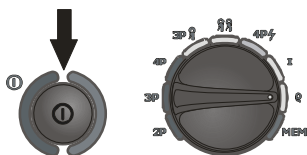
Notas:

- La medición es continua, sin posibilidad de guardarla en la memoria.
- Con las tenazas flexibles serie F podemos medir sólo grandes corrientes > 1A.

3.10 Medición de la resistividad del suelo (ρ)

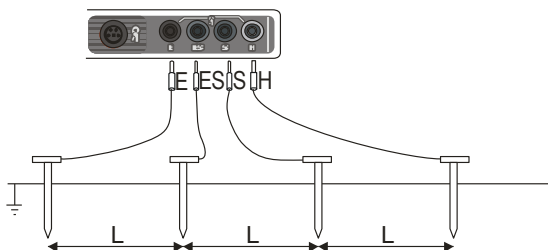
Para medir la resistividad del suelo (para preparar la realización del proyecto del sistema de las puestas a tierra o en geología) se ha previsto una función separada seleccionada con el conmutador rotativo: medición de la resistividad del suelo ρ . Esta función metrológicamente es idéntica a la medición de 4 conductores de la resistencia efectiva de la puesta a tierra, sin embargo incluye un procedimiento adicional de introducir la distancia entre los electrodos. El resultado de la medición - el valor de la resistividad calculado automáticamente según la fórmula $\rho = 2\pi LR_E$, aplicada en el método de Wenner. Este método supone las distancias iguales entre los electrodos.

1

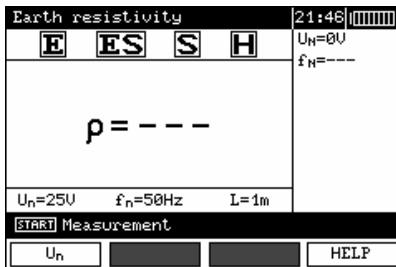


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición ρ .

2



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

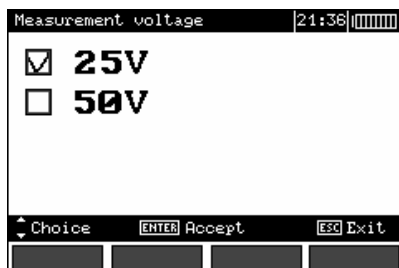


El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se visualizan: tensión de medición, frecuencia de la red configurada en el **MENÚ** y distancia entre los electrodos.

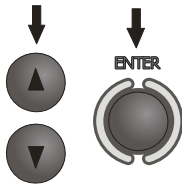
3



Para cambiar la tensión de medición presione el botón F1.

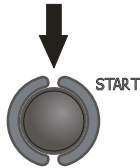


4

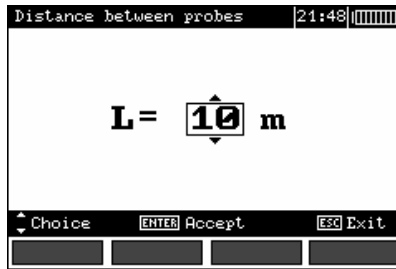


Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, presione **ENTER**.

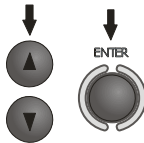
5



Para ir al modo de seleccionar la distancia entre los electrodos presione el botón **START**.



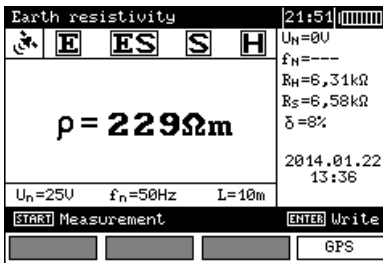
6



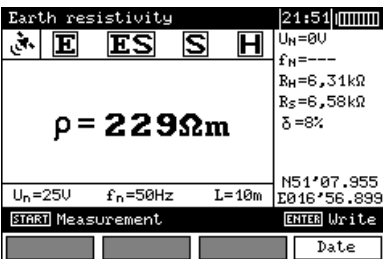
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la distancia entre los electrodos, presione el botón **ENTER** para iniciar la medición.

