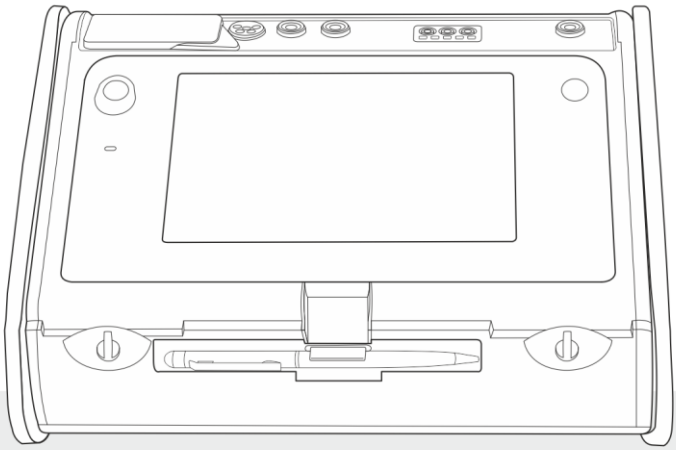
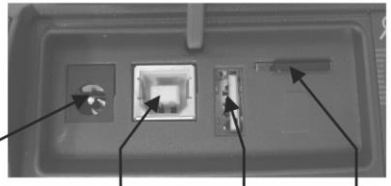


MANUAL DE USO

MEDIDOR DE PARÁMETROS DE INSTALACIÓN

MPI-536

MPI-536



Toma del cargador 12 V

Puerto USB (comunicación con el PC)

Puerto USB (pendrive)

Ranura para la tarjeta SD

Toma **R_E** para medición de puesta a tierra

Tomas de medición **R_{ISO}**

Tomas de medición

Toma **ES** para la medición de resistencia de la toma de tierra y la resistividad del suelo

Inicio del proceso de medición

Electrodo de contacto

Señalización de la medición y del estado de la batería

Pantalla táctil

Encendido y apagado del medidor

Asas para poner el arnés

- Atrás
- Guardar
- Mostrar la última medición
- Al menú principal
- Seleccionar elemento
- Mostrar iconos adicionales
- Añadir elemento
- Editar elemento
- Buscar
- Eliminar elemento
- Cerrar el menú

MANUAL DE USO

MEDIDOR DE PARÁMETROS DE INSTALACIÓN MPI-536

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

Versión 1.08 31.10.2025

El medidor MPI-536 es un dispositivo de medición moderno, de alta calidad, fácil y seguro de usar. Lea estas instrucciones para evitar errores de medición y prevenir posibles problemas relacionados con el funcionamiento del medidor.

ÍNDICE

1 Seguridad 6

2 Menú de inicio 7

2.1 Ajustes del medidor 8
2.1.1 Ajuste de fecha y hora 8
2.1.2 Apagado automático 10
2.1.3 Parámetros de la pantalla 11
2.2 Configuración multifunción 12
2.2.1 Submenú de Configuración multifunción 12
2.2.2 Submenú Editar el fusible 14
a. Añadir características de protección 14
b. Agregar fusibles 19
2.3 Comunicación 21
2.3.1 Comunicación a través de USB 21
2.3.2 Conexión con la red Wi-Fi 21
2.3.3 Ajustes del correo electrónico 21
2.4 Actualización del software 22
2.4.1 Actualización a través de USB 22
2.4.2 Actualización a través de Wi-Fi 22
2.5 Seleccionar idioma 23
2.6 Información del Auditor 23

3 Mediciones 24

3.1 Diagnóstico realizado por el medidor - límites 25
3.2 Medición de la tensión alterna y de la frecuencia 25
3.3 Comprobación de la realización correcta de conexiones del cable de seguridad 26
3.4 Parámetros del bucle de cortocircuito 27
3.4.1 Configuración de mediciones 27
3.4.2 Prámetros del bucle de cortocircuito en el circuito L-N y L-L 29
3.4.3 Parámetros del bucle de cortocircuito en el circuito L-PE 32
3.4.4 Impedancia del bucle de cortocircuito en el circuito L-PE asegurado con el interruptor RCD 35
3.4.5 Corriente de cortocircuito esperada 38
3.4.6 Impedancia del bucle de cortocircuito en las redes IT 39
3.5 Caída de voltaje 40
3.6 Resistencia de la toma de tierra 42
3.6.1 Ajustes de mediciones 42
3.6.2 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos (R_E3P) 43
3.6.3 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores (R_E4P) 47
3.6.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R_E3P+C) 51
3.6.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C) 55
3.7 Resistividad del suelo 58
3.7.1 Ajustes de mediciones 58
3.7.2 Principales elementos de la pantalla 59
3.7.3 Medición de la resistividad del suelo (ρ) 60
3.8 Parámetros de los interruptores diferenciales RCD 64
3.8.1 Ajustes de mediciones 64
3.8.2 Corriente de disparo del RCD 67
3.8.3 Medición del tiempo de disparo del RCD 70
3.8.4 Medición en las redes IT 73
3.9 Mediciones automáticas del RCD 74

3.9.1 Ajustes de mediciones automáticas del RCD 74
3.9.2 Medición automática del RCD 75
3.10 Resistencia de aislamiento 80
3.10.1 Ajustes de mediciones 80
3.10.2 Medición con las sondas 83
3.10.3 Mediciones con el adaptador UNI-Schuko (WS-03 y WS-04) 85
3.10.4 Mediciones con el uso de AutoISO-2500 88
3.10.5 Gráfico de los valores medidos en función del tiempo 91
3.11 Medición de resistencia de baja tensión 92
3.11.1 Medición de resistencia 92
3.11.2 Medición de la resistencia de los conductores de protección y compensatorios con la corriente de ±200 mA 94
3.12 Orden de las fases 98
3.13 Sentido de rotación del motor 99
3.14 Intensidad de la iluminación 101
4 Medidas automáticas 103
4.1 Realizar mediciones automáticas 103
4.2 Creación de los procedimientos de medición 105
5 Memoria del medidor 107
5.1 Ajustes de la memoria 107
5.2 Organización de la memoria 108
5.2.1 Información básica para navegar por el menú Navegación 109
5.2.2 Agregar un nuevo árbol de mediciones 110
5.3 Guardar el resultado de medición 116
5.4 Revisión de las mediciones guardadas 117
5.5 Compartir medidas guardadas 119
5.6 Buscar en la memoria del medidor 120
6 Alimentación del medidor 121
6.1 Control del nivel de la carga de batería 121
6.2 Reemplazo de las baterías 121
6.3 Carga de baterías 122
6.4 Normas generales de uso de las baterías de litio-ion (Li-Ion) 123
7 Mantenimiento y conservación 124
8 Almacenamiento 124
9 Desmontaje y utilización 124
10 Datos técnicos 125
10.1 Datos básicos 125
10.1.1 Medición de tensiones alternas (True RMS) 125
10.1.2 Medición de frecuencia 125
10.1.3 Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L} 125
10.1.4 Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito $Z_{L-PE[RCD]}$ (sin el disparo del interruptor RCD) 126
10.1.5 Medición de parámetros de los interruptores RCD 127
10.1.6 Medición de la resistencia de la toma de tierra R_E 130
10.1.7 Medición de la continuidad de circuito y resistencia con baja tensión 131
10.1.8 Medición de la resistencia de aislamiento 132
10.1.9 Medición de luz 133
10.1.10 Orden de las fases 134

10.1.11 Rotación del motor *134*
10.2 Otros datos técnicos *135*
10.3 Especificación Bluetooth *135*
10.4 Datos adicionales *136*
10.4.1 Incertidumbre adicional según IEC 61557-2 (R_{ISO}) *136*
10.4.2 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-3 (Z) *136*
10.4.3 Incertidumbre adicional según IEC 61557-4 (R ±200 mA) *136*
10.4.4 Incertidumbres adicionales de la medición de la resistencia de toma de tierra (R_E) *136*
10.4.5 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-6 (RCD) *137*
10.5 Índice de las normas cumplidas *138*
11 Accesorios ***138***
12 Posiciones de la tapa del medidor ***139***
13 Fabricante ***139***

1 Seguridad

El dispositivo MPI-536 está diseñado para los estudios de control contra electrochoques en las redes eléctricas de corriente alterna. Se utiliza para realizar mediciones cuyos resultados determinan la seguridad de la instalación. Con el fin de garantizar el manejo adecuado y la corrección de los resultados obtenidos se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Antes de utilizar el medidor, asegúrese de leer estas instrucciones y siga las normas de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
- Un uso del medidor distinto del especificado en este manual de instrucciones puede dañar el dispositivo y ser fuente de un grave peligro para el usuario.
- Los medidores MPI-536 pueden ser utilizados sólo por el personal calificado que esté facultado para realizar trabajos con las instalaciones eléctricas. El empleo del medidor por personas no autorizadas puede dañar el dispositivo y ser fuente de un grave peligro para el usuario.
- El uso de este manual no excluye la necesidad de cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo y otras respectivas regulaciones contra el fuego requeridas durante la ejecución de los trabajos del determinado tipo. Antes de empezar a usar el dispositivo en circunstancias especiales, p. ej. en atmósfera peligrosa respecto a la explosión y el fuego, es necesario consultar con la persona responsable de la salud y la seguridad en el trabajo.
- Es inaceptable el uso de:
  - ⇒ medidor dañado y totalmente o parcialmente falible,
  - ⇒ cables con el aislamiento dañado,
  - ⇒ medidor guardado demasiado tiempo en malas condiciones (p.ej. humedecido). Después de trasladar el medidor del entorno frío al caluroso de alta humedad, no se deben hacer mediciones hasta que el medidor se caliente a la temperatura del entorno (unos 30 minutos).
- En caso de descarga de la batería a un nivel que impida más mediciones se visualiza el mensaje correspondiente, y luego el aparato se apaga.
- La situación de dejar las pilas descargadas en el dispositivo puede provocar su derramamiento y dañar el medidor.
- Antes de empezar la medición se debe verificar si los cables están conectados a las tomas de medición adecuadas,
- Está prohibido utilizar el medidor con la tapa de pilas (baterías) no cerrada completamente o abierta y alimentarlo con otras fuentes que las mencionadas en el presente manual de instrucciones.
- Las entradas $\mathbf{R_{ISO}}$ del medidor están protegidas electrónicamente contra sobrecarga (p.ej. debido a la conexión al circuito que se encuentra bajo la tensión) hasta 463 V RMS durante 60 segundos.
- Las reparaciones sólo pueden ser realizadas por el servicio autorizado.

¡ATENCIÓN!

Utilice sólo los accesorios diseñadas para este dispositivo. El uso de otros accesorios puede causar riesgo para el usuario, dañar la toma de medición y provocar unas errores adicionales.

En consecuencia del desarrollo permanente del software del dispositivo, el aspecto de la pantalla para algunas funciones puede diferir de éste presentado en el manual de uso.

2 Menú de inicio

La pantalla de inicio está disponible:

- al encender el medidor,
- en cualquier momento después de seleccionar el icono en la pantalla (no se refiere al registrador).

Fig. 2.1 Principales elementos de la pantalla

1 **Nombre del menú activo**
El hecho de introducir el cambio, que aún no se ha guardado, se indica mediante el símbolo* en el encabezado de la pantalla.

2 **Hora**
3 **Fecha**
4 **Pantalla principal**
5 **Espacio libre en la tarjeta de memoria**
Si la tarjeta no está la ranura, se muestra el icono tachado.
6 **Fuerza de la red inalámbrica**
7 **Indicador de batería baja**
8 **Soporte para el menú activo**

- Visualización de conexiones
- Explicación de función de iconos

Tocar un elemento seleccionado en el menú de inicio lleva al sub-menú. Opciones disponibles:

- **Ajustes** – ir a la configuración de funciones principales del medidor y sus parámetros,
- **Mediciones** – selección de la función de medición. La descripción de las funciones particulares está en la **sección 3**,
- **Memoria** – ver y gestionar los resultados de medición almacenados. Una descripción detallada de las funciones está en la **sección 5**,
- Información sobre el medidor.

2.1 *Ajustes del medidor*

En la pantalla, en los **Ajustes del medidor** se puede establecer **la fecha**,**la hora** y **el brillo** de la pantalla.

1

En el menú de inicio, seleccionar **Ajustes**.

2

Seleccionar **Configuración auditor**.

3

Parámetros para cambiar
⇒ Fecha y hora (**sección 2.1.1**)
⇒ Apagado automático (**sección 2.1.2**)
⇒ Pantalla (**sección 2.1.3**)

2.1.1 Ajuste de fecha y hora

1

Seleccionar **Fecha y hora**.

Tocar el icono correspondiente para modificar el parámetro seleccionado:

aumenta el valor por 1,

disminuye el valor por 1,

2018 al tocarlo aparece un campo para introducir manualmente el valor (paso 3).

Borrar una entrada existente e introducir manualmente el valor deseado.

Funciones de iconos

rechazar los cambios y volver al paso 2

aceptar los cambios e ir al paso 4

Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior, Al tocarlo se le puede pedir guardar o cancelar el cambio (Figura):
Sí – aceptar la elección,
No – rechazar cambios,
Cancelar – cancelar la acción

guardar los cambios

volver a la pantalla de inicio

2.1.2 Apagado automático

1

Seleccionar **Apagado automático**.

2

Seleccionar la opción deseada.

3

<u>Descripción de los iconos de función</u>

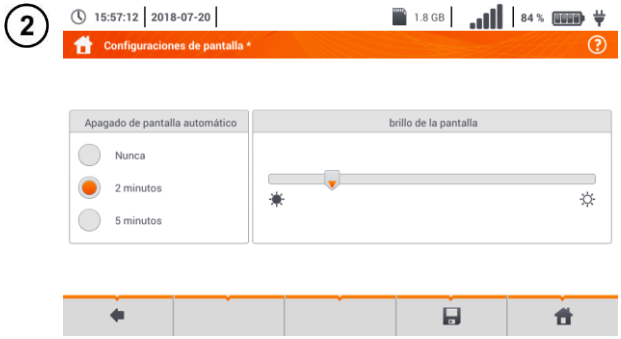
volver a la pantalla anterior. Al tocarlo se le puede pedir guardar o cancelar el cambio:
Sí – aceptación de elección,
No – cancelar cambios,
Cancelar – cancelar la acción

guardar los cambios

volver a la pantalla de inicio

2.1.3 Parámetros de la pantalla

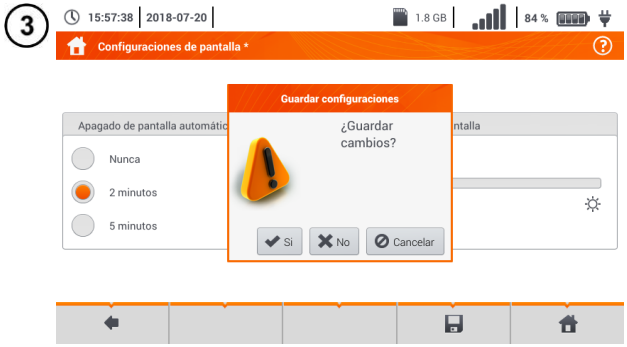
Seleccionar **Pantalla**.



Parámetros sujetos a cambios

⇒ **tiempo** después del que la pantalla pasará en modo de espera – seleccionar la opción deseada

⇒ **brillo** de la pantalla - mover el indicador del control deslizante



Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior. Al tocarlo se le puede pedir guardar o cancelar el cambio:
Sí – aceptación de elección,
No – cancelar cambios,
Cancelar – cancelar la acción

guardar los cambios

volver a la pantalla de inicio

2.2 Configuración multifunción

En el menú **Configuración multifunción** se pueden editar:

- parámetros de la red,
- definiciones de seguridad.

2.2.1 Submenú de Configuración multifunción

La opción de **Configuración multifunción** contiene las siguientes opciones:

- tensión nominal de la red,
- frecuencia de la red,
- forma de presentación del resultado de bucle de cortocircuito,
- tipo de red que alimenta el objeto,
- sistema de unidades,
- ajustes de la memoria (incremento automático de células de memoria),
- temporizador en la medición automática,
- estándar de medición RCD EV.

Antes de las mediciones, seleccionar **el tipo de red** con la que se alimenta el objeto examinado. A continuación, seleccionar **la tensión nominal de la red U_n** (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V o 240/415 V). Esta tensión se utiliza para calcular el valor esperado de la corriente de cortocircuito.

La definición de la **frecuencia de la red,** que es la fuente de interferencias potenciales, es imprescindible para seleccionar la frecuencia adecuada de la señal de medición en mediciones de la resistencia de la toma de tierra. Esta opción permite el filtrado óptimo de interferencias. El medidor está adaptado a la filtración de interferencias procedentes de las redes de 50 Hz y 60 Hz.

Estándar de medición RCD EV define los parámetros de medición de la protección RCD dedicada al área de electromovilidad y fotovoltaica.

El ajuste del **Autoincremento** como activo (→) hace que cada medición guardada (**sección 5.3**) se guarda en un nuevo punto de medición creado automáticamente (**sección 5.2.2** paso (14)).

Temporizador en la medición automática determina el intervalo de tiempo en el que se inician los siguientes pasos del procedimiento de medición.

①

- Con el icono desplegar la lista de selección.
- Seleccionar el valor del parámetro deseado.

Opciones de selección y modificación

- Tensión U_n.
  - ⇒ 110/190 V
  - ⇒ 115/200 V
  - ⇒ 127/220 V
  - ⇒ 220/380 V
  - ⇒ 230/400 V
  - ⇒ 240/415 V
- Frecuencia f_n
  - ⇒ 50 Hz
  - ⇒ 60 Hz
- Forma del resultado de bucle de cortocircuito
  - ⇒ Ik - corriente de cortocircuito esperada
  - ⇒ Zs - impedancia del bucle de cortocircuito
- Tipo de red
  - ⇒ TN/TT
  - ⇒ IT
- Sistema de unidades
  - ⇒ métrico
  - ⇒ imperial
- Incremento automático
  - ⇒ activo
  - ⇒ inactivo
- Temporizador en la medición automática
  - ⇒ apague
  - ⇒ 0…5 s

②

Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior. Al tocarlo se le puede pedir guardar o cancelar el cambio:
Sí – aceptar la elección,
No – rechazar cambios,
Cancelar – cancelar la acción

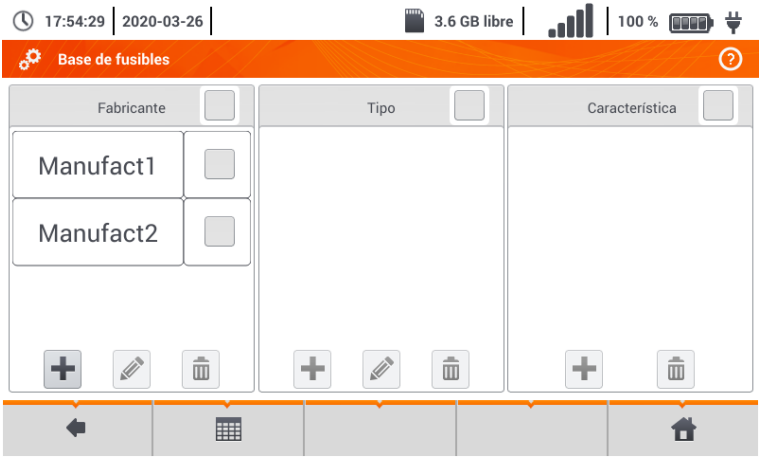
guardar los cambios

volver a la pantalla de inicio

2.2.2 Submenú Editar el fusible

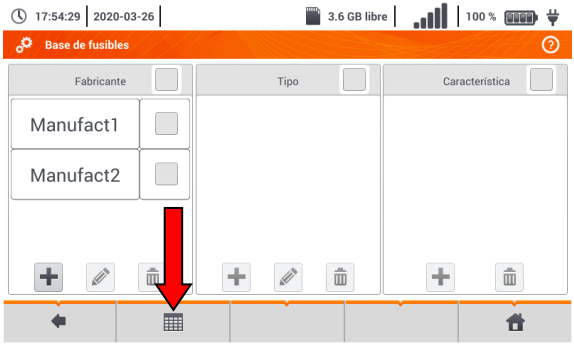
En la pantalla **Editar el fusible** se pueden definir y editar los parámetros de los interruptores de sobrecorriente:

- del fabricante,
- modelo (tipo) de fusible,
- características de fusible.

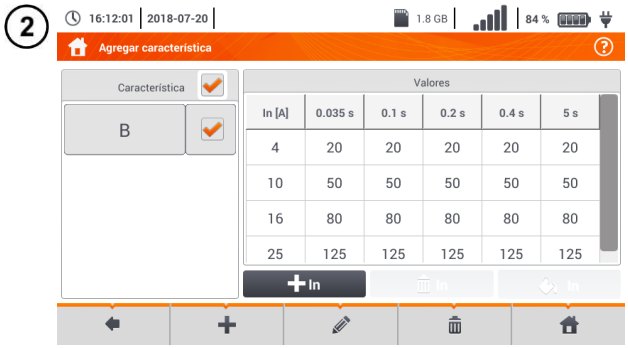


a. Añadir características de protección

1



- Seleccionar el icono .
- Aparecerá un menú para agregar características de tiempo y corriente de protección.



Opciones disponibles

- In agregar características para la corriente nominal seleccionada de protección.
- In eliminar características para la corriente nominal seleccionada de protección.
- In pegar el valor establecido para los registros en toda la fila o tabla.

Descripción de los iconos de función

- característica inactiva
- característica activa
- agregar nuevas características
- editar el nombre de la característica activa
- eliminar la característica activa
- volver a la pantalla anterior
- ir al menú de inicio

Para crear una nueva característica:

- seleccionar el icono ➕,
- tocar el campo de selección del nombre.

Introducir el nombre con el teclado táctil (al mantener pulsado algunos botones hace que aparecen los caracteres polacos).

Funciones de iconos

- rechazar los cambios y volver al paso (3)
- aceptar los cambios e ir al paso (5)

5

Descripción de los iconos de función

Bueno – aceptación del nombre

Cancelar – cancelar la acción

6

- Activar la característica creada .
- Icono In agregar la corriente nominal de seguridad.
- Al editar los datos de protección, proceder como se describe en los pasos (3)(4)(5).

7

- Seleccionar cualquier elemento en la fila para activar la fila con datos.
- Se activarán los iconos In In.

8

Al seleccionar In están disponibles las opciones:

⇒ **parámetro K** – ajuste de multiplicidad de la corriente nominal de seguridad (parámetro de característica de tiempo y corriente).

⇒ **llena la línea** – copiar el valor K para la fila selecciona,

⇒ **llenar la mesa** – completar el valor de K para todos los registros.

- Tocar el campo de edición del parámetro K.
- Introducir el valor del parámetro tal como se describe en el paso (4).

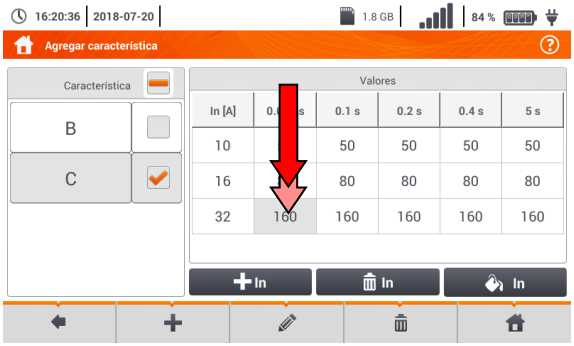
Descripción de los iconos de función
Bueno – aceptar la elección
Cancelar – cancelar los cambios

9

Se le pedirá que confirme la selección.

Descripción de los iconos de función
Sí – aceptar la elección
No – rechazar cambios

10



Para cambiar el contenido de la célula seleccionada, tocarla **dos veces**.

11

Aparecerá el teclado en la pantalla. Eliminar la entrada existente e introducir la deseada.

Funciones de iconos

- rechazar los cambios y volver al menú de agregar características
- aceptar los cambios y volver al menú de agregar características

12

Seleccionar el icono , para volver al menú de Protección.

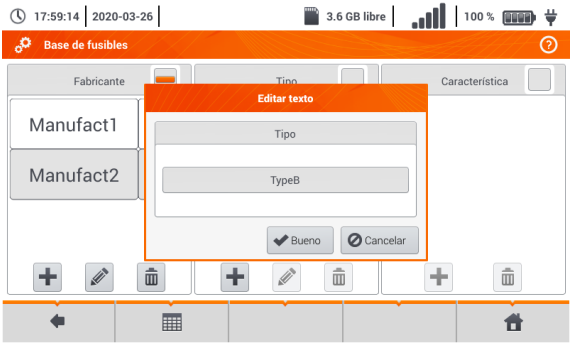
b. Agregar fusibles

Añadir el fabricante

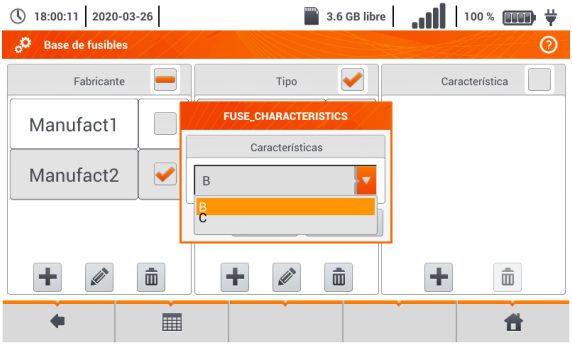
- En la columna **Fabricante** seleccionar el icono ➕.
- Tocar el campo para introducir el nombre.
- Introducir el nombre con el teclado táctil (al mantener pulsado algunos botones aparecen los caracteres polacos).

Funciones de iconos

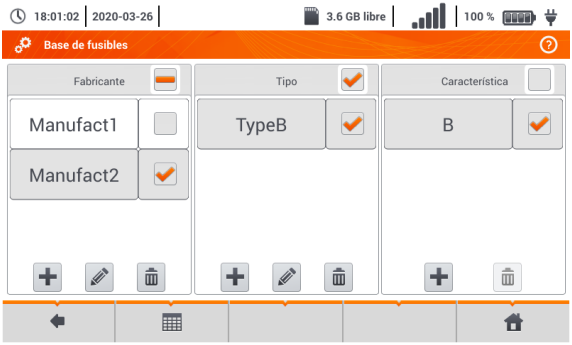
- rechazar los cambios
- aceptar los cambios e ir al paso (2)



- Marcar el fabricante.
- En la columna **Tipo** seleccionar ➕.
- Introducir el tipo de protección como se describe en el paso ①.



- Seleccionar el tipo de protección, en el que será introducida la característica.
- En la columna **Característica** seleccionar ➕.
- Seleccionar la característica deseada de la lista.



<u>Descripción de los iconos de función</u>

- registro inactivo
- registro activo
- ➕ agregar un nuevo récord
- editar el nombre del registro activo
- eliminar el registro activo
- volver a la pantalla anterior
- volver a la pantalla de inicio

2.3 Comunicación

2.3.1 Comunicación a través de USB

El puerto USB tipo B incorporado en el medidor se utiliza para conectar el medidor a un ordenador para datos descargar los datos almacenados en su memoria. Los datos se pueden descargar y leer utilizando el software proporcionado por el fabricante.

- **Sonel Reader** – un programa para descargar los datos guardados en la memoria del medidor. También permite la transferencia de datos a un PC, guardar en los formatos populares e imprimir.
- **Sonel Reports PLUS** – un programa para la creación de documentación después de las pruebas de instalación eléctrica. El software se comunica con los medidores de Sonel, descarga los datos de la memoria del equipo y crea la documentación necesaria

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

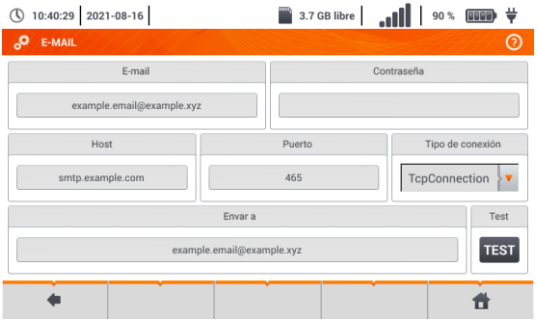
1. Conectar el cable al puerto USB del ordenador y al puerto USB tipo B en el medidor.
2. Iniciar el programa.

Las versiones actuales del software se pueden encontrar en la página web del fabricante en la pestaña **Descargar**.

2.3.2 Conexión con la red Wi-Fi

1. Ir a la sección **Ajustes** ► **Configuración de comunicación** ► **Wi-Fi**.
2. Activar Wi-Fi (el icono de estado de Wi-Fi debería aparecer en la barra superior).
3. Seleccionar una red con acceso a Internet de la lista. Hacer doble clic en ella y, si la red está protegida, introducir la contraseña. Para cerrar sesión en la red, también hacer doble clic en ella.
4. Seleccionar **Ok** y comprobar si el medidor se ha conectado a la red. El icono de estado de Wi-Fi indicará la intensidad de la señal.

2.3.3 Ajustes del correo electrónico



- Ir a la sección **Ajustes** ► **Configuración de comunicación** ► **E-mail**.
- Completar los campos en la pantalla:
  - parámetros de la bandeja de salida,
  - dirección de buzón de destino.
- Pulsar **TEST** para enviar un correo electrónico de prueba.

La función funciona con proveedores de correo electrónico seleccionados. La lista de proveedores está disponible en el sitio web del fabricante.

2.4 Actualización del software

¡ATENCIÓN!
- Cargue las baterías antes de actualizar el software.
- No apague el medidor durante la actualización.

2.4.1 Actualización a través de USB

1. Descargar el archivo de actualización desde el sitio web del fabricante.
2. Grabar el archivo en el USB. La memoria debe tener los archivos en el formato FAT32.
3. Seleccione **Ajustes ► Actualizar auditor** para ir al menú de actualización.
4.

   - Insertar el USB al puerto USB tipo A en el medidor. Aparecerá la pantalla de información.
   - Para iniciar el proceso de actualización, seleccionar **OK** en la ventana de información.

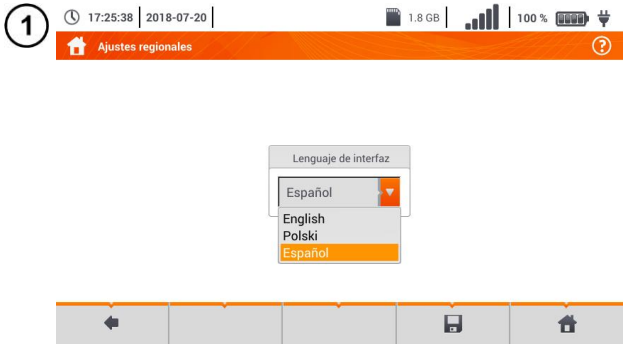
Alternativamente, se puede pulsar el botón **Actualización a través de Wi-Fi**. En es caso hay que seguir **la sección 2.4.2**.

2.4.2 Actualización a través de Wi-Fi

1. Conectarse con la red Wi-Fi de acuerdo **la sección 2.3.2**.
2. Seleccionar uno de los siguientes.
   - Pasar a **Ajustes ► Actualización de software** y seleccionar **Actualización a través de Wi-Fi**.
   - Reiniciar el medidor.
3. El aparato comprobará automáticamente si hay una actualización de software disponible. Si es así, se mostrará una ventana que le pedirá que acepte la actualización.
4. Para iniciar el proceso de actualización, seleccionar **Ok** en la ventana de información.

