



**Sistema de medición de tensión
de paso y de contacto
MI 3295
Manual de funcionamiento**
Versión 1.4, Código nº 20 751 739

Distribuidor:

Fabricante:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Eslovenia
página web: <http://www.metrel.si>
correo electrónico: metrel@metrel.si



La presencia de esta marca en su equipo certifica que cumple con las normativas de la UE (Unión Europea) relativas a las normativas de seguridad y compatibilidad electromagnética

© 2013 METREL

Los nombre comerciales Metrel, Smartec, Eurotest y Autosequence son marcas registradas o pendientes de registro en Europa y otros países.
Ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada de ningún modo ni por ningún medio sin el permiso escrito por parte de METREL.

1	Prólogo	5
2	Consideraciones de seguridad y funcionamiento	6
2.1	Advertencias y notas	6
2.2	Pilas y carga del instrumento MI 3295M.....	7
2.2.1	Pilas nuevas o sin uso durante un largo periodo de tiempo	8
2.3	Normativas empleadas	9
3	Descripción del Medidor MI 3295M	10
3.1	Panel frontal	10
3.2	Panel de conectores	11
3.3	Panel posterior	11
4	Descripción de la Estación MI 3295S	13
4.1	Panel frontal	13
4.2	Instrumento y accesorios.....	14
4.2.1	Equipo estándar	14
4.2.2	Accesorios opcionales	14
5	Funcionamiento del Medidor MI 3295M	15
5.1	Organización de la pantalla	15
5.1.1	Indicador de batería	15
5.1.2	Advertencias y mensajes	15
	Ajustes de la retroiluminación y el contraste	16
5.2	Selección de funciones.....	16
5.3	Ajustes.....	16
5.3.1	Idioma	17
5.3.2	Pantallas de ayuda.....	17
5.3.3	Ajustes iniciales.....	17
5.3.4	Fecha y hora	18
5.3.5	Sincronización.....	19
6	Funcionamiento de la Estación MI 3295S	21
6.1	Organización de las pantallas.....	21
6.2	Advertencias y mensajes.....	21
6.3	Pantallas de ayuda	22
6.4	Ajustes del contraste	22
6.5	Selección de funciones.....	23
6.6	Ajustes.....	23
6.6.1	Idioma	23
6.6.2	Ajustes iniciales.....	24
6.6.3	Fecha y hora	24
6.6.4	Escala de potencia de salida	24
6.6.5	Alarma.....	25
7	Mediciones	26
7.1	Teoría de las mediciones.....	26
7.1.1	Generalidades acerca de la conexión a tierra.....	26
7.1.2	Generalidades acerca de la resistencia de tierra específica.....	27
7.1.3	Medición.....	27
7.2	Tensión de paso y de contacto.....	30
7.2.1	Introducción de la corriente de prueba.....	30

7.2.2	Sincronización antes de la prueba (recomendada).....	31
7.2.3	Mediciones de tensión de paso / tensión de contacto	32
7.2.4	Sincronización una vez finalizada la prueba (recomendada).....	33
7.3	Resistencia de tierra	33
7.3.1	Medición de resistencia de tierra	33
7.3.2	Medición de la resistencia de tierra específica	34
8	Manejo de los datos	36
8.1	Memoria.....	36
8.1.1	Estructura de datos	36
8.1.2	Almacenamiento de los resultados de las pruebas.....	37
8.1.3	Recuperación de los resultados de las pruebas	38
8.1.4	Borrado de los datos almacenados.....	39
	Borrado de todo el contenido de la memoria	39
	Borrado de las mediciones en la posición seleccionada	39
	Borrado de mediciones individuales	40
8.2	Registrador de corriente	41
8.2.1	Borrado del contenido del registrador	41
8.3	Comunicación	41
9	Mantenimiento	43
9.1	Sustitución del fusible	43
9.2	Limpieza	43
9.3	Calibración periódica	43
9.4	Servicio.....	43
10	Especificaciones técnicas	44
10.1	Tensión de paso, tensión de contacto	44
10.2	Corriente.....	44
10.3	Resistencia a tierra	45
10.4	Resistencia de tierra específica	45
10.5	Datos generales	45

1 Prólogo

Enhorabuena por la adquisición de este sistema de medición de METREL. El sistema de medición de tensión de paso y de contacto está compuesto por una Estación (MI 3295S) y un Medidor (MI 3295M), y ha sido diseñado para realizar las siguientes pruebas y mediciones:

- Tensión de paso
- Tensión de contacto
- Resistencia de tierra
- Resistencia de tierra específica

El instrumento está equipado con todos los accesorios necesarios para realizar las pruebas forma cómoda. El programa de software HV link PRO permite la descarga y el almacenamiento de los resultados, así como la creación de informes de las pruebas.

Algunos aspectos destacados del sistema de medición:

- Pantallas gráficas LCD en el Medidor y la Estación.
- Medidores autónomos de tensión de paso / de contacto.
- Más de 1000 posiciones de memoria en la memoria flash de datos para el almacenamiento de los resultados y los parámetros de las pruebas.
- Puertos USB y RS232 en el Medidor para establecer comunicación con un ordenador.
- Sincronización entre el Medidor y la Estación.
- Gran corriente de prueba de hasta 50 A.
- Resultados estables y precisos gracias al sistema de medición DSP.
- Totalmente compatible con el nuevo paquete de software HVLink PRO de METREL.

2 Consideraciones de seguridad y funcionamiento

2.1 Advertencias y notas

Para que el operario tenga el máximo nivel de protección durante la realización de las distintas pruebas y mediciones utilizando el Sistema de medición de tensión de paso y de contacto, así como para mantener el equipo a salvo de daños, es necesario tener en cuenta las siguientes advertencias generales:

- La advertencia  en el instrumento significa **»Lea el manual de funcionamiento con especial atención para un funcionamiento seguro«**. ¡Este símbolo implica que se debe realizar una actuación!
- Si el equipo de comprobación se utiliza de forma distinta a la especificada en este manual de funcionamiento, es posible que la protección proporcionada por el equipo se vea afectada.
- Lea atentamente el presente manual de funcionamiento, de lo contrario el uso del instrumento puede resultar peligroso para el operario o para el propio instrumento
- Tenga en cuenta todas las precauciones de seguridad normales para evitar riesgos de descarga eléctrica al trabajar en zonas cercanas a los sistemas de distribución.
- No utilice el instrumento ni los accesorios si detecta algún daño.
- Las intervenciones del servicio técnico o los procedimientos de ajuste y calibración sólo deben ser realizados por personal competente autorizado.
- Utilice únicamente los accesorios de prueba estándar u opcionales suministrados por su distribuidor.

Medidor (MI 3295M)

- El instrumento contiene pilas recargables de NiMh, que sólo deben ser reemplazadas por otras del mismo tipo según se indica en la etiqueta de colocación de las pilas o en este manual. No utilice pilas alcalinas normales con el adaptador de corriente conectado, de lo contrario podrían explotar.
- Desconecte todos los cables de prueba, extraiga el cable de alimentación y apague el instrumento antes de quitar la tapa del compartimento de las pilas.
- El peso de cada pica de prueba es de 25 kg. Este peso puede ser perjudicial si las picas no se levantan y transportan del modo adecuado.

Estación (MI 3295S)

- Durante el funcionamiento del instrumento, los orificios de ventilación de la carcasa siempre se deben mantener abiertos para garantizar el paso de un flujo de corriente suficiente para la refrigeración.
- Desconecte todos los cables de prueba, extraiga el cable de alimentación y apague el instrumento antes de cambiar el fusible.
- El peso de la estación MI 3295S es de 28 kg. Este peso puede ser perjudicial si el instrumento no se levanta y transporta del modo adecuado. Se recomienda que el instrumento sea transportado por dos personas.

2.2 Pilas y carga del instrumento MI 3295M

El instrumento MI 3295M emplea seis pilas alcalinas o recargables de NiCd o NiMH de tamaño AA. El tiempo de funcionamiento nominal indicado corresponde a las pilas con una capacidad nominal de 2100 mAh. El estado de las pilas siempre se muestra en la parte inferior derecha de la pantalla.

En caso de que la batería esté demasiado baja, el instrumento lo indicará del modo que se muestra en la figura 2.1. Este indicador aparece durante algunos segundos, tras lo cual el instrumento se apaga.



Figura 2.1: Indicador de batería descargada

Las pilas se cargan cuando el adaptador de corriente está conectado al instrumento. La carga es controlada por un circuito interno, que garantiza la máxima duración de las pilas. La figura 2.2 muestra la polaridad de la toma de alimentación.



Figura 2.2: Polaridad de la toma de alimentación

El instrumento reconoce automáticamente el adaptador de corriente conectado e inicia la carga.