7

Leer el resultado.



- ↖ La resistencia efectiva del electrodo de corriente
- ↖ La resistencia efectiva del electrodo de tensión
- ↖ El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos



MRU-200-GPS Pulsando el botón **F4** se pueden mostrar las coordenadas GPS.

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

Notas:



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


- En los cálculos se supone que las distancias entre los electrodos son iguales (el método de Wenner). Si no es así, se debe hacer la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra mediante el método de cuatro conductores y hacer cálculos por su propia cuenta.

- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.

- Si la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando electrodos de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de los electrodos y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la influencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto del electrodo con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner el electrodo, poniéndola en otro lugar o empleando el electrodo de 80 cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - electrodo no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

- Si la resistencia efectiva de los electrodos **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9 k Ω , el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

Información adicional visualizada por el medidor

$R_E > 999 \text{ k}\Omega$	El rango de medición excedido.
$U_N > 40 \text{ V}$! y señal acústica continua 	La tensión en los bornes de medición mayor de 40 V, se bloquea el teclado.
$U_N > 24 \text{ V}$!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24 V, pero menor de 40 V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

4 Memoria

Los medidores MRU-200 / MRU-200-GPS están dotados en una memoria de 990 resultados de la medición de la resistencia efectiva. El espacio en la memoria en el que se guarda el resultado particular se llama la célula de la memoria, que en el medidor está descrita como "medición". Toda la memoria está dividida en 10 bancos por 99 células cada uno. Se puede guardar cada resultado en la célula del número escogido y en el banco escogido. Gracias a ello, el usuario del medidor, según sus necesidades, puede ordenar los números de las células a puntos de medición, y los números de los bancos a objetos medidos, hacer las mediciones en la orden cualquiera y repetir las sin perder los demás datos.

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

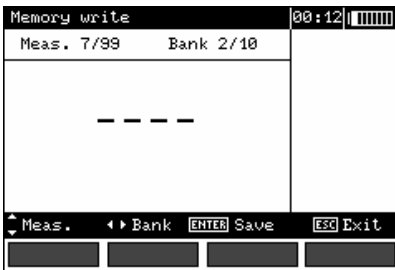
Es aconsejable cancelar la memoria después de leer los datos o antes de hacer una nueva serie de mediciones; así podrán guardarse en las mismas células que las anteriores.

4.1 Guardar en la memoria

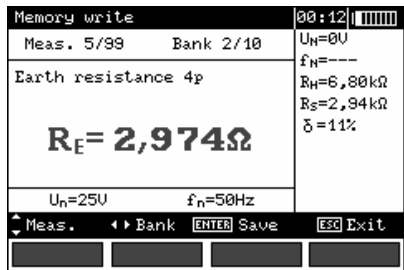
1



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



célula libre



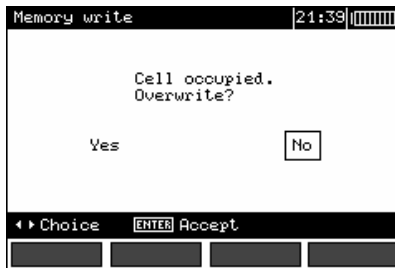
célula ocupada

2

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

3

Al intentar guardar en la célula ocupada aparecerá un aviso:



4

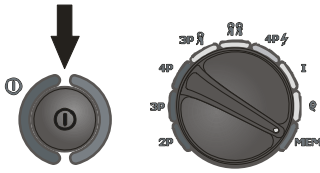
Después de seleccionar la opción con los botones ◀ y ▶ presionar la tecla **ENTER**.

4.2 Cancelar la memoria

Nota:

Al cancelar se visualiza la barra de avance.

①

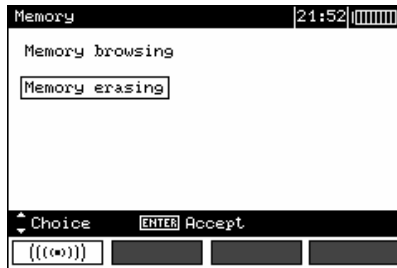


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **MEM**.