Las funciones de seguridad dentro de algunas redes pueden hacer que el medidor no se conecte al servidor de actualización del fabricante; entonces se mostrará el mensaje **No se puede actualizar el Wi-Fi…**

2.5 Seleccionar idioma



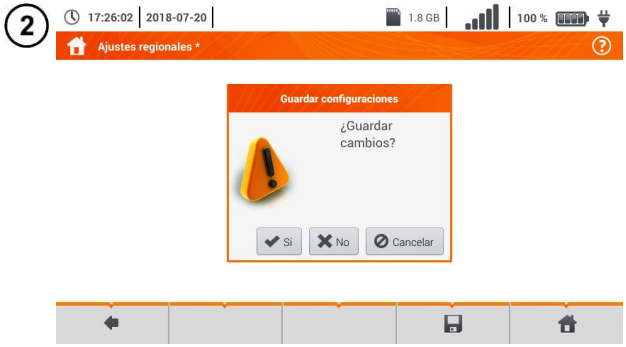
- Seleccione **Ajustes ► Seleccionar idioma** para ir al menú de selección de idioma.
- Desplegar la lista de idiomas para elegir.
- Seleccionar el idioma deseado.

Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior (se le puede pedir guardar o cancelar el cambio)

guardar los cambios

volver a la pantalla de inicio



Si no se han guardado los cambios y se ha seleccionado el icono de volver a la pantalla anterior, se le pedirá que confirme la selección.

Descripción de los iconos de función

Sí – aceptar la elección
No – rechazar la selección
Cancelar – cancelar la acción

2.6 Información del Auditor

En el menú principal, seleccionar **Información del Auditor**.

El menú contiene información sobre el fabricante y el medidor.

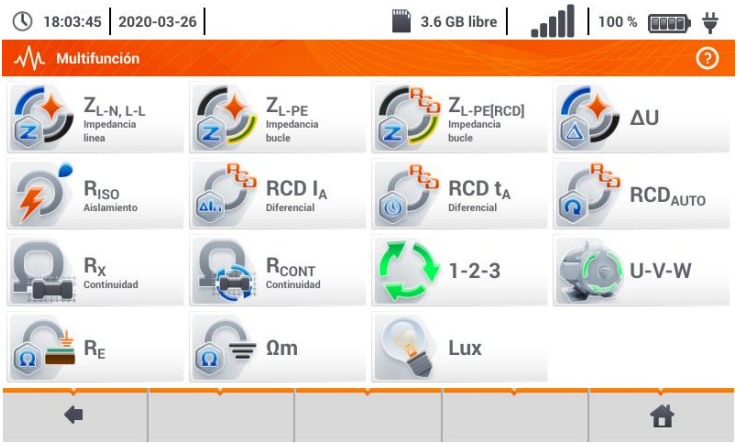
Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior (se le puede pedir guardar o cancelar el cambio)

mostrar información detallada

volver a la pantalla de inicio

3 Mediciones



En el menú **Multifunción** están disponibles en las siguientes pruebas:

- impedancia del bucle de cortocircuito ($\mathbf{Z_{L\text{-}N,\ L\text{-}L}}$, $\mathbf{Z_{L\text{-}PE}}$, $\mathbf{Z_{L\text{-}PE[RCD]}}$ con el interruptor diferencial RCD),
- caída de voltaje **ΔU**,
- resistencia de aislamiento $\mathbf{R_{ISO}}$,
- la eficacia del interruptor diferencial (corriente de disparo del **RCD** $\mathbf{I_A}$, el tiempo de disparo del **RCD** $\mathbf{t_A}$ y mediciones automáticas),
- resistencia $\mathbf{R_X}$,
- continuidad de conexiones $\mathbf{R_{CONT}}$,
- orden de las fases **1-2-3**,
- dirección de rotación del motor **U-V-W**,
- resistencia de la toma de tierra $\mathbf{R_E}$,
- resistividad del suelo **Ωm**,
- intensidad de iluminación **Lux**.

ADVERTENCIA

Durante la medición (bucle de cortocircuito, RCD) está prohibido tocar los elementos conductores accesibles y ajenos en la instalación examinada.

- Se recomienda leer atentamente esta sección. Contiene la descripción de los **sistemas de medición**,**modos de realizar mediciones y principios básicos de la interpretación de resultados**.
- A la hora de realizar mediciones más largas es visualizada la barra de progreso.
- El resultado de la última medición se muestra hasta que:
  - se inicie la siguiente medición,
  - se cambien los parámetros de medición,
  - se cambie la función de medición,
  - se apague el medidor.
- La última medición se puede visualizar con el icono .

3.1 Diagnóstico realizado por el medidor - límites

El medidor es capaz de evaluar si el resultado de la medición está dentro de los límites aceptables para el dispositivo de seguridad o está en el límite. Para este fin se puede establecer el límite, es decir, un valor que no se debe exceder. Esto es posible para todas las funciones de medición excepto:

- las mediciones RCD (I_A, t_A) para las que los límites están permanentemente activados,
- las mediciones de impedancia del bucle de cortocircuito, donde el límite se determina indirectamente mediante la selección de seguridad de sobrecorriente que ya tiene establecido el límite estándar,
- registrador.

Para la medición de la resistencia de aislamiento y la iluminación, el límite es el valor **mínimo**. Para la medición de la impedancia del bucle de cortocircuito, la resistencia de la toma de tierra y la resistencia de los conductores de protección y las conexiones compensatorias es el valor **máximo**.

Los límites se establecen en el menú de medición. Después de cada medición, el medidor muestra los símbolos:

- el resultado está dentro de los límites establecidos,
- el resultado está fuera de los límites establecidos,
- imposibilidad de evaluar la corrección del resultado. Este símbolo se muestra, entre otros, cunado todavía no hay resultado, durante la medición o si todavía no se ha hecho ninguna medición.

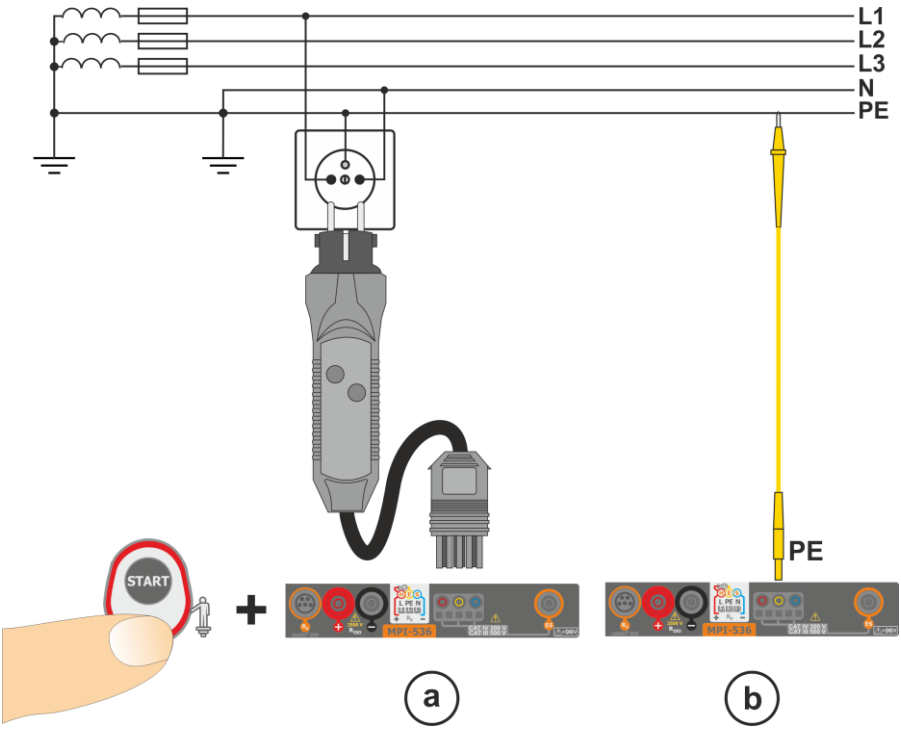
El modo de establecer los límites se describe en los capítulos sobre los datos de medición.

3.2 Medición de la tensión alterna y de la frecuencia

El medidor mide y muestra la tensión alterna y la frecuencia de la red en las funciones de medición seleccionadas según la siguiente tabla.

Función de medición	U	f
Z_{L-N}	•	•
Z_{L-PE}	•	•
$Z_{L-PE[RCD]}$	•	•
R_{ISO}	•	
RCD I_A	•	•
RCD t_A	•	•
R_x		
R_{CONT}		
Orden de las fases	•	
Rotación del motor	•	
Resistencia de la toma de tierra R_E	•	
Resistividad del suelo	•	
Intensidad de la iluminación		

3.3 Comprobación de la realización correcta de conexiones del cable de seguridad



Después de conectar el medidor, como se muestra en la Figura, se debe tocar el electrodo de contacto y esperar
aprox. **1 s**. Si se determina la corriente en el conductor PE, el dispositivo:

- mostrará el mensaje **PE!** (error en la instalación, el conductor PE conectado al conductor de fase) y
- generará el tono continuo.

Esta opción es disponible para todas las funciones de medición relativos a los interruptores RCD y al bucle de cortocircuito **a excepción de la medición $Z_{L-N, L-L}$**.

ADVERTENCIA

Una vez confirmada la presencia de la tensión fásica en el cable de seguridad PE, inmediatamente se deben parar mediciones y eliminar el error en la instalación.

- Asegurarse de estar sobre el suelo desnudo durante la medición. El suelo aislante puede causar un resultado incorrecto de la prueba.
- Si la tensión en el conductor PE supera el valor límite (aprox. 50 V), el medidor indicará este hecho.
- Si en la **sección 2.2.1** paso (1) se selecciona la red IT, el electrodo de contacto está **inactivo**.

3.4 *Parámetros del bucle de cortocircuito*

¡ATENCIÓN!

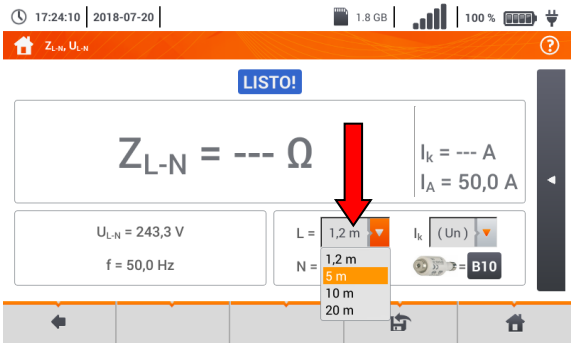
- Si en la red estudiada hay interruptores diferenciales, entonces durante la medición de impedancia se los deben eliminar haciendo puentes (desvíos). Sin embargo, se debe recordar que de esta manera se introducen alternaciones en el circuito medido y los resultados pueden diferir ligeramente de los reales.
- Cada vez tras realizar las mediciones se deben eliminar las alternaciones hechas en la instalación para la medición y comprobar el funcionamiento del interruptor diferencial.
- **Esta observación no se aplica** a las mediciones de la impedancia del bucle empleando la función **$Z_{L-PE\ [RCD]}$**.
- Las mediciones de impedancia del bucle de cortocircuito detrás **de los inversores** son ineficaces y los resultados no son fiables. Esto se debe a la inestabilidad de la impedancia interna del inversor durante su funcionamiento. No medir la impedancia del bucle de cortocircuito directamente detrás del inversor.

3.4.1 Configuración de mediciones

1

Seleccionar **$Z_{L-N,\ L-L}$**, **Z_{L-PE}** o **$Z_{L-PE[RCD]}$**.

2

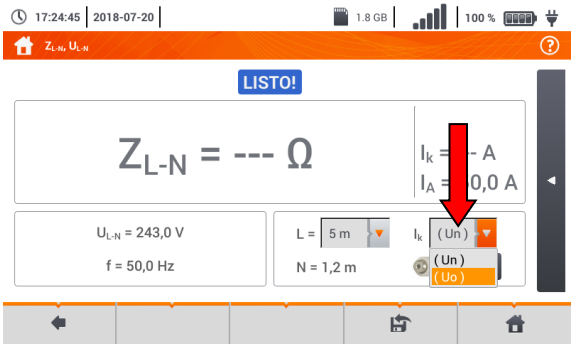


La exactitud de medición depende de la colocación correcta de longitud de los cables de medición.

Si al medidor **no se conecta el adaptador tipo WS**, en el menú están disponibles las longitudes estándar de los cables de medición del fabricante.

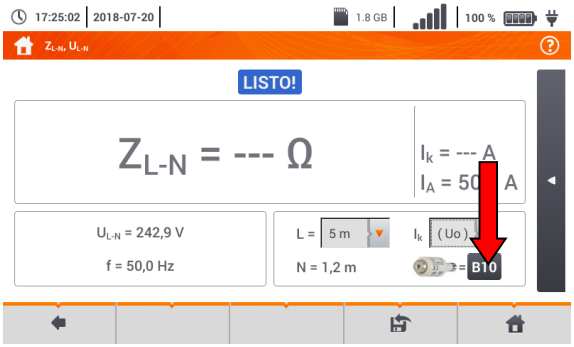
- En este caso, tocar el campo de la lista desplegable.
- Seleccionar la longitud de cable deseada.

3



La corriente de cortocircuito esperada **I_k** se puede calcular sobre la base de uno de dos valores:
⇒ tensión nominal de la red **U_n**,
⇒ tensión medida por el medidor **U_0**.
El significado físico del parámetro se muestra en **sección 3.4.5**.

- Tocar el campo de la lista desplegable.
- Seleccionar el valor deseado.



El resultado de medición se puede comparar con el criterio de la impedancia permitida del bucle de cortocircuito $\mathbf{Z_{sdop}}$, determinada sobre la base de parámetros de protección del circuito medido:
⇒ características,
⇒ corriente nominal.

- Tocar el campo con el tipo de protección.

Opciones

- **Fabricante**

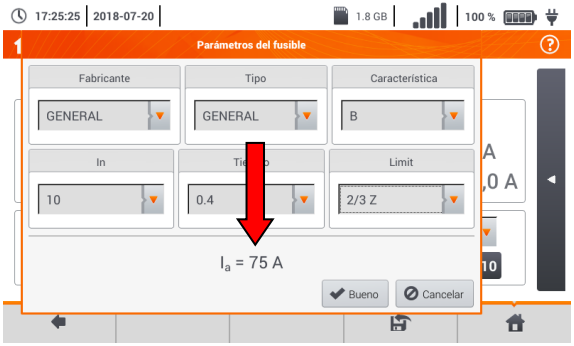
⇒ GENERAL - no hay un fabricante específico
⇒ fabricantes definidos en la memoria del medidor (**sección 2.2.2**)

- **Tipo**

⇒ GENERAL - no hay un tipo específico
⇒ tipos definidos en la memoria del medidor (**sección 2.2.2**)

- **Características de tiempo y corriente**
- **Corriente nominal I_N**
- **Tiempo de disparo permitido**
- **Límite** – el límite resultante de la norma EN 60364-6

⇒ **- - - -** – I_a es como en las tablas de la norma - sin corrección
⇒ **2/3 Z** – I_a incrementa por el valor de $0{,}5I_a$

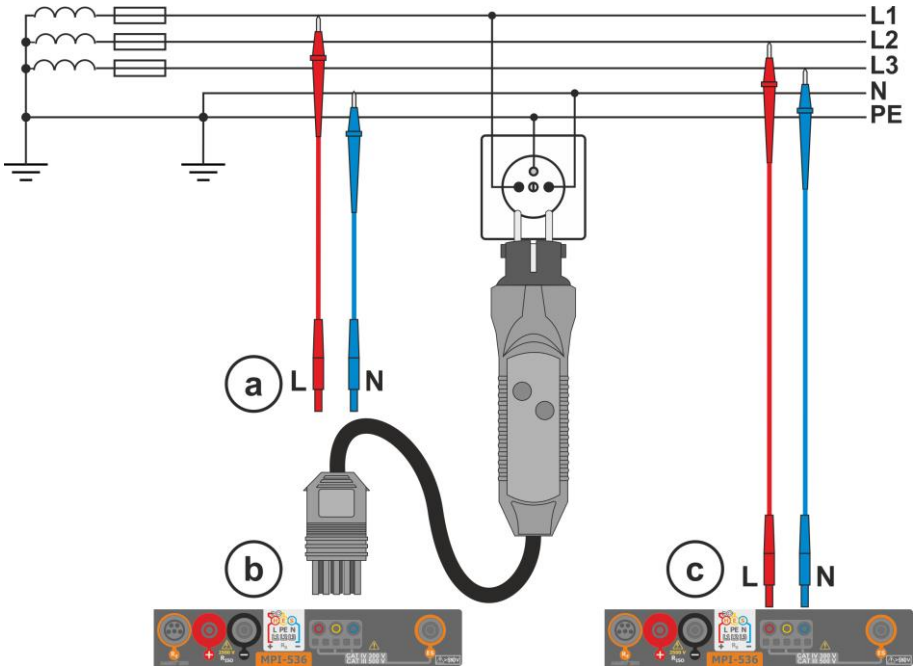


Después de ajustar los parámetros en los pasos (6) (7) se calcula la corriente.
I_a – corriente que proporciona la activación automática del dispositivo de protección en el tiempo requerido.

Descripción de los iconos de función
Bueno – aceptación de ajustes de protección
Cancelar – cancelar la acción

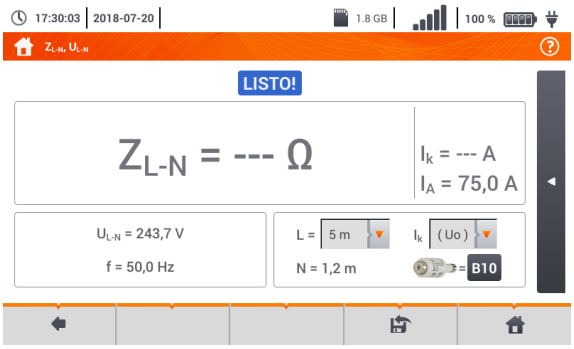
3.4.2 Prámetros del bucle de cortocircuito en el circuito L-N y L-L

1 Conectar los cables de medición según la figura:
(a) o (b) para la medición en el circuito L-N,
(c) para la medición en el circuito L-L.



2

Seleccionar **$Z_{L-N,\ L-L}$**.

3 

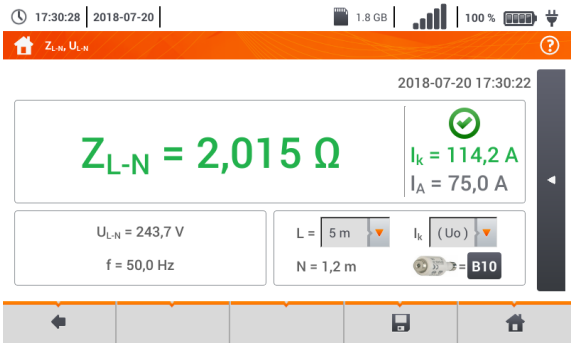
Se mostrará la pantalla de medición.

Lecturas actuales
U_{L-N} – tensión actual entre el conductor de fase y neutro
f – frecuencia actual en el objeto medido

4 Introducir los ajustes de medición de acuerdo a la sección **3.4.1**.

(5)

Para medir, presionar **START**.

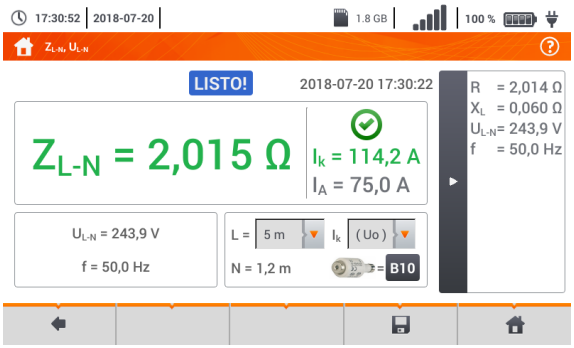
(6) 

Leer el resultado.

Z_{L-N} – resultado principal
I_k – la corriente de cortocircuito esperada y la señalización cumplen con el criterio del bucle permitido (**sección 3.4.1**, paso (6)):
- cumple
- no cumple
- no se puede evaluar

I_A – la corriente que proporciona la activación automática del dispositivo de protección en el tiempo requerido

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

(7) 

R – resistencia del circuito medido
X_L – reactancia del circuito medido
U_{L-N} – tensión respecto al conductor neutro
f – frecuencia

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

(8) Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- Realizar gran cantidad de mediciones en cortos períodos de tiempo hace que en el medidor se pueden emitir grandes cantidades de calor. Por lo tanto, la carcasa del dispositivo se puede calentar. Es un fenómeno **normal.** Además, el medidor está protegido contra la temperatura demasiado alta.
- Después de unas 15 mediciones consecutivas del bucle de cortocircuito se debe esperar hasta que el dispositivo se enfríe. Esta limitación se debe a la medición con mucha corriente y multifuncionalidad del medidor.
- El **intervalo** mínimo entre las siguientes mediciones es de **5 segundos**. El mensaje mostrado LISTO! indica la posibilidad de realizar siguiente medición. El medidor no permite la medición hasta que se muestre este mensaje.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
L-N!	Tensión U_{L-N} incorrecta para hacer la medición.
L-PE!	Tensión U_{L-PE} incorrecta para hacer la medición.
N-PE!	Tensión U_{N-PE} supera el valor permitido de 50 V.
L ⇔ N	Fase conectada al borne N en vez del L (p. ej. cambio de L y N en la toma de corriente).
TEMPERATURA!	Fue excedida la temperatura admisible en el interior del medidor.
f!	Frecuencia de la red fuera del rango 45 Hz...65 Hz.
ERROR!	Error durante la medición. Es imposible visualizar el resultado correcto.
Fallo del circuito de cortocircuito	El medidor debe ser llevado al servicio de reparación.
U>500V! y el tono continuo	La tensión en los bornes de medición antes de hacer la medición supera 500 V.
TENSIÓN!	La tensión en el objeto examinado no está dentro del rango correspondiente a la tensión nominal de la red U_n (**sección 2.2.1** paso (1)).
LÍMITE!	La esperada corriente de cortocircuito es demasiado baja I_k para la protección establecida y el tiempo de su duración.

3.4.3 Parámetros del bucle de cortocircuito en el circuito L-PE

(1) Conectar los cables de medición según la **Fig. 3.1** o **Fig. 3.2**.

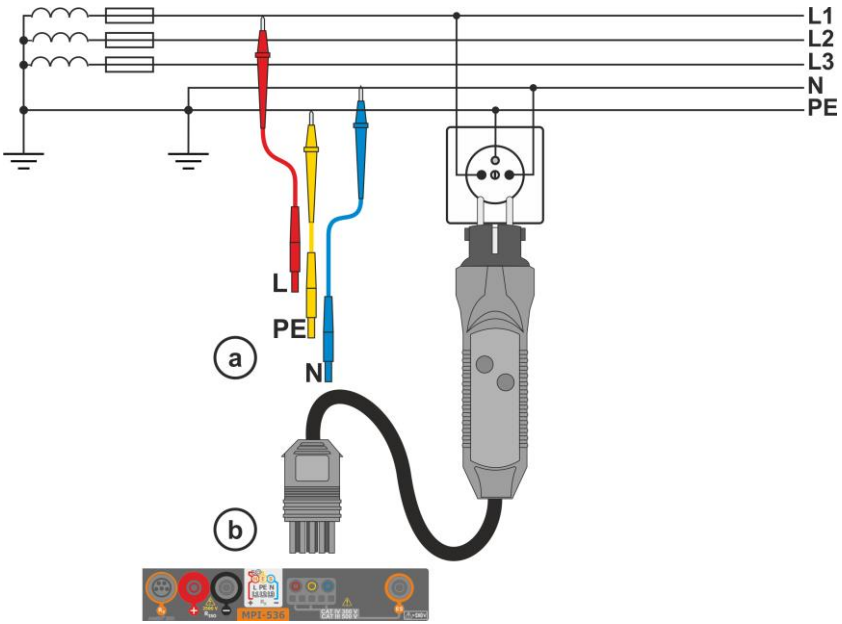


Fig. 3.1 Medición en el circuito L-PE

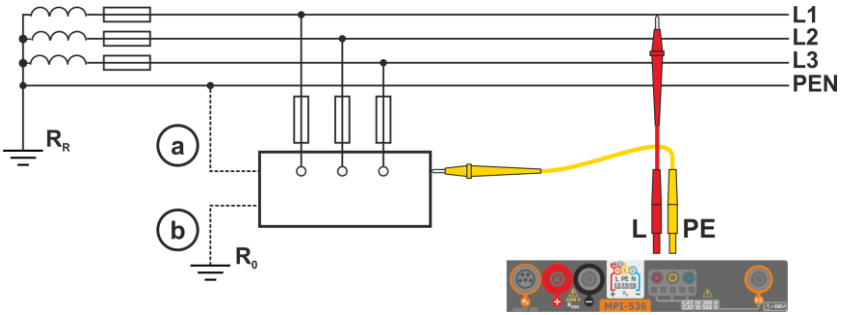
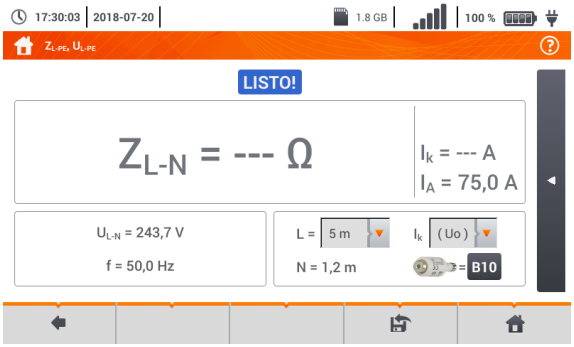


Fig. 3.2 Comprobación de la eficacia de protección contra incendios de la carcasa del dispositivo en caso de: (a) la red TN o (b) la red TT

(2)

Seleccionar **Z_{L-PE}**.

3



Se mostrará la pantalla de medición.

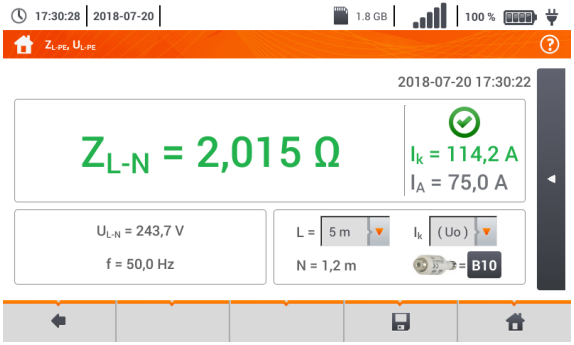
Lecturas actuales
U_{L-PE} – la tensión actual entre el conductor de fase y de protección
f – la frecuencia actual en el objeto medido

4 Introducir los ajustes de medición de acuerdo a la **sección 3.4.1**.

5

Para medir, presionar el botón **START**.

6



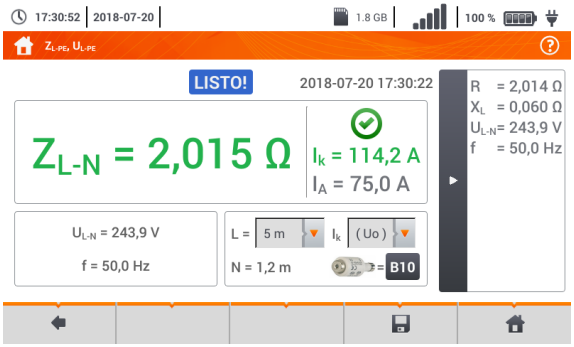
Leer el resultado.

Z_{L-PE} – resultado principal
I_k – la corriente de cortocircuito esperada y la señalización cumplen con el criterio del bucle permitido (**sección 3.4.1**, paso 6):
- cumple
- no cumple
- no se puede evaluar

I_a – la corriente que proporciona la activación automática del dispositivo de protección en el tiempo requerido

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

7



R – resistencia del circuito medido
X_L – reactancia del circuito medido
U_{L-N} – tensión respecto al conductor de protección
f – frecuencia

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

8 Con el icono 💾 guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono 🖫.

- La medición con dos cables está disponible para el adaptador UNI-Schuko.
- Realizar gran cantidad de mediciones en cortos períodos de tiempo hace que en el medidor se pueden emitir grandes cantidades de calor. Por lo tanto, la carcasa del dispositivo se puede calentar. Es un fenómeno **normal.** Además, el medidor está protegido contra la temperatura demasiado alta.
- Después de unas 15 mediciones consecutivas del bucle de cortocircuito se debe esperar hasta que el dispositivo se enfríe. Esta limitación se debe a la medición con mucha corriente y multifuncionalidad del medidor.
- El **intervalo** mínimo entre las siguientes mediciones es de **5 segundos**. El mensaje mostrado LISTO! indica la posibilidad de realizar siguiente medición. El medidor no permite la medición hasta que se muestre este mensaje.