Símbolos:

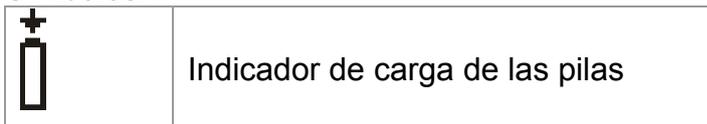


Figura 2.3: Indicador de carga

- Antes de abrir el compartimento de las pilas, desconecte todos los accesorios de medición conectados al instrumento y apáguelo.
- No cargue las pilas alcalinas.
- Coloque las pilas correctamente, de lo contrario el instrumento no funcionará y es posible que las pilas resulten dañadas.
- Extraiga todas las pilas del compartimento si no va a utilizar el instrumento durante un largo periodo de tiempo.
- Tenga en cuenta los requisitos de manipulación, mantenimiento y reciclaje indicados por las normativas pertinentes y los fabricantes de pilas alcalinas o recargables.
- Utilice únicamente el adaptador de corriente suministrado por el fabricante o distribuidor del equipo de comprobación, con el fin de evitar posibles incendios o descargas eléctricas.

2.2.1 Pilas nuevas o sin uso durante un largo periodo de tiempo

Durante la carga de pilas nuevas o sin uso durante un largo periodo de tiempo (más de tres meses) pueden tener lugar procesos químicos impredecibles. Las pilas de NiMH y NiCd ven reducida su capacidad (lo que en ocasiones se denomina efecto memoria). Debido a ello, el tiempo de funcionamiento del instrumento puede disminuir significativamente.

Procedimiento recomendado para la recuperación de las pilas:

Procedimientos	Notas
> Cargue por completo las pilas.	Al menos 14 horas con el cargador incorporado.
> Descargue por completo las pilas.	Utilice el instrumento para realizar comprobaciones del modo normal hasta que en la pantalla de la unidad aparezca el símbolo "Bat".
> Repita el ciclo de carga / descarga como mínimo otras dos veces.	Se recomienda repetir cuatro ciclos.

El ciclo completo de carga / descarga se efectúa automáticamente para cada pila utilizando el cargador externo inteligente.

Notas:

- El cargador del instrumento es un cargador de cartuchos de pilas. Esto significa que las pilas están conectadas en serie durante la carga. Las pilas deben ser equivalentes (mismo estado de carga, tipo y antigüedad).
- Una sola pila diferente puede hacer que la carga sea inadecuada y que la descarga de todo el cartucho de pilas durante el uso normal del instrumento sea incorrecta (produciendo un calentamiento del cartucho de pilas, un tiempo de funcionamiento significativamente menor, la inversión de la polaridad de la pila defectuosa, etc.).
- Si tras varios ciclos de carga / descarga no se percibe ninguna mejora, es necesario comprobar cada una de las pilas (comparando sus tensiones, verificándolas en un cargador, etc.). Es muy probable que sólo algunas de las pilas estén deterioradas.
- No se deben confundir los efectos anteriormente descritos con la reducción normal de la capacidad de las pilas con el transcurso del tiempo. Asimismo, las pilas pierden parte de su capacidad al ser cargadas / descargadas repetidamente. La reducción real de la capacidad con respecto al número de ciclos de carga depende del tipo de pila, y aparece indicada en las especificaciones técnicas del fabricante de las pilas.

2.3 Normativas empleadas

El Sistema de medición de tensión de contacto de paso (MI 3295) ha sido fabricado y verificado conforme a las siguientes normativas, detalladas a continuación.

Compatibilidad electromagnética (CEM)

IEC/ EN 61326-1	Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio – requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 1: Requisitos generales Clase B (Equipos de mano utilizados en entornos electromagnéticos controlados)
IEC/EN 61326-2-2	Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio – requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 2-2: Requisitos particulares - Requisitos particulares. Configuraciones de ensayo, condiciones de funcionamiento y criterios de aptitud para la función para material de monitorización, medida y ensayo portátil usado en sistemas de distribución de baja tensión

Seguridad (LVD)

IEC/ EN 61010 - 1	Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio – requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 1: Requisitos generales
IEC/ EN 61010 - 031	Requisitos de seguridad para sondas manuales para medidas y ensayos eléctricos

Funcionamiento

HD 673 S1	Instalaciones eléctricas de más de 1 kV a.c.
ANSI/IEEE Std 81	Guía de IEEE para la medición de Resistencias de Tierra, Impedancias de Tierra y Potenciales de Superficie de Tierra en Sistemas de Aterramiento
RAT 2008	Normativa española de alta tensión

3 Descripción del Medidor MI 3295M

3.1 Panel frontal



Figura 3.1: Panel frontal

Leyenda:

1	ESC	Regresa al menú anterior	
2	MEM	Manejo de la memoria	
3	Cursores y tecla TEST	Cursores	Seleccionan los parámetros de prueba
		TEST	Inicia / detiene la medición
4	RETROILUMINACIÓN, CONTRASTE	Cambia el nivel de retroiluminación y el contraste	
5	Pantalla LCD	Pantalla LCD con retroiluminación	
6	Encendido / Apagado	Enciende o apaga el instrumento	
		El instrumento se apaga automáticamente 15 minutos después de la pulsación de la última tecla.	
7,8	Selector de funciones	Selecciona la función de prueba y los ajustes	

3.2 Panel de conectores

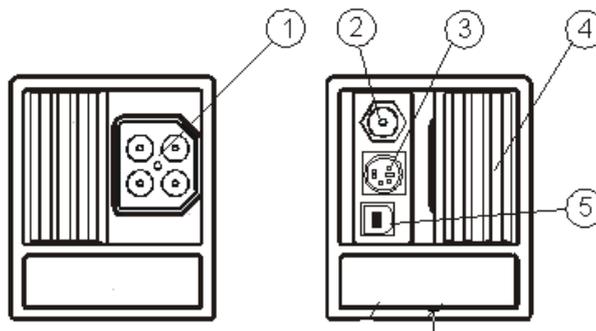


Figura 3.2: Panel de conectores

Leyenda:

1	Conector de prueba. ¡Atención! La tensión máxima permitida entre los terminales de prueba y tierra es de 50 V. La tensión máxima permitida entre los terminales de prueba es de 100 V.
2	Enchufe de alimentación
3	Conector PS/2 (para la comunicación mediante RS232)
4	Cubierta protectora
5	Conector USB

3.3 Panel posterior

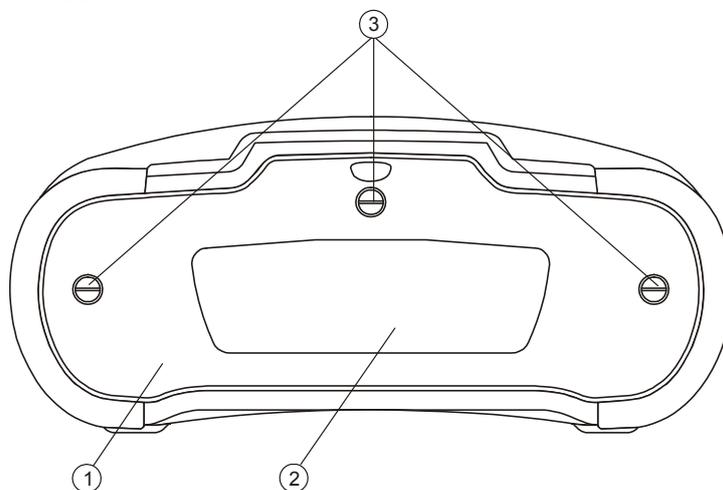


Figura 3.3: Panel posterior

Leyenda:

1	Cubierta del compartimento de las pilas
2	Etiqueta informativa
3	Tornillos de sujeción de la cubierta del compartimento de las pilas

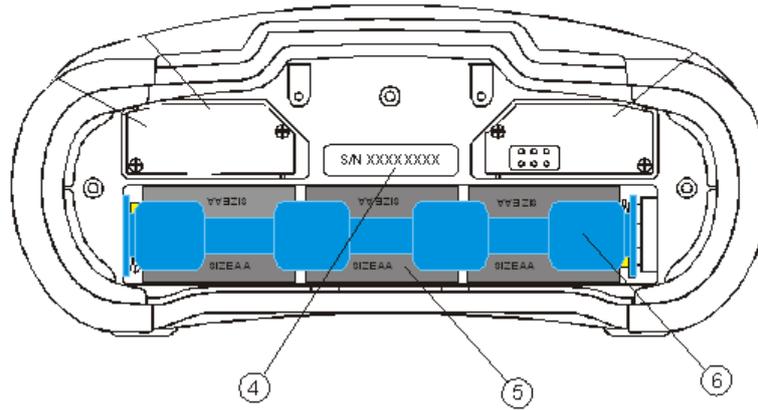


Figura 3.4: Compartimento de las pilas

Leyenda:

1	Etiqueta de número de serie
2	Pilas (tamaño AA).
3	Compartimento de las pilas

4 Descripción de la Estación MI 3295S

4.1 Panel frontal

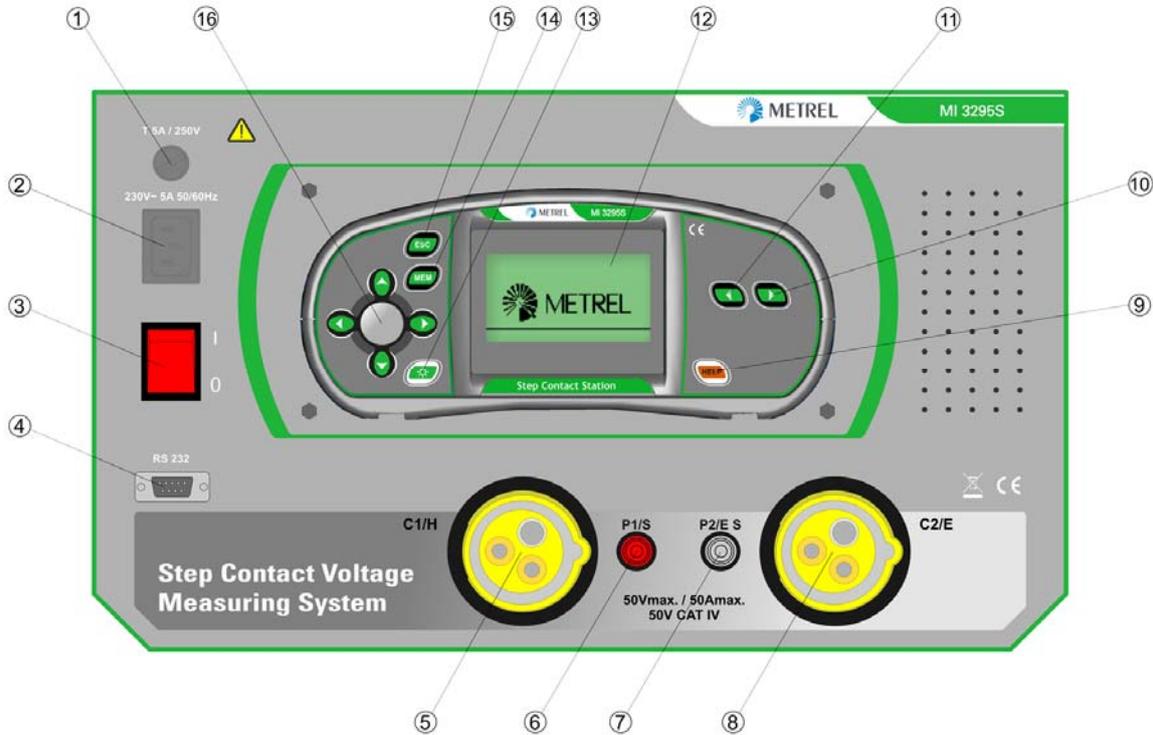


Figura 4.1: Panel frontal

Leyenda:

1	Fusible de la red eléctrica	Consulte el apartado 9.1 Sustitución de fusibles para más información	
2	Entrada de la red eléctrica	Para la conexión del cable de alimentación	
3	Interruptor de encendido/apagado		
4	Conector RS 232	Para la conexión al Medidor	
5	C1/H	Conexión para la pica de tierra auxiliar	
6	S	Conexión para la pica de detección de tensión	
7	ES	Conexión para la segunda pica de detección de tensión	
8	C2/E	Conexión para la pica de tierra auxiliar	
9	HELP	Menús de ayuda	
10,11	Selector de funciones	Selecciona la función de prueba y los ajustes	
12	LCD	Pantalla LCD con retroiluminación	
13	CONTRASTE	Cambia el contraste	
14	MEM	Manejo de la memoria	
15	ESC	Regresa a la pantalla anterior	
16	Cursores y tecla TEST	Cursores:	Selecciona los parámetros de prueba
		TEST:	Inicia la medición

4.2 Instrumento y accesorios

4.2.1 Equipo estándar

Instrumento MI 3295S	1 ud.
Instrumento MI 3295M	1 ud.
Cable de red	1 ud.
Pesa para medición (25 kg)	2 uds.
Pica de tierra de corriente	1 ud.
Pica de tierra de potencial	1 ud.
Cable de prueba de corriente, 50 m, negro, 10 mm ² , con cocodrilo, en rueda	1 ud.
Cable de prueba de corriente, 10 m, negro, 10mm ² , con cocodrilo	1 ud.
Cable de prueba, 2 x 3 m	1 ud.
Cable de prueba, verde, 10 m	1 ud.
Cable de prueba, rojo, 50 m	1 ud.
Cable de prueba, negro, 1,5 m	1 ud.
Cocodrilo	4 uds.
Cable RS232	1 ud.
Cable USB	1 ud.
Funda de transporte	2 uds.
Correa para el cuello	1 ud.
Pilas de NiMH	6 uds.
Adaptador de corriente	1 ud.
CD con manual de instrucciones y programa de software HVLink PRO	1 ud.
Certificado de calibración	

4.2.2 Accesorios opcionales

Consulte en la hoja adjunta la lista de accesorios opcionales disponibles bajo pedido a su distribuidor.

5 Funcionamiento del Medidor MI 3295M

5.1 Organización de la pantalla

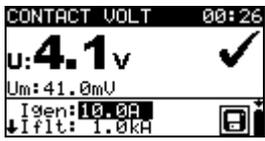


Figura 5.1: Pantalla de función típica

	Nombre de la función
U: 4.1V ✓ Um: 41.0mV	Campo de resultados
Igen: 10.0A ifit: 1.0kH	Campo de parámetros de la prueba
	Campo de mensajes

5.1.1 Indicador de batería

El indicador de batería muestra el estado de carga de las pilas y la conexión del cargador externo.

	Indicador de la capacidad de la batería.
	Batería baja. La batería está demasiado gastada como para garantizar que el resultado sea correcto. Sustituya o recargue las pilas.
	Recarga en curso (si está conectado el adaptador de corriente).

Advertencia:

- Si el instrumento permanece sin pilas durante más de 1 minuto:
 - se perderán la hora y la fecha configuradas
 - el instrumento regresará a los ajustes iniciales.

5.1.2 Advertencias y mensajes

En el campo de mensajes se muestran las advertencias y mensajes.

	El Medidor y la Estación no están sincronizados.
	Medición en curso, preste atención a las advertencias mostradas.
	Es posible almacenar los resultados.
	El resultado de la medición está dentro de los límites predefinidos (PASA).
	El resultado de la medición está fuera de los límites predefinidos (NO PASA).

Ajustes de la retroiluminación y el contraste

<p>Utilizando la tecla de RETROILUMINACIÓN es posible ajustar la retroiluminación y el contraste.</p>	 <p>Figura 5.2: Menú de ajuste del contraste</p>
---	--

Tecla de RETROILUMINACIÓN:

Clic	Cambia el nivel de intensidad de la retroiluminación.
Mantener pulsada durante 1 s	Bloquea el nivel de retroiluminación de alta intensidad hasta que se apague el instrumento o se vuelva a pulsar la tecla.
Mantener pulsada durante 2 s	Se muestra la gráfica de barras para el ajuste del contraste de la pantalla LCD.

Teclas para el ajuste del contraste:

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Ajusta el contraste.
TEST	Confirma el nuevo contraste.
ESC	Sale sin efectuar cambios.

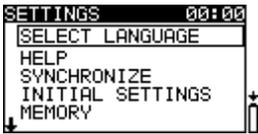
5.2 Selección de funciones

Para seleccionar los menús principales de las aplicaciones se debe utilizar el **SELECTOR DE FUNCIONES**:

Selector de funciones	<p>Selecciona la función de prueba / medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <TENSIÓN DE PASO> prueba de tensión de paso <input type="checkbox"/> <TENSIÓN DE CONTACTO> prueba de tensión de contacto <input type="checkbox"/> <AJUSTES> ajustes / sincronización
------------------------------	---

5.3 Ajustes

En el menú AJUSTES es posible configurar diferentes opciones del instrumento.

<p>Las opciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selección del idioma • Pantallas de ayuda • Sincronización con la Estación • Devolución del instrumento a sus valores iniciales • Recuperación y borrado de los resultados almacenados • Ajustes de la fecha y la hora 	 <p>Figura 5.3: Menú de ajustes</p>
--	--

Teclas:

Cursor ARRIBA / ABAJO / Selecciona la opción adecuada.

ABAJA

TEST Entra en la opción seleccionada.

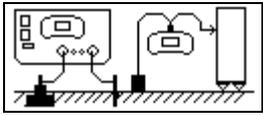
5.3.1 Idioma

<p>Es posible seleccionar el idioma en el menú SELECCIONAR IDIOMA.</p>	 <p><i>Figura 5.4: Selección de idioma</i></p>
--	--

Teclas:

Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona el idioma.
TEST	Confirma el idioma seleccionado.
ESC	Regresa a menú principal Ajustes.