②



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



③



Presionar el botón **ENTER**.



4



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

5

Proceder según las indicaciones visualizadas por el medidor.

4.3 Revisar la memoria

1



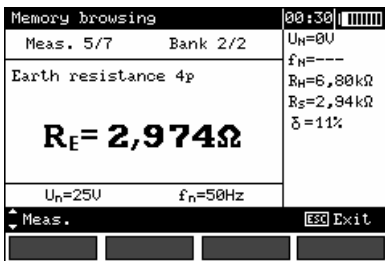
Con los botones ▲ y ▼ indicar "Memory browsing" / "Buscar en memoria".



2



Presionar el botón ENTER.



3

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

Notas:

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

5 Transmisión de datos

Nota:

- La transmisión de datos no es posible durante la carga de la batería.

5.1 Paquete de equipamientos para cooperar con el ordenador

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

El software que tenemos puede ser aplicado para varios dispositivos fabricados por la SONEL S.A., dotados de la interfaz USB y/o el módulo Bluetooth.

Para más información contáctense con el fabricante o los distribuidores.

5.2 Transmisión de datos a través del puerto USB

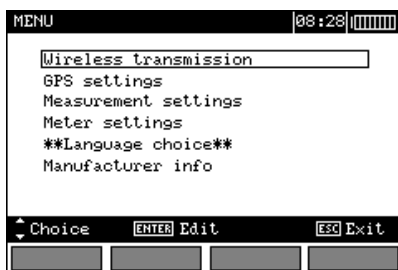
1. Poner el conmutador rotativo en la posición MEM.
2. Conectar el conductor al puerto USB del ordenador y al asiento USB del medidor.
3. Activar el programa SONEL READER.

5.3 Transmisión de datos a través del módulo Bluetooth

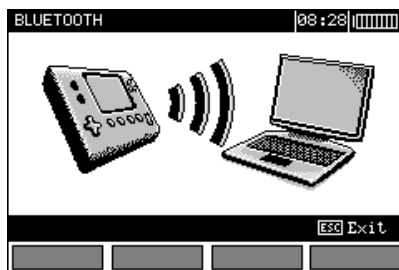
MRU-200 A partir del número de serie E30001 tendrán montado el módulo BT en lugar de OR-1.

MRU-200-GPS A partir del número de serie E40001 tendrán montado el módulo BT en lugar de OR-1.

1. En el MENÚ principal del medidor seleccionar la posición **Wireless transmission** (Transmisión inalámbrica)



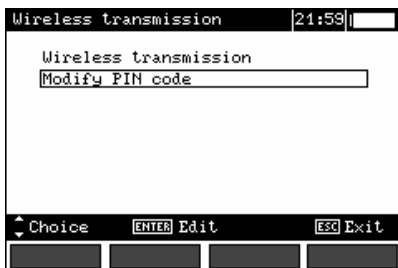
o poner el conmutador rotativo en **MEM** y presionar el botón **F1**.



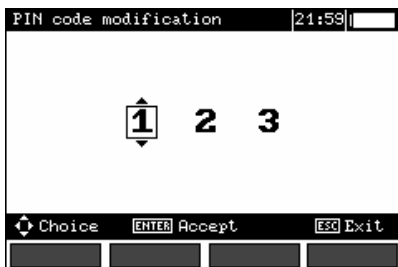
2. Conectar el módulo Bluetooth al puerto USB del PC, si no se integra con el PC.

3. Al emparejar el medidor con un ordenador se debe introducir el código PIN compatible con el código PIN del medidor en los ajustes principales.
4. Iniciar el programa para archivar datos.

Si es necesario cambiar el código PIN, seleccionar la posición **Modify PIN code** (Cambiar el código PIN).



Mediante cursores introducir el código.



Notas:



- Se interrumpe la transmisión con el botón **ESC** - el medidor pasa al modo de visualización de memoria.
- Con el cable USB conectado no es posible la transmisión por radio.