3.4.4 Impedancia del bucle de cortocircuito en el circuito L-PE asegurado con el interruptor RCD

1 Conectar los cables de medición según la **Fig. 3.3**,**Fig. 3.4** o **Fig. 3.5**.

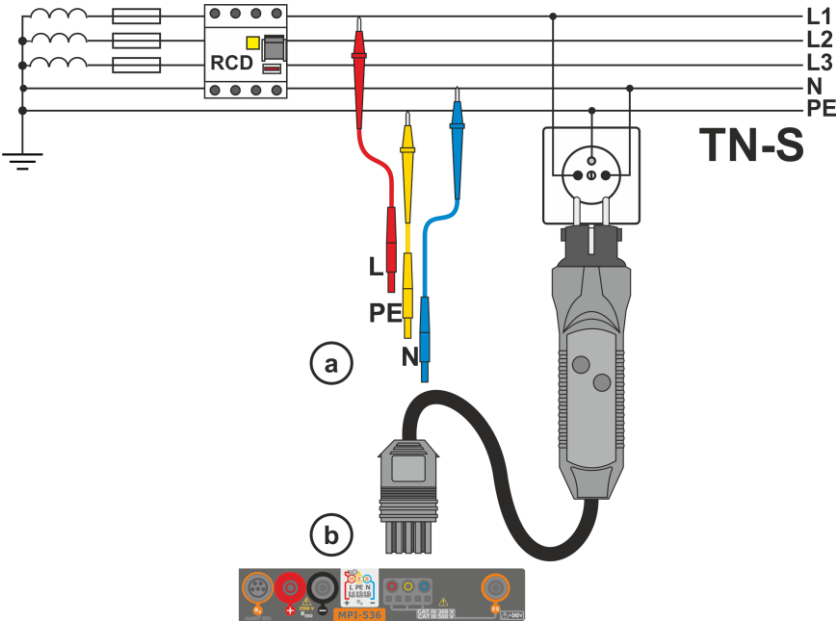


Fig. 3.3 Medición en el sistema TN-S

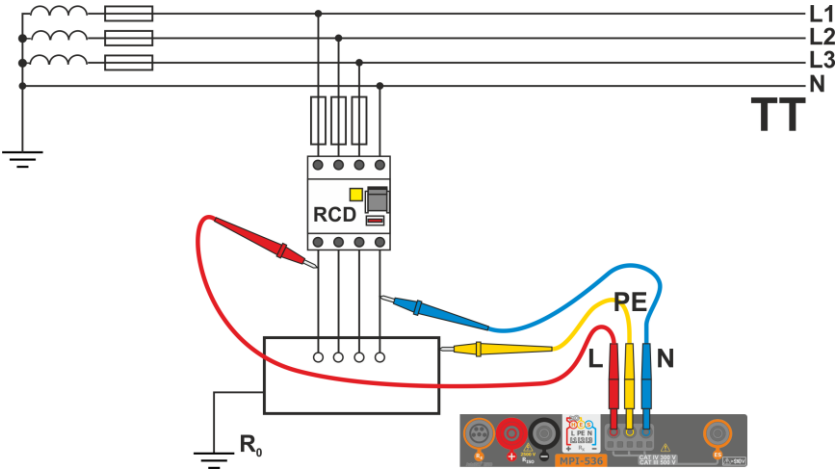


Fig. 3.4 Medición en el sistema TT

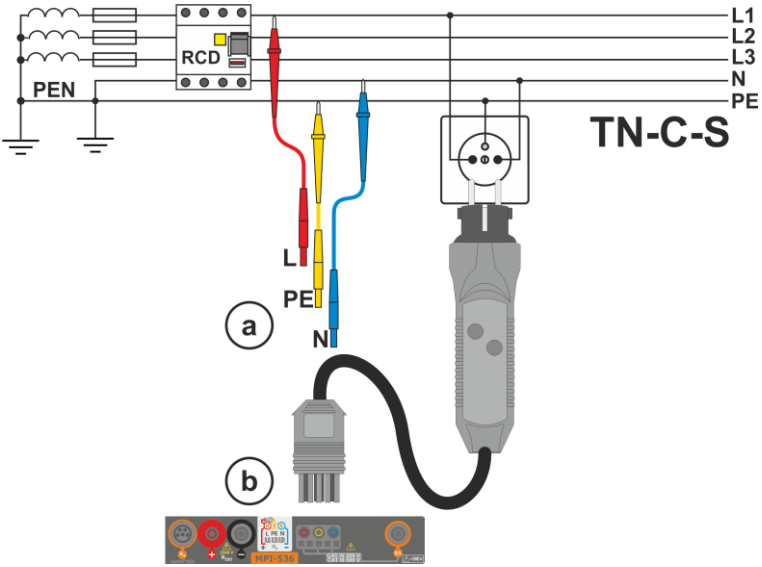
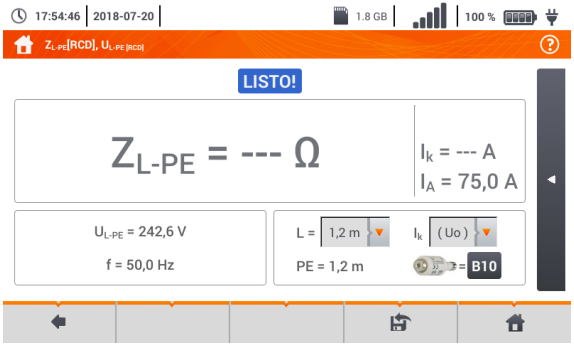


Fig. 3.5 Medición en el sistema TN-C-S

2

Seleccionar **$Z_{L-PE[RCD]}$**.

3 

Se mostrará la pantalla de medición.

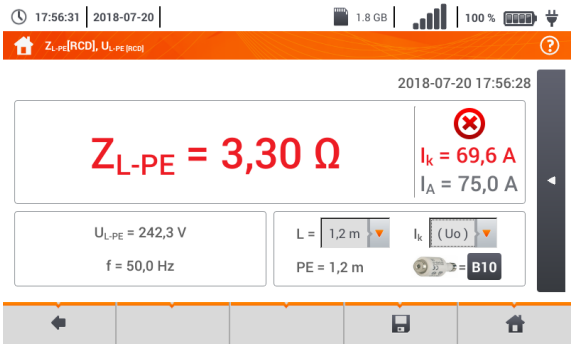
Lecturas actuales
U_{L-PE} – la tensión actual entre el conductor de fase y de protección
f – frecuencia actual en el objeto medido

4 Introducir los ajustes de medición de acuerdo a la **sección 3.4.1**.

5

Para medir, presionar el botón **START**.

6



Leer el resultado.

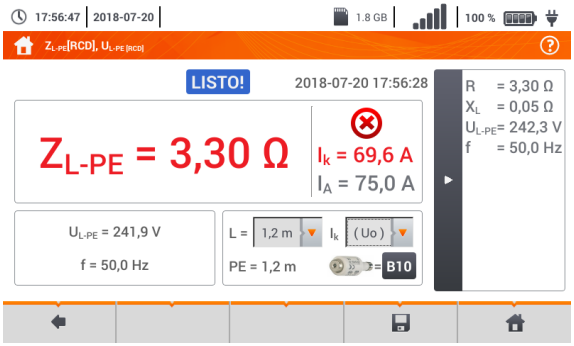
Z_{L-PE} – resultado principal
I_k – la corriente de cortocircuito esperada y la señalización cumplen con el criterio del bucle permitido (**sección 3.4.1**, paso 6):

- cumple
- no cumple
- no se puede evaluar

I_a – la corriente que proporciona la activación automática del dispositivo de protección en el tiempo requerido

Después de seleccionar la barra en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

7



R – resistencia del circuito medido
X_L – reactancia del circuito medido
U_{L-N} – tensión respecto al conductor de protección
f – frecuencia

Al seleccionar la barra se esconde el menú.

8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- El tiempo máximo de medición es de unos segundos. Se puede detener la medición pulsando el botón .
- En las instalaciones en las que se emplearon los interruptores diferenciales de la corriente nominal de 30 mA es posible que la suma de las corrientes de fuga de la instalación y de la corriente de medición causa la desactivación del RCD. Entonces se debe intentar disminuir la corriente de fuga de la red estudiada (p.ej. desconectando los receptores de energía).
- Esta función se activa para interruptores diferenciales de la corriente nominal de ≥ 30 mA.
- Realizar gran cantidad de mediciones en cortos períodos de tiempo hace que en el medidor se pueden emitir grandes cantidades de calor. Por lo tanto, la carcasa del dispositivo se puede calentar. Es un fenómeno **normal.** Además, el medidor está protegido contra la temperatura demasiado alta.
- Después de unas 15 mediciones consecutivas del bucle de cortocircuito se debe esperar hasta que el dispositivo se enfríe. Esta limitación se debe a la medición con mucha corriente y multifuncionalidad del medidor.
- El **intervalo** mínimo entre las siguientes mediciones es de **5 segundos**. El mensaje mostrado LISTO! indica la posibilidad de realizar siguiente medición. El medidor no permite la medición hasta que se muestre este mensaje.

3.4.5 Corriente de cortocircuito esperada

El medidor siempre mide la impedancia del bucle de cortocircuito Z_S, y la corriente de cortocircuito visualizada se calcula según la fórmula:

$$I_k = \frac{U}{Z_s}$$

donde:
Z_S – impedancia medida,
U – la tensión depende de ajustes de la tensión nominal de la red U_n (**sección 3.4.1** punto (4)):

$I_k(U_n)$	$U = U_n$
$I_k(U_0)$	$U = U_0$ para $U_0 < U_n$
	$U = U_n$ para $U_0 \geq U_n$

donde:
U_n – tensión nominal de la red,
U_0 – tensión medida por el medidor.

A base de la tensión nominal seleccionada U_n (**sección 2.2.1**) el medidor reconoce automáticamente la medición para la tensión fásica o entre las fases y la tiene en cuenta durante el cálculo.

Si la tensión medida de la red está fuera del rango de tolerancia, el medidor no es capaz de determinar la tensión nominal apropiada para calcular la corriente de cortocircuito. En este caso, en lugar de visualizar el valor de la corriente de cortocircuito se visualiza la lectura **– – –**. En la **Fig. 3.6** se presentan los rangos de tensión para los cuales se calcula la corriente de cortocircuito.

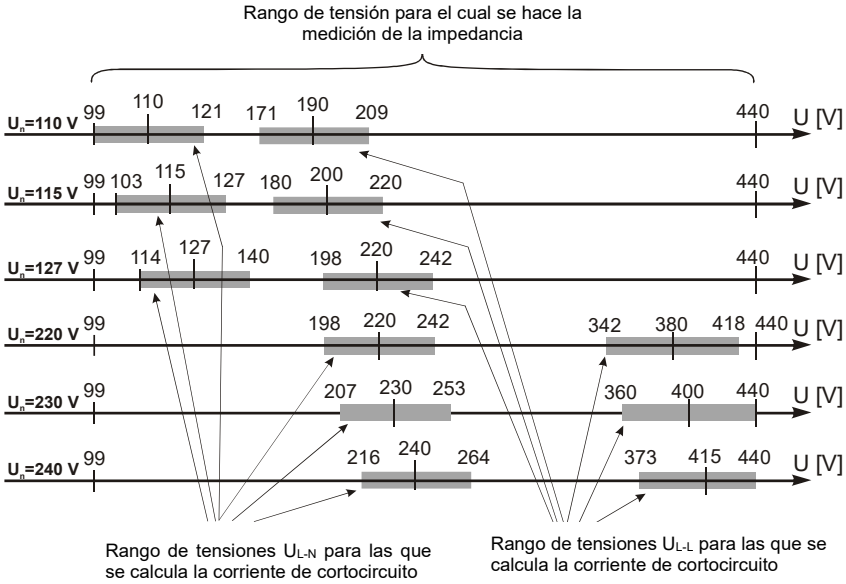


Fig. 3.6 Rangos de tensión de medición

3.4.6 Impedancia del bucle de cortocircuito en las redes IT

Antes de hacer las mediciones en el menú **Ajustes de medición** se debe seleccionar el tipo de medición apropiado de la red (**sección 2.2.1**).

¡ATENCIÓN!

- Después de seleccionar la red tipo IT, la función del electrodo de tacto está **inactiva**.
- En caso de intentar medir $\mathbf{Z_{L\text{-}PE}}$ y $\mathbf{Z_{L\text{-}PE[RCD]}}$ aparecerá un mensaje sobre la imposibilidad de realizar la medición.

La forma de conectar el dispositivo a la instalación que se muestra en la **Fig. 3.7**.

La forma en la que se deben realizar las mediciones del bucle de cortocircuito se describe en la **sección 3.4.2**.
Rango de tensiones de trabajo: **95 V … 440 V**.

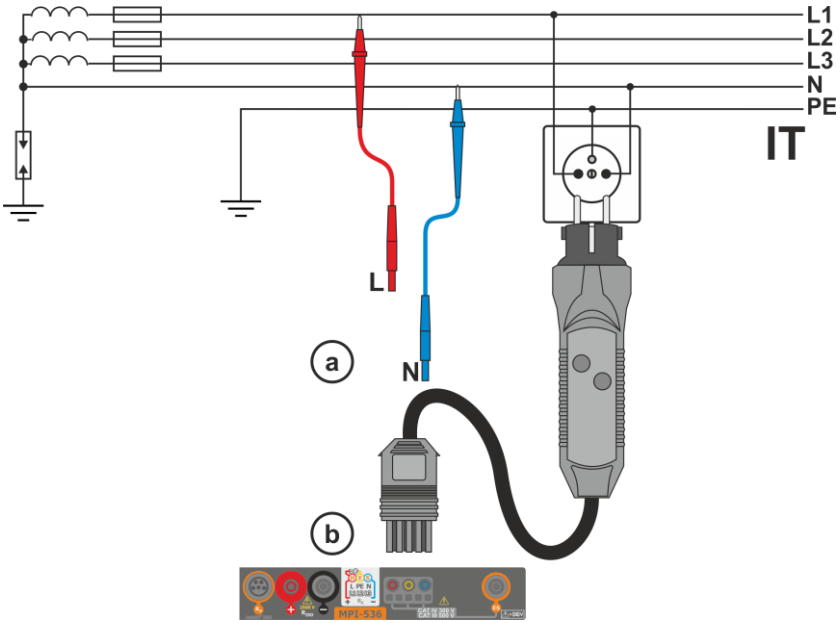
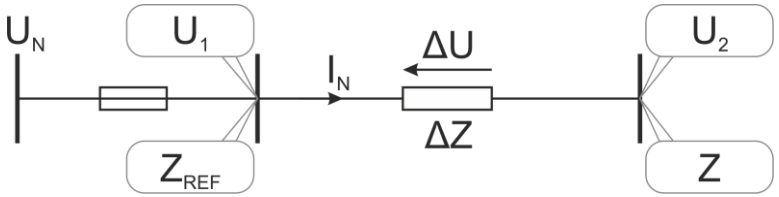


Fig. 3.7 Medición en el sistema IT

3.5 Caída de voltaje

Esta función determina la caída de tensión entre dos puntos de la red examinada, seleccionados por el usuario. El examen se basa en la medición de la impedancia del bucle de cortocircuito L-N en estos puntos. En una red estándar examinamos normalmente la caída de tensión entre la toma y el dispositivo de distribución (punto de referencia).

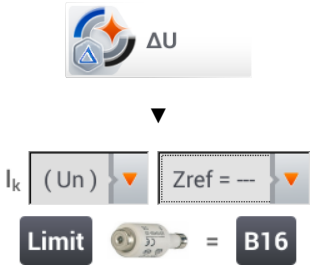


La caída de tensión se calcula según la fórmula:

$$\Delta U = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100\%$$

donde:
Z – la impedancia del bucle de cortocircuito en el punto de destino,
Z_{REF} – la impedancja del bucle de cortocircuito en el punto de referencia,
I_N – la corriente nominal de seguridad,
U_N – la tensión nominal de la red.

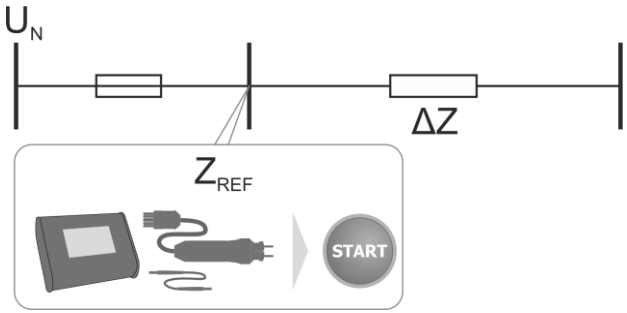
1



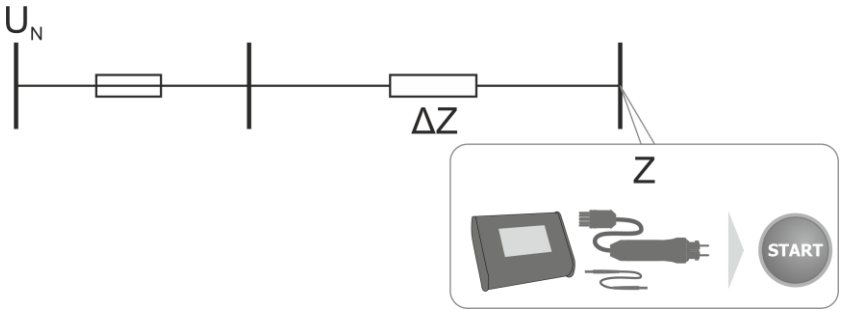
- Seleccionar la posición **ΔU**.
- Con en ajuste **Zref= ---** poner a cero la medición anterior, si todavía no lo ha hecho.
- Introducir el **límite** de la caída de tensión **ΔU_{MAX}**.
- Introducir el **tipo de seguridad** que protege el circuito examinado.

2

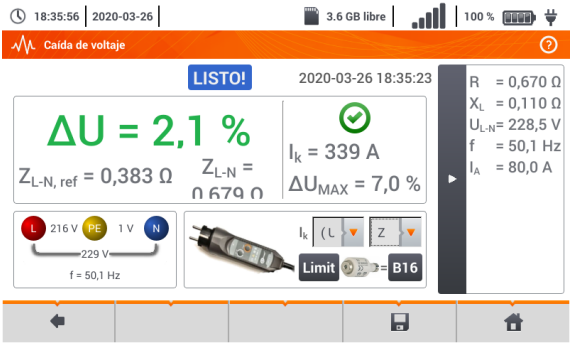
- Conectar el medidor al punto de referencia de la red examinada, como en la medición Z_{L-N}.
- Pulsar el botón **START**.



3 • Cambiar el ajuste de **Zref** a **Z**.
• Conectar el medidor al punto de destino, como en la medición Z_{L-N}.
• Pulsar el botón **START**.



4



Leer el resultado.

ΔU – el resultado principal y la señalización de cumplir con el **criterio $\Delta U_{MÁX}$**:

- color **verde**:
  $\Delta U \leq \Delta U_{MÁX}$
- color **rojo**:
  $\Delta U > \Delta U_{MÁX}$

I_k – la corriente de cortocircuito esperada

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará el menú con los resultados de medición adicionales.

R – resistencia del circuito medido
X_L – reactancia del circuito medido
U_{L-N} – la tensión respecto al conductor neutro
f – frecuencia
I_A – la corriente de disparo

Al seleccionar la barra ▶ se oculta el menú.

5 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

Si Z_{REF} es mayor que Z, entonces el medidor indica ΔU = 0%

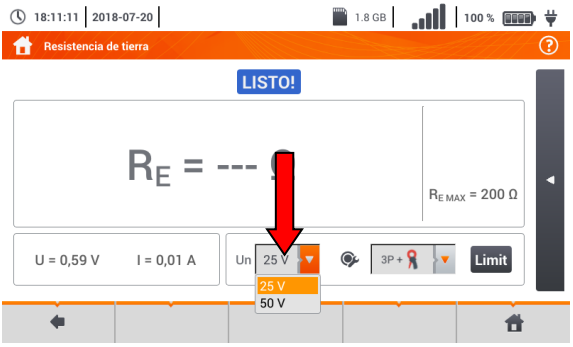
3.6 *Resistencia de la toma de tierra*

3.6.1 Ajustes de mediciones

1

Seleccionar **Resistencia de tierra R_E**.

2



Tocar el menú desplegable del parámetro **Un** (selección de tensión de medición).

Seleccionar de la lista la tensión de medición deseada.

3

Tocar el menú desplegable para seleccionar el método de medición.

<u>Métodos de medición disponibles</u>
⇒ de 3 polos
⇒ de 4 cables
⇒ de 3 polos + pinza de recepción
⇒ de 2 pinzas (pinza de transmisión + recepción)

4

Para establecer el límite de resistencia, seleccionar **Límit**.

- Seleccionar la unidad.
- Introducir el valor deseado del límite de resistencia:

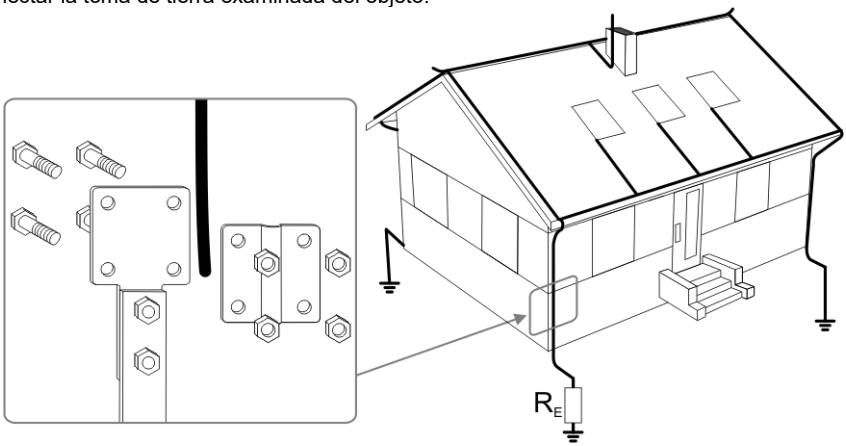
⇒ 0…1999 para Ω,
⇒ 0…2 para kΩ.

<u>Funciones de iconos</u>
rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior
aceptación de cambios

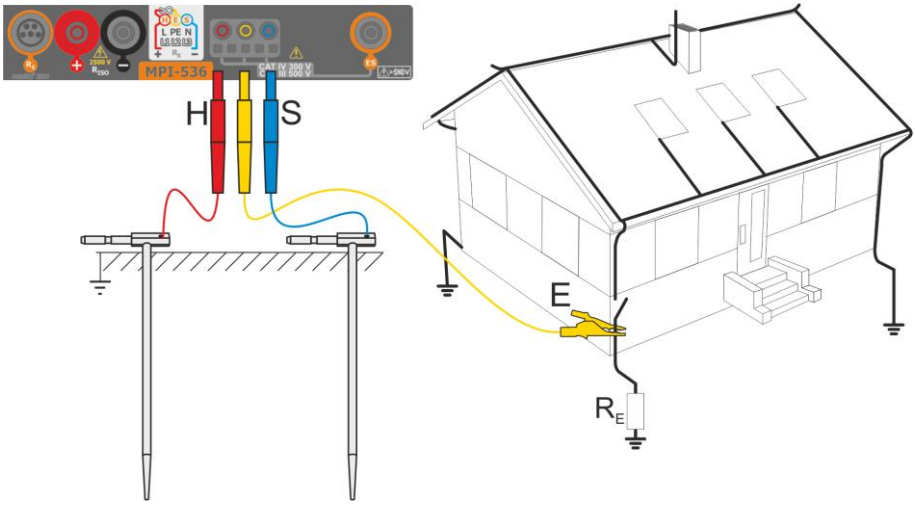
3.6.2 Medición de la resistencia de toma de tierra mediante el método de 3 polos (R_E3P)

El tipo básico de medición de la resistencia de puesta a tierra es la medición con el método de tres cables.

1. Desconectar la toma de tierra examinada del objeto.

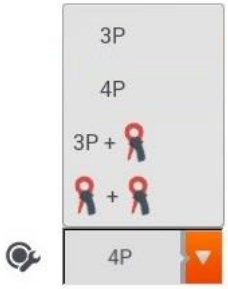


2.



- Clavar el electrodo de **corriente** en el suelo y conectarlo con la toma**H** del medidor.
- Clavar el electrodo de **tensión** en el suelo y conectarlo con la toma **S** del medidor.
- Conectar la toma de tierra examinada a la toma**E** del medidor.
- Se recomienda que la**toma de tierra** examinada y los electrodos **H** y **S** estén en una línea y a las distancias correspondientes de acuerdo con las normas de medición de toma de tierra.

3



- En el menú, seleccionar la opción **3P**.
- Seleccionar otros ajustes de acuerdo con la **sección 3.6.1**.

4

El medidor está listo para hacer la medición.

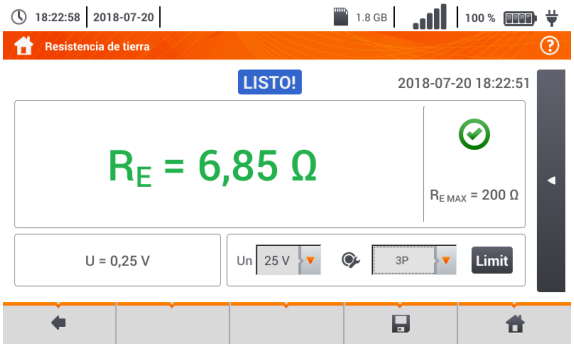
Lecturas actuales
U – tensión de interferencia que está actualmente en el objeto

Límites
$R_{E\ MAX}$ – límite de resistencia de toma de tierra establecido actualmente

5

Para iniciar la medición, presionar **START**.

6

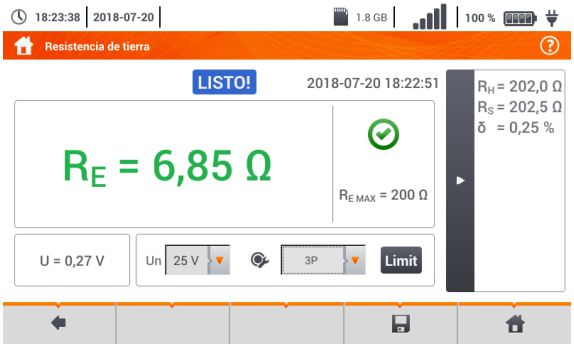


Leer el resultado.

Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.6.1** paso (6))
- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

(7)

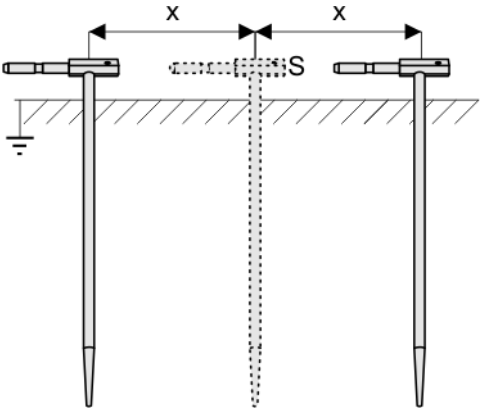


R_H - resistencia del electrodo de corriente
R_S - resistencia del electrodo de tensión
δ – incertidumbre adicional causada por la resistencia de electrodos

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

(8) Con el icono 💾 guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono 📂.

(9)



Repetir los pasos (2)(5)(6) para las dos ubicaciones adicionales del electrodo de tensión **S**:

- **alejada** a cierta distancia de la toma de tierra,
- **acercada** a la misma distancia a la toma de tierra medida.

Este procedimiento confirma que el electrodo **S** está clavado en el suelo de referencia. Si es así, **la diferencia de valores** R_E entre la medición de base y cada una adicional **no debe exceder** 3%.

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

ADVERTENCIA

- **La medición de la resistencia de la toma de tierra se puede realizar si la tensión de interferencias no supera 24 V. La tensión de interferencias se mide hasta 100 V.**
- **Por encima de 50 V se indica como peligrosa. Está prohibido conectar el medidor a tensiones superiores a 100 V.**

- Se recomienda que la **toma de tierra examinada** y los electrodos **H** y **S** estén alineados. Esto no siempre es posible debido a las diferentes condiciones del terreno. En el sitio web del fabricante y en la literatura profesional se describen los casos

específicos de distribución de sondas.

- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición : el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E **tendrá incertidumbre adicional**. En particular, la gran incertidumbre de la medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de la resistencia y las sondas tienen poco contacto con el suelo (tal situación a menudo ocurre cuando la toma de tierra está bien hecha, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces tanto la relación entre la resistencia de sondas y la resistencia de la toma de tierra examinada es muy grande y depende como la incertidumbre de medición **δ** también.
- Para reducir la incertidumbre de la medición **δ,** se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, por ejemplo a través de:
  - o mojar con agua el lugar de clavar la sonda,
  - o clavar la sonda en otro sitio
  - o usar la sonda de 80 cm.

  También se deben comprobar los cables, si:
  - o el aislamiento no está dañado
  - o contactos - cable - conector banana - sonda no están corroídos o tienen holgura.

  En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener en cuenta la incertidumbre que puede tener la medición.

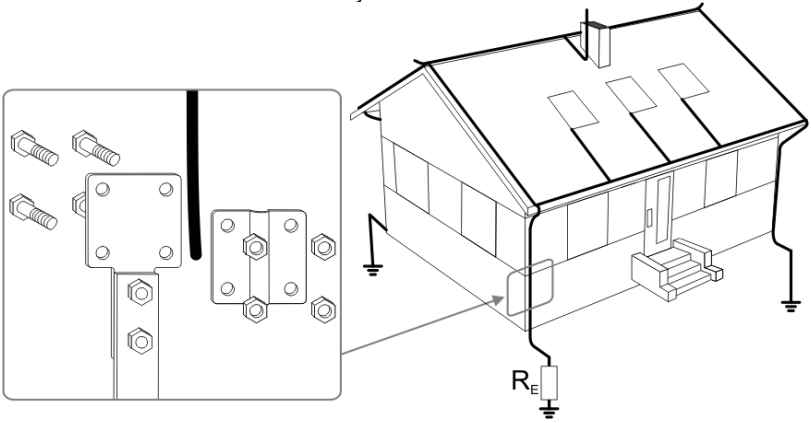
Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
TENSIÓN!	Demasiado alto voltaje en los terminales del medidor.
H!	Interrupción en el circuito de la sonda de corriente.
S!	Interrupción en el circuito de la sonda de tensión.
R_E>1,99kΩ	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	Error de la resistencia de electrodos > 30 % (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Interrupción en el circuito de medición o resistencia de sondas de medición superior a 60 kΩ.

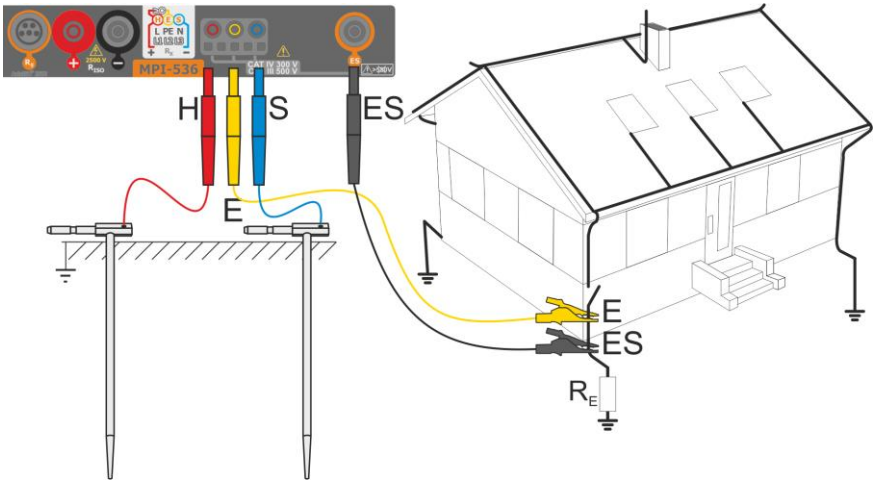
3.6.3 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 4 conductores (R_E4P)

El método cuadrupolar está recomendado para usar en la medición de la resistencia de la toma de tierra con unos valores muy pequeños. Este método permite eliminar la influencia de la resistencia de los cables de medición en el resultado de medición. También es adecuado para determinar la resistividad del suelo, sin embargo se recomienda que para esta medición se utilice la función específica (**sección 3.7**).

1 Desconectar la toma de tierra examinada del objeto.

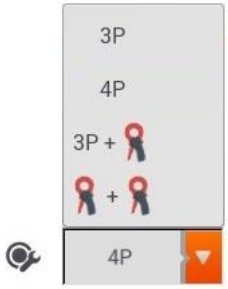


2



- Clavar el electrodo de **corriente** en el suelo y conectarlo con la toma**H** del medidor.
- Clavar el electrodo de **tensión** en el suelo y conectarlo con la toma **S** del medidor.
- Conectar la toma de tierra examinada con la toma **E** del medidor.
- Conectar el enchufe **ES** a la toma de tierra estudiada por debajo del cable **E**.
- Se recomienda que la **toma de tierra** examinada y los electrodos **H** y **S** estén en una línea y a las distancias correspondientes de acuerdo con las normas de medición de toma de tierra.

③



- En el menú, seleccionar la opción **4P**.
- Seleccionar otros ajustes de acuerdo con la **sección 3.6.1**.

④

El medidor está listo para hacer la medición.

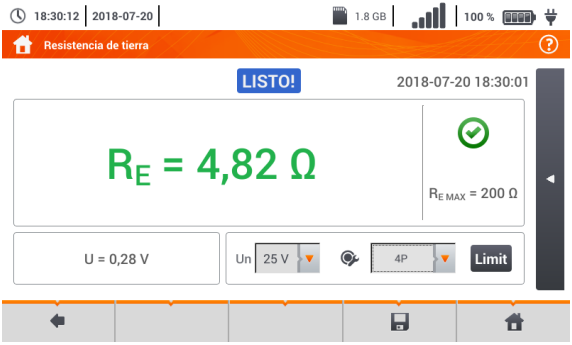
Lecturas actuales
U – tensión de interferencia que está actualmente en el objeto

Límites
$R_{E\,MAX}$ – límite de resistencia de toma de tierra establecido actualmente

⑤

Para iniciar la medición, presionar **START**.