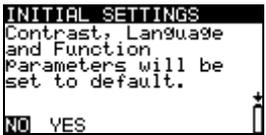
5.3.2 Pantallas de ayuda

<p>Las pantallas de ayuda contienen esquemas básicos y diagramas de conexiones, así como información acerca del instrumento.</p>	 <p><i>Figura 5.5: Ejemplo de pantalla de ayuda</i></p>
--	--

Teclas:

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona la pantalla de ayuda siguiente / anterior.
ESC	Regresa a menú principal Ajustes.

5.3.3 Ajustes iniciales

<p>En este menú es posible devolver los ajustes y los parámetros de medición del instrumento a sus valores iniciales (de fábrica).</p>	 <p><i>Figura 5.6: Pantalla de ajustes iniciales</i></p>
--	--

Teclas:

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona Sí o No
TEST	Restaura los ajustes iniciales (si se ha seleccionado Sí)
ESC	Regresa a menú principal Ajustes sin efectuar cambios.

Los ajustes iniciales son:

Ajuste del instrumento	Valor predeterminado
Contraste	Valor predeterminado
Idioma	Inglés
Función	Parámetros / valor límite
Tensión de contacto	$I_{GEN} = 10 \text{ A}$ $I_{DEFECTO} = 1 \text{ kA}$ $R_{ENTRADA} = 1 \text{ M}\Omega$ $U_{LÍMITE} = 50 \text{ V}$
Tensión de paso	$I_{GEN} = 10 \text{ A}$ $I_{DEFECTO} = 1 \text{ kA}$ $R_{ENTRADA} = 1 \text{ M}\Omega$ $U_{LÍMITE} = 50 \text{ V}$

5.3.4 Fecha y hora

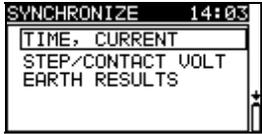
En este menú es posible ajustar la fecha y la hora.	 <p>Figura 5.7: Ajuste de la fecha y la hora</p>
---	--

Teclas:

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona el elemento a modificar.
Cursor ARRIBA / ABAJO	Modifica el elemento seleccionado.
TEST	Confirma la nueva configuración y sale.
ESC	Regresa a menú principal Ajustes.

5.3.5 Sincronización

Seleccionando esta opción podrá cargar diferentes datos desde la Estación al Medidor y viceversa.

<p>Las opciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sincronización de fecha, hora y corriente <input type="checkbox"/> Carga de resultados de la corriente de prueba para el cálculo de la tensión de paso / de contacto <input type="checkbox"/> Carga de los resultados de la resistencia de tierra 	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 5.8: Menú de sincronización</i></p>
---	---

Teclas:

Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona la opción.
TEST	Entra en la opción seleccionada.
ESC	Regresa a menú principal Ajustes.

Datos sincronizados:

TIEMPO, CORRIENTE	Se cargarán al Medidor la hora y la fecha de la Estación. Se cargará al Medidor el valor de corriente del generador I_{GEN} (si el generador de corriente está activado).
TENSIÓN DE PASO / DE CONTACTO	Se cargarán al Medidor los valores de las corrientes del generador registradas para el cálculo de la Tensión de paso o la Tensión de contacto.
RESULTADOS DE TIERRA	Se cargarán al Medidor los resultados de resistencia de tierra o de resistencia de tierra específica de la estación.

Nota:

- El principal objetivo de la sincronización de tiempo/corriente consiste en permitir la corrección de los resultados de la tensión de paso y de contacto una vez finalizada la prueba. Durante la prueba, los resultados de la tensión de paso y de contacto se calculan basándose en la I_{GEN} configurada en el Medidor. Después de la prueba, es posible actualizar los resultados obtenidos con el Medidor utilizando las corrientes del generador I_{GEN} reales que fueron medidas al mismo tiempo con la Estación. Los valores de $U_{DE PASO}$ y $U_{CONTACTO}$ almacenados son corregidos según la siguiente fórmula:

$$U_{ESCALONADA\textit{nueva}} = U_{ESCALONADA\textit{antigua}} \cdot \frac{I_{GEN(\textit{realmente_generada})}}{I_{GEN(\textit{definida})}}$$

$$U_{CONTACTO\textit{nueva}} = U_{CONTACTO\textit{antigua}} \cdot \frac{I_{GEN(\textit{realmente_generada})}}{I_{GEN(\textit{definida})}}$$

- La sincronización está activa durante 24 h.
- Si se modifica la fecha / hora en el Medidor o en la Estación, la sincronización del tiempo y los datos se perderá. Es necesario borrar el registrador de corriente antes de continuar con las mediciones. Antes de borrarlo se puede descargar el contenido al Medidor.
- Si no hay sincronización entre las dos unidades, se muestra el icono  en la pantalla de medición del Medidor.

6 Funcionamiento de la Estación MI 3295S

6.1 Organización de las pantallas

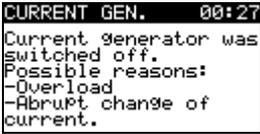
 <p>Figura 6.1: Pantalla típica en la función de resistencia de tierra</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="683 367 981 448">EARTH RE</td> <td data-bbox="981 367 1423 448">Nombre de la función</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 448 981 526">R: 0.305 Ω Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω</td> <td data-bbox="981 448 1423 526">Campo de resultados y subresultados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 526 981 622">[Icon]</td> <td data-bbox="981 526 1423 622">Campo de mensajes</td> </tr> </table>	EARTH RE	Nombre de la función	R: 0.305 Ω Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω	Campo de resultados y subresultados	[Icon]	Campo de mensajes
EARTH RE	Nombre de la función						
R: 0.305 Ω Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω	Campo de resultados y subresultados						
[Icon]	Campo de mensajes						

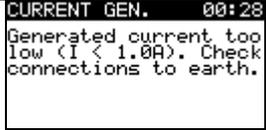
 <p>Figura 6.2: Pantalla típica en la función de resistencia de tierra específica</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="683 656 981 705">CURRENT GEN.</td> <td data-bbox="981 656 1423 705">Nombre de la función</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 705 981 772">2.4m</td> <td data-bbox="981 705 1423 772">Campo de parámetros de la prueba</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 772 981 862">p: 0.43 Ωm Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω</td> <td data-bbox="981 772 1423 862">Campo de resultados y subresultados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 862 981 922">[Icon]</td> <td data-bbox="981 862 1423 922">Campo de mensajes</td> </tr> </table>	CURRENT GEN.	Nombre de la función	2.4m	Campo de parámetros de la prueba	p: 0.43 Ωm Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω	Campo de resultados y subresultados	[Icon]	Campo de mensajes
CURRENT GEN.	Nombre de la función								
2.4m	Campo de parámetros de la prueba								
p: 0.43 Ωm Rc: 0 Ω Rp: 0 Ω	Campo de resultados y subresultados								
[Icon]	Campo de mensajes								

 <p>Figura 6.3: Pantalla típica en la función de corriente</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="683 958 981 1019">CURRENT GEN.</td> <td data-bbox="981 958 1423 1019">Nombre de la función</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1019 981 1075">I: 19.9 A</td> <td data-bbox="981 1019 1423 1075">Campo de resultados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1075 981 1142">[Icon]</td> <td data-bbox="981 1075 1423 1142">Campo de mensajes</td> </tr> <tr> <td data-bbox="683 1142 981 1214">FREE: 93.8%</td> <td data-bbox="981 1142 1423 1214">Espacio restante en el registrador actual</td> </tr> </table>	CURRENT GEN.	Nombre de la función	I: 19.9 A	Campo de resultados	[Icon]	Campo de mensajes	FREE: 93.8%	Espacio restante en el registrador actual
CURRENT GEN.	Nombre de la función								
I: 19.9 A	Campo de resultados								
[Icon]	Campo de mensajes								
FREE: 93.8%	Espacio restante en el registrador actual								

6.2 Advertencias y mensajes

Antes y durante la medición, el instrumento realiza diferentes pruebas para garantizar se seguridad y evitar daños en el mismo. En estas pruebas de seguridad se incluyen la verificación de la existencia de cualquier tensión externa o la carga inadecuada de los terminales de prueba. Si se detecta un problema, se mostrará el correspondiente mensaje de advertencia. En este apartado se describen las advertencias y medidas de protección.

	<p>La tensión entre los terminales de prueba C1/H y C2/E es mayor de lo permitido (>10 V). Desconecte los cables de prueba y verifique el motivo por el que se ha detectado una tensión externa.</p>
	<p>La salida ha sido sobrecargada o la corriente de prueba ha descendido bruscamente. La sobrecarga puede estar causada por una elevada corriente de tierra parásita. En este caso se recomienda reducir la potencia de salida. Para ampliar información, consulte el apartado 6.6.4 <i>Escala de potencia de salida</i>. La corriente de salida es demasiado baja. Una corriente</p>

	excesivamente baja puede estar provocada por una mala conexión o una elevada resistencia de la pica.
	Se ha modificado la fecha / hora en la Estación, y por lo tanto se ha perdido la sincronización entre la Estación y el Medidor. Es necesario borrar el registrador de corriente. Antes de borrarlo, es posible descargar sus contenidos al Medidor.