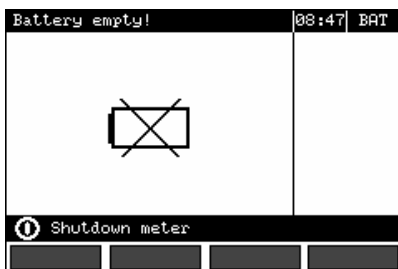
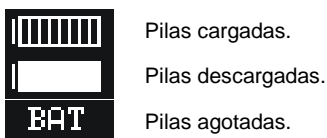
6 Alimentación del medidor

AVISO:

El aparato MRU-200 / MRU-200-GPS fue diseñado exclusivamente para su uso con baterías que se incluyen como estándar. La utilización de pilas en lugar de baterías sólo puede tener lugar en casos de emergencia (por ejemplo, la descarga total de la batería durante la medición de torres de energía en condiciones de campo), sin embargo, se pueden descargar rápidamente (después de varias mediciones) y el mal funcionamiento del aparato durante un alto consumo de energía instantánea.

6.1 Monitoreo de la tensión de alimentación

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



Pilas casi totalmente agotadas, la medición se bloquea.

Debemos recordar que:

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

6.2 Cambio de pilas

El medidor MRU-200 / MRU-200-GPS está equipado de un paquete de pilas NiMH y un cargador (charger) que permite su carga.

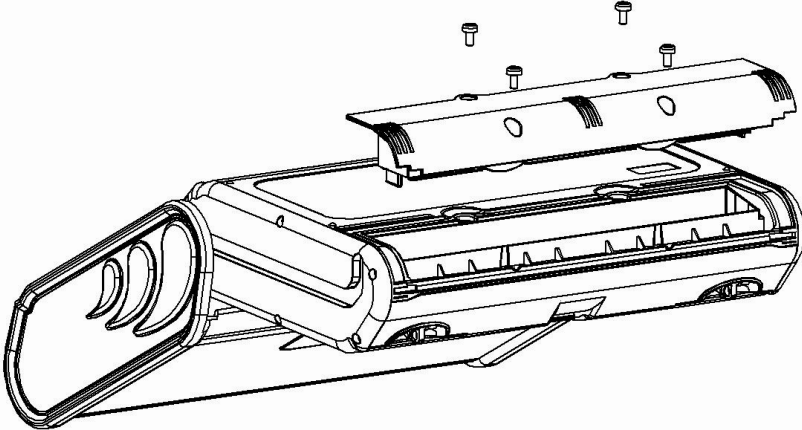
El paquete de pilas se coloca en la caja. El cargador está montado dentro de la carcasa del medidor y coopera sólo con el paquete de pilas de marca. Se alimenta de un alimentador externo. También es posible alimentar de la toma de mechero de coche.

AVISO:

Dejar los conductores en los asientos al cambiar las pilas puede provocar electrochoques graves.

Para cambiar el paquete de pilas es necesario:

- sacar todos los conductores de los asientos y apagar el medidor,
- soltar los 4 tornillos que sujetan la caja de pilas/acumuladores (en la parte baja de la carcasa),
- sacar el paquete de pilas,
- meter el nuevo paquete de pilas,
- apretar los 4 tornillos que sujetan la caja.



¡ATENCIÓN!

No se puede utilizar el medidor con la caja de pilas sacada o abierta ni alimentarlo de otras fuentes que las indicadas en este manual de instrucciones.

6.3 Cambio de fusibles

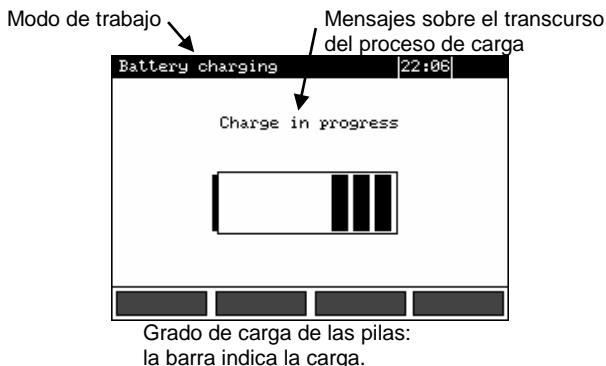
Después de retirar el contenedor para la batería hay acceso a dos fusibles intercambiables:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm y
- 2A 250Vac, de acción retardada, 5x20mm.