⑥

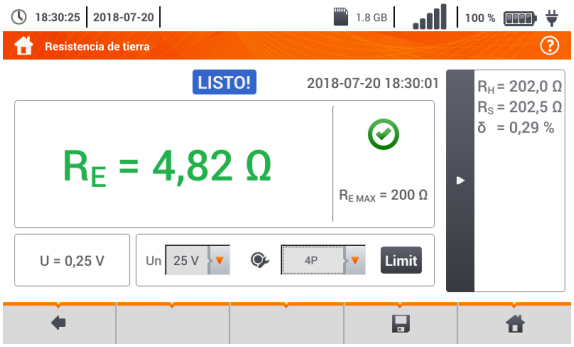


Leer el resultado.

Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.6.1** paso ⑥):
- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

(7)

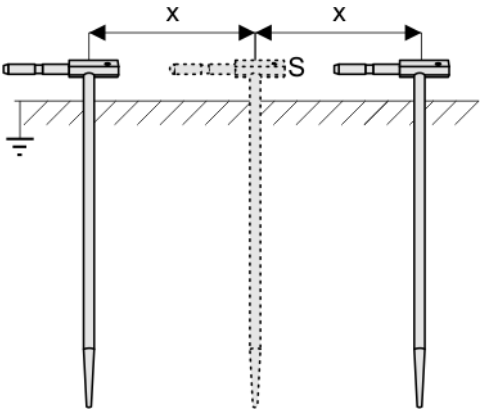


R_H - resistencia del electrodo de corriente
R_S – resistencia del electrodo de tensión
δ – incertidumbre adicional causada por la resistencia de electrodos

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

(8) Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

(9)



Repetir los pasos (2)(5)(6) para las dos ubicaciones adicionales del electrodo de tensión:

- **alejada** a cierta distancia de la toma de tierra,
- **acercada** a la misma distancia a la toma de tierra medida.

Este procedimiento confirma que el electrodo **S** está clavado en el suelo de referencia. Si es así, **la diferencia de valores** R_E entre la medición de base y cada una adicional **no debe exceder** 3%.

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

ADVERTENCIA

- **La medición de la resistencia de la toma de tierra se puede realizar si la tensión de interferencias no supera 24 V. La tensión de interferencias se mide hasta 100 V.**
- **Por encima de 50 V se indica como peligrosa. Está prohibido conectar el medidor a tensiones superiores a 100 V.**

- Se recomienda que la **toma de tierra examinada** y los electrodos **H** y **S** estén alineados. Esto no siempre es posible debido a las diferentes condiciones del terreno. En el sitio web del fabricante y en la literatura profesional se describen los casos específicos de distribución de sondas.
- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición : el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E **tendrá incertidumbre adicional**. En particular, la gran incertidumbre de la medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de la resistencia y las sondas tienen poco contacto con el suelo (tal situación a menudo ocurre cuando la toma de tierra está bien hecha, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces tanto la relación entre la resistencia de sondas y la resistencia de la toma de tierra examinada es muy grande y depende como la incertidumbre de medición **δ** también. Entonces, de acuerdo con las fórmulas de la **sección 10.4.4**, se pueden hacer los cálculos para estimar la influencia de las condiciones de medición.
- Para reducir la incertidumbre de la medición **δ,** se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, por ejemplo a través de:
  - o mojar con agua el lugar de clavar la sonda,
  - o clavar la sonda en otro sitio
  - o usar la sonda de 80 cm.

  También se deben comprobar los cables, si:
  - o el aislamiento no está dañado
  - o contactos: cable - conector banana - sonda no están corroídos o tienen holgura.

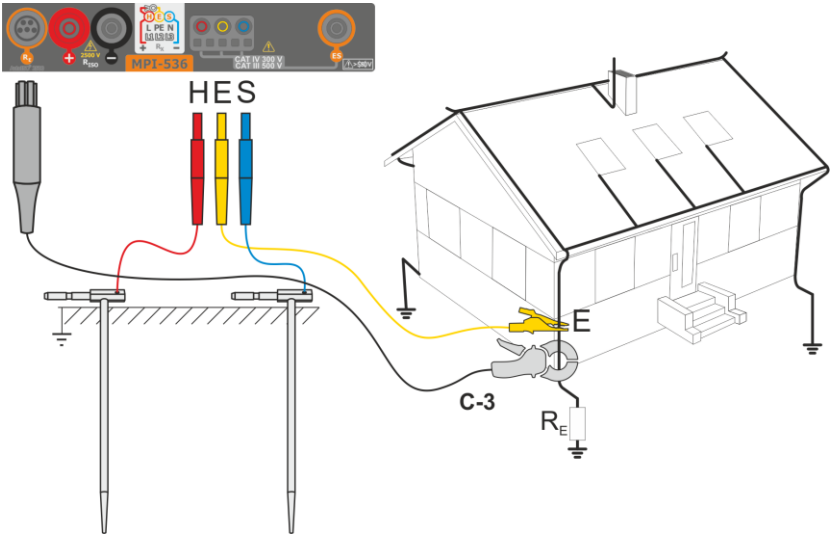
  En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener en cuenta la incertidumbre que puede tener la medición.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
TENSIÓN!	Demasiado alto voltaje en los terminales del medidor.
H!	Interrupción en el circuito de la sonda de corriente.
S!	Interrupción en el circuito de la sonda de tensión.
RE>1,99kΩ	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	Error de la resistencia de electrodos > 30 % (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Pausa en el circuito de medición o resistencia de sondas superior a 60 kΩ.

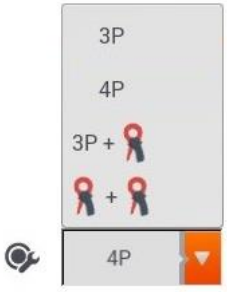
3.6.4 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de 3 polos con la pinza adicional (R_E3P+C)

①



- Clavar el electrodo de **corriente** en el suelo y conectarlo con la toma **H** del medidor.
- Clavar el electrodo de **tensión** en el suelo y conectarlo con la toma **S** del medidor.
- Conectar la toma de tierra examinada con la toma **E** del medidor.
- Se recomienda que la**toma de tierra** examinada y los electrodos **H** y **S** estén en una línea y a las distancias correspondientes de acuerdo con las normas de medición de toma de tierra.
- **Poner la pinza de recepción** en la toma de tierra examinada por debajo del lugar de la conexión del cable **E**.
- **Las flechas en la pinza** pueden dirigirse **en cualquier dirección**.

②



En el menú, seleccionar la opción **3P+pinza**.

Seleccionar otros ajustes de acuerdo con la **sección 3.6.1**.

3

El medidor está listo para hacer la medición.

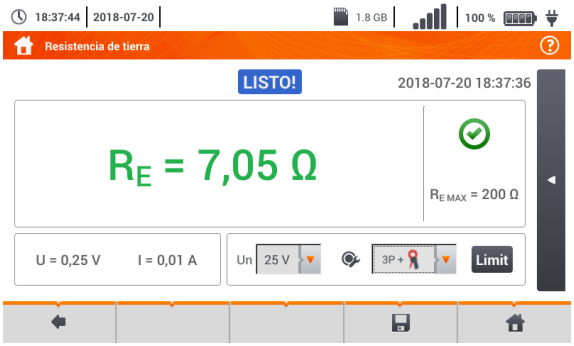
Lecturas actuales
U – tensión de interferencia que está actualmente en el objeto
I – corriente de interferencia que fluye ahora a través del objeto

Límites
$R_{E\,MAX}$ – límite de resistencia de toma de tierra establecido actualmente

4

Para iniciar la medición, presionar **START**.

5

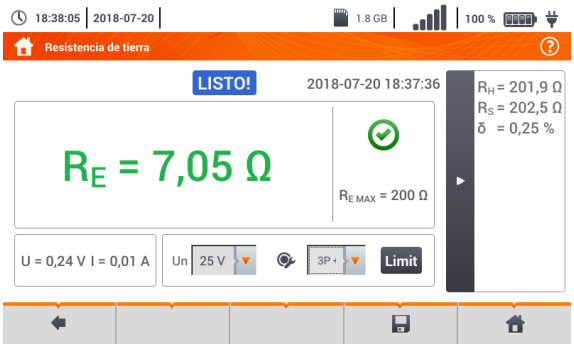


Leer el resultado.

Indicadores del límite (**sección 3.6.1** paso (6))
- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

6



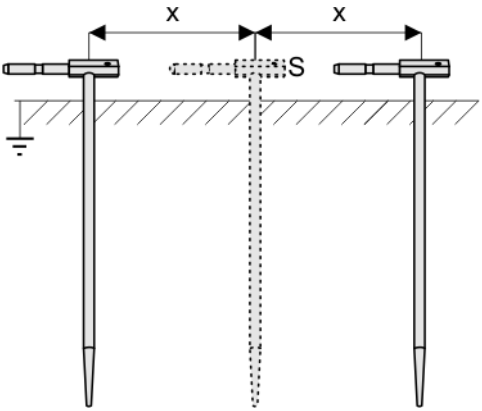
R_H - resistencia del electrodo de corriente
R_S - resistencia del electrodo de tensión
δ – incertidumbre adicional causada por la resistencia de electrodos

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

7

Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

8



Repetir los pasos (2)(5)(6) para las dos ubicaciones adicionales del electrodo de tensión:

- **alejada** a cierta distancia de la toma de tierra,
- **acercada** a la misma distancia a la toma de tierra medida.

Este procedimiento confirma que el electrodo **S** está clavado en el suelo de referencia. Si es así, **la diferencia de valores** R_E entre la medición de base y cada una adicional **no debe exceder** 3%.

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

ADVERTENCIA

- **La medición de la resistencia de la toma de tierra se puede realizar si la tensión de interferencias no supera 24 V. La tensión de interferencias se mide hasta 100 V.**
- **Por encima de 50 V se indica como peligrosa. Está prohibido conectar el medidor a tensiones superiores a 100 V.**

- Se recomienda que la **toma de tierra examinada** y los electrodos **H** y **S** estén alineados. Esto no siempre es posible debido a las diferentes condiciones del terreno. En el sitio web del fabricante y en la literatura profesional se describen los casos específicos de distribución de sondas.
- Para la medición se debe utilizar **la pinza C-3**.
- La corriente de interferencia máxima: 1 A
- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición : el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E **tendrá incertidumbre adicional**. En particular, la gran incertidumbre de la medición se presenta cuando se mide un valor pequeño de la resistencia de la toma de tierra a través de sondas con poco contacto con el suelo (tal situación a menudo ocurre cuando la toma de tierra está bien hecha, y la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces tanto la relación entre la resistencia de sondas y la resistencia de la toma de tierra examinada es muy grande y depende como la incertidumbre de medición también. Entonces, de acuerdo con las fórmulas de la **sección 10.4.4**, se pueden hacer los cálculos para estimar la influencia de las condiciones de medición. Para reducir la incertidumbre de la medición **δ,** se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, por ejemplo a través de:
  - o mojar con agua el lugar de clavar la sonda,

- clavar la sonda en otro sitio,
- usar la sonda de 80 cm.

También se deben comprobar los cables, si:

- el aislamiento no está dañado
- contactos: cable - conector banana - sonda no están corroídos o tienen holgura.

En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener en cuenta la incertidumbre que puede tener la medición.

- La calibración realizada por el fabricante no incluye la resistencia de los cables de medición. El resultado visualizado por el medidor es la suma de resistencia del objeto medido y de la resistencia de cables.

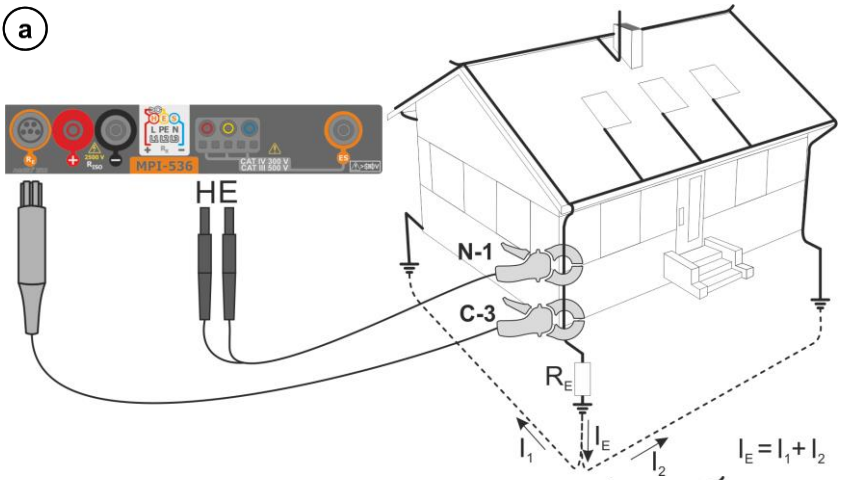
Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
TENSIÓN!	Demasiado alto voltaje en los terminales del medidor.
R_E>1,99kΩ	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	Error de la resistencia de electrodos > 30 % (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Interrupción en el circuito de medición o resistencia de sondas de medición superior a 60 kΩ.
H!	Interrupción en el circuito de la sonda de corriente.
S!	Interrupción en el circuito de la sonda de tensión.
	Corriente de prueba demasiado pequeña.
	Falta de continuidad en el circuito de la pinza de corriente.

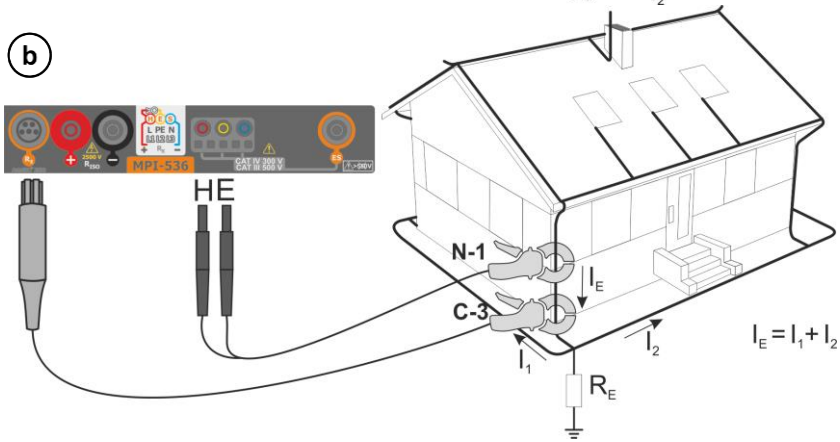
3.6.5 Medición de la resistencia de toma de tierra con el método de dos pinzas (2C)

- La medición con dos pinzas se utiliza cuando es imposible utilizar electrodos clavados en el suelo.
- El método de dos pinzas sólo se puede utilizar para medir **las tomas de tierra múltiples** (la necesidad de proporcionar una vía de retorno para la corriente de prueba).
- En el caso de toma de tierra de anillo (paso (1) variante (b)) el método **sólo permite determinar la continuidad de la toma de tierra examinada con el resto de la toma de tierra.**

(1) (a)

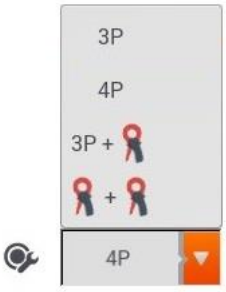


(b)



- Poner las pinza de transmisión y recepción en la toma de tierra examinada **al menos 30 cm de distancia entre ellas.**
- **Las flechas en la pinza** pueden dirigirse **en cualquier dirección**.
- La pinza **de transmisión N-1** conectar a las tomas **H** y **E**.
- La pinza **de medición C-3** a la toma de la pinza.

2



- En el menú, seleccionar la opción **pinza+pinza**.
- Seleccionar otros ajustes de acuerdo con la **sección 3.6.1**.

3

El medidor está listo para hacer la medición.

Lecturas actuales
I – corriente de interferencia que fluye ahora a través del objeto

Límites
$R_{E\,MAX}$ – límite de resistencia de toma de tierra establecido actualmente

4

Para iniciar la medición, presionar **START**.

Leer el resultado.

Indicadores del límite (**sección 3.6.1** paso (6))
- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

5 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- Las mediciones se pueden realizar en presencia de corriente de interferencia no superior a 1 A RMS y la frecuencia de acuerdo con la establecida en el sub-menú **Ajustes de mediciones** (**sección 2.2.1** paso (1)).
- Para la medición se debe utilizar la pinza **N-1** para transmisión y **C-3** para recepción.
- Si la corriente de pinza es demasiado pequeña, el medidor muestra el mensaje apropiado: "**La corriente medida con la pinza es demasiado pequeña. ¡La medición es imposible!**".
- La corriente de interferencia máxima: 1 A.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
R_E>99,9 Ω	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	Error de la resistencia de electrodos > 30 % (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Corriente de prueba demasiado pequeña.
	Falta de continuidad en el circuito de la pinza de corriente.

3.7 *Resistividad del suelo*

Para la medición de la resistividad del suelo, que se utiliza como preparación para la ejecución del proyecto del sistema de toma de tierra o en la geología, existe una función independiente: la medición de la resistividad del suelo **ρ**. Esta función metrológicamente es igual que la medición de resistencia de toma de tierra, pero incluye un procedimiento adicional para introducir la distancia entre los electrodos. El resultado de la medición es el valor de la resistividad que se calcula automáticamente de acuerdo con la fórmula que se utiliza en el método de medición de Wenner

$$\rho = 2\pi L R_E$$

donde:
L – la distancia entre los electrodos (todas las distancias deben ser iguales),
R_E – resistencia medida.

3.7.1 Ajustes de mediciones

1

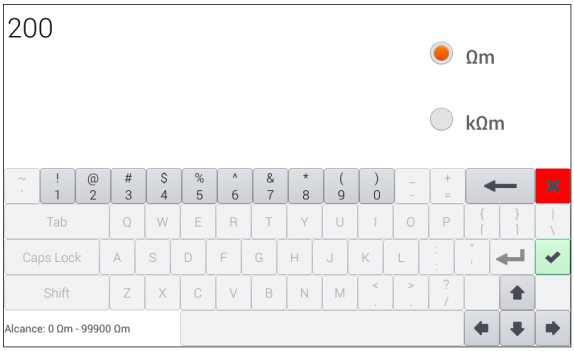
Seleccionar **Resistividad del suelo**.

2

- Tocar el menú desplegable del parámetro **Un** (selección de tensión de medición).
- Seleccionar de la lista la tensión de medición deseada.

3

Para establecer el límite de resistividad del suelo, seleccionar **Límite**.



- Seleccionar la unidad.
- Introducir el valor deseado del límite de resistencia
  ⇒ **Ωm:** 0…99 900,
  ⇒ **kΩm:** 0…100.

Funciones de iconos
rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior
aceptación de cambios

3.7.2 Principales elementos de la pantalla

Seleccionar **Resistividad del suelo Ωm**.

Se mostrará la pantalla de medición.

Lecturas actuales
U – tensión de interferencia

Límites
ρMAX – límite de resistividad del suelo

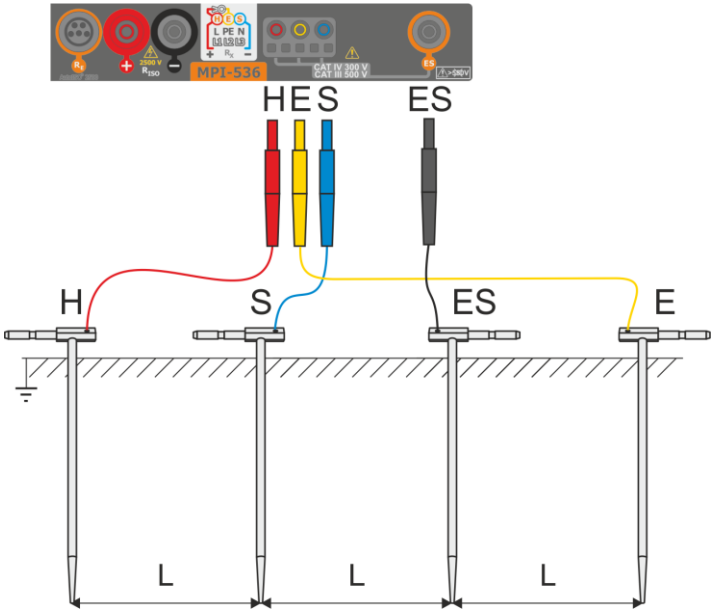
Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

R_H – resistencia del electrodo de corriente
R_S – resistencia del electrodo de tensión
δ – incertidumbre adicional causada por la resistencia de electrodos

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

3.7.3 Medición de la resistividad del suelo (ρ)

1



- Clavar 4 sondas en la tierra **en una línea** y **a la misma distancia**.
- Conectar las sondas al medidor de acuerdo con la figura anterior.

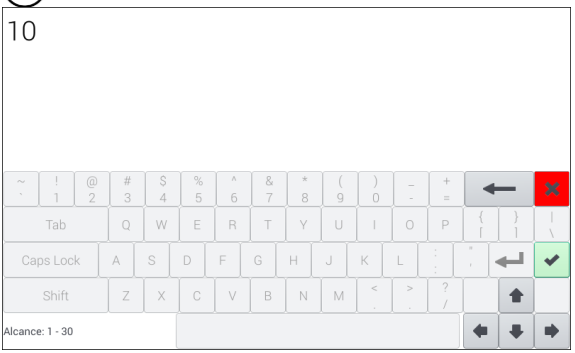
2

- Acceder al menú de medición.
- Seleccionar otros ajustes de acuerdo con la **sección 3.7.1**.

③ ⓐ

Establecer la distancia **L** entre los electrodos de medición:

ⓑ



ⓐ flechas ▲ ▼,
ⓑ en el teclado al tocar el campo con el valor de la distancia (rango de 1...30 m)

Funciones de iconos
- rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior
- aceptación de cambios

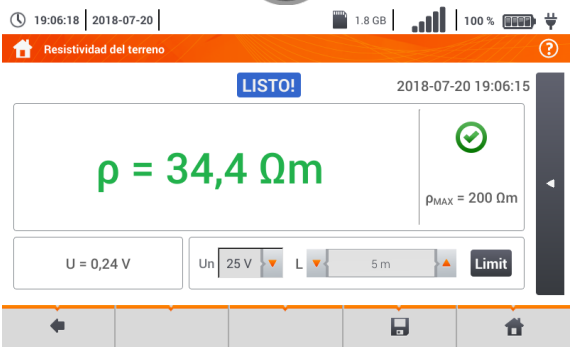
④

El medidor está listo para hacer la medición.

⑤

Para iniciar la medición, presionar **START**.

⑥

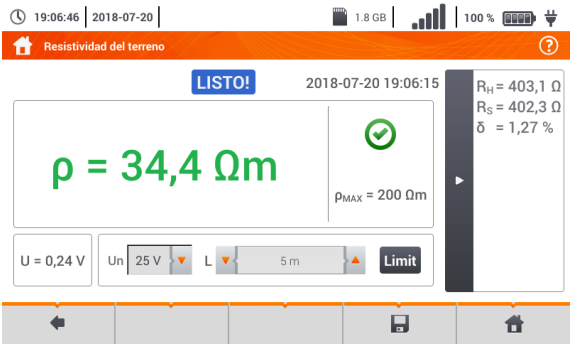


Leer el resultado.

Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.7.1** paso ④):
- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

7



R_H – resistencia del electrodo de corriente
R_S – resistencia del electrodo de tensión
δ – incertidumbre adicional causada por la resistencia de electrodos

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

ADVERTENCIA

- **La medición de la resistividad se puede realizar si la tensión de interferencias no supera 24 V. La tensión de interferencias se mide hasta 100 V.**
- **Por encima de 50 V se indica como peligrosa. Está prohibido conectar el medidor a tensiones superiores a 100 V.**

- En el cálculo, se supone que las distancias entre los electrodos de medición son iguales (método Wenner). Si no es así, se debe medir la resistencia de toma de tierra mediante el método cuadrupolar y calcular la resitividad según la fórmula:

$$\rho = 2\pi L R_E$$

donde:
L - distancia entre los electrodos
R_E – resistencia medida

- Se debe prestar especial atención a la calidad de la conexión entre el objeto y el cable de medición : el lugar de contacto debe ser limpiado de pintura, óxido, etc.
- Si la resistencia de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la resistividad **tendrá incertidumbre adicional**. Particularmente gran incertidumbre de la medición se produce cuando se mide una pequeña resistencia con las sondas que tienen poco contacto con el suelo. Entonces tanto la relación entre la resistencia de sondas y la resistencia medida, como componente de la fórmula para calcular la resistividad, es muy grande y depende como la incertidumbre de medición también. Entonces, de acuerdo con las fórmulas de la **sección 10.4.4**, se pueden hacer los cálculos para estimar la influencia de las condiciones de medición.
- Para reducir la incertidumbre de la medición **δ,** se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, por ejemplo a través de:
  - mojar con agua el lugar de clavar la sonda,
  - clavar la sonda en otro sitio
  - usar la sonda de 80 cm.

  También se deben comprobar los cables, si:
  - el aislamiento no está dañado
  - contactos: cable - conector banana - sonda no están corroídos o tienen holgura.

  En la mayoría de casos, la precisión de mediciones es suficiente, sin embargo siempre se debe tener en cuenta la incertidumbre que puede tener la medición.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
TENSIÓN!	Demasiado alto voltaje en los terminales del medidor.
H!	Interrupción en el circuito de la sonda de corriente.
S!	Interrupción en el circuito de la sonda de tensión.
RE>1,99kΩ	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	Error de la resistencia de electrodos > 30 % (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Pausa en el circuito de medición o resistencia de sondas superior a 60 kΩ.

3.8 *Parámetros de los interruptores diferenciales RCD*

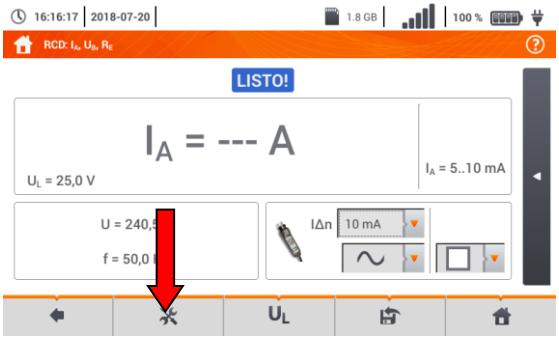
La medición U_B, R_E se produce siempre con la corriente sinusoidal 0,4 $I_{\Delta n}$ independientemente de la forma y del factor de multiplicación $I_{\Delta n}$.

3.8.1 Ajustes de mediciones

(1)

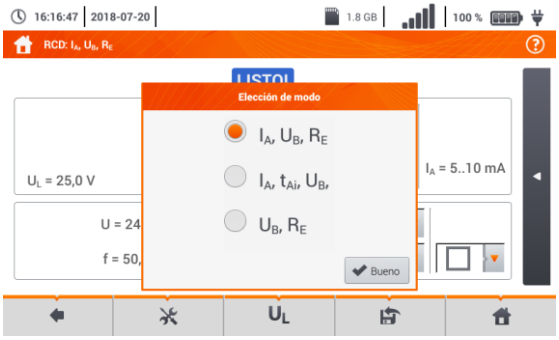
Seleccionar **RCD I_A** o **RCD t_A**.

(2)



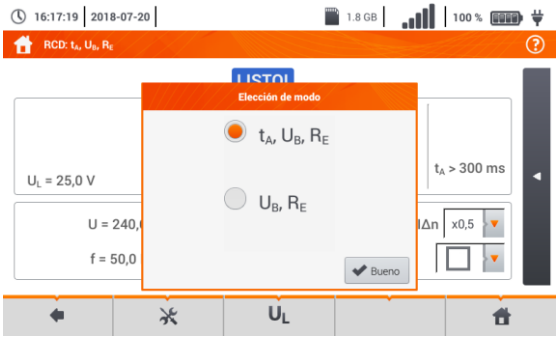
Con el icono determinar los componentes de la medición:
(a) si se selecciona **RCD I_A**,
(b) si se selecciona **RCD t_A**.

(3a)



Para **RCD I_A** están disponibles los parámetros:
I_A – corriente de disparo RCD,
U_B – tensión medida en PE,
R_E – continuidad PE,
t_{Ai} – tiempo de disparo de RCD durante la medición de la corriente de disparo.

(3b)

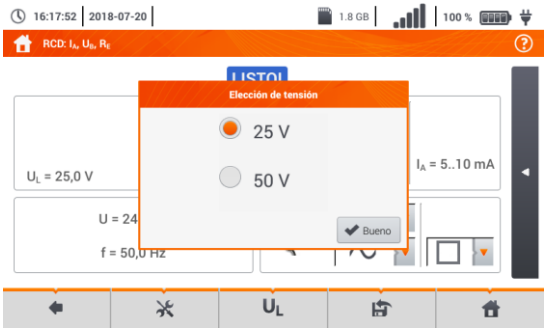


Dla **RCD t_A** están disponibles los parámetros:
U_B – tensión medida en PE,
R_E – continuidad PE,
t_A – tiempo de disparo RCD al agregar la multiplicidad de la corriente diferencial nominal.

4

Seleccionar U_L, para determinar la tensión de medición.

5



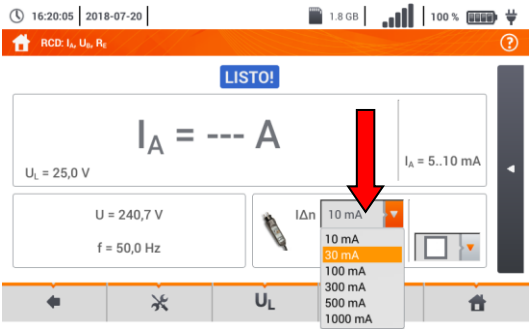
Seleccionar de la lista la tensión de medición deseada.

6

Si en el paso (1) se selecciona el modo **RCD t_A**, ajustar la corriente forzada en el RCD examinado.

La corriente establecida es la multiplicidad de la corriente nominal del interruptor examinado.

7

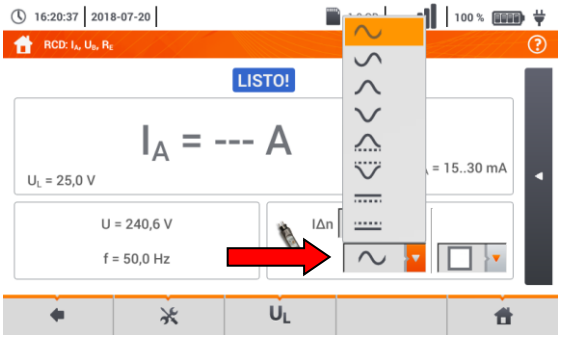


La corrección de evaluación de la eficacia del interruptor examinado depende de su corriente diferencial nominal.

En el menú están disponibles las corrientes diferenciales de los interruptores RCD.

- Tocar el campo de la lista desplegable.
- Seleccionar la corriente diferencial del interruptor examinado.