En el campo de mensajes se muestran las advertencias y mensajes.

	La potencia de salida no está configurada al máximo.
	La medición está en curso, preste atención a las advertencias mostradas.
	Se ha detectado un elevado ruido eléctrico durante la medición. Es posible que los resultados se hayan visto afectados.
	Alta resistencia de las picas de corriente (c) y/o tensión (p). Es posible que los resultados se hayan visto afectados.
	Es posible almacenar los resultados.

6.3 Pantallas de ayuda

Igual que en MI3295M – consulte el apartado 5.4.2 *Pantallas de ayuda*
 Es posible acceder a las pantallas de ayuda pulsando la tecla HELP.

6.4 Ajustes del contraste

Es posible ajustar el contraste con la tecla de ILUMINACIÓN.	<div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.4: Menú de ajuste del contraste</p> </div>
--	---

Teclas para el ajuste del contraste:

- Cursor IZQUIERDO / DERECHO** Ajusta el contraste.
- TEST** Acepta el nuevo contraste.
- ESC** Sale sin efectuar cambios.

6.5 Selección de funciones

Para seleccionar la función de prueba se deberá utilizar el SELECTOR DE FUNCIONES:

Selector de funciones	Selecciona la función de prueba / medición <input type="checkbox"/> <RE TIERRA, ρ TIERRA> Resistencia de tierra <input type="checkbox"/> <GEN. CORRIENTE> generación de la corriente de medición <input type="checkbox"/> <AJUSTES> Ajustes
Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona la subfunción en la función de medición seleccionada.
Cursor IZQUIERDA / DERECHA	Selecciona el parámetro de prueba que se va a modificar.

Teclas en el campo **parámetro de prueba**:

Cursor ARRIBA / ABAJO	Cambia el parámetro seleccionado.
------------------------------	-----------------------------------

6.6 Ajustes

En el menú AJUSTES es posible configurar diferentes opciones del instrumento.

Las opciones son: <input type="checkbox"/> Selección del idioma <input type="checkbox"/> Devolución del instrumento a los valores iniciales <input type="checkbox"/> Ajuste de la potencia de salida del generador <input type="checkbox"/> Ajuste de la alarma <input type="checkbox"/> Recuperación y borrado de los resultados <input type="checkbox"/> Ajuste de la fecha y la hora	 <p>Figura 6.5: Opciones en el menú Ajustes</p>
---	---

Teclas:

Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona la opción adecuada.
TEST	Entra en la opción seleccionada.
ESC	Regresa al menú principal de la función.

6.6.1 Idioma

Igual que en el MI3295M – consulte el apartado 5.4.1 Idioma

6.6.2 Ajustes iniciales

Al seleccionar esta opción el usuario podrá devolver los ajustes y los parámetros y límites de medición del instrumento a sus valores iniciales (de fábrica).

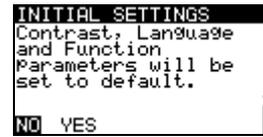


Figura 6.6: Pantalla de ajustes iniciales

Tecla:

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona Sí o No
TEST	Restaura los ajustes predeterminados (si se ha seleccionado Sí)
ESC	Regresa al menú principal Ajustes sin efectuar cambios.

Los ajustes iniciales son:

Ajuste del instrumento	Valor predeterminado
Contraste	Valor predeterminado
Idioma	Inglés
Alarma	Desactivada
Escala de potencia	100%
Distancia 'a'	2,0m

6.6.3 Fecha y hora

Igual que en el MI3295M – consulte el apartado 5.4.4 Fecha y hora

6.6.4 Escala de potencia de salida

Es este menú es posible ajustar la potencia del generador de corriente.

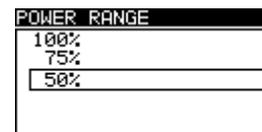


Figura 6.7: Menú de potencia de salida

Teclas:

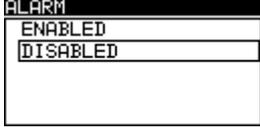
Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona la opción adecuada (50%, 75%, 100%)
TEST	Fija la potencia seleccionada.
ESC	Regresa al menú principal Ajustes.

Nota:

Cuando se pone en marcha el generador de corriente, la potencia de salida se fija automáticamente en el máximo disponible. Si las condiciones varían durante a medición, el generador puede desconectarse. Los posibles motivos de desconexión son:

- La salida puede ser sobrecargada por corrientes de tierra externas elevadas. En este caso se recomienda reducir la potencia de salida al 75% o el 50% y volver a poner en marcha el generador.
- La corriente ha dejado de circular bruscamente. Si parada ha sido provocada por la desconexión de los cables, no es necesario reducir la potencia. Se puede volver a poner en marcha el generador.

6.6.5 Alarma

Una alarma sonora avisa al usuario de que el generador de corriente se ha desconectado debido a una sobrecarga o a una variación brusca de la corriente. En este menú es posible activar y desactivar la alarma.	 <p>ALARM ENABLED DISABLED</p> <p><i>Figura 6.8: Selección de idioma</i></p>
--	--

Teclas:

Cursor ARRIBA / ABAJO	Activa / desactiva la alarma.
TEST	Confirma la opción seleccionada.
ESC	Regresa al menú principal Ajustes.

Nota:

- Una alarma activada ayuda a evitar la mala interpretación de los resultados de la tensión de paso y de contacto. Las lecturas serán cercanas a 0 V ('pasa') si no circula corriente de prueba.

7 Mediciones

7.1 Teoría de las mediciones

7.1.1 Generalidades acerca de la conexión a tierra

Un electrodo o rejilla de conexión a tierra conectada al terreno tiene una determinada resistencia, que depende de su tamaño, superficie (óxido sobre la superficie metálica) y la resistividad del suelo que rodea al electrodo. La resistencia de la conexión a tierra no se concentra en un único punto, sino que se reparte a lo largo del electrodo. Una correcta conexión a tierra de las partes conductoras expuestas garantiza que la tensión presente en las mismas permanezca por debajo de un nivel peligroso en caso de fallo. Si se produce un fallo, una corriente de defecto circulará a través del electrodo de conexión a tierra. Alrededor del electrodo se produce una distribución de la tensión típica (el “embudo de tensión”). La mayor parte de la caída de tensión se concentra alrededor del electrodo de tierra. La *Fig. 7.1* muestra el modo en que se producen tensiones de defecto, de paso y de contacto como resultado de las corrientes de defecto que circulan a través del electrodo o la rejilla de conexión a tierra en el terreno. Las corrientes de defecto cercanas a objetos distribuidores de potencia (subestaciones, torres de distribución, plantas) pueden ser muy elevadas, de hasta 200 kA, lo que puede provocar tensiones de pasos y de contacto peligrosas. Si existen conexiones metálicas subterráneas (intencionadas o desconocidas), el embudo de tensión puede adoptar formas atípicas, y se pueden producir altas tensiones lejos del punto del fallo. Por lo tanto, es necesario analizar atentamente la distribución de la tensión en caso de que se produzca un fallo alrededor de estos objetos.

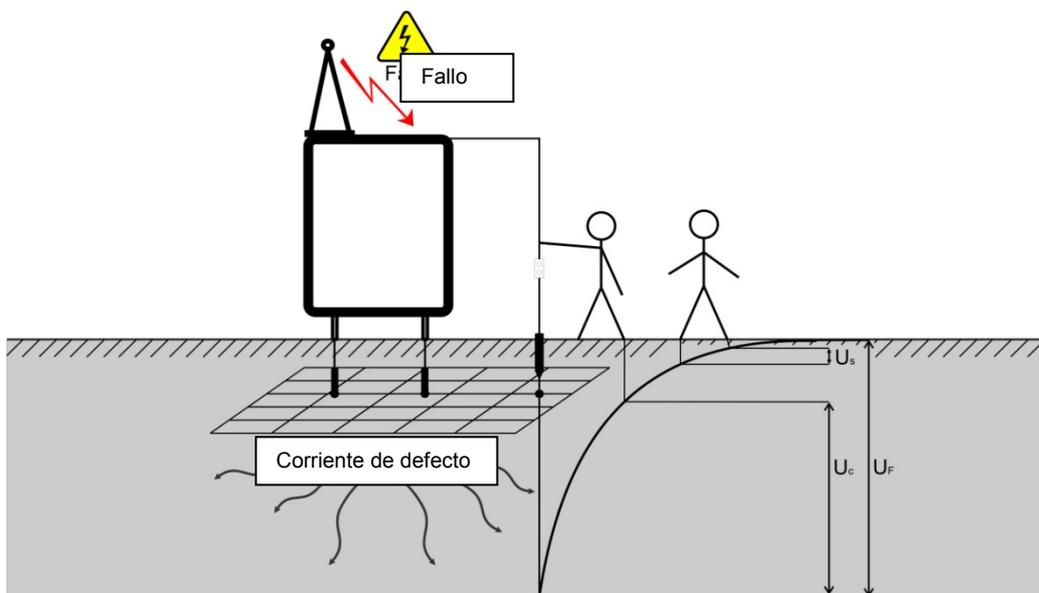


Figura 7.1: Tensiones peligrosas en un sistema de conexión a tierra defectuoso

La norma IEC 61140 define las siguientes relaciones entre el tiempo máximo permitido y la tensión de contacto:

Tiempo máximo de exposición	Tensión
>5 s a ∞	$U_C \leq 50 V_{AC}$ o $0 \leq 120 V_{DC}$
< 0,4 s	$U_C \leq 115 V_{AC}$ o $0 \leq 180 V_{DC}$
< 0,2 s	$U_C \leq 200 V_{AC}$
< 0,04 s	$U_C \leq 250 V_{AC}$

Tabla 13: Duraciones máximas frente a tensión de defecto

Para una exposición más larga, las tensiones de contacto deben permanecer por debajo de 50 V.