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

6.4 Cargar las pilas

Se inicia la carga al conectar el alimentador al medidor, independientemente si el medidor está puesto o no. Durante la carga la pantalla tiene este aspecto. Las pilas se cargan según el algoritmo de "carga rápida" - este proceso permite reducir el tiempo de carga a aprox. 4 horas. Una vez finalizado el proceso de carga aparece el mensaje: **Charging concluded** (Fin de carga). Para apagar el aparato sacamos el enchufe del alimentador.



Notas:

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

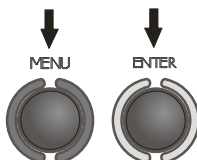
Información adicional visualizada por el medidor

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

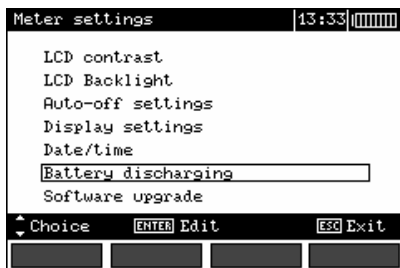
6.5 Descargar las pilas

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

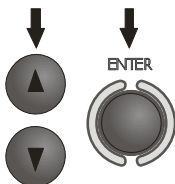
1



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



2



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

Leer el texto visualizado y aceptar.

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

6.6 Principios del uso de las pilas de níquel e hidruro metálico (Ni-MH)

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

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

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

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

- Las pilas de Ni-MH almacenadas se descargan automáticamente con la velocidad aprox. del 30% al mes. El almacenamiento de las pilas en altas temperaturas puede acelerar este proceso hasta

dos veces. Para evitar la descarga demasiado fuerte de las pilas, lo que exigirá su formación, de vez en cuando se debe cargar las pilas (incluso las no utilizadas).

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

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

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

7 Limpieza y mantenimiento

¡ATENCIÓN!

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

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

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

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

El sistema electrónico del medidor no exige ningún mantenimiento.

8 Almacenamiento

Al almacenar el dispositivo se deben observar las siguientes recomendaciones:

- desconectar todos los conductores del medidor,
- limpiar bien el medidor y todos los accesorios,
- enrollar los conductores largos en las bobinas,
- sacar las pilas o los acumuladores del medidor si el tiempo de almacenamiento es prolongado,
- para evitar la descarga completa de las pilas durante el almacenamiento prolongado, éstas deben ser recargadas de vez en cuando.

9 Desmontaje y eliminación

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

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

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

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

10 Datos técnicos

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

10.1 Datos básicos

Medición de la tensión perturbadora U_N (RMS)

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

- medición para f_N 15...450 Hz
- intervalos entre las mediciones - como mín. 2 mediciones

Medición de la frecuencia de perturbaciones f_N

Rango	Resolución	Precisión
15...450Hz	1Hz	$\pm(1\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$

- medición para las tensiones perturbadoras $>1V$ (para las tensiones $<1V$ se visualiza $f=---$)

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

Método de medición: técnico, conforme a IEC 61557-4

Rango de mediciones según IEC 61557-4: 0,045 Ω ... 19,99 k Ω

Rango	Resolución	Precisión
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 4 \text{ dígitos})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$

* - En el rango de 0,000...0,045 Ω no se especifica la precisión.

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

Método de medición: técnico, conforme a IEC 61557-5

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,100 Ω ... 19,99 k Ω

Rango	Resolución	Precisión
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 4 \text{ dígitos})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.m.} + 2 \text{ dígitos})$

* - Para la medición de 3 conductores en el rango de 0,000...0,045 Ω no se especifica la precisión.

Medición de la resistencia de los electrodos auxiliares R_H y R_S

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

Medición de la resistencia de toma de tierra – método de 3 polos con la pinza adicional (R_E3P+C)

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,120 Ω ... 1999 Ω

Rango	Resolución	Precisión
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(8% v.m. + 4 dígitos)
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 3 dígitos)
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...1999 Ω	1 Ω	

* - En el rango de 0,000...0,045 Ω no se especifica la precisión.