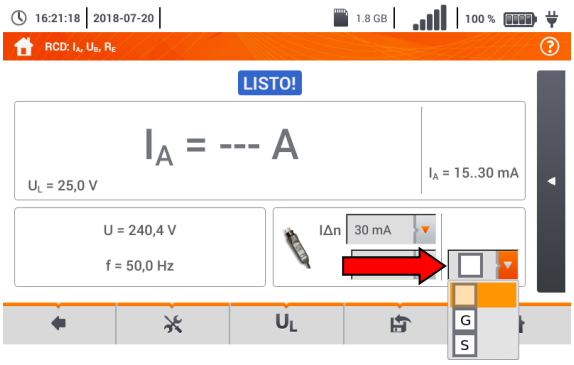
8



En el menú se puede seleccionar la forma de la corriente con la que se examinará el interruptor RCD.

- Tocar el campo de la lista desplegable.
- Seleccionar la forma de la corriente de medición.

9



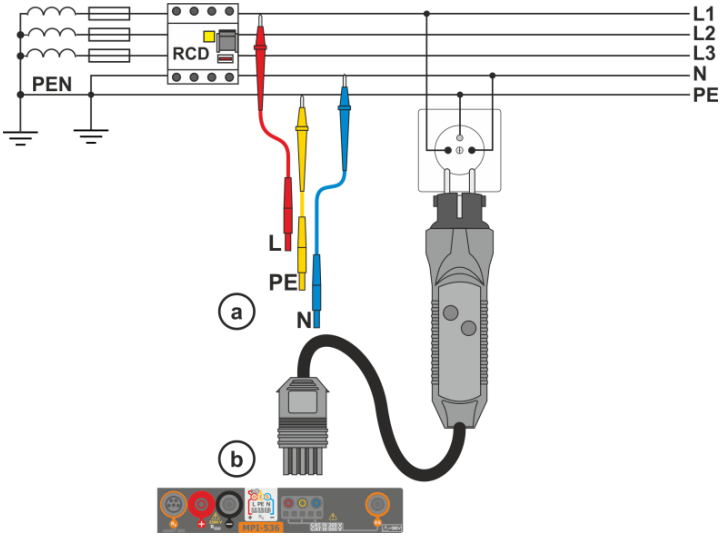
Determinar el tipo del interruptor.

Tipos de interruptores disponibles

- uso general
- G de ratardo corto
- S selectivo

3.8.2 Corriente de disparo del RCD

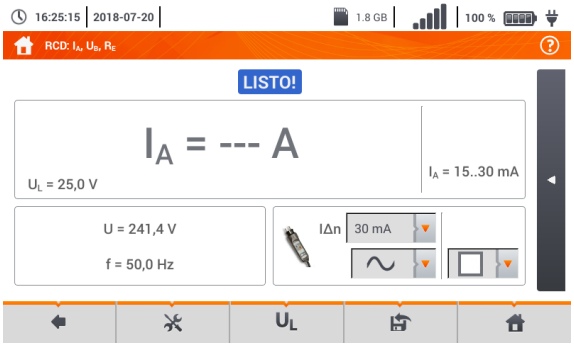
1 Conectar el dispositivo a la instalación según la figura.



2

Seleccionar **RCD I_A**.

3 Introducir los ajustes de medición de acuerdo con la **sección 3.8.1**.

4 

El medidor está listo para hacer la medición.

Lecturas actuales
U – tensión entre el conductor de fase L y PE
f – frecuencia de la red en el circuito examinado

5

Para iniciar la medición, presionar **START**.

Para cancelar la medición, seleccionar el icono en la pantalla.

6

Leer el resultado.

Evaluación del resultado de medición
color **verde**:

$$0{,}5\ I_{\Delta n} < I_A \le I_{\Delta n}$$

color **rojo**:

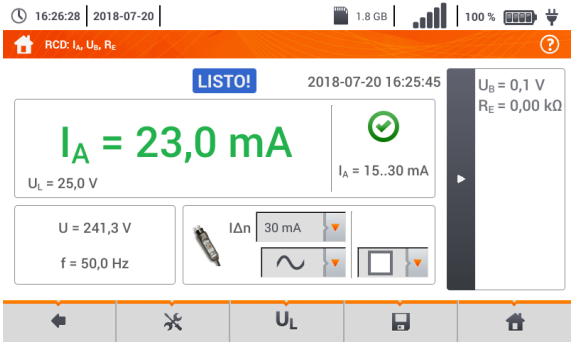
$$I_A \le 0{,}5\ I_{\Delta n}$$

o

$$I_A > I_{\Delta n}$$

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

7



Dependiendo de la selección tomada en la **sección 3.8.1** paso (2) se mostrarán algunos de los siguientes parámetros:
U_B – tensión medida en PE,
R_E – continuidad PE,
t_A – tiempo de disparo RCD al pasar la corriente que desconecta el RCD examinado.

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

8 Con el icono 💾 guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono 📂.

- La medición del tiempo de respuesta de t_{Ai} ($t_A$durante la medición de I_A) **no está disponible** para los interruptores selectivos.
- La medición del tiempo de respuesta de t_{Ai} **no se realiza** de acuerdo con los requisitos de las normas pertinentes, o sea, en la corriente nominal del interruptor RCD $I_{\Delta n}$), sino **en la corriente I_A** medida y visualizada durante su medición. En la mayoría de casos, donde la medición no es estrictamente requerida según la norma, se puede tomar en cuenta para evaluar la corrección del funcionamiento de seguridad RCD en una instalación en particular. Si I_A medido es menor de $I_{\Delta n}$ (el caso más frecuente), entonces el tiempo de respuesta de t_{Ai} generalmente será más largo que el tiempo de respuesta medido en la función t_A, que mide el tiempo de la corriente $I_{\Delta n}$:

$$I_A < I_{\Delta n} \Rightarrow t_{Ai} > t_A$$

donde:

$$t_{Ai} = f\ (I_{\Delta n})$$

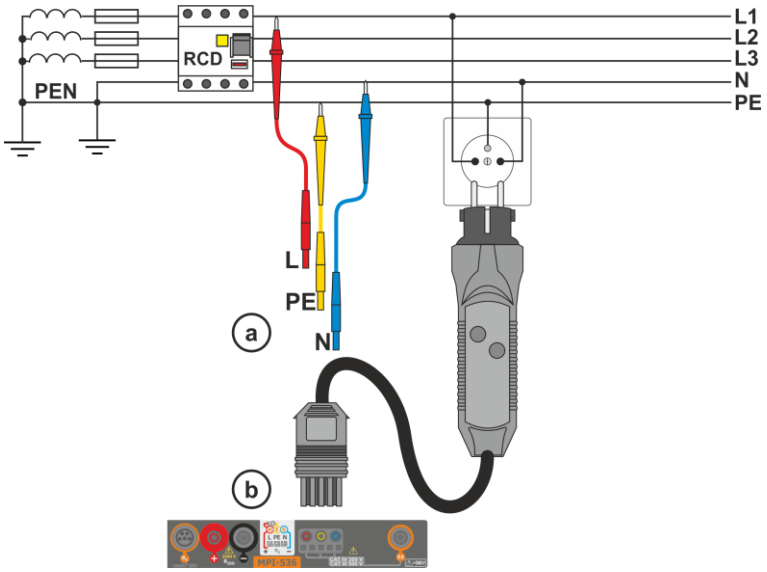
Entonces si el tiempo t_{Ai} es correcto, se puede considerar que el tiempo medido en la función t_A también sería correcto.

Información adicional visualizada por el medidor

EN PROGRESO	Medición en curso.
U_B>U_L!	Tensión táctil supera el valor umbral programado U_L.
LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
L-N!	Tensión U_{L-N} incorrecta para hacer la medición.
L-PE!	Tensión U_{L-PE} incorrecta para hacer la medición.
N-PE!	Tensión U_{N-PE} incorrecta para hacer la medición.
L ⇔ N	Fase conectada al borne N en vez del L (p. ej. cambio de L y N en la toma de corriente).
f!	Frecuencia de la red fuera del rango 45...65 Hz.
PE!	Conductor PE conectado incorrectamente.
ERROR!	Error de medición.
U>500V!	La tensión en los bornes de medición antes de hacer la medición supera 500 V.

3.8.3 Medición del tiempo de disparo del RCD

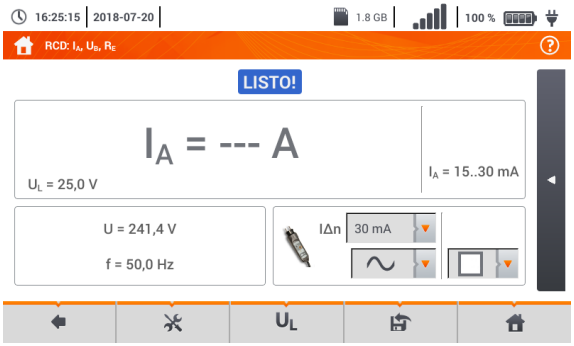
1. Conectar el dispositivo a la instalación según la figura.



2.

Seleccionar **RCD t_A**.

3. Introducir los ajustes de medición de acuerdo con la **sección 3.8.1**.

4. 

El medidor está listo para hacer la medición.

Lecturas actuales
U – tensión entre el conductor de fase L y PE
f – frecuencia de la red en el circuito examinado

5.

Para iniciar la medición, presionar **START**.

6

Leer el resultado – tiempo de respuesta RCD t_A.

<u>Evaluación del resultado de medición</u>
color **verde**:

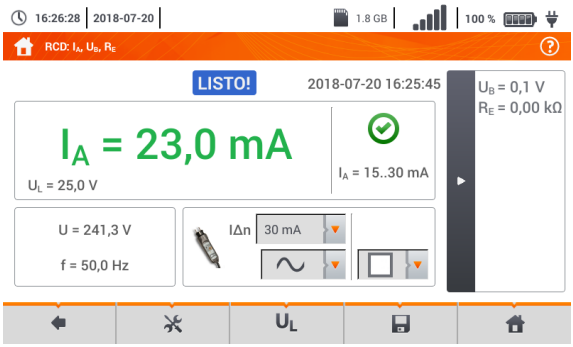
$$t_A \leq t_{permitido}$$

color **rojo**:

$$t_A > t_{permitido}$$

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

7



Dependiendo de la selección tomada en la **sección 3.8.1** paso (2) se mostrarán algunos de los siguientes parámetros:
U_B – tensión medida en PE,
R_E – continuidad PE.

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

Información adicional visualizada por el medidor

EN PROGRESO	Medición en curso.
U_B>U_L!	Tensión táctil supera el valor umbral programado U_L.
¡Falta de U_{L-N}!	Falta el cable neutro necesario para $I_{\Delta n}$ continua y pulsatoria con base.
LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
L-N!	Tensión U_{L-N} incorrecta para hacer la medición.
L-PE!	Tensión U_{L-PE} incorrecta para hacer la medición.
N-PE!	Tensión U_{N-PE} incorrecta para hacer la medición.
L ⇔ N	Fase conectada al borne N en vez del L (p. ej. cambio de L y N en la toma de corriente).
TEMPERATURA!	Temperatura del medidor excedida.
f!	Frecuencia de la red fuera del rango 45...65 Hz.
PE!	Conductor PE conectado incorrectamente.
ERROR!	Error de medición.
U>500V!	La tensión en los bornes de medición antes de hacer la medición supera 500 V.
TENSIÓN!	Tensión excedida.

3.8.4 Medición en las redes IT

Antes de hacer las mediciones en el menú de inicio del dispositivo, se debe seleccionar el tipo de medición apropiado de la red **Ajustes de medición** (**sección 2.2.1**).

¡ATENCIÓN!

Después de seleccionar la red tipo IT, la función **del electrodo de tacto estáinactiva**.

La forma de conectar el dispositivo a la instalación que se muestra en la **Fig. 3.8** y **Fig. 3.9**.

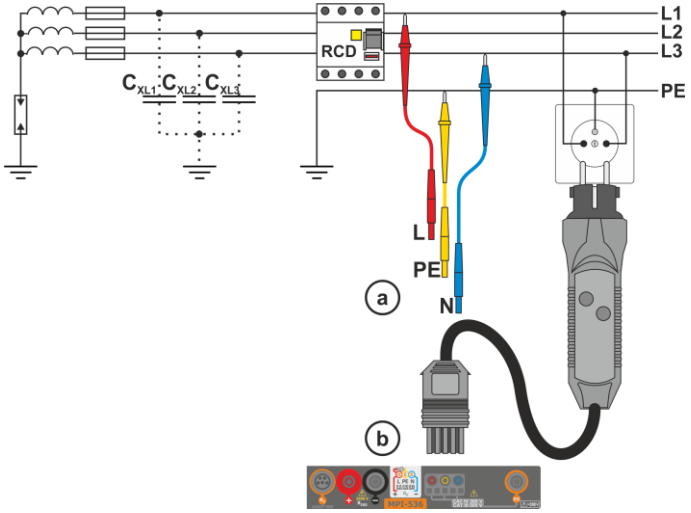


Fig. 3.8 Medición de RCD en la red IT. El circuito está cerrado por las capacidades parásitas C_x

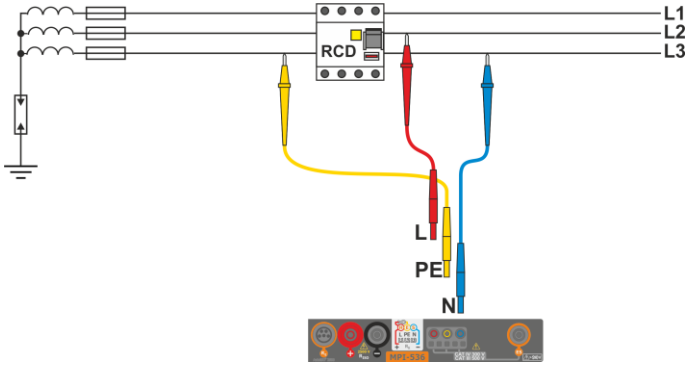


Fig. 3.9 Test del RCD y sin la participación del conductor PE

La forma en la que se deben realizar mediciones de corriente y tiempo de respuesta del RCD, fue descrito en la **sección 3.8.2, 3.8.3**.

Rango de tensiones de trabajo: **95 V … 270 V.**

3.9 *Mediciones automáticas del RCD*

El instrumento permite medir los tiempos de disparo t_A del interruptor RCD y también la corriente de disparo I_A, la tensión de contacto U_B y la resistencia de la toma de tierra R_E de modo automático. En este modo no es necesario activar cada vez la medición con el botón **START**. El papel de la persona que realiza la medición se limita a iniciar la medición con pulsar **START** y activar el RCD después de su actuación.

3.9.1 Ajustes de mediciones automáticas del RCD

(1)

Seleccionar **RCD$_{AUTO}$**.

(2)

- Seleccionar **U_L** y seleccionar de la lista la tensión de medición deseada.

- Seleccionar la corriente residual nominal de la protección examinada.

- Seleccionar el tipo de la protección examinada.

(3)

- Seleccionar los parámetros a medir. Marcaje:

I_A corriente de disparo
t_A tiempo de activación
+ se fuerza una corriente ascendente
+ se fuerza una corriente que disminuye
x0,5 / 1 / 2 / 5 veces de la corriente nominal forzada del RCD según IEC 61557-6

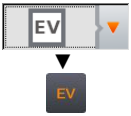
- Seleccionar el modo de medición:

(a) completo,
(b) estándar.

(4a)

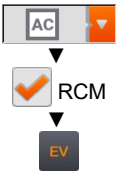
Si se selecciona el modo **completo**, seleccionar el tipo de la protección examinada.

RCD que no sea EV. No hay un elemento de6 mA DC en dispositivos de este tipo.



RCD tipo EV. Aquí hay un elemento de 6 mA DC. En esta situación, antes de la prueba, hay que:

- definir la norma según la cual se realizará la medición (**cap. 2.2.1**),
- determinar la multiplicidad de la corriente diferencial de 6 mA DC (botón **EV**). Los ajustes de prueba difieren según la norma seleccionada.



RCD que no sea EV, asegurado por RCM (dispositivo que monitorea la corriente diferencial de 6 mA DC, *Residual Current Monitoring*). n esta situación, antes de la prueba, hay que:

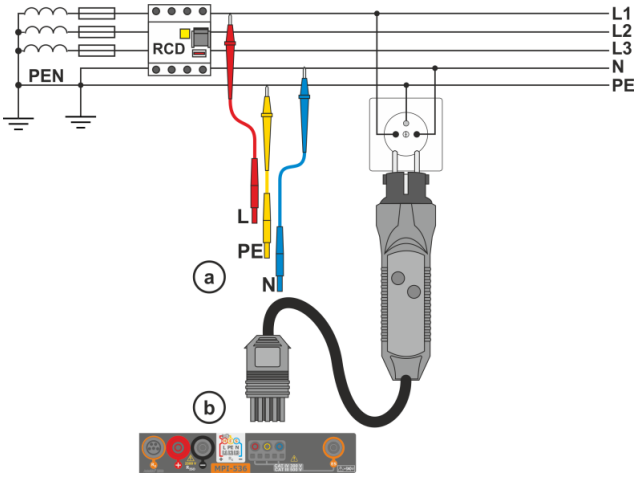
- definir la norma según la cual se realizará la medición (**cap. 2.2.1**),
- marcar **RCM**,
- determinar la multiplicidad de la corriente diferencial nominal de 6 mA DC (botón **EV**). Los ajustes de prueba difieren según la norma seleccionada.

4b

Si ha seleccionado el modo **estándar**, establecer la forma de la corriente de medición. En este modo, las pruebas RCD EV y RCM no están disponibles.

3.9.2 Medición automática del RCD

1 Conectar el dispositivo a la instalación según la figura.



2

Seleccionar **RCD$_{AUTO}$**.

3 Introducir los ajustes de medición de acuerdo con la sección **3.9.1**.

④

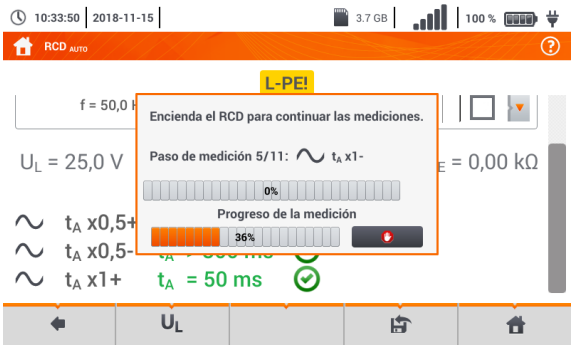
El medidor está listo para hacer la medición.

Lecturas actuales
U – tensión entre el conductor de fase L y PE
f – frecuencia de la red en el circuito examinado

⑤

Para iniciar la medición, presionar **START**.

⑥

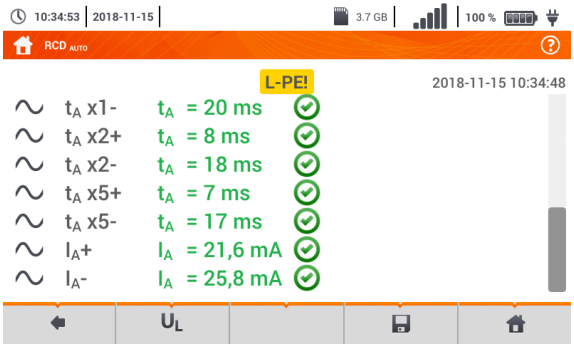


El interruptor RCD examinado se debe **activar** después de cada disparo hasta que no se acaben las mediciones.

El grado de progreso de la medición indican las barras de progreso:
superior – progreso de la medición actual,
inferior – progreso de toda la secuencia de mediciones.

La secuencia puede ser cancelada en cualquier momento a través del icono .

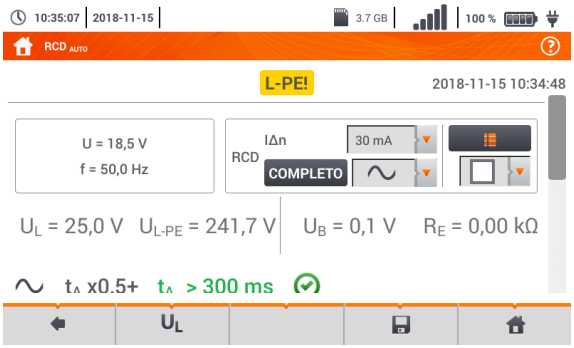
⑦



Finalmente se mostrarán los parámetros medidos (**sección 3.9.1** paso ⑤), y también:
U_L – tensión de medición,
U_{L-PE} – tensión entre L y PE,
U_B – tensión medida en PE,
R_E – continuidad PE.

Se puede desplegar la lista de resultados en la pantalla.

Luces de control del funcionamiento correcto
criterio cumplido
criterio no cumplido
Más información en la sección **Criterios de evaluación de corrección de los resultados de componentes**.



8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la sección **5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- U_B y R_E son siempre medidos.
- La medición U_B, R_E se hace siempre con la corriente sinusoidal 0,4 $I_{\Delta n}$ independientemente de la forma y del factor de multiplicación $I_{\Delta n}$.
- La medición automática se termina en los siguientes casos:
  - el interruptor ha actuado durante la medición U_B R_E o t_A con la corriente 0,5 vez $I_{\Delta n}$,
  - el interruptor no ha funcionado con las otras mediciones parciales,
  - se ha excedido la tensión determinada anteriormente U_L,
  - ha desaparecido la corriente durante una de las mediciones de componentes,
  - los valores R_E y las tensiones de la red no han permitido la generación de la corriente con el valor requerido para una de las mediciones de componentes.
- El medidor omite automáticamente las mediciones imposibles de realizar, por ejemplo cuando la corriente $I_{\Delta n}$ y la multiplicación exceden la posibilidad de medición del medidor.

Criterios para evaluar la exactitud de los resultados de componentes

Parámetro	Criterio de evaluación	Notas
I_A	$0{,}5\ I_{\Delta n} \le I_A \le 1\ I_{\Delta n}$	-
I_A I_A	$0{,}35\ I_{\Delta n} \le I_A \le 2\ I_{\Delta n}$	para $I_{\Delta n}$ = 10 mA
I_A I_A	$0{,}35\ I_{\Delta n} \le I_A \le 1{,}4\ I_{\Delta n}$	para otras $I_{\Delta n}$
I_A	$0{,}5\ I_{\Delta n} \le I_A \le 2\ I_{\Delta n}$	-
I_A 6 mA	3 mA ≤ I_A ≤ 6 mA	para RCD EV 6 mA DC y RCM (según IEC 62955 y IEC 62752)
t_A para 0,5 $I_{\Delta n}$	t_A → rcd	▪ para todo tipo del RCD ▪ para RCD EV parte AC
t_A para 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	▪ para el RCD de uso general ▪ para RCD EV parte AC
t_A para 2 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 150 ms	▪ para el RCD de uso general ▪ para RCD EV parte AC
t_A para 5 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	▪ para el RCD de uso general ▪ para RCD EV parte AC
t_A para 1 $I_{\Delta n}$	130 ms ≤ t_A ≤ 500 ms	para los RCD selectivos S
t_A para 2 $I_{\Delta n}$	60 ms ≤ t_A ≤ 200 ms	para los RCD selectivos S
t_A para 5 $I_{\Delta n}$	50 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	para los RCD selectivos S
t_A para 1 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 300 ms	para el RCD de retardo corto G
t_A para 2 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	para el RCD de retardo corto G
t_A para 5 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 40 ms	para el RCD de retardo corto G
t_A para 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 10 s	para RCD EV 6 mA y RCM (I_Δ = 6 mA según IEC 62955 y IEC 62752)
t_A para 10 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	para RCD EV 6 mA y RCM (I_Δ = 60 mA según IEC 62955 y IEC 62752)
t_A para 33 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 100 ms	para RCD EV 6 mA y RCM (I_Δ = 200 mA según IEC 62955)
t_A para 50 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	para RCD EV 6 mA y RCM (I_Δ = 300 mA según IEC 62752)

Información adicional visualizada por el medidor

EN PROGRESO	Medición en curso.
U_B>U_L!	Tensión táctil supera el valor umbral programado U_L.
¡Falta de U_{L-N}!	Falta el cable neutro necesario para $I_{\Delta n}$ continua y pulsatoria con base.
LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
L-N!	Tensión U_{L-N} incorrecta para hacer la medición.
L-PE!	Tensión U_{L-PE} incorrecta para hacer la medición.
N-PE!	Tensión U_{N-PE} incorrecta para hacer la medición.
L ⇔ N	Fase conectada al borne N en vez del L (p. ej. cambio de L y N en la toma de corriente).
TEMPERATURA!	Temperatura del medidor excedida.
f!	Frecuencia de la red fuera del rango 45...65 Hz.
PE!	Conductor PE conectado incorrectamente.
ERROR!	Error de medición.
U>500V!	La tensión en los bornes de medición antes de hacer la medición supera 500 V.
TENSIÓN!	Tensión excedida.

3.10 Resistencia de aislamiento

ADVERTENCIA

El objeto medido no puede estar bajo la tensión.

3.10.1 Ajustes de mediciones

(1)

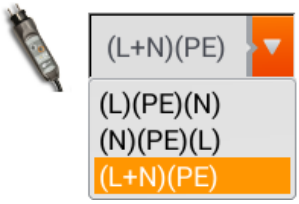
Seleccionar **R_{ISO}**.

(2)
- Conectar las sondas o el adaptador con los que se realizarán las mediciones.
- Ajuste el modo de medición. Las posiciones variarán dependiendo de si al medidor se conectan:

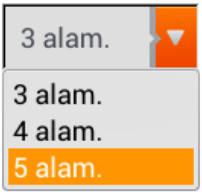
(a) las sondas,
(b) el adaptador UNI-Schuko,
(c) adaptador AutoISO-2500.

(3a)

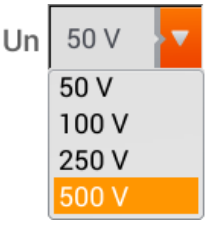
Si al medidor están conectados **cables separados de las sondas**, seleccionar de la lista la opción deseada:
→ el modo de medición de una vez,
↻ el modo de medición continua.

(3b) 

Si al medidor está conectado el adaptador **UNI-Schuko**, seleccionar de la lista la opción deseada:
⇒ **(L)(PE)(N)** – si el cable de **fase** a la **izquierda** respecto al enchufe,
⇒ **(N)(PE)(L)** – si el cable de **fase** a la **derecha** respecto al enchufe,
⇒ **(L+N)(PE)** –cables en cortocircuito L y N, la medición de PE (método simplificado).

(3c) 

Si al medidor está conectado **el adaptador AutoISO**, seleccionar de la lista la opción deseada:
⇒ **3 alam.** – medición del cable de 3 hilos,
⇒ **4 alam.** – medición del cable de 4 hilos,
⇒ **5 alam.** – medición del cable de 5 hilos,

(4) 

- Tocar el menú desplegable para ajustar la tensión de medición **Un**.
- Seleccionar de la lista la tensión de medición deseada.

5

Medición a 2 hilos

Seleccionar el tipo de red y el marcado del par de cables medido.

Medición con adaptador WS

6

Dependiendo de las necesidades, ajustar:

⇒ los tiempos t_1, t_2, t_3 para calcular los coeficientes de absorción,

⇒ tipos de coeficientes de absorción,

⇒ coeficientes de temperatura.

- DAR = R_{ISO_60s}/R_{ISO_15s}
- PI = $R_{ISO\_10min}/R_{ISO\_1min}$ = R_{ISO_600s}/R_{ISO_60s}

Al medir la resistencia de aislamiento, el dispositivo puede tener en cuenta los factores de corrección k20 y k40 de acuerdo con la norma ANSI/NETA ATS-2009 y así convertir los resultados de las mediciones a la temperatura de referencia.

Después de seleccionar el factor apropiado, aparecen opciones para elegir. El valor de coeficientes se puede introducir:

- directamente: insertar manualmente el valor del coeficiente,
- indirectamente: configurando el tipo de aislamiento del objeto probado y la temperatura ambiente. Entonces, el instrumento calculará automáticamente el valor del coeficiente.

Después de confirmar la configuración, aparecerán resultados adicionales en la pantalla de medición.

- R_{ISO_k20} – resistencia de aislamiento calculada a una temperatura de 20°C gracias al factor k20:

$$R_{ISO\_k20} = R_{ISO} * k20$$

- R_{ISO_k40} – resistencia de aislamiento calculada a una temperatura de 20°C gracias al factor k40:

$$R_{ISO\_k40} = R_{ISO} * k40$$

⑦

Con el icono de ajuste de tiempo ajustar el tiempo de duración de la medición. Después de seleccionar, se mostrará el valor ajustado.

Opciones disponibles

⇒ **Auto** – el medidor ajusta automáticamente el tiempo de medición dependiendo de la capacidad del objeto medido

⇒ 30 s

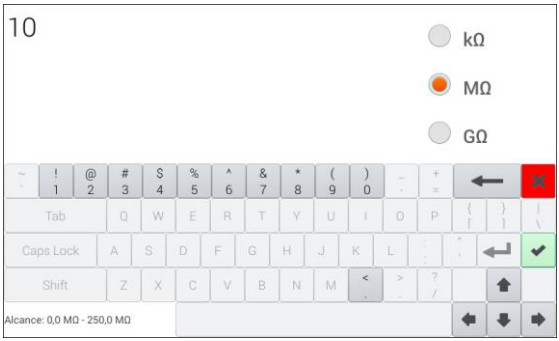
⇒ 60 s

⇒ **Personalizado** – establecer manualmente el tiempo en el rengo de 1…600 s

Si ha seleccionado la opción **Personalizado**, se debe introducir el tiempo requerido.

⑧

Seleccionar **Límite**, para establecer un criterio de resistencia de aislamiento permitida.

⑨ 

- Seleccionar la unidad.
- Eliminar el valor existente e introducir uno nuevo.

Funciones de iconos

✕ rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior

✔ aceptación de cambios

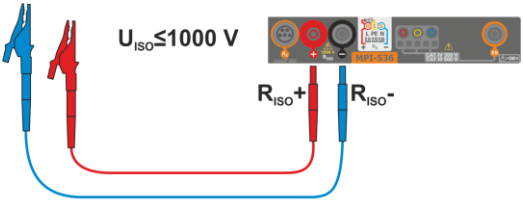
3.10.2 Medición con las sondas

ADVERTENCIA

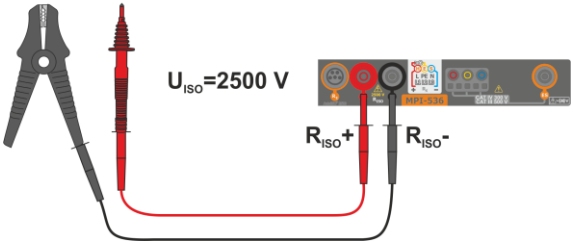
- **Cuando se mide la resistencia de aislamiento en los terminales de los cables del medidor existe una tensión peligrosa hasta 2,5 kV.**
- **Es inaceptable desconectar los cables de medición antes de terminar la medición. Esto puede causar una electrochoque con alto voltaje e impedir que se descargue el objeto de prueba.**

1.

Seleccionar **R_{ISO}**, para acceder al menú de medición.

2. 

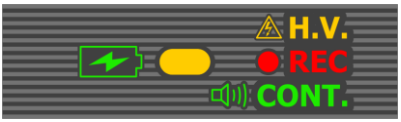
Conectar las sondas de medición al medidor.