7.1.2 Generalidades acerca de la resistencia de tierra específica

La resistencia de tierra específica (resistividad del suelo) se mide con el fin de determinar las características del suelo. La medición se lleva a cabo para garantizar un cálculo más preciso los sistemas de tierra, por ejemplo barras de distribución de alta tensión, grandes plantas industriales, sistemas de pararrayos, etc. Los resultados se emplean para calcular adecuadamente las dimensiones de los sistemas de tierra (tamaño, profundidad, número y posición de las picas de tierra). El valor de la resistencia de tierra específica se expresa en Ωm .

7.1.3 Medición

Durante la medición se introduce en la tierra una corriente de prueba a través de una pica auxiliar. La resistencia de la pica auxiliar debe ser lo más baja posible para introducir una corriente de prueba elevada. La resistencia se puede reducir mediante el uso de varias picas en paralelo o de un sistema de tierra auxiliar como la pica auxiliar. Una corriente elevada mejora la inmunidad frente a las corrientes de tierra parásitas.

Tensión de paso

La medición se realiza entre dos puntos en el terreno situados a una distancia de 1 m, tal como se muestra en la *Fig. 7.2*. Las picas de medición de 25 kg simulan los pies. La tensión entre las picas se mide por medio de voltímetro con una resistencia interna de 1 k Ω que simula la resistencia del cuerpo.

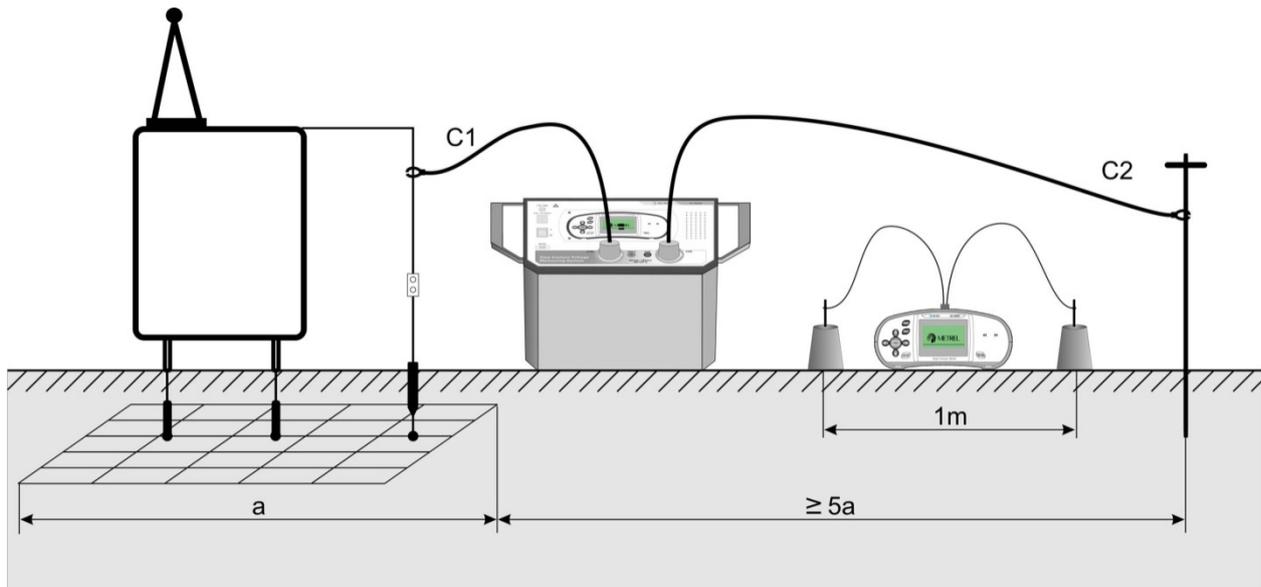


Figura 7.2: Medición de la tensión de paso

Tensión de contacto

La medición se realiza entre una parte metálica accesible conectada a tierra y el terreno, tal como se muestra en la Fig. 7.3. La tensión entre las picas se mide por medio de voltímetro con una resistencia interna de 1 kΩ que simula la resistencia del cuerpo.

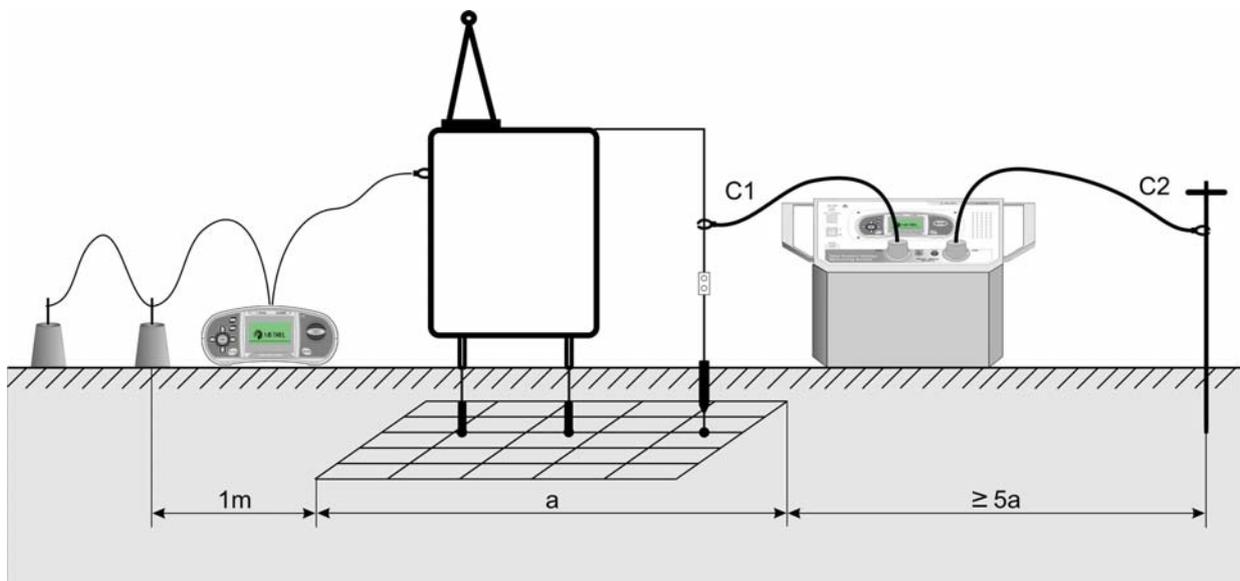


Figura 7.3: Medición de la tensión de contacto

Debido a que la corriente de prueba normalmente sólo es una pequeña parte de la mayor corriente de defecto, las tensiones medidas se deben ajustar a escala según la siguiente ecuación:

$$U_{S,C} = U_{Medida} \frac{I_{Defecto}}{I_{Gen}}$$

$U_{S,C}$tensión de paso o de defecto calculada en caso de corriente de defecto

U_{Medida} tensión medida durante la prueba

$I_{Defecto}$corriente de tierra máxima en caso de fallo

I_{Gen}corriente de prueba introducida

Resistencia de tierra

Para la prueba de resistencia de la conexión a tierra se emplean una pica de tensión y una de corriente (que actúa como tierra auxiliar). Debido al embudo de tensión, es importante una correcta colocación de los electrodos de prueba. Puede encontrar más información acerca de la medición de la resistencia de tierra en el manual de METREL: *Guía para la comprobación y la verificación de instalaciones de baja tensión.*