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

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 3 dígitos)
20,0...149,9 Ω	0,1 Ω	±(20% v.m. + 3 dígitos)

Medición de la resistividad del suelo (ρ)

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

Rango	Resolución	Precisión
0,0...199,9 Ωm	0,1 Ωm	Depende de precisión para la medición R _E de 4P, pero no inferior a ±1 dígito
200...1999 Ωm	1 Ωm	
2,00...19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100...999 kΩm	1 kΩm	

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

Medición de la impedancia de la puesta a tierra – método de impulso (R_E4P¹)

Rango	Resolución	Precisión
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2,5% v.m. + 3 dígitos)
100...199 Ω	1 Ω	

- forma del impulso: 4/10 μs, 8/20 μs o 10/350 μs
- corriente de medición en el impulso: 1 A
- tensión en el pico: 1500 V

Medición de las corrientes de fuga, de defecto (RMS)

Rango	Resolución	Precisión
0,1...99,9 mA ¹	0,1 mA	±(8% v.m. + 5 dígitos)
100...999 mA ¹	1 mA	±(8% v.m. + 3 dígitos)
1,00...4,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.m. + 5 dígitos) ^{1,3,4} no especificada ² no especificada para 0...2 A ³ no especificada para 0...1 A ⁴
5,00...9,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.m. + 5 dígitos)
10,0...99,9 A ^{1,2,3,4}	0,1 A	
100 ... 300 A ^{1,2,3,4}	1 A	

¹ – pinza (diámetro 52 mm) – C-3

² – pinzas flexibles – serie F

³ – pinza flexible – FS-2

⁴ – pinza flexible – FSX-3

- rango de la frecuencia: 45...400 Hz

Los demás datos técnicos

- a) tipo de aislamiento doble, conforme a EN 61010-1 y IEC 61557
- b) categoría de seguridad (para 2000 m s.n.m.) IV 300 V según EN 61010-1
- c) grado de protección de la carcasa según EN 60529 IP54
- d) tensión máxima de perturbaciones AC + DC con la que se hace la medición 24 V
- e) tensión de perturbaciones máxima medida 100 V
- f) corriente perturbadora máxima con la que se hace la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con el método de tenazas 3 A RMS
- g) frecuencia de la corriente de medición 125 Hz para las redes 16 2/3 Hz, 50 Hz y 400 Hz
 150 Hz para la red 60 Hz
- h) tensión y corriente de medición para 2P $U < 24 \text{ V RMS}$, $I \geq 200 \text{ mA}$ para $R \leq 2 \Omega$
- i) tensión de medición para R_{E3P} , R_{E4P} 25 V o 50 V
- j) corriente de medición (de cortocircuito) para R_{E3P} , R_{E4P} $> 200 \text{ mA}$
- k) resistencia efectiva máxima para electrodos auxiliares 20 k Ω
- l) señalización de la corriente demasiado pequeña de las tenazas para $\leq 0,5 \text{ mA}$
- m) alimentación del medidor paquete de pilas tipo SONEL NiMH 4,8V 4,2 Ah
- n) parámetros del alimentador del cargador de baterías 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) número de mediciones para 2P > 1500 (1 Ω , 2 mediciones/minuto)
- p) número de mediciones para R_{E3P} , R_{E4P} > 1200 ($R_E=10\Omega$, $R_H=R_S=100\Omega$, 2 mediciones/minuto)
- q) tiempo de medición de la resistencia efectiva con método de dos polos $< 6 \text{ s}$
- r) tiempo de medición de la resistencia efectiva con otros métodos y de la resistividad $< 8 \text{ s}$
- s) **MRU-200-GPS** precisión de posición GPS (en buenas condiciones climáticas y la visibilidad de los satélites).....
 3 m (50%CEP)
- t) tamaños 288 x 223 x 75 mm
- u) peso del medidor con pilas aprox. 2 kg
- v) temperatura de trabajo -10...+50°C
- w) temperatura de funcionamiento del cargador +10°C...+35°C
- x) la temperatura a la que se interrumpe la carga $< +5^\circ\text{C}$ y $\geq +50^\circ\text{C}$
- y) temperatura de referencia 23 \pm 2°C
- z) temperatura de almacenamiento -20...+80°C
- aa) humedad relativa 20...90%
- bb) humedad nominal relativa 40...60%
- cc) altura sobre el nivel del mar $\leq 2000 \text{ m}^*$
- dd) estándar de calidad elaborado, diseñado y fabricado según la ISO 9001
- ee) el producto cumple las exigencias EMC según las normas EN 61326-1 y EN 61326-2-2