3. Introducir los ajustes de medición de acuerdo con la **sección 3.10.1**

4. Conectar los cables de medición al objeto sometido a medición..

5



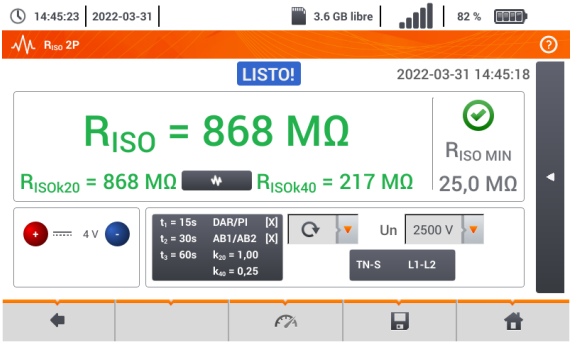
Pulsar y mantener pulsado el botón START.
La medición se realiza de una manera continua al mantener pulsado el botón **START**.

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

Si se selecciona la medición en modo continuo (icono), se le pedirá que confirme el inicio de la medición.

Durante la medición, el diodo **H.V./REC/CONT.** se ilumina de color naranja.

6



Lea el resultado de la medición.

Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.10.1** paso (11))

- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Si se ha seleccionado la medición en modo contínuo (icono), la medición se puede detener mediante la selección del icono .

- Hasta que la tensión de medición alcance el 90% del valor programado (y también una vez superado el 110%) el medidor emite la señal acústica continua.
- Después de la medición se descarga la capacidad del objeto de prueba por medio del cortocircuito en los terminales **RISO+** y **RISO-** con la resistencia de 100 kΩ.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
	Se ha detectado tensión demasiado alta en los terminales del medidor. Desconectar las puntas del objeto examinado.
RUIDO!	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. El resultado de la medición puede ser cargado con una incertidumbre adicional.
LÍMITE!	Limitador de corriente ha actuado. La visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo. Si el símbolo se visualiza después de la medición, esto significa que el resultado de medición fue obtenido con la limitación de corriente (p. ej. cortocircuito en el objeto examinado).

3.10.3 Mediciones con el adaptador UNI-Schuko (WS-03 y WS-04)

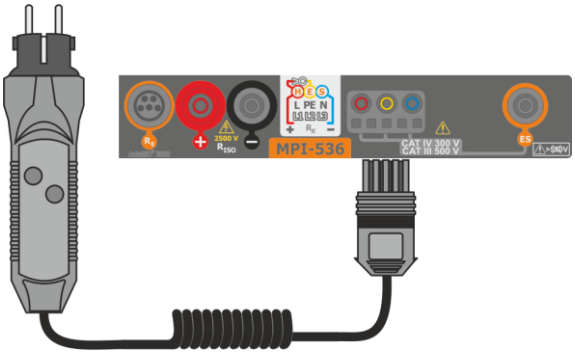
ADVERTENCIA

- **Cuando se mide la resistencia de aislamiento, en los extremos de los cables del medidor hay una tensión peligrosa de hasta 500 V.**
- **<u>Es inaceptable desconectar los cables de medición antes de terminar la medición.</u> Esto puede causar una <u>electrochoque con alto voltaje</u> e impedir que se descargue el objeto de prueba.**

1

Seleccionar **R_{ISO}**, para acceder al menú de medición.

2

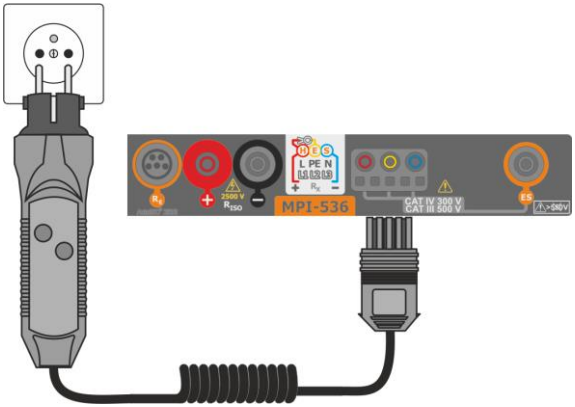


Conectar el **adaptador WS-03** o **WS-04** con la clavija UNI-Schuko.

El medidor detecta automáticamente este hecho, cambiando el aspecto de la pantalla.

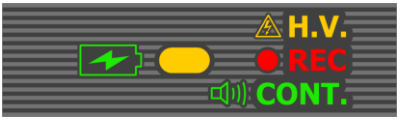
3 Introducir los ajustes de medición de acuerdo con la **sección 3.10.1**.

4



Conectar el adaptador a la toma examinada.

5



Pulsar el botón **START**, para iniciar la medición.

Si una de las tensiones supera la tensión admitida (50 V), se muestra la inscripción **Tensión en el objeto**, y la medición se bloquea.

Durante la medición, el diodo **H.V./REC/CONT.** se ilumina de color **naranja**.

6

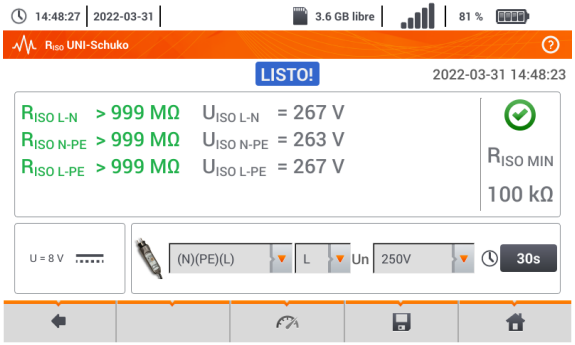
Aspecto de pantalla durante la medición.

Se muestra el símbolo de la resistencia medida actualmente y la barra de progreso de esta medición.

La barra de progreso indica el progreso de la medición.

La medición puede ser cancelada en cualquier momento a través del icono .

7



Leer los resultados.

<u>Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.7.1** paso (4))</u>

- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

<u>Indicadores adicionales para cada par de conductores medidos</u>

- **ruido** – se ha registrado demasiada señal de interferencia
- **límite** – la medición se hace en el límite de la corriente del convertidor (por ejemplo cortocircuito en el objeto examinado)

8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- Hasta que la tensión de medición alcance el 90% del valor programado (y también una vez superado el 110%) el medidor emite la señal acústica continua.
- Después de la medición se descarga la capacidad del objeto de prueba por medio del cortocircuito en los terminales **R_{ISO}+** y **R_{ISO}–** con la resistencia de 100 kΩ.

Información adicional visualizada por el medidor

LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
	Se ha detectado tensión demasiado alta en los terminales del medidor. Desconectar las puntas del objeto examinado.
	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. El resultado de la medición puede ser cargado con una incertidumbre adicional.
	Limitador de corriente ha actuado. La visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo. Si el símbolo se visualiza después de la medición, esto significa que el resultado de medición fue obtenido con la limitación de corriente (p. ej. cortocircuito en el objeto examinado).

3.10.4 Mediciones con el uso de AutoISO-2500

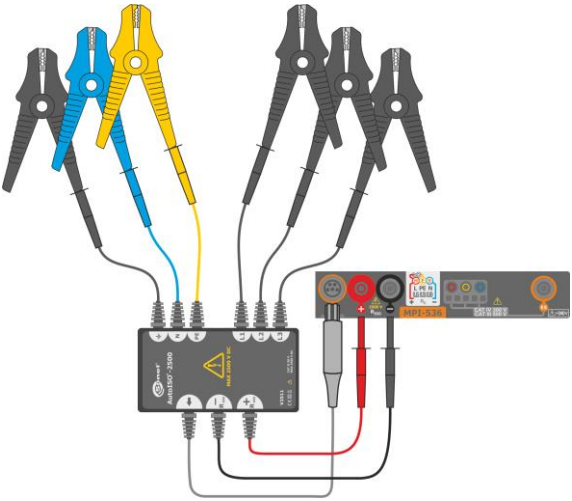
ADVERTENCIA

- **Cuando se mide la resistencia de aislamiento en los terminales de los cables del medidor existe una tensión peligrosa hasta 2,5 kV.**
- **Es inaceptable desconectar los cables de medición antes de terminar la medición. Esto puede causar una electrochoque con alto voltaje e impedir que se descargue el objeto de prueba.**

1

Seleccionar **R_{ISO}** para acceder a la pantalla de medición.

2



Conectar el adaptador **AutoISO-2500**.

El medidor detecta automáticamente este hecho, cambiando el aspecto de la pantalla.

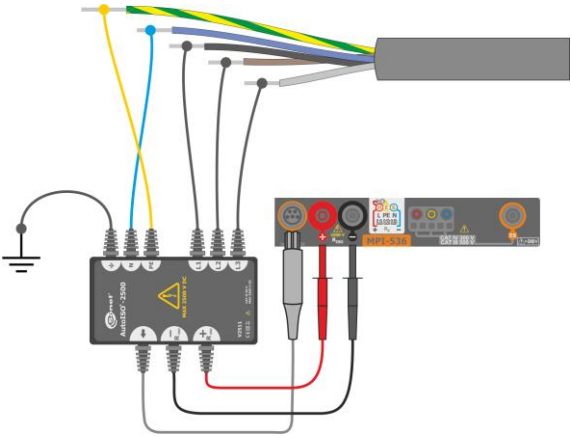
3 Introducir los ajustes de medición de acuerdo a la **sección 3.10.1**.

4

El medidor está listo para hacer la medición.

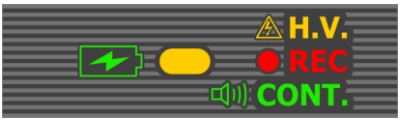
Lecturas actuales
U – tensión de interferencia

5



Conectar el adaptador AutoISO-2500 al circuito estudiado.

6



Pulsar el botón **START**, para iniciar la medición.

Durante la medición, el diodo **H.V./REC/CONT.** se ilumina de color **naranja**.

Si una de las tensiones supera la tensión admitida (50 V), se muestra el mensaje **Tensión en el objeto**, y la medición se bloquea.

En primer lugar son verificadas las tensiones en los pares de conductores.
Si una de las tensiones supera la tensión admitida, se muestra el símbolo de la tensión (p. ej. **¡TENSIÓN! L1PE**), y la medición se interrumpe.

7

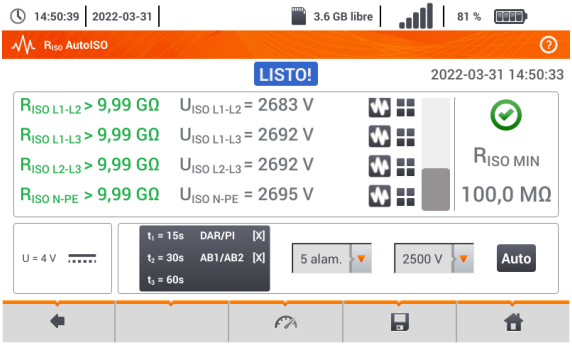
Aspecto de pantalla durante la medición.

Se muestra el símbolo de la resistencia medida actualmente y la barra de progreso de esta medición.

La barra muestra el % del progreso de la medición completa.

La medición puede ser cancelada en cualquier momento a través del icono .

8



Leer los resultados. Con el deslizador desplazarse por la pantalla para leer los otros resultados.

gráfico

los resultados convertidos a temperatura de referencia y coeficientes

Indicadores de cumplir con el límite (**sección 3.7.1** paso (4))

el resultado está dentro del límite establecido

el resultado está fuera del límite establecido

no se puede evaluar

Indicadores adicionales para cada par de conductores medidos

ruido – se ha registrado demasiada señal de interferencia

límite – la medición se hace en el límite de la corriente del convertidor (por ejemplo cortocircuito en el objeto examinado)

9 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

- Hasta que la tensión de medición alcance el 90% del valor programado (y también una vez superado el 110%) el medidor emite la señal acústica continua.
- Después de la medición se descarga la capacidad del objeto de prueba por medio del cortocircuito en los terminales **R_{ISO}+** y **R_{ISO}–** con la resistencia de 100 kΩ.

Información adicional visualizada por el medidor

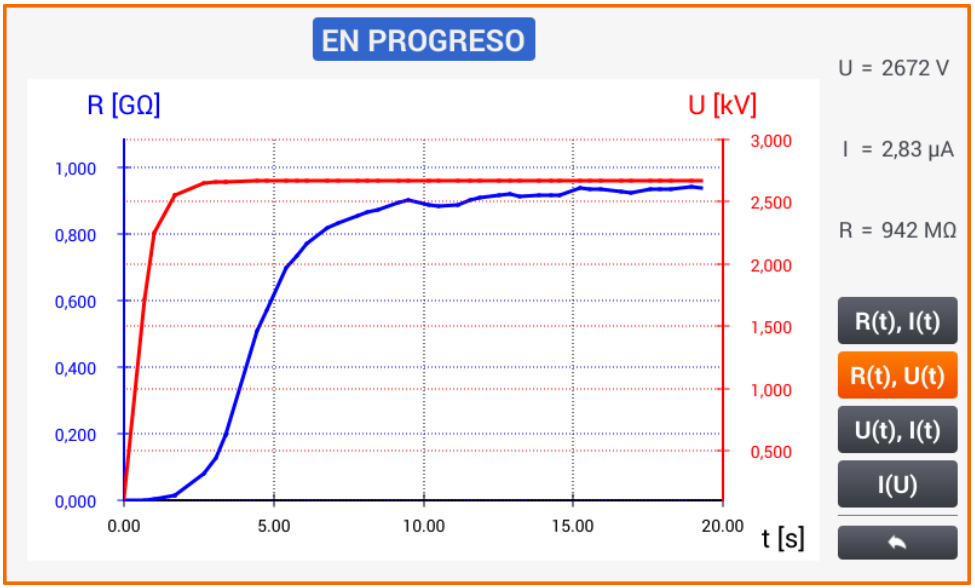
LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
	Se ha detectado tensión demasiado alta en los terminales del medidor. Desconectar las puntas del objeto examinado.
	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. El resultado de la medición puede ser cargado con una incertidumbre adicional.
	Limitador de corriente ha actuado. La visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo. Si el símbolo se visualiza después de la medición, esto significa que el resultado de medición fue obtenido con la limitación de corriente (p.ej. cortocircuito en el objeto examinado).

3.10.5 Gráfico de los valores medidos en función del tiempo

Durante la medición o después de su finalización, puede utilizar el icono para mostrar un gráfico de los valores medidos en función del tiempo:

- **R(t), I(t)** – resistencia y corriente en función del tiempo,
- **R(t), U(t)** – resistencia y tensión de medición en función del tiempo,
- **U(t), I(t)** – tensión y corriente en función del tiempo,
- **I(U)** – corriente en función de tensión de medición.

En el lado derecho hay iconos que muestran las formas de onda de parámetros individuales. Regresar al menú de medición con el icono .



3.11 Medición de resistencia de baja tensión

3.11.1 Medición de resistencia

①

Seleccionar **Rx** para acceder a la pantalla de medición.

②

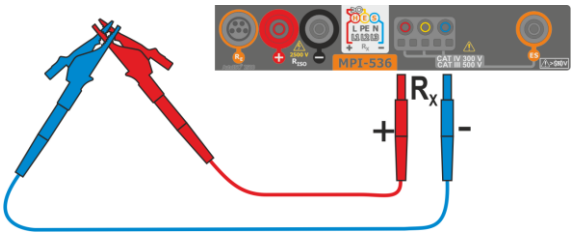
Para eliminar la resistencia de los cables de medición, seleccionar **Autozero**.

③

Seguir las instrucciones que aparecen en la pantalla.

Descripción de los iconos de función
Si – aceptar la elección
No – cancelar la acción

Después de seleccionar **Si** el medidor mostrará **el resultado menos la** resistencia de los conductores de medición.

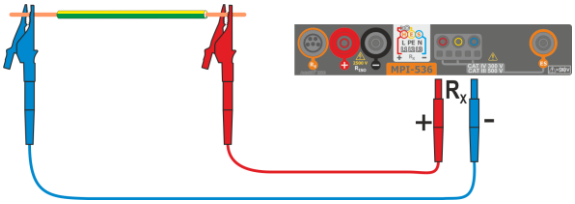
④ 

Para **deshabilitar la compensación** de resistencia de cables, repetir los pasos ②③④ con **cables de medición abiertos**. El resultado **contendrá la resistencia de cables de medición**.

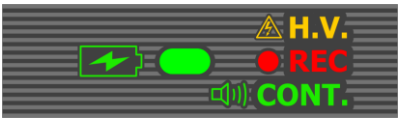
⑤

El medidor está listo para hacer la medición.

6



- Conectar el medidor al objeto examinado.
- La medición se inicia automáticamente.



- Durante la medición **el diodo H.V./REC/CONT.** se ilumina en **verde** y se emite un pitido.

7

Leer el resultado.

¡ATENCIÓN!

Los símbolos TENSIÓN! indican que el objeto está bajo tensión. La medición se bloquea. Se debe desconectar inmediatamente el medidor del objeto.

- Si está marcada la opción **Cero automático** (pasos 2 3 4), el medidor reduce siempre el resultado de la medición por la resistencia de los cables de medición conectados. Por lo tanto, durante cada cambio de cables se debe volver a realizar el procedimiento de **Cero automático**.
- El factor de corrección se guarda incluso después de volver a activar la función y/o el medidor.
- Se se han cambiado los cables de medición por unos de **menor** resistencia que los anteriores, pero no se llevó a cabo el procedimiento **Cero automático**, el medidor **subestima** el valor de la medición. En casos extremos, puede indicar una **resistencia negativa**. Del mismo modo, **una mayor** resistencia de los cables **sobrestima** el resultado de las mediciones.
- La compensación máxima de la resistencia de los cables de prueba (Autozero) es igual a 500 Ω.

Información adicional visualizada por el medidor

EN PROGRESO	Medición en curso
TENSIÓN!	Tensión incorrecta en el objeto.
RUIDO!	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. La medición es posible pero con la incertidumbre adicional determinada en las especificaciones.

3.11.2 Medición de la resistencia de los conductores de protección y compensatorios con la corriente de ±200 mA

①

Seleccionar **R_{CONT}** para acceder a la pantalla de medición.

②

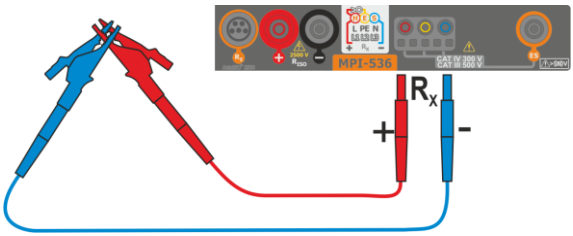
Para eliminar el impacto de la resistencia de los cables de medición en el resultado, se puede realizar la compensación (cero automático). Para ello, seleccionar **Cero automático**.

③

Seguir las instrucciones que aparecen en la pantalla.

Descripción de los iconos de función
Si – aceptar la elección
No – cancelar la acción

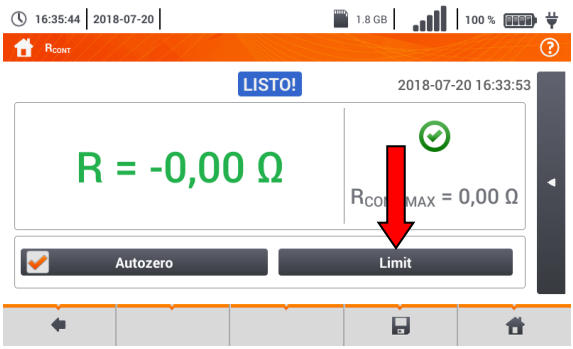
Después de seleccionar **Sí**, el medidor medirá la resistencia de los cables de prueba 3 veces. Luego **el resultado será disminuido** por la resistencia de cables de prueba.



④

Para **deshabilitar la compensación** de resistencia de cables, repetir los pasos ②③ con **cables de medición abiertos**. El resultado **contendrá la resistencia de cables de medición**.

5



Establecer la resistencia límite permisible del objeto medido.

6

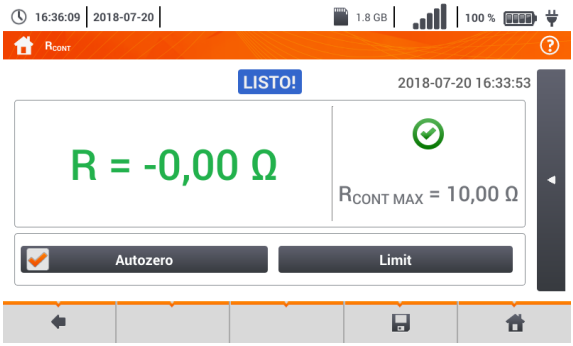
Con el teclado de pantalla eliminar el valor existente e introducir el deseado.

Rango: 0…400 Ω

Funciones de iconos

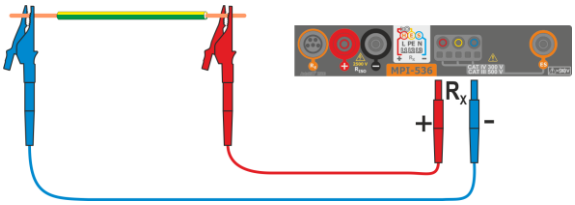
- rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior
- aceptación de cambios

7



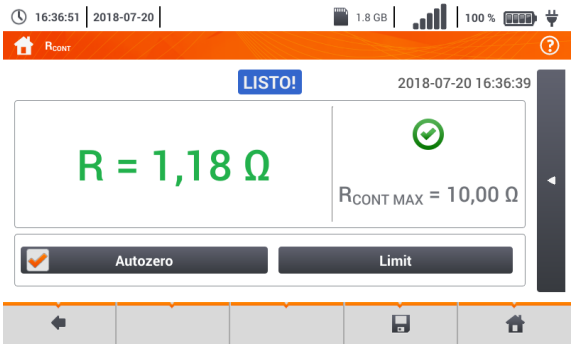
El medidor está listo para hacer la medición.

8



- Conectar el medidor al objeto examinado.
- La medición se inicia automáticamente.

9



Lea el resultado de la medición.

El resultado es la media aritmética de dos mediciones con una corriente de 200 mA con polaridades opuestas R_F y R_R.

$$R = \frac{R_F + R_R}{2}$$

Indicadores de cumplir con el límite (paso 5)

- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

Después de seleccionar la barra ◀ en el lado derecho de la pantalla se mostrará un menú que con los resultados de medición adicionales.

10

R_F – el resultado obtenido con la polaridad **positiva** de la corriente de medición
R_F – el resultado obtenido con la polaridad **negativa** de la corriente de medición

Al seleccionar la barra ▶ se esconde el menú.

11 Con el icono 💾 guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**. La última medición se puede visualizar con el icono .

12

Para iniciar la **siguiente medición** sin necesidad de desconectar los cables de prueba del objeto hay que pulsar el botón **START** y pasar al paso 8.

¡ATENCIÓN!

Los símbolos TENSIÓN! indican que el objeto está bajo tensión. La medición se bloquea. Se debe desconectar inmediatamente el medidor del objeto.

- Si está marcada la opción **Cero automático** (pasos (2)(3)(4)), el medidor reduce siempre el resultado de la medición por la resistencia de los cables de medición conectados. Por lo tanto, durante cada cambio de cables se debe volver a realizar el procedimiento de **Cero automático**.
- El factor de corrección se guarda incluso después de volver a activar la función y/o el medidor.
- Se se han cambiado los cables de medición por unos de **menor** resistencia que los anteriores, pero no se llevó a cabo el procedimiento **Cero automático**, el medidor **subestima** el valor de la medición. En casos extremos, puede indicar una **resistencia negativa**. Del mismo modo, **una mayor** resistencia de los cables **sobrestima** el resultado de las mediciones.
- La compensación máxima de la resistencia de los cables de prueba (Autozero) es igual a 500 Ω.

Información adicional visualizada por el medidor

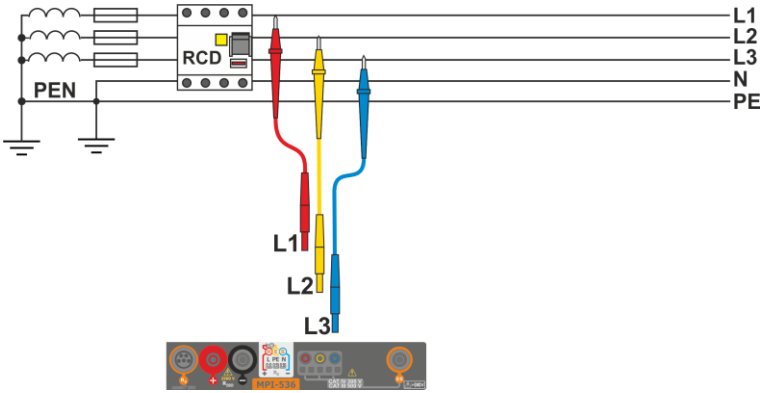
LISTO!	El medidor está listo para hacer la medición.
EN PROGRESO	Medición en curso.
TENSIÓN!	Tensión demasiado alta en el objeto.
RUIDO!	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. La medición es posible pero con la incertidumbre adicional determinada en las especificaciones.

3.12 Orden de las fases

1

Seleccionar **Orden de fases** para acceder a la pantalla de medición.

2 Conectar el dispositivo a la instalación según la figura



3

Medidor listo para la prueba.

U_{L1-L2}, U_{L2-L3}, U_{L3-L1} los valores de tensiones entre fases

L1 L2 L3 señalización de presencia de diversas fases

4a

Orden de fases **correcta**, es decir, la secuencia de fases es **en el sentido** de las agujas del reloj.

4b

Orden de fases **incorrecta**, es decir, la secuencia de fases es **en el sentido contrario** de las agujas del reloj.

3.13 Sentido de rotación del motor

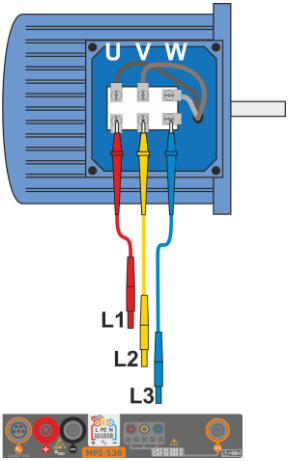
1

Seleccionar **Rotación del motor** para acceder a la pantalla de medición.

2

El medidor está listo para las pruebas.

3



- Conectar el medidor al motor como se muestra en la figura, es decir, el terminal U a la entrada L1, V a L2, W a L3.
- Girar enérgicamente el eje del motor hacia la derecha.

4a

Girar las flechas en la pantalla **a la derecha** significa que el motor conectado a una red de tres fases girará **a la derecha**.

4b

Girar las flechas en la pantalla **a la izquierda** significa que el motor conectado a una red de tres fases girará **a la izquierda**.

- No mover los cables de medición durante la prueba.
- Al mover los cables desconectados pueden inducirse las tensiones que indicen la dirección de rotación.

3.14 Intensidad de la iluminación

1

Seleccionar **Lux**, para acceder a la pantalla de medición.

2

Conectar la sonda óptica.

3

Seleccionar **Límite**, para establecer el criterio de iluminación mínima.

4

- Seleccionar la unidad.
- Eliminar el valor existente e introducir uno nuevo del rango 0…20 000 lx.

Funciones de iconos

rechazar los cambios y pasar a la pantalla anterior

aceptación de cambios

5

El medidor está listo para hacer medir la iluminación.

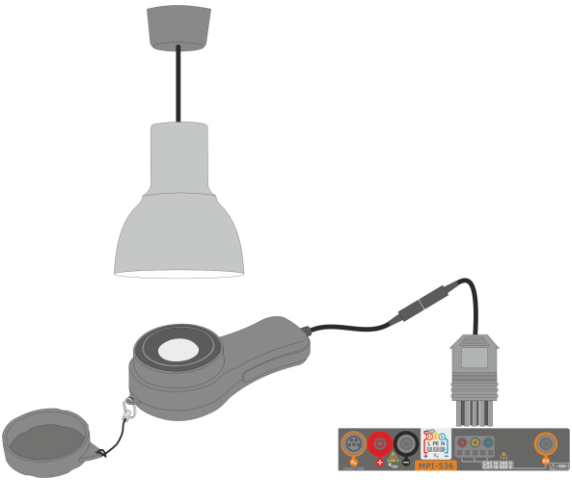
Lecturas actuales

E [lx] – la intensidad de iluminación expresada en lux (lm/m^2)

E [fc] – la intensidad de iluminación expresada en lm/ft^2 (lumen por pie cuadrado)

E_{MIN} – el límite establecido en los pasos (3) (4)

6



Colocar la sonda en el plano de trabajo examinado.

7

Leer el resultado.

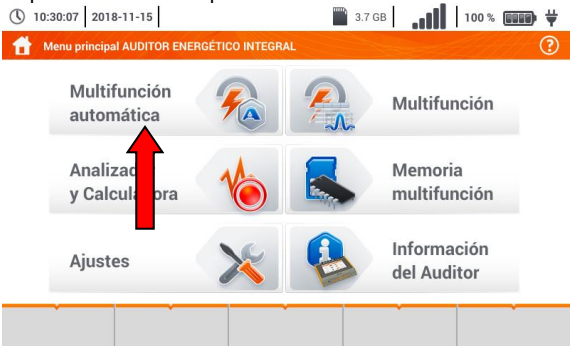
Indicadores de cumplir con el límite (paso (3))

- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar

8 Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**.

4 Medidas automáticas

El medidor contiene los procedimientos de pruebas automáticas.



4.1 Realizar mediciones automáticas

①

Las secuencias de medición se agrupan en dos carpetas:

⇒ las mediciones en las redes TN/TT/IT,

⇒ las mediciones para las estaciones de carga de los vehículos eléctricos EVSE.

Seleccionar la carpeta y secuencia correspondientes de la lista.

②

Conectar el medidor al sistema de medición.

En cada uno de los campos introducir el tipo de accesorio de medición, los parámetros de la instalación y otros datos necesarios.

Descripción de los iconos de función

- ayuda para la medición
- plegar los campos de ajuste
- desplegar los campos de ajuste
- guardar los datos de medición introducidos.

③

Pulsar **START**. Comenzará la secuencia automática de mediciones.

4

◄ La pantalla al realizar una de las mediciones de la secuencia.

Descripción de los iconos de función

- detener el procedimiento y pasar al resumen
- repetir la medición y sobrescribir su resultado
- repetir la medición sin perder el resultado anterior
- detención del procedimiento
- ir a la siguiente etapa o al resumen. El tiempo de pasar automáticamente al siguiente paso se ajusta de acuerdo con la **sección. 2.2.1**.

5

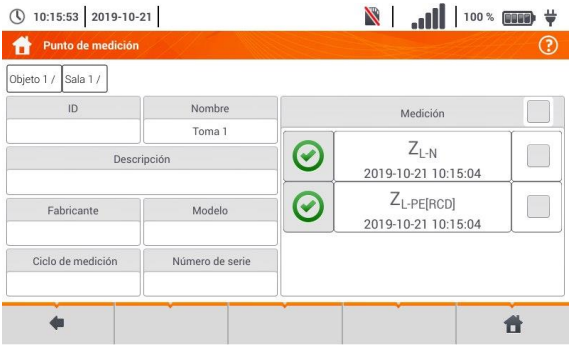
◄ Pantalla de resumen.

El procedimiento se puede reiniciar con el icono .

Cada medición de secuencia contiene resultados parciales. Para mostrarlo, tocar **la etiqueta de esta medición**. Se abrirá la ventana como para una sola medición. Se sale con el icono .

Con el icono guardar la medición en la memoria del medidor. La descripción detallada de la gestión de memoria está en la **sección 5.3**.