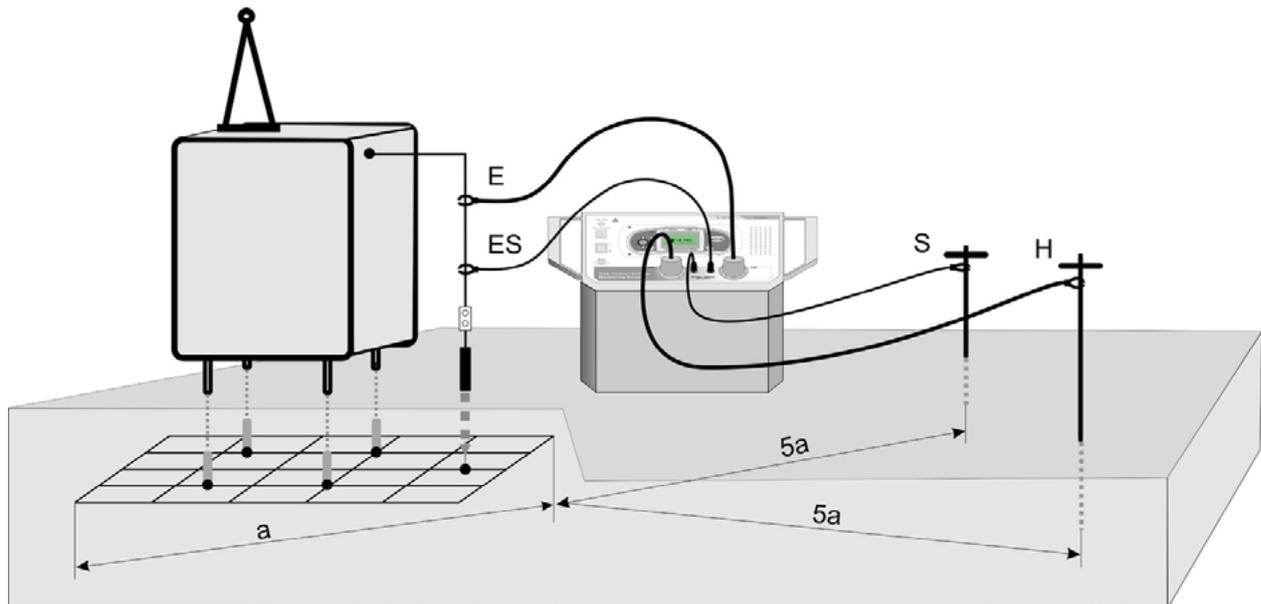


Figura 7.4: Medición de la resistencia de tierra

Resistencia de tierra específica

Para medir la resistencia de tierra específica se introduce la corriente de prueba a través de dos picas de corriente (C1/H y C2/E). Las picas de tensión S y ES deben estar colocadas entre las picas de corriente (se debe tener en cuenta la equidistancia 'a' entre las picas).

Mediante el uso de diferentes distancias entre las picas de prueba se mide el material a diferentes profundidades. Al incrementar las distancias 'a' se mide una capa más profunda del material del terreno. Es posible encontrar más información acerca de la medición de la resistencia de tierra en el manual de METREL: *Guía para la comprobación y verificación de instalaciones de baja tensión.*

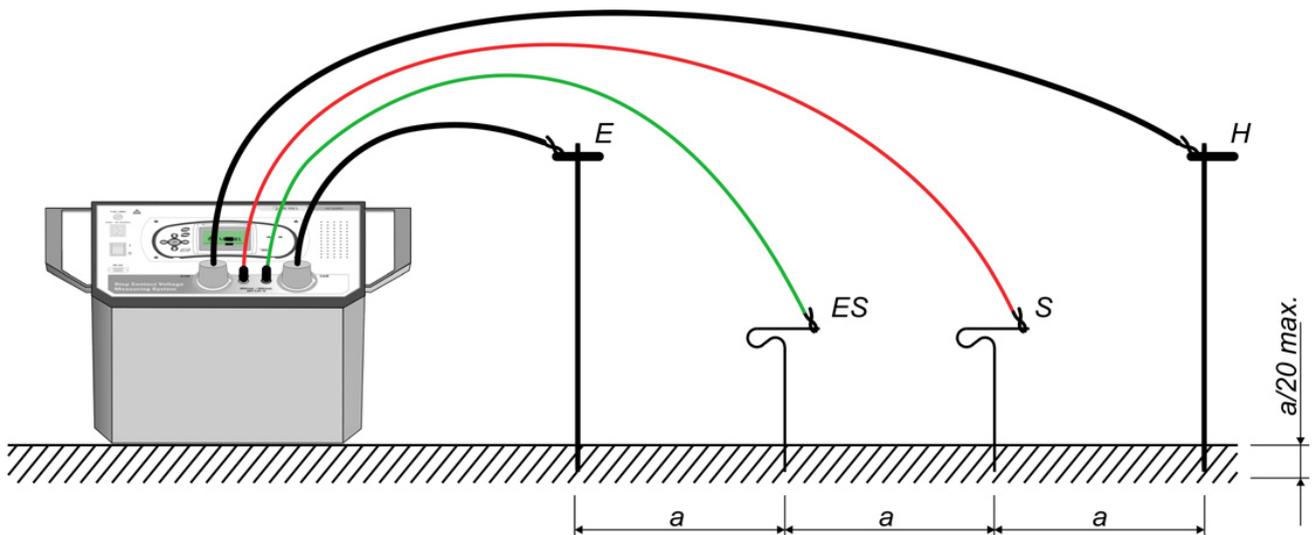


Figura 7.5: Medición de la resistencia de tierra específica

7.2 Tensión de paso y de contacto

7.2.1 Introducción de la corriente de prueba

Antes de iniciar las mediciones de tensión de paso o de contacto, es necesario introducir en el terreno la corriente de prueba con el MI 3295S.

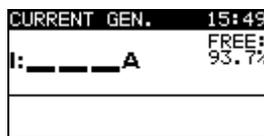


Figura 7.65: Pantalla del generador de corriente

- Conecte el cable de prueba C2 al punto de conexión a tierra principal
- Coloque la pica de tierra
- Conecte el cable de prueba C1 a la pica de tierra o a otro punto de conexión a tierra auxiliar
- Seleccione la función **GEN. CORRIENTE**
- Pulse la tecla **TEST** para iniciar la generación de la corriente
- Compruebe el valor de la corriente

Conexiones para la medición de tensión de paso y de contacto

Para las conexiones de la Estación, consulte las figuras 7.2 y 7.3.

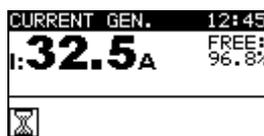


Figura 7.7: Ejemplo de la pantalla durante la generación de la corriente

Nota:

- La potencia de salida se ajusta automáticamente en el valor máximo disponible. En caso de que exista algún problema (que el generador se desconecte), consulte el apartado 6.6.4 *Escala de la potencia de salida*.
- Si el cable de medición no está completamente desenrollado, el tamaño de la corriente de prueba generada puede verse afectado (impedancia de la bobina).
- Normalmente, la resistencia de la pica auxiliar limita la corriente introducida. Es posible incrementar la corriente introducida colocando varias picas en paralelo.

7.2.2 Sincronización antes de la prueba (recomendada)

Antes de iniciar las mediciones de tensión de paso y de contacto, se recomienda sincronizar el Medidor y la Estación. La sincronización ajusta la misma fecha y hora en las dos unidades. Por lo tanto, las tensiones medidas se pueden ajustar correctamente a escala una vez finalizadas las mediciones. Si la corriente se genera durante la sincronización, su valor también es enviado al Medidor. Para ampliar información, consulte el apartado 5.4.5 *Sincronización*.

- ❑ Conecte el Medidor a la Estación por medio del cable RS232.
- ❑ En el Medidor, seleccione la opción **TIEMPO, CORRIENTE** en el menú **SINCRONIZAR** y confirme la selección.
- ❑ Siga la información indicada en la pantalla LCD del Medidor. Si la sincronización se realiza con éxito, se emitirá un sonido de confirmación tras los mensajes breves **conectando...** y **sincronizando...**

Conexiones para la sincronización

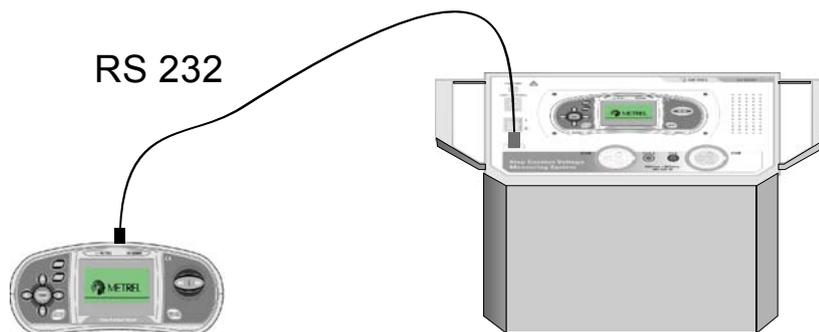


Fig. 7.8. Conexión de los instrumentos durante la sincronización

Nota:

- Las mediciones se pueden llevar a cabo sin que los instrumentos estén sincronizados. En este caso, la corriente de medición se debe configurar y modificar manualmente. Si la corriente introducida varía durante la prueba, es necesario ajustar manualmente el parámetro I_{GEN} . Los resultados de la medición pueden ser corregidos una vez finalizada la medición.