ATENCIÓN

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

Para las entradas de tensión E, ES, S, H hay que tener en cuenta que la categoría de medición baja a CAT III 300 V a tierra (hasta 300 V entre las entradas de tensión) o CAT IV 150 V a tierra (hasta 150 V entre las entradas de tensión). Oznaczenia i symbole umieszczone na przyrządzie należy uważać za obowiązujące podczas używania go na wysokości poniżej 2000 m.

EN55022 Nota:

MRU-200 / MRU-200-GPS es un aparato de clase A. En un entorno doméstico, este producto puede causar interferencias de radio, lo cual puede requerir que el usuario tome las medidas adecuadas (por ejemplo ampliar la distancia entre los dispositivos).

10.2 Datos adicionales

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

10.2.1 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Incertidumbre adicional [Ω]
0,000...3,999 Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_z}{R_E}) \cdot U_z$
>3,999 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_z$

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

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

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

10.2.3 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R _E	R _H , R _S	Incertidumbre adicional [%]
0,000... ...3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω y R _S ≤ 500 Ω	En los límites de la precisión
	R _H > 500 Ω o R _S > 500 Ω o R _H y R _S > 500 Ω	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ y R _S ≤ 1 kΩ	En los límites de la precisión
	R _H > 1 kΩ o R _S > 1 kΩ o R _H y R _S > 1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E[Ω], R_S[Ω] y R_H[Ω] son valores visualizados por el dispositivo.

Para la medición con el adaptador ERP-1

R _E	R _H , R _S	Incertidumbre adicional para U = 25 V [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω y R _S ≤ 500 Ω	En los límites de la precisión
	R _H > 500 Ω o R _S > 500 Ω o R _H y R _S > 500 Ω	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ y R _S ≤ 1 kΩ	En los límites de la precisión
	R _H > 1 kΩ o R _S > 1 kΩ o R _H y R _S > 1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E	R_H, R_S	Incertidumbre adicional para $U = 50 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \text{ } \Omega$ y $R_S \leq 500 \text{ } \Omega$	En los límites de la precisión
	$R_H > 500 \text{ } \Omega$ o $R_S > 500 \text{ } \Omega$ o R_H y $R_S > 500 \text{ } \Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ y $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	En los límites de la precisión
	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ o $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ o R_H y $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 15 \cdot 10^{-4} \right)$

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

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

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

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

10.2.5 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra con método de impulso ($R_E4P \text{ } \downarrow$)

R_H	Z_E	Incertidumbre [%]
$R_H \leq 150\Omega$	0,0...199 Ω	en los límites de la precisión
$R_H > 150\Omega$	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

$Z_E[\Omega]$ y $R_H[\Omega]$ son valores visualizadas por el dispositivo.

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

El medidor MRU-200 / MRU-200-GPS puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENU.

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

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

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

El medidor MRU-200 / MRU-200-GPS puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENU.

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

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

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

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

$R_C[\Omega]$ es el valor de la resistencia efectiva medida con tenazas de la rama visualizada por el dispositivo, y $R_w[\Omega]$ es el valor de la resistencia efectiva resultante de la puesta a tierra múltiple.