6



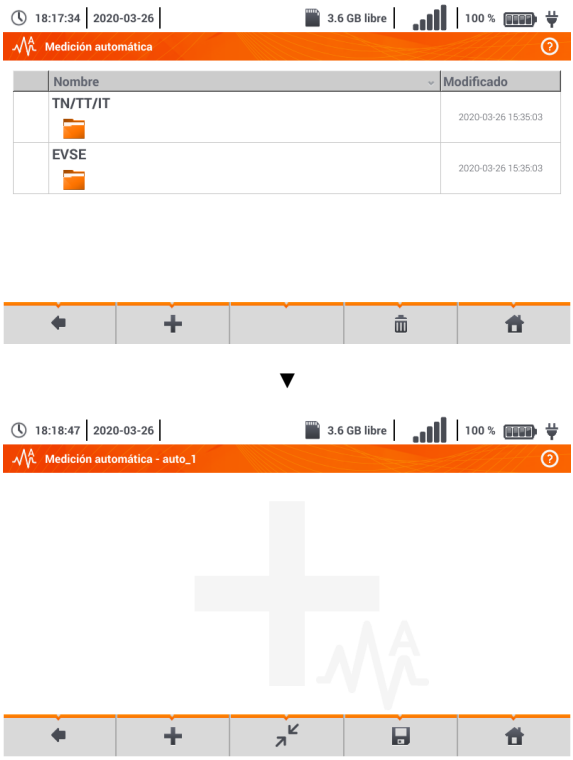
Todas las mediciones de secuencia se guardan en un punto de medición.

Indicadores de cumplir con el límite

- el resultado está dentro del límite establecido
- el resultado está fuera del límite establecido
- no se puede evaluar
- la medición no se ha hecho

4.2 Creación de los procedimientos de medición

1



- Seleccionar ➕, para ir al asistente de secuencia.
- Seleccionar ➕, para agregar la medición deseada al procedimiento.

2

Entre los elementos disponibles, seleccionar aquel que debe entrar como parte del procedimiento. Además de las mediciones estándar, también está disponible:
⇒ el mensaje de texto,
⇒ el texto visual.

3

Después de cada selección se desplegará el menú con los parámetros del paso.

Si los estudios tienen previstas las mediciones en estaciones de carga de vehículos eléctricos, hay que marcar la casilla **EV**.

Descripción de los iconos de función

ayuda para la medición

plegar los campos de ajuste

desplegar los campos de ajuste

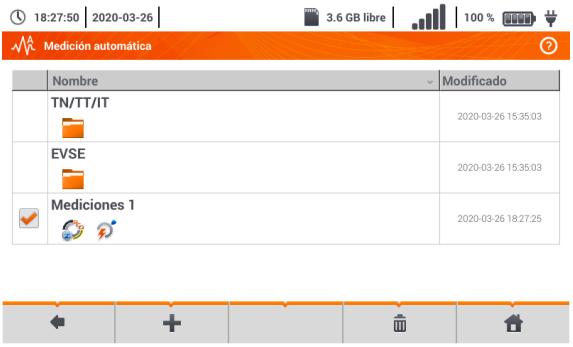
guardar los datos de medición introducidos.

4

- El cambio del orden de pasos se realiza con los iconos . La eliminación del paso con el icono .

- Guardar el procedimiento con el icono . Aparecerá una ventana para introducir el nombre del procedimiento.

5



El procedimiento estará disponible desde el menú principal de autoprocedimientos. Para eliminarla, hay que marcarla y seleccionar .

5 Memoria del medidor

5.1 *Ajustes de la memoria*

1

En el menú de inicio, seleccionar **Ajustes**.

2

Seleccionar **Configuración de memoria**.

3

Habrá dos opciones.

- **Ajuste por defecto** – restaura la memoria del medidor con los valores por defecto de la memoria. Al seleccionar, se le pedirá que confirme la selección.
- **Formatear una tarjeta SD**. Al seleccionar, se solicitará que el usuario confirme que desea formatear la tarjeta SD.

Descripción de los iconos de función

volver a la pantalla anterior

volver a la pantalla de inicio

5.2 Organización de la memoria

La memoria de resultados de mediciones tiene una estructura de árbol (**Fig. 5.1**). El usuario puede guardar un número ilimitado de clientes. Cada cliente puede crear cualquier número de objetos, con subobjetos.

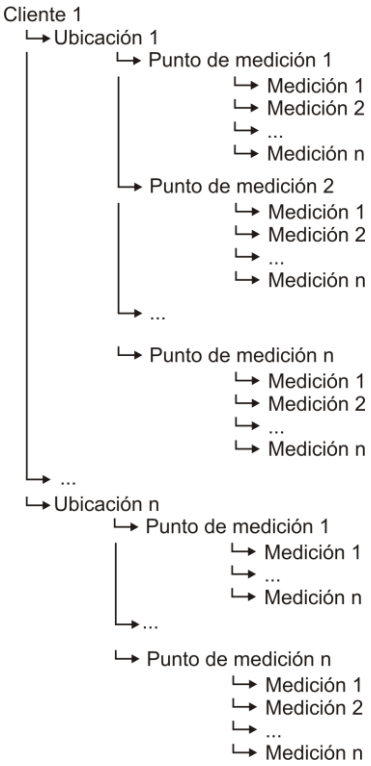
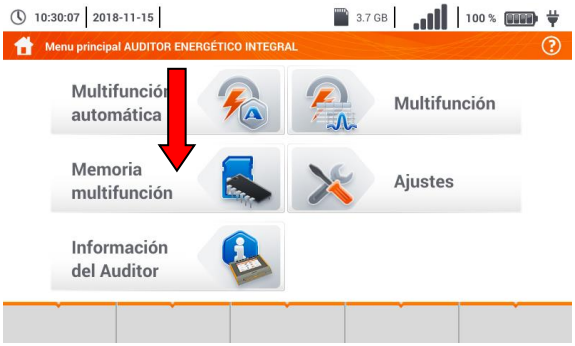


Fig. 5.1. La estructura de la memoria del medidor para un único cliente

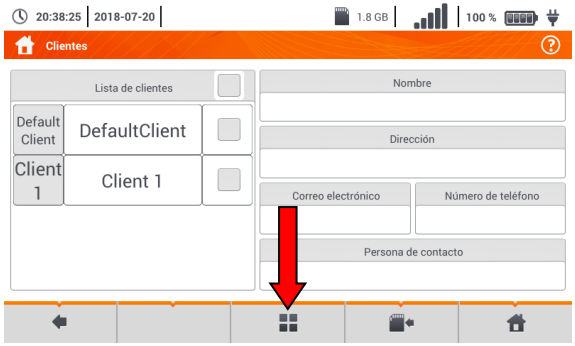
5.2.1 Información básica para navegar por el menú Navegación

1



En el menú principal seleccionar **Memoria multifunción**.

2

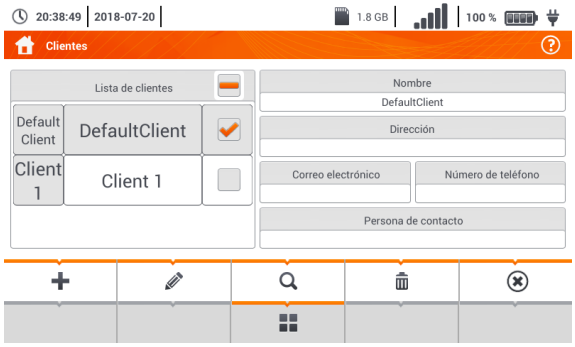


Aparecerá el panel de gestión de la memoria.

Descripción de los iconos de función

- posición inactiva
- posición activa
- volver a la pantalla anterior
- pasar al nivel inferior ( ) de la posición activa
- pasar al árbol de carpetas activas ( ) del cliente
- volver a la pantalla de inicio
- guardar la posición activa en la tarjeta SD
- desplegar el menú de gestión con una posición activa

3



Descripción de los iconos de función en el menú de edición

- agregar un nuevo cliente
- editar un cliente activo
- modo de búsqueda (**sección 5.4**)
- eliminar un cliente activo
- cerrar el menú

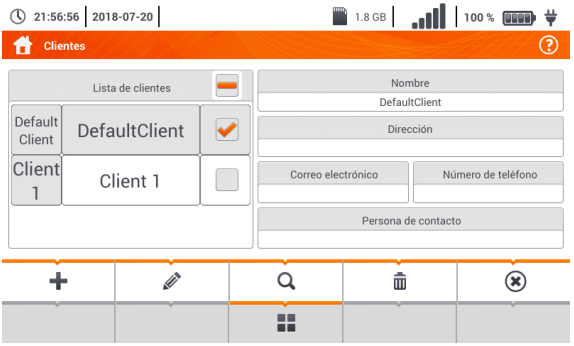
Para pasar **al nivel inferior** del árbol de carpetas, hay que:

- activar el elemento deseado (→),
- seleccionar el icono .

(a) Para pasar **al nivel superior** del árbol de carpetas, seleccionar el icono .

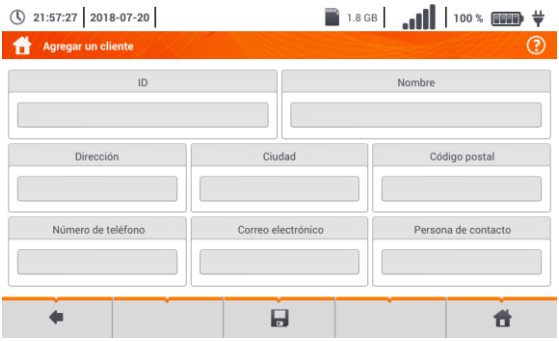
(b) Para pasar **varios niveles por arriba**, seleccionar el nombre de la carpeta deseada en la barra de navegación superior.

5.2.2 Agregar un nuevo árbol de mediciones



Con el icono añadir un nuevo cliente.

2



Tocar y completar con el teclado en la pantalla los campos obligatorios:

⇒ ID de cliente,
⇒ nombre,
⇒ dirección,
⇒ ciudad,
⇒ código postal,
⇒ número de teléfono
⇒ correro electrónico e-mail,
⇒ persona de contacto.

3

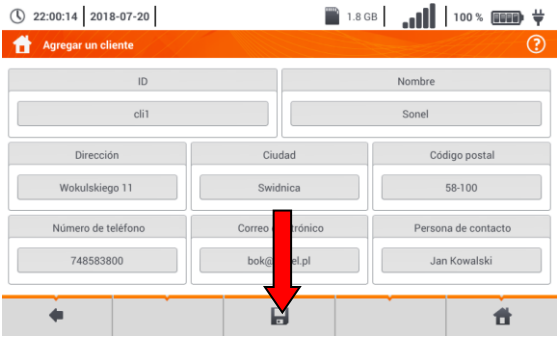
Introducir el nombre con el teclado táctil (al mantener pulsado algunos botones hace que aparecen los caracteres polacos).

Funciones de iconos

rechazar los cambios y volver al paso (2)

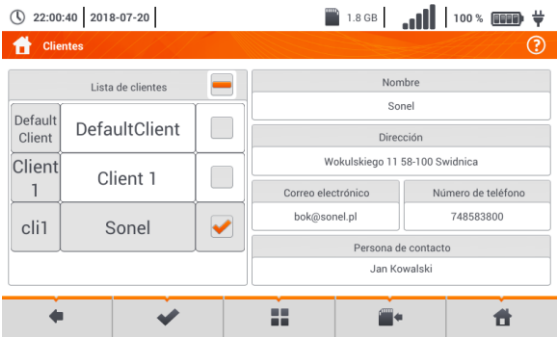
aceptar los cambios e ir al paso (4)

4



- Con el icono guardar los cambios.
- Se volverá al menú de gestión de clientes.

5



- Tocar para activar el cliente seleccionado (→).
- Seleccionar el icono y , para editar los datos.
- Otros pasos son los mismos que en (2)(3)(4).
- Para ir al nivel inferior del árbol:
  ⇒ tocar la etiqueta del elemento deseado,
  ⇒ activar el elemento deseado y seleccionar .

6

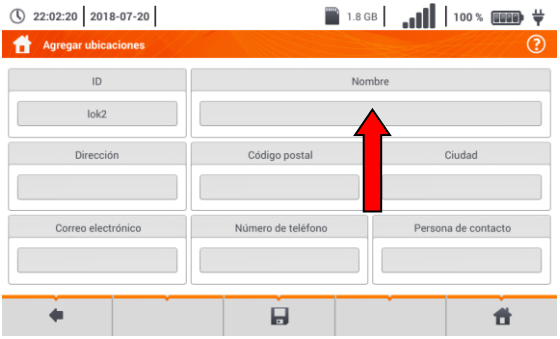
La creación de nuevo cliente hace que se haga una ubicación predeterminada para las mediciones.

7

Para añadir una nueva ubicación:

- tocar para activar la columna **Ubicaciones**,
- con el icono desplegar el menú de edición y seleccionar +,
- proceder igual que en los pasos (2)(3).

8



En el campo **Nombre** se puede definir una lista de nombres para su uso posterior.

9

(a) Tocar el campo para crear un nuevo nombre y dar uno nuevo como se describe en el paso (3).

(b) Con el icono +añadir un nuevo elemento a la lista de nombres.

(c) Seleccionar el elemento deseado y utilizando los iconos:
editar el nombre,
eliminar el nombre.

Tocar la ubicación asignada en la lista a la posición deseada del árbol (→).

Bueno – aceptar todos los cambios.
Cancelar – cancelar los cambios.

10

- Con el icono guardar los cambios.
- Se volverá al menú de gestión de ubicación.

11

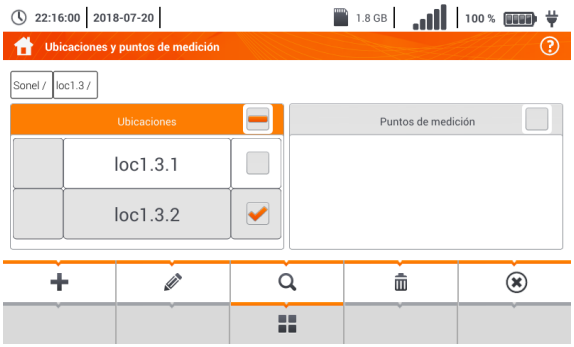
- Activar la ubicación deseada (→).
- Seleccionar , para ir al nivel inferior del árbol.

12

Aparecerá la pantalla de ubicación y los puntos de medición.

- Tocar para activar la columna **Ubicaciones**.
- Con el icono desplegar el menú de edición y seleccionar .
- Proceder igual que en los pasos (2)(3)(4) y (8)(9)(10).

(13)



- Activar la ubicación deseada (→).
- Con el icono ir al menú de nivel inferior.
- Si es necesario, repetir los pasos (12)(13).
- Con el icono desplegar el menú de edición y seleccionar:
  - para editar la ubicación (como en los pasos (8)(9)(10)),
  - para entrar en modo de búsqueda (**sección 5.4**),
  - eliminar.

(14)

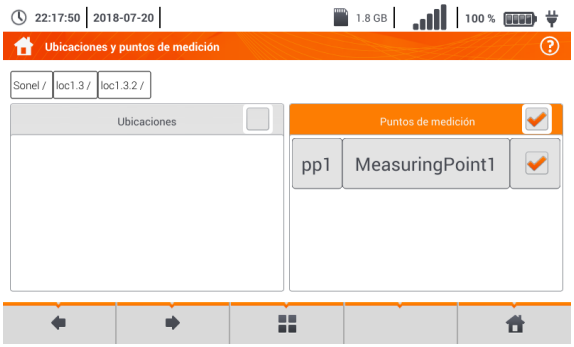
- Activar la columna **Puntos de medición** (→).
- Con el icono desplegar el menú de edición y seleccionar para añadir un nuevo punto de medición (paso (15)).

(15)

Tocar y completar con el teclado en la pantalla los campos obligatorios:
- ⇒ ID del punto,
- ⇒ nombre,
- ⇒ descripción,
- ⇒ del fabricante,
- ⇒ modelo,
- ⇒ número de serie,
- ⇒ ciclo de medición,
- ⇒ año de fabricación,
- ⇒ clase de seguridad,
- ⇒ tensión nominal,
- ⇒ corriente nominal,
- ⇒ potencia nominal.

Descripción de los iconos de función
- volver a la pantalla anterior
- guardar los cambios
- volver a la pantalla de inicio

16



El punto de medición se ha guardado.

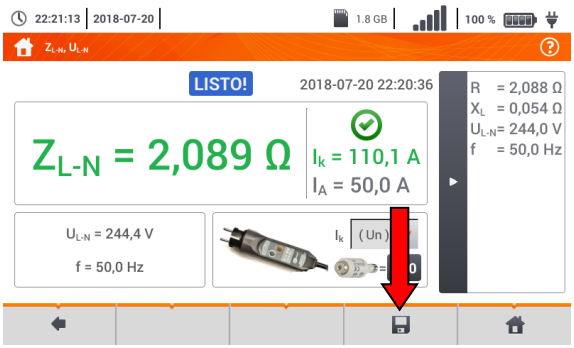
Descripción de los iconos en el menú de edición

- añadir un nuevo punto
- edición del punto activo
- modo de búsqueda (**sección 5.4**)
- eliminar el punto activo
- cerrar el menú

- En una célula de la columna **Puntos de medición** se pueden guardar resultados de mediciones realizadas para todas las funciones de medición.
- En la memoria se pueden guardar sólo los resultados de las mediciones iniciadas con el botón **START** (salvo la puesta automática a cero en la medición de resistencia de baja tensión).
- En la memoria se guarda un conjunto de resultados (principal y adicionales) de la dada función de medición, los parámetros establecidos de la medición, la fecha y la hora de la medición.

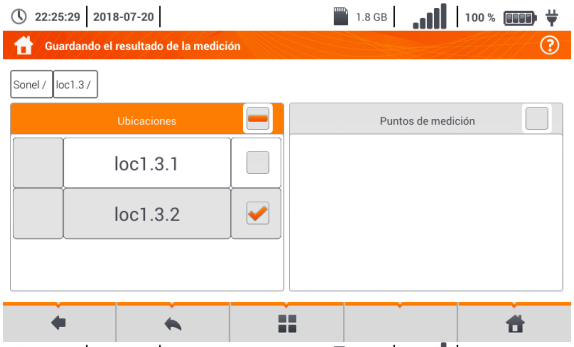
5.3 Guardar el resultado de medición

1



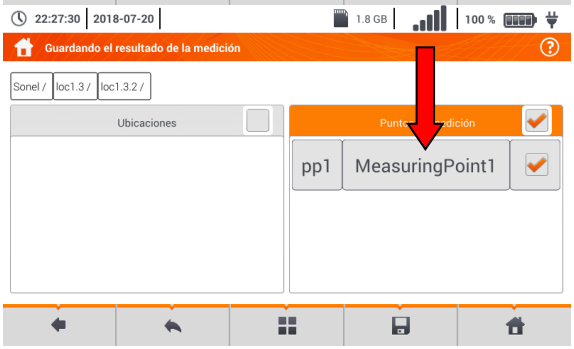
- Después de la medición, seleccionar el icono .
- Aparecerá el menú de Guardar el resultado de la medición (el menú y el controla igual que en la **sección 5.1**).

2



- Seleccionar la ubicación deseada.
- Si es necesario, crear una nueva ubicación de acuerdo con la **sección 5.2.2**.

3

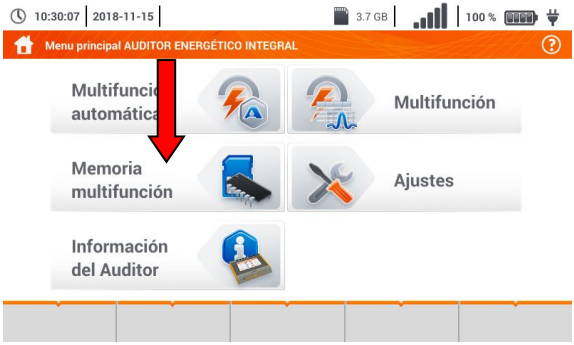


- Seleccionar el punto de medición deseado en la ubicación o crear uno nuevo conforme a la **sección 5.2.2** paso (14)(15)(16).
- Tocar para guardar el resultado en la memoria.
- En caso de no querer guardar, volver a la pantalla de medición con el icono .

Gestión de los objetos y subobjetos es posible en tanto en modo de guardar en la memoria como revisarla (**sección 5.4**).

5.4 Revisión de las mediciones guardadas

1

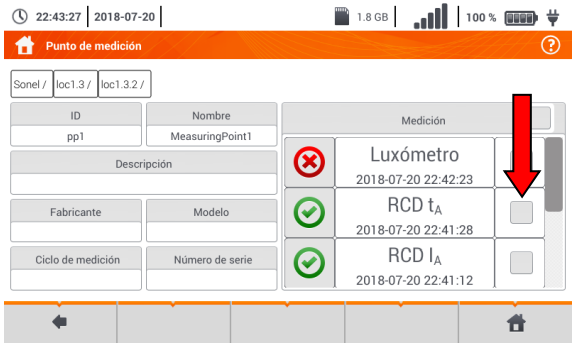


Seleccionar **Memoria multifunción**.

2

- Ir a la ubicación del punto de medición donde se han guardado los resultados de la medición.
- Activar el punto de medición deseado (→).
- Con el icono pasar al contenido del punto de medición.

3



Se visualizará una lista de las mediciones contenidos en el punto activo.

Descripción de indicadores que señalan el cumplimiento con el límite establecido

- condición cumplida
- condición incumplida
- límite no definido

Para visualizar el menú de gestión de mediciones, activar los registros deseados (→).

4

Descripción de los iconos de función

- volver a la pantalla anterior
- ir a los detalles (paso (5))
- eliminar el registro activo
- volver a la pantalla de inicio

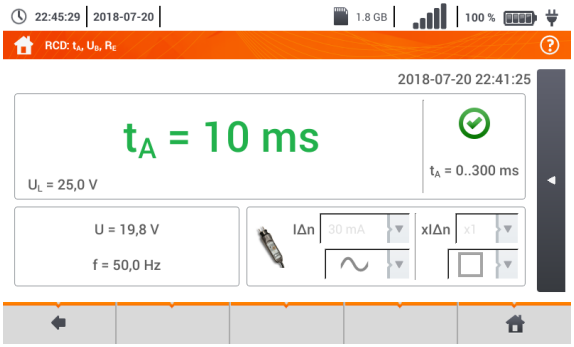
5

Para ir al resultado de la medición:

(a) tocar las etiquetas de registro,

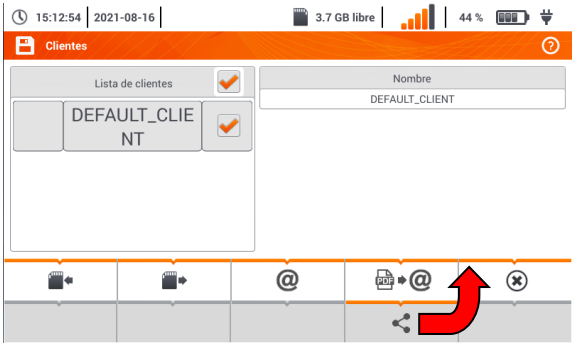
(b) activar el registro (→) y seleccionar ✔.

6



Se mostrará el valor de la medición solicitada.

5.5 Compartir medidas guardadas



- Seleccionar . Están disponibles las siguientes opciones:
  - la importación de todos los clientes de la tarjeta de memoria al medidor,
  - la exportación de clientes seleccionados a la tarjeta de memoria,
  - el envío de clientes seleccionados por correo electrónico,
  - la generación del informe en formato PDF y su envío por correo electrónico.

- Si es necesario, seleccionar el cliente (→) para la acción solicitada.

- Seleccionar el icono con la acción deseada.

Antes de enviar datos por correo electrónico, hay que configurar la bandeja de salida. Ver la **sección 2.3.3**.

5.6 *Buscar en la memoria del medidor*

1

- Desde cualquier parte del menú de búsqueda en la memoria seleccionar y .

2

- Se mostrará el menú de búsqueda.
- En el campo **Ajustes** seleccionar el tipo del objeto de búsqueda: **ubicación** o **punto de medición**.
- Si es necesario, seleccionar **Buscar todos los clientes** (→).
- En el campo **Nombre** introducir el término de búsqueda con el teclado en la pantalla.
- Seleccionar **Buscar**.

3

- Activar el resultado deseado (→).
- Con el icono pasar a los detalles.
- Después de seleccionar el icono también está disponible la edición del registro de conformidad con la **sección 5.2.2**, pasos (8) (9) (10).

<u>Descripción de los otros iconos de función</u>

volver a la pantalla anterior

volver a la pantalla de inicio

6 Alimentación del medidor

6.1 Control del nivel de la carga de batería

El dispositivo está equipado con batería de Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah. La batería contiene un sistema de supervisión del nivel de carga que puede indicar con precisión la carga real de la batería, y un sensor de temperatura.

El nivel de carga de la batería está indicado al corriente con el icono en la barra superior a la derecha de la pantalla (**sección 2** elemento 2).

nivel de carga de 80…100%

nivel de carga de 60…100%

nivel de carga de 40…60%

nivel de carga de 20…40%

nivel de carga de 0…20%

- baterías descargadas
- no hay batería
- sin comunicación con la batería

6.2 Reemplazo de las baterías

El medidor MPI-536 está alimentado por el propio paquete de baterías de la marca SONEL Li-Ion.

El cargador se encuentra en el interior del medidor y sólo funciona con la batería propia de la marca. Se alimenta de una fuente de alimentación externa. Es posible la alimentación del encendedor de coche. Tanto la batería como el adaptador están incluidos en el equipamiento estándar del medidor.

ADVERTENCIA

Dejar los cables en los enchufes durante el cambio de las baterías (pilas), puede causar electrochoque.

El reloj interno de tiempo real lo sigue alimentando la batería, para que los ajustes del reloj no se borren se puede hacer el cambio de la batería con la alimentación conectada de 12 V DC.

Para reemplazar el paquete de baterías hay que:

- sacar todos los cables de los enchufes y apagar el medidor,
- conectar la fuente de alimentación externa de 12 V DC (para que los ajustes de la fecha y la hora no se borren),
- desenroscar 4 tornillos que sujetan el contenedor para las baterías/pilas (en la parte inferior de la carcasa – **Fig. 6.1**),
- retirar el compartimento de baterías,
- retirar la tapa del compartimento y sacar las baterías,
- insertar nuevas baterías,
- poner (cerrar) la tapa del compartimento,
- meter el compartimento en el medidor,
- apertar 4 tornillos que sujetan el compartimiento.

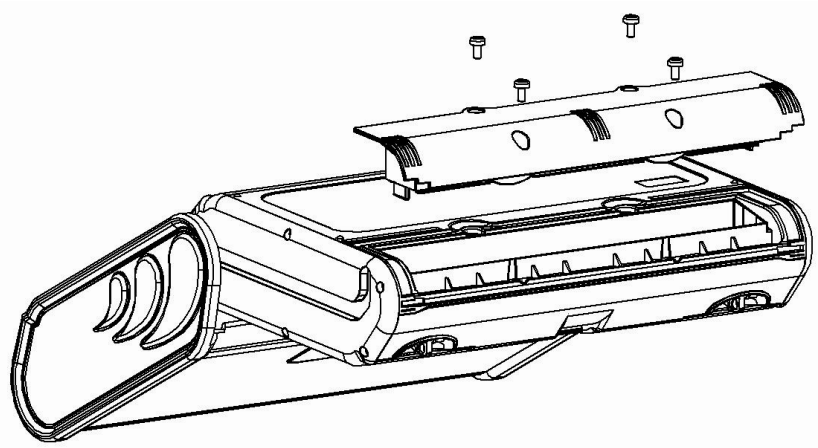


Fig. 6.1. Reemplazo del paquete de baterías

¡ATENCIÓN!

Está prohibido usar el medidor con el compartimento de baterías/pilas sacado o no cerrado y alimentarlo de otras fuentes que las citadas en este manual de instrucciones.

6.3 Carga de baterías

La carga de la batería se inicia automáticamente después de conectar al dispositivo:

- cargador de 12 V DC,
- toma de carga del encendedor de coche.

La carga se indica por el icono junto al símbolo de la batería en la barra superior y el diodo **H.V./REC/CONT.**. La temperatura de la batería y del ambiente influyen en el proceso de carga. Si la temperatura de la batería es inferior al 0°C o superior al 45°C, el proceso de carga se detiene.

Indicación del estado de la batería

- carga
  - o medidor apagado – el diodo **H.V./REC/CONT.** se ilumina de color **verde**
  - o el medidor encendido - la carga se indica mediante un icono en la pantalla

- avería
  - o medidor apagado – el diodo **H.V./REC/CONT.** parpadea de color **verde** cada 0,5 segundo
  - o medidor encendido – el error se indica mediante un icono en la pantalla

Debido a interferencias en la red puede ocurrir el final anticipado de la carga de baterías. En caso del tiempo de carga muy corto, se debe apagar el medidor y empezar a cargarlo de nuevo.

6.4 Normas generales de uso de las baterías de litio-ion (Li-Ion)

- Las baterías cargadas hasta el 50% deben ser almacenadas en un recipiente de plástico, en un lugar fresco, seco y bien ventilado y protegido de la luz directa del sol. La batería almacenada en un estado de la descarga total puede dañarse. La temperatura ambiente durante un almacenamiento prolongado debe mantenerse entre los 5°C ... 25°C.
- Cargar las baterías en un lugar fresco y bien ventilado a una temperatura de 10°C...28°C. Cargador moderno rápido detecten tanto demasiada baja como demasiada alta temperatura de pilas y adecuadamente reaccionan a estas situaciones. La temperatura demasiado baja debe impedir el inicio del proceso de carga que pudiera dañar permanentemente la batería. El aumento de temperatura de la batería puede causar fugas de electrolito e incluso provocar un incendio o explosión de la batería.
- No exceder la corriente de carga, ya que la batería puede encenderse o "hincharse". Las baterías "hinchadas" no deben ser utilizadas.
- No cargar ni utilizar la batería a temperaturas extremas. Las temperaturas extremas reducen el rendimiento de la batería. Seguir siempre la temperatura nominal de funcionamiento. No tirar las baterías al fuego.
- Las células de Li-Ion son sensibles a los daños mecánicos. Estos daños pueden generar un daño permanente y en efecto, un incendio o explosión.
- Toda influencia en la estructura de la batería Li-Ion puede causar su daño. Eso puede causar su ignición o explosión.
- En caso de cortocircuito de los polos + y - la batería puede dañarse permanentemente e incluso incendiarse o explotar.
- No sumergir la batería Li-Ion en líquidos y no guardarla en condiciones de alta humedad.
- En caso de contacto del electrolito que se encuentra dentro de la batería Li-Ion con ojos o piel, lavar inmediatamente estas zonas con mucha cantidad de agua y acudir al médico. Proteger la batería de terceros y niños.
- En el momento de notar algún cambio en la batería Li-Ion (cambio de color, hinchado, temperatura excesiva) dejar de usarla. Las baterías Li-Ion mecánicamente dañadas, excesivamente cargadas y descargadas no sirven para su uso.
- El mal uso de la batería puede causar su daño permanente. Aquello puede causar su inflamación. El vendedor con el fabricante no asumen responsabilidad por los posibles surgidos en efecto del uso incorrecto de la batería Li-Ion.

7 Mantenimiento y conservación

¡ATENCIÓN!

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

Miernik został zaprojektowany z myślą o wielu latach niezawodnego użytkowania, pod warunkiem przestrzegania poniższych zaleceń dotyczących jego utrzymania i konserwacji.

1. **EL MEDIDOR DEBE ESTAR SECO**. Secar el medidor húmedo.
2. **EL MEDIDOR SE USA Y GUARDA A UNA TEMPERATURA NORMAL.** Las temperaturas extremas pueden acortar la vida útil de los componentes electrónicos del medidor y deformar o derretir algunos elementos plásticos.
3. **EL MEDIDOR DEBE SER MANEJADO CON CUIDADO Y DELICADEZA.** La caída del medidor puede causar daños de los componentes electrónicos o de la carcasa.
4. **EL MEDIDOR DEBE SER MANTENIDO LIMPIO.**De vez en cuando debe limpiar la carcasa con un paño húmedo. NO use productos químicos, disolventes ni detergentes.
5. **LAS SONDAS SE PUEDEN LAVAR CON AGUA Y SECAR BIEN.** Antes de un almacenamiento prolongado, se recomienda engrasar las sondas con un engrase para máquinas.
6. Los carretes y cables se pueden limpiar con agua y detergentes, luego deben ser secados.

El sistema electrónico del medidor no requiere mantenimiento.

8 Almacenamiento

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

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

9 Desmontaje y utilización

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

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

Antes de llevar el equipo a un punto de recogida no se debe desarmar ninguna parte del equipo.

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

10 Datos técnicos

10.1 Datos básicos

⇒ la abreviatura "v.m." en cuanto a la determinación de la precisión significa el valor de medición patrón

10.1.1 Medición de tensiones alternas (True RMS)

Rango	Resolución	Precisión
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(2% v.m. + 4 dígitos)
300 V…500 V	1 V	±(2% v.m. + 2 dígitos)

- Rango de frecuencia: 45...65 Hz

10.1.2 Medición de frecuencia

Rango	Resolución	Precisión
45,0 Hz...65,0 Hz	0,1 Hz	±(0,1% v.m. + 1 dígito)

- Rango de tensiones: 50...500 V

10.1.3 Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L}

Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito Z_S
Rango de medición según IEC 61557-3:

Cable de medición	Rango de medición Z_S
1,2 m	0,130 Ω...1999,9 Ω
5 m	0,170 Ω...1999,9 Ω
10 m	0,210 Ω...1999,9 Ω
20 m	0,290 Ω...1999,9 Ω
WS-03, WS-04	0,190 Ω...1999,9 Ω

Rangos de visualización:

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0,000...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% v.m. + 0,03 Ω)
20,00...199,99 Ω	0,01 Ω	±(5% v.m. + 0,3 Ω)
200,0...1999,9 Ω	0,1 Ω	±(5% v.m. + 3 Ω)

- Tensión nominal de trabajo U_{nL-N}/ U_{nL-L}: 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V
- Rango de tensiones de trabajo: 95 V…270 V (para Z_{L-PE} y Z_{L-N}) y 95 V…440 V (para Z_{L-L})
- Frecuencia nominal de la red f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Rango de frecuencia de trabajo: 45 Hz...65 Hz
- Corriente máxima de medición (para 415 V): 41,5 A (10 ms)
- Comprobación de la corrección de la conexión del borne PE utilizando el electrodo de contacto

Indicación de resistencia del bucle de cortocircuito R_S y reactancia del bucle de cortocircuito X_S

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% + 0,05 Ω) del valor Z_S

- Cálculo y visualización para el valor Z_S<20

Indicaciones de la corriente de cortocircuito I_k
Se pueden calcular los rangos de medición según IEC 61557-3 a partir de los rangos de medición para Z_S y las tensiones nominales.

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0,055 …1,999 A	0,001 A	Calculada sobre la base de la incertidumbre para el bucle de cortocircuito
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 …40,0 kA	0,1 kA	

- La esperada corriente de cortocircuito calculada y visualizada por el medidor puede ser ligeramente diferente del valor calculado mediante el uso de una calculadora basada en la impedancia visualizada, ya que el medidor calcula la corriente a partir del valor de impedancia del bucle de cortocircuito no redondeado. El valor correcto debe ser considerado el valor de la corriente I_k visualizado por el medidor o el software de la marca.

10.1.4 Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito $Z_{L\text{-}PE[RCD]}$ (sin el disparo del interruptor RCD)

Medición de la impedancia del bucle de cortocircuito Z_S
Rango de medición según IEC 61557-3:

- 0,50…1999 Ω para cables de 1,2 m, WS-03 y WS-04
- 0,51...1999 Ω para cables de 5 m, 10 m y 20 m

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0...19,99 Ω	0,01 Ω	±(6% v.m. + 10 dígitos)
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	±(6% v.m. + 5 dígitos)
200...1999 Ω	1 Ω	

- No hace la actuación de los interruptores RCD o $I_{\Delta n} \geq 30$ mA
- Tensión nominal de trabajo U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Rango de tensiones de trabajo: 95 V...270 V
- Frecuencia nominal de la red f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Rango de frecuencia de trabajo: 45…65 Hz
- Comprobación de la corrección de la conexión de terminal PE utilizando el electrodo de contacto

Indicación de resistencia del bucle de cortocircuito R_S y reactancia del bucle de cortocircuito X_S

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0..19,99 Ω	0,01 Ω	±(6% + 10 dígitos) del valor Z_S

- Cálculo y visualización para el valor Z_S<20

Indicaciones de la corriente de cortocircuito I_k
Se pueden calcular los rangos de medición según IEC 61557-3 a partir de los rangos de medición para Z_S y las tensiones nominales.

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0,055 …1,999 A	0,001 A	Calculada sobre la base de la precisión para el bucle de cortocircuito
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 …40,0 kA	0,1 kA	

- La esperada corriente de cortocircuito calculada y visualizada por el medidor puede ser ligeramente diferente del valor calculado mediante el uso de una calculadora basada en la impedancia visualizada, ya que el medidor calcula la corriente a partir del valor de impedancia del bucle de cortocircuito no redondeado. El valor correcto debe ser considerado el valor de la corriente I_k visualizado por el medidor o el software de la marca.

10.1.5 Medición de parámetros de los interruptores RCD

- Medición de interruptores tipo RCD: AC, A, B, B+, F, EV
- Tensión nominal de trabajo U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Rango de tensiones de trabajo: 95 V...270 V
- Frecuencia nominal de la red f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Rango de frecuencia de trabajo: 45…65 Hz

Prueba del interruptor RCD y medición del tiempo de actuación t_A (para la función de medición t_A)
Rango de medición según IEC 61557-6: 0 ms ... hasta el límite superior del valor visualizado

Modo del interruptor	Ajuste de multiplicación	Rango de medición	Resolución	Precisión
▪ General ▪ Tipo de retardo corto ▪ EV – parte AC	0,5 $I_{\Delta n}$	0..300 ms (TN/TT) 0..400 ms (IT)	1 ms	±(2% v.m. + 2 dígitos)[1]
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..40 ms		
Selectivo	0,5 $I_{\Delta n}$	0..500 ms		
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
▪ EV 6 mA DC ▪ RCM	1 $I_{\Delta n}$	0,0..10,0 s	0,1 s	±(2% v.m. + 3 dígitos)
	10 $I_{\Delta n}$	0..300 ms	1 ms	
	33 $I_{\Delta n}$[2]	0..100 ms		
	50 $I_{\Delta n}$[3]	0..40 ms		

[1] para $I_{\Delta n}$ = 10 mA y 0,5 $I_{\Delta n}$ precisión es ±(2% v.m. + 3 dígitos)
[2] para mediciones según IEC 62955
[3] para mediciones según IEC 62752

- Precisión de la corriente diferencial:
  para 1*$I_{\Delta n}$, 2*$I_{\Delta n}$, 5*$I_{\Delta n}$ ..... 0..8%
  para 0,5*$I_{\Delta n}$ ..... -8..0%

Valor efectivo de la corriente de fuga forzada durante la medición del tiempo de desconexión del interruptor RCD (no se aplica a RCD EV 6 mA DC y RCM) [mA]

$I_{\Delta n}$	Ajuste de multiplicación							
	0,5				1			
	∿	∿	∿	⎓	∿	∿	∿	⎓
10	5	3,5	3,5	5	10	20	20	20
30	15	10,5	10,5	15	30	42	42	60
100	50	35	35	50	100	140	140	200
300	150	105	105	150	300	420	420	600
500	250	175	175	—	500	700	700	1000*
1000	500	—	—	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Ajuste de multiplicación							
	2				5			
	∿	∿	∿	⎓	∿	∿	∿	⎓
10	20	40	40	40	50	100	100	100
30	60	84	84	120	150	210	210	300
100	200	280	280	400	500	700	700	1000*
300	600	840	840	—	—	—	—	—
500	1000	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—	—

* – no se aplica en U_n = 110 V, 115 V y 127 V ni en las redes IT

Valor efectivo de la corriente de fuga forzada durante la medición del tiempo de desconexión del interruptor RCD (se aplica a RCD EV 6 mA DC y RCM) [mA]

$I_{\Delta n}$	Ajuste de multiplicación			
	1	10	33	50
6 mA DC según IEC 62955	6	60	200	—
6 mA DC según IEC 62752	6	60	—	300

Medición de la resistencia de la toma de tierra R_E (se aplica a la red TT)

Corriente seleccionada nominal del interruptor	Rango de medición	Resolución	Corriente de medición	Precisión
10 mA	0,01...5,00 kΩ	0,01 kΩ	4 mA	0..+10% v.m. ±8 dígitos
30 mA	0,01...1,66 kΩ		12 mA	0..+10% v.m. ±5 dígitos
100 mA	1...500 Ω	1 Ω	40 mA	0..+5% v.m. ±5 dígitos
300 mA	1...166 Ω		120 mA	
500 mA	1...100 Ω		200 mA	
1000 mA	1...50 Ω		400 mA	

Medición de la tensión de contacto U_B respecto a la corriente diferencial nominal
Rango de medición según IEC 61557-6: 10,0 V...99,9 V

Rango de medición	Resolución	Corriente de medición	Precisión
0...9,9 V	0,1 V	0,4 x $I_{\Delta n}$	0%...10% v.m. ±5 dígitos
10,0...99,9 V			0%...15% v.m.

Medición de corriente de disparo del RCD I_A para la corriente sinusoidal diferencial
Rango de medición según IEC 61557-6: (0,3...1,0)$I_{\Delta n}$

Corriente nominal seleccionada del interruptor	Rango de medición	Resolución	Corriente de medición	Precisión
10 mA	3,0..10,0 mA	0,1 mA	0,3 x $I_{\Delta n}$..1,0 x $I_{\Delta n}$	±5% $I_{\Delta n}$
30 mA	9,0..30,0 mA			
100 mA	30..100 mA	1 mA		
300 mA	90..300 mA			
500 mA	150..500 mA			
1000 mA	300..1000 mA			

- es posible empezar la medición desde la mitad positiva o negativa de la corriente de fuga forzada
- tiempo de flujo de la corriente de medición..... max. 8,8 s

Medición de la corriente de actuación RCD I_A para la corriente diferencial pulsatoria unidireccional y la pulsatoria unidireccional con base 6 mA de la corriente continua
Rango de medición según IEC 61557-6: (0,35...1,4)$I_{\Delta n}$ para $I_{\Delta n}$≥30 mA y (0,35...2)$I_{\Delta n}$ para $I_{\Delta n}$=10 mA

Corriente nominal seleccionada del interruptor	Rango de medición	Resolución	Corriente de medición	Precisión
10 mA	3,5..20,0 mA	0,1 mA	0,35 x $I_{\Delta n}$..2,0 x $I_{\Delta n}$	±10% $I_{\Delta n}$
30 mA	10,5..42,0 mA		0,35 x $I_{\Delta n}$..1,4 x $I_{\Delta n}$	
100 mA	35..140 mA	1 mA		
300 mA	105..420 mA			
500 mA	175..700 mA			

- posible la medición para los semiperíodos positivos o negativos de la corriente de fuga forzada
- tiempo de flujo de la corriente de medición..... max. 8,8 s

Medición de la corriente de actuación de RCD I_A para la corriente continua diferencial
Rango de medición según IEC 61557-6: (0,2...2)$I_{\Delta n}$

Corriente nominal seleccionada del interruptor	Rango de medición	Resolución	Corriente de medición	Precisión
6 mA [1)]	1,0..6,0 mA	0,1 mA	1,0..6,0 mA	±6% $I_{\Delta n}$
10 mA	2,0..20,0 mA	0,1 mA	0,2 x $I_{\Delta n}$..2,0 x $I_{\Delta n}$	±10% $I_{\Delta n}$
30 mA	6..60 mA	1 mA		
100 mA	20..200 mA			
300 mA	60..600 mA			
500 mA	100..1000 mA			

- posible la medición para la corriente de fuga forzada positiva o negativa
- tiempo de flujo de la corriente de medición (no se aplica a RCD EV y RCM)..... max. 5,2 s

1) tiempo de flujo de la corriente de medición (se aplica a RCD EV y RCM)
   - según IEC 62955.....30 s
   - según IEC 62752.....40 s

10.1.6 Medición de la resistencia de la toma de tierra R_E

Rango de medición según IEC 61557-5: 0,50 Ω…1,99 kΩ para la tensión de medición de 50 V y 0,56 Ω…1,99 kΩ para la tensión de medición de 25 V

Rango	Resolución	Precisión
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 10 dígitos)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 4 dígitos)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2% v.m. + 3 dígitos)
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 kΩ	0,01 kΩ	

- tensión de medición: 25 V o 50 V rms
- corriente de medición: 20 mA, sinusoidal rms 125 Hz (para f_n=50 Hz) y 150 Hz (para f_n=60 Hz)
- bloqueo de la medición con la tensión de interferencias U_N>24 V
- máxima medida tensión de interferencias U_{Nmax}=100 V
- máxima resistencia de electrodos auxiliares 50 kΩ

Medición de la resistencia de los electrodos auxiliares R_H, R_S

Rangos de visualización	Resolución	Precisión
000...999 Ω	1 Ω	±(5% (R_S + R_E + R_H) + 3 dígitos)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	
10,0...50,0 kΩ	0,1 kΩ	

Medición de tensones de interferencias

Resistencia interna: aprox. 8 MΩ

Rango	Resolución	Precisión
0...100 V	1 V	±(2% v.m. + 3 dígitos)

Medición selectiva de la toma de tierra con la pinza

Rango	Resolución	Precisión *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 10 dígitos)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.m. + 4 dígitos)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00....1,99 kΩ	0,01 kΩ	

* - con la máxima corriente de interferencia de 1 A

- Medición con la pinza de corriente adicional C-3,
- Rango de medición de la corriente de interferencias hasta 9,99 A.

Medición selectiva de la toma de tierra con dos pinzas

Rango	Resolución	Precisión *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 10 dígitos)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.m. + 4 dígitos)
10,0...19,9 Ω	0,1 Ω	
20,0...99,9 Ω		±(20% v.m. + 4 dígitos)

* - con la máxima corriente de interferencia 1 A

- Medición con la pinza de emisión N-1 y recepción C-3.
- Rango de medición de la corriente de interferencias hasta 9,99 A.

Medición de la resistividad del suelo (ρ)

Rango	Resolución	Precisión
0,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	Depende de la precisión de la medición R_E
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 kΩm	0,01 kΩm	
10,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	

- Medición con el método de Wenner,
- Posibilidad de establecer la distancia en metros o pies,
- Selección de distancia 1 m...30 m (1 pie…90 pies).

10.1.7 Medición de la continuidad de circuito y resistencia con baja tensión

Medición de continuidad de las conexiones de protección y compensatorias con una corriente de ±200 mA

Rango de medición según IEC 61557-4: 0,12…400 Ω

Rango	Resolución	Precisión
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% v.m. + 3 dígitos)
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...400 Ω	1 Ω	

- Tensión en los terminales abiertos: 4 V…9 V,
- Corriente de salida en caso de R<2 Ω: mín. 200 mA (I_{SC}: 200 mA..250 mA)
- Compensación de la resistencia de los cables de medición
- Mediciones para ambas polarizaciones de corriente

Medición de resistencia con corriente baja

Rango	Resolución	Precisión
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% v.m. + 3 dígitos)
200...1999 Ω	1 Ω	

- Tensión en los terminales abiertos: 4 V…9 V,
- Corriente de salida > 8 mA
- Señal sonora para la resistencia medida < 30 Ω ± 50%
- Compensación de la resistencia de los cables de medición

10.1.8 Medición de la resistencia de aislamiento

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 10 V: 10 kΩ…99,9 MΩ

Rango de visualización para U_N = 10 V	Resolución	Precisión
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos)
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...99,9 MΩ	0,1 MΩ	

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 50 V: 50 kΩ…250 MΩ

Rango de visualización para U_N = 50 V	Resolución	Precisión
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos), [±(5% v.m. + 8 dígitos)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...250 MΩ	1 MΩ	

* - para los cables WS-03 y WS-04

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 100 V: 100 kΩ…500 MΩ

Rango de visualización para U_N = 100 V	Resolución	Precisión
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos) [±(5% v.m. + 8 dígitos)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...500 MΩ	1 MΩ	

* - para los cables WS-03 y WS-04

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 250 V: 250 kΩ…999 MΩ

Rango de visualización para U_N = 250 V	Resolución	Precisión
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos) [±(5% v.m. + 8 dígitos)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...999 MΩ	1 MΩ	

* - para los cables WS-03 y WS-04

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 500 V: 500 kΩ…2,00 GΩ

Rango de visualización para U_N = 500 V	Resolución	Precisión
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos) [±(5% v.m. + 8 dígitos)] *
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00…2,00 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 dígitos) [±(6% v.m. + 6 dígitos)] *

* - para los cables WS-03 y WS-04

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 1000 V: 1000 kΩ…3,00 GΩ

Rango de visualización para U_N = 1000 V	Resolución	Precisión
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos)
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00...3,00 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 dígitos)

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 1500 V: 1500 kΩ…5,00 GΩ

Rango de visualización para U_N = 1500 V	Resolución	Precisión
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos)
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00...5,00 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 dígitos)

Rango de medición según IEC 61557-2 para U_N = 2500 V: 2500 kΩ…9,99 GΩ

Rango de visualización para U_N = 2500 V	Resolución	Precisión
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% v.m. + 8 dígitos)
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00...9,99 GΩ	0,01 GΩ	±(4% v.m. + 6 dígitos)

- Tensiones de medición: 10 V, 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V, 1500 V, 2500 V
- Precisión de proporción de la tensión (Robc [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): -0% +10% del valor establecido
- Detección de la tensión peligrosa antes de la medición
- Descarga del objeto medido
- Medición de la resistencia del aislamiento usando el enchufe UNI-Schuko (WS-03, WS-04) entre todos los tres bornes (para U_N=10 V, 1000 V, 1500 V, 2500 V no disponible)
- Medición de la resistencia del aislamiento de los cables de múltiples conductores (máx. 5) mediante el adaptador opcional externo AutoISO-2500
- Medición de la tensión en los bornes +R_{ISO}, -R_{ISO} en el rango: 0 V...440 V
- Corriente de medición < 2 mA

10.1.9 Medición de luz

Rangos de medición de la sonda LP-1

Rango [lx]	Resolución [lx]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...399,9	0,1	f1<6%	±(5% v.m. + 5 dígitos)
400...3999	1		
4,00 k...19,99 k	0,01 k		

Rango [fc]	Resolución [fc]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% v.m. + 5 dígitos)
40,0...399,9	0,1		
400...1999	1		

- Clase de la sonda B

Rangos de medición de la sonda LP-10B

Rango [lx]	Resolución [lx]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% v.m. + 5 dígitos)
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

Rango [fc]	Resolución [fc]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...3,999	0,001	f1<6%	±(5% v.m. + 5 dígitos)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		

- Clase de la sonda B

Rangos de medición de la sonda LP-10A

Rango [lx]	Resolución [lx]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% v.m. + 5 dígitos)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

Rango [fc]	Resolución [fc]	Incertidumbre espectral	Precisión
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% v.m. + 5 dígitos)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		

- Clase de la sonda A

10.1.10 Orden de las fases

- Indicación del orden de las fases: conforme (correcto), no conforme (incorrecto)
- Rango de tensiones de la red U_{L-L}: 95 V...500 V (45 Hz…65 Hz)
- Visualización de los valores de tensiones entre fases

10.1.11 Rotación del motor

- rango de tensiones FEM de motores: 1 V ÷ 500 V AC
- corriente de medición (por cada fase): <3,5 mA

10.2 Otros datos técnicos

a) tipo de aislamiento según EN 61010-1 e IEC 61557 ..... doble
b) categoría de medición según EN 61010-2-030 ..... IV 300 V (III 500 V)
c) grado de protección según EN 60529 ..... IP51 (con tapa de enchufes)
d) fuente de alimentación ..... Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah 37,7 Wh
e) parámetros de la fuente de alimentación del cargador de batería ..... 12 V DC / 2,5 A
..... 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz (red)
f) dimensiones ..... 288 mm x 223 mm x 75 mm
g) peso del medidor con baterías ..... aprox. 2,5 kg
h) temperatura de almacenamiento ..... -20°C...+60°C
i) temperatura de trabajo ..... 0°C...+45°C
j) rango de temperaturas para iniciar la carga de batería ..... +10°C...+40°C
k) temperatura a la que se interrumpe la carga de batería ..... <+5 °C i ≥ +50°C
l) humedad ..... 20%...90%
m) temperatura de referencia ..... +23°C ± 2°C
n) humedad de referencia ..... 40%...60%
o) altura s.n.m. ..... <2000 m
p) tiempo hasta Auto-OFF ..... 2 min, 5 min o apagado
q) número de mediciones Z o RCD (para batería) ..... >3000 (6 mediciones/minuto)
r) número de mediciones R_{ISO} o R (para batería) ..... >1000
s) pantalla de ..... color LCD TFT, táctil
..... 800 x 480 píxeles
..... diagonal 7”
t) memoria de los resultados de mediciones ..... ilimitada
u) transmisión de resultados ..... conector USB
v) estándar de calidad ..... elaboración, diseño y producción de acuerdo con ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
w) el dispositivo cumple con los requisitos de la norma ..... IEC 61557
x) el producto cumple con los requisitos de EMC (compatibilidad electromagnética) de acuerdo con las normas ..... EN 61326-1 y EN 61326-2-2

EN 55022 NOTA!
MPI-536 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).

SONEL S.A. declara que el tipo de dispositivo de radio MPI-536 cumple con la Directiva 2014/53/UE. El texto completo de la declaración UE de conformidad está disponible en la siguiente dirección web: https://sonel.pl/es/descargar/declaraciones-de-conformidad/

10.3 Especificación Bluetooth

a) versión ..... v4.2 Classic, BLE
b) rango de frecuencia ..... 2412 MHz…2472 MHz
c) método de modulación GFSK/π/4DQPSK/8DPSK/LE
d) sensibilidad del receptor ..... hasta -92 dBm
e) potencia máxima de radiofrecuencia (EIRP) ..... 8,3 dBm (ca. 6,8 mW)

10.4 Datos adicionales

Los datos sobre las incertidumbres adicionales son útiles principalmente en situación de usar el medidor en condiciones no estándares y para laboratorios de medición en la calibración.

10.4.1 Incertidumbre adicional según IEC 61557-2 (R_{ISO})

Valor que influye	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	2%

10.4.2 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-3 (Z)

Valor que influye	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	cable 1,2 m – 0 Ω cable 5 m – 0,011 Ω cable 10 m – 0,019 Ω cable 20 m – 0,035 Ω cable WS-03, WS-04 – 0,015 Ω
Ángulo de fase 0°...30°	$E_{6.2}$	0,6%
Frecuencia 99%..101% f_n	E_7	0%
Tensión de la red 85%..110% U_n	E_8	0%
Armónicos	E_9	0%
Componente DC	E_{10}	0%

10.4.3 Incertidumbre adicional según IEC 61557-4 (R ±200 mA)

Valor de entrada	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0,5%
Temperatura 0 °C...35°C	E_3	1,5%

10.4.4 Incertidumbres adicionales de la medición de la resistencia de toma de tierra (R_E)

Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5

Valor que influye	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0%
Temperatura 0 °C...35 °C	E_3	0% para 50 V ± 2 dígitos para 25 V
Tensión de interferencias de serie	E_4	±(6,5% + 5 dígitos)
Resistencia de electrodos	E_5	2,5%
Frecuencia 99%...101% f_n	E_7	0%
Tensión de la red 85%...110% U_n	E_8	0%

Incertidumbre adicional de la tensión de interferencia de serie para las funciones 3p, 4p, 3p+pinza

(para 25 V y 50 V)

R_E	Incertidumbre adicional
<10 Ω	$\pm(((-32\cdot10^{-5}\cdot R_E+33\cdot10^{-4})\cdot U_Z^2+(-12\cdot10^{-3}\cdot R_E+13\cdot10^{-3})\cdot U_Z)\cdot100\%+0{,}026\cdot\sqrt{U_Z}\,\Omega)$
≥10 Ω	$\pm(((-46\cdot10^{-9}\cdot R_E+1\cdot10^{-4})\cdot U_Z^2+(14\cdot10^{-8}\cdot R_E+19\cdot10^{-5})\cdot U_Z)\cdot100\%+0{,}26\sqrt{U_Z}\,\Omega)$

Incertidumbre adicional de la resistencia de electrodos

$$\delta_{dod}=\pm\left(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot300+\frac{R_H^2}{R_E\cdot R_H+200}\cdot3\cdot10^{-3}+\left(1+\frac{1}{R_E}\right)\cdot R_H\cdot5\cdot10^{-4}\right)[\%]$$

La fórmula es válida para R_S > 200 Ω y/o R_H ≥ 200 Ω.

Incertidumbre adicional de la corriente de interferencias en la función 3p + pinza

(para 25 V y 50 V)

R_E	Incertidumbre [Ω]
≤50 Ω	$\pm(4\cdot10^{-2}\cdot R_E\cdot {I_{zakl}}^2)$
>50 Ω	$\pm(25\cdot10^{-5}\cdot {R_E}^2\cdot {I_{zakl}}^2)$

Incertidumbre adicional de la corriente de interferencias en la función pinza doble

R_E	Incertidumbre [Ω]
<5 Ω	$\pm(5\cdot10^{-2}\cdot {R_E}^2\cdot I_{zakl})$
≥5 Ω	$\pm(2{,}5\cdot10^{-2}\cdot {R_E}^2\cdot {I_{zakl}}^2)$

Incertidumbre adicional de la relación de la resistencia medida con la pinza de la toma de tierra múltiple respecto a la resistencia resultante en la función de 3p + pinza

R_C	Incertidumbre [Ω]
≤99,9 Ω	$\pm(5\cdot10^{-3}\cdot\frac{R_C}{{R_w}^2})$
>99,9 Ω	$\pm(9\cdot10^{-2}\cdot\frac{R_C}{{R_w}^2})$

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

10.4.5 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-6 (RCD)

I_A, t_A, U_B

Valor que influye	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Voltaje de alimentación	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	0%
Resistencia de electrodos	E_5	0%
Tensión de la red 85%...110% U_n	E_8	0%

10.5 Índice de las normas cumplidas

- EN 61010-1:2010
- EN 61010-2-030:2010
- EN 61557-1:2007,-2, 3, 4, 5, 7:2007, -6:2007, -10:2013
- EN 60529:1991/A2:2013
- EN 61326-1:2013
- EN 61326-2-2:2013
- IEC 62752
- IEC 62955

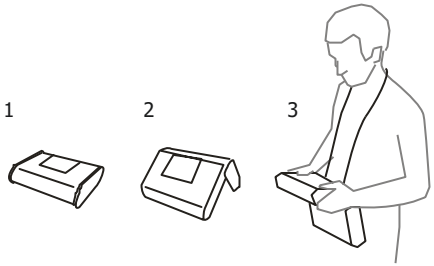
11 Accesorios

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

	N-1	**C-3**
	WACEGN1BB	WACEGC3OKR
Corriente nominal	1000 A AC	1000 A AC
Frecuencia	30 Hz…5 kHz	30 Hz…5 kHz
Diámetro máx. del conductor medido	52 mm	52 mm
Precisión mínima	—	≤0,3%
Alimentación con baterías	—	—
Longitud de cable	2 m	2 m
Categoría de medición	III 600 V	III 600 V
Protección de ingreso	IP40	

12 Posiciones de la tapa del medidor

La tapa móvil permite usar el medidor en varias posiciones.



1 – Tapa por debajo del medidor
2 – Tapa como soporte
3 – Tapa en la posición que permite el uso cómodo del medidor transportado en el cuello mediante arnés

13 Fabricante

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

SONEL S.A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia
tel. +48 74 884 10 53 (Servicio al cliente)
e-mail: customerservice@sonel.com
internet: www.sonel.com

¡ATENCIÓN!

Para el servicio de reparaciones sólo está autorizado el fabricante.

NOTAS

MENSAJES DE MEDICIÓN

¡ATENCIÓN!

El medidor está diseñado para trabajar con las tensiones nominales de fases de 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V y las tensiones entre fases de 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V y 415 V.
La conexión de tensión superior a la permitida entre cualquier terminal de medición puede dañar el medidor y ser un peligro para el usuario.

Medición Z_S	
L-N!	Tensión U_{L-N} incorrecta para hacer la medición.
L-PE!	Tensión U_{L-PE} incorrecta para hacer la medición.
N-PE!	Tensión U_{N-PE} supera el valor permitido de 50 V.
L ⇔ N	Fase conectada al borne N en vez del L (p.ej. cambio de L y N en la toma de corriente).
TEMPERATURA!	Temperatura del medidor excedida.
f!	Frecuencia de la red fuera del rango 45 Hz...65 Hz.
ERROR!	Error de medición. Es imposible visualizar el resultado correcto.
Fallo del circuito de cortocircuito	El medidor debe ser llevado al servicio de reparación.
U>500V! y el tono continuo	La tensión en los bornes de medición antes de hacer la medición supera 500 V.
TENSIÓN!	La tensión en el objeto examinado no está dentro del rango correspondiente a la tensión nominal de la red U_n.
LÍMITE!	La esperada corriente de cortocircuito es demasiado baja I_k para la protección establecida y el tiempo de su duración.
Medición R_E	
TENSIÓN!	Demasiado alto voltaje en los terminales del medidor.
H!	Interrupción en el circuito de la sonda de corriente.
S!	Interrupción en el circuito de la sonda de tensión.
R_E>1,99kΩ	Rango de medición excedido.
RUIDO!	Demasiado bajo el valor de la relación señal/ruido (demasiada señal de interferencias).
LÍMITE!	La incertidumbre de la medición $R_E$de la resistencia de electrodos > 30% (para el cálculo de la incertidumbre se toman en cuenta los valores medidos).
	Interrupción en el circuito de medición o resistencia de sondas de medición superior a 60 kΩ.
Medición del RCD	
U_B>U_L!	Tensión táctil supera el valor umbral programado U_L.
!	En el lado derecho del resultado significa ineficacia del RCD.
PE! y el tono continuo	La tensión entre el electrodo táctil y PE excede el valor umbral permitido U_L.
Medición de R_{ISO}	
y el tono continuo	Presencia de la tensión de medición en las pinzas del medidor. La medición es imposible.
RUIDO!	En el objeto examinado existe la tensión de interferencia. El resultado de la medición puede ser cargado con una incertidumbre adicional.
LÍMITE!	Limitador de corriente ha actuado. La visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo. Si el símbolo se visualiza después de la medición, esto significa que el resultado de medición fue obtenido con la limitación de corriente (p. ej. cortocircuito del objeto examinado).

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

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

www.sonel.com