10.2.9 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2P)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional	
Posición	E_1	0%	
Tensión de alimentación	E_2	0% (no enciende BAT)	
Temperatura	E_3	$R \leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3$ dígitos/ $^{\circ}C$
		$R > 3,999 \Omega$ y $< 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2$ dígitos/ $^{\circ}C$
		$R \geq 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ dígitos/ $^{\circ}C$

10.2.10 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (R_E3P , R_E4P , R_E3P+C)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional	
Posición	E_1	0%	
Tensión de alimentación	E_2	0% (no enciende BAT)	
Temperatura	E_3	$R \leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3$ dígitos/ $^{\circ}C$
		$R > 3,999 \Omega$ y $< 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2$ dígitos/ $^{\circ}C$
		$R \geq 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ dígitos/ $^{\circ}C$
Tensión perturbadora en serie	E_4	Según las fórmulas del p. 10.2.1 ($U_z=3 \text{ V } 50/60/400/16 \text{ 2/3 Hz}$)	
Resistencia efectiva de los electrodos y las tomas a tierra auxiliares	E_5	Según la fórmula del p.10.2.3	

11 Accesorios

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

11.1 Accesorios estándar

- electrodo auxiliar 30 cm (4 unidades) – **WASONG30**
- conductor de medición negro de 2,2 m de largo acabado con enchufes de plátano – **WAPRZ2X2BLBB**
- conductores de medición en bobinas de 25 m de largo (azul **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 unidad y rojo **WAPRZ025REBBSZ** – 1 unidad), acabados en ambos extremos con enchufes de plátano que permiten extender los conductores (para medir puestas a tierra extensas)
- conductor de medición de 50 m en bobina (apantallado, amarillo), acabado en ambos extremos con enchufes de plátano – **WAPRZ050YEBBSZE**
- conductor de 1,2 m rojo – **WAPRZ1X2REBB**
- cocodrilo negro – **WAKROBL20K01**
- cocodrilo rojo – **WAKRORE20K02**
- tornillo – **WAZACIMA1**
- paquete de pilas – **WAAKU07**
- funda para el medidor – **WAFUTL2**
- arnés para llevar el dispositivo 2 unidades. (largo y corto) – **WAPOZSZEKPL**
- cable USB – **WAPRZUSB**
- conductor para cargar las pilas de la toma de mechero de coche – **WAPRZLAD12SAM**
- alimentador para cargar las pilas (adaptado a varios países) – **WAZASZ7**
- certificado de calibración emitido por laboratorio acreditado
- manual de uso

11.2 Accesorios adicionales

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

WASONG80



- electrodo auxiliar 80 cm

WACEGC3OKR



- pinza C-3

WACEGF2AOKR



- pinza flexibles F-2A

WACEGF4AOKR



- pinza flexible F-4A

WACEGFSX3OKR



- pinza flexible FSX-3

WAFUTL3



- funda L3 (para electrodos auxiliares 80 cm)

WACEGN1BB



- pinza N-1

WACEGF1AOKR



- pinza flexible F-1A

WACEGF3AOKR



- pinza flexibles F-3A

WACEGFS2OKR



- pinza flexible FS-2

WAWALXL3



- XL3 caso para el medidor y los accesorios

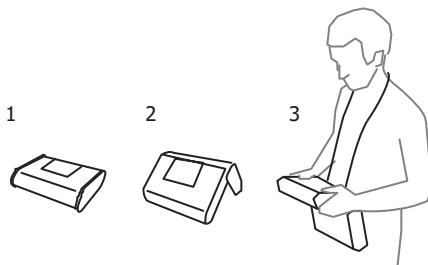
WAPOJ1



- caja para las pilas

12 Posición de la cubierta del medidor

Cubierta móvil permite utilizar el medidor en varias posiciones.



1 - Cubierta debajo del medidor

2 - Cubierta como soporte

3 - Cubierta en la posición que permite llevar el medidor cómodamente en el arnés

13 Fabricante

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

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polonia

tel. +48 74 858 38 60

fax +48 74 858 38 09

E-mail: export@sonel.pl

Web page: www.sonel.pl

Nota:

Sólo el fabricante es autorizado a realizar reparaciones de servicio.



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



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

e-mail: export@sonel.pl
Página web: www.sonel.pl