7.2.3 Mediciones de tensión de paso / tensión de contacto

Mientras la Estación introduce la corriente de medición en la tierra, es posible efectuar las pruebas de tensión de paso y de contacto con el Medidor.



Figura 7.9: Pantallas de tensión de paso y de contacto

Parámetros de prueba para la medición de tensión de paso / de contacto

I def	Máxima corriente de defecto esperada (10 A ... 200 kA)
I gen	Corriente de prueba ajustada manualmente (1 A ..50 A,) o cargada desde la Estación
R ent	Resistencia de entrada (1 MΩ, 1 kΩ)
U lim	Tensión de paso límite (25 V, 50 V)

Mediciones de tensión de paso o de contacto,

- Seleccione la función **TENS. DE PASO** o **TENS. CONTACTO**.
- Configure los parámetros y límites de la prueba (opcional).
- Para la tensión de paso, coloque los electrodos de prueba (para ampliar información consulte el apartado 7.1.2 *Medición*).
- Para la tensión de contacto, coloque un electrodo de prueba y conecte la parte metálica accesible (para ampliar información consulte el apartado 7.1.2 *Medición*).
- Conecte los cables de prueba al instrumento.
- Pulse la tecla **TEST** para realizar la medición.
- Almacene el resultado pulsando la tecla **MEM** (opcional).

Nota:

- Las mediciones se pueden llevar a cabo sin que los instrumentos estén sincronizados. En este caso, la corriente de medición se debe configurar y modificar manualmente. Los resultados no pueden ser corregidos una vez finalizada la medición.

Conexiones para la medición de tensión paso y de contacto

Consulte las conexiones en las *figuras 7.2 y 7.3*.



Figura 7.10: Ejemplos de resultados de las mediciones de tensión paso y de contacto

Resultados mostrados para la medición de tensión paso y de contacto:

U Tensión de paso o de contacto calculada

Um Tensión de paso o de contacto medida

Nota:

- Para los terrenos secos o los suelos de hormigón, es necesario colocar un paño húmedo o una capa de agua entre la pica y el suelo.
- Es posible trabajar con varios Medidores al mismo tiempo.

7.2.4 Sincronización una vez finalizada la prueba (recomendada)

Si el Medidor y la Estación fueron sincronizados durante las mediciones, deberán ser vueltos a sincronizar una vez finalizadas las pruebas. En este paso se descargan al Medidor los valores de las corrientes generadas (medidas con la Estación). La corrección de los resultados medidos en el Medidor se realiza basándose en los datos de la corriente generada real. Para ampliar información consulte el apartado 5.4.5 *Sincronización*.

- ❑ Conecte el Medidor a la Estación por medio del cable RS232.
- ❑ En el Medidor, seleccione **TENS. DE PASO CONTACTO** en el menú **SINCRONIZACIÓN** y confirme la selección.
- ❑ Siga la información que aparece en la pantalla LCD del Medidor. Si la sincronización se ha realizado con éxito, se emitirá una señal sonora a continuación de los mensajes **conectando...** y **sincronizando...**

Conexiones para la sincronización

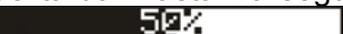
Para la conexión de los instrumentos consulte la *Figura 7.8*.



Figura 7.11: Ejemplos de pantallas de sincronización

NO SINCRONIZADO: número de resultados no sincronizados.

Nota:

- La descarga de los resultados almacenados puede tardar hasta 10 segundos. EL progreso se muestra en una gráfica de barras ()

7.3 Resistencia de tierra

7.3.1 Medición de resistencia de tierra



Figura 7.12: Pantalla de resistencia de tierra

Mediciones de resistencia de tierra,

- Seleccione la función **RE TIERRA** utilizando el selector de funciones.
- Conecte el cable de prueba C2/E y el cable de potencial ES al punto de conexión a tierra principal.
- Conecte el cable de prueba C1/H a la pica de corriente.
- Conecte el cable de potencial S a la pica de potencial.
- Pulse la tecla TEST para realizar la medición.
- Almacene el resultado utilizando la tecla MEM (opcional).

Conexiones para la medición de resistencia de tierra

Consulte las conexiones en la *Figura 7.4*.



Figura 7.13: Ejemplo de resultado de la medición de resistencia de tierra

Resultados mostrados para la medición de resistencia de tierra:

- R..... Resistencia de tierra,
- Rp..... Resistencia de la pica S (potencial),
- Rc..... Resistencia de la pica H (corriente).

Nota:

- Una resistencia elevada de las picas S y H puede afectar a los resultados de la medición. En este caso se muestran las advertencias de 'Pica'.
- Unas corrientes y tensiones de ruido elevadas en la tierra pueden afectar a los resultados de las mediciones. En este caso el comprobador muestra la advertencia 'Ruido'.
- Las picas se deben colocar a una distancia suficiente del objeto medido.
- Para ver en un ordenador los resultados de la resistencia de tierra o de la resistencia de tierra específica almacenados, éstos se deben descargar antes al Medidor. To download the results select Earth results in Synchronize menu. After the results are downloaded the stored data in the Station will be automatically deleted. For connection of the instruments see *Figure 7.8*.

7.3.2 Medición de la resistencia de tierra específica

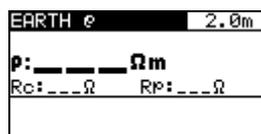


Figura 7.6: Pantalla de resistencia de tierra específica

Mediciones de resistencia de tierra específica,

- ❑ Seleccione la función **TIERRA** utilizando el selector de funciones.
- ❑ Seleccione la subfunción **RE TIERRA** utilizando las teclas ARRIBA / ABAJO del cursor.
- ❑ Seleccione el parámetro de prueba utilizando las teclas IZQUIERDA / DERECHA del cursor.
- ❑ Seleccione la distancia 'a' utilizando las teclas ARRIBA / ABAJO del cursor.
- ❑ Conecte los cables de prueba C1/H y C2/E como picas de corriente.
- ❑ Conecte los cables de prueba S y ES como picas de potencial.
- ❑ Pulse la tecla TEST para efectuar la medición.
- ❑ Almacene el resultado pulsando la tecla MEM (opcional).

Conexiones para la medición de la resistencia de tierra específica

Para las conexiones, consulte la *Figura 7.5*.



Figura 7.7: Ejemplo de resultado de la medición de la resistencia de tierra específica

Resultados mostrados para la medición de la resistencia de tierra:

ρ.....Resistencia de tierra específica,

Rp.....Resistencia de la suma (S + ES) de las picas de potencial,

Rc.....Resistencia de la suma (C1/H + C2/E) de las picas de corriente.

Notas:

- ❑ Una alta resistencia de las picas de corriente y de potencial puede afectar a los resultados de la medición. En ese caso se muestran las advertencias 'Pica'.
- ❑ Unas altas corrientes y tensiones de ruido y tensiones en tierra pueden afectar a los resultados de la medición. En ese caso el medidor muestra la advertencia "Ruido".
- ❑ Para ver en un ordenador los resultados de la resistencia de tierra o de la resistencia de tierra específica almacenados, éstos se deben descargar antes al Medidor. Para descargar los resultados, seleccione Resultados de tierra en el menú Sincronizar. Una vez descargados los resultados, los datos almacenados en la Estación serán automáticamente eliminados. Consulte la conexión de los instrumentos en la *Figura 7.8*.

8 Manejo de los datos

8.1 Memoria

Los resultados medidos, junto con todos los parámetros relevantes, se pueden almacenar en la memoria del Medidor y de la Estación.

- Las mediciones de tensión de paso y de contacto se pueden almacenar en el medidor.
- Las mediciones de resistencia de tierra específica se pueden almacenar en la Estación y a continuación ser descargadas al Medidor.
- Los valores de las corrientes generadas se almacenan automáticamente en el registrador de la Estación.

8.1.1 Estructura de datos

La memoria del instrumento se divide en 3 niveles, cada uno de los cuales contiene 199 posiciones. El número de mediciones que se pueden almacenar en una única posición sólo está limitado por la memoria disponible.

El **campo de estructura de datos** describe la identidad de la medición (objeto y posición).

El **campo de medición** contiene información acerca del tipo y el número de mediciones que pertenecen al elemento de la estructura seleccionado (objeto y posiciones).

Esta organización ayuda a manejar los datos de un modo sencillo y eficaz.

Las principales ventajas de este sistema son:

- Los resultados de las pruebas se pueden organizar y agrupar de un modo estructurado.
- Navegación sencilla por las estructuras y los resultados.
- Después de descargar los resultados a un ordenador, es posible crear informes de prueba sin modificaciones o casi sin ellas.

<pre> RECALL RESULTS OBJECT 001 LOC1 001 > LOC2 001 ----- No.: 1 </pre>	<pre> RECALL RESULTS > OBJECT 001 ----- No.: 7 [13] </pre>	<pre> RECALL RESULTS OBJECT 001 ----- > No.: 7/7 STEP VOLT </pre>
--	---	--

Figura 8.1: Estructuras de datos y campos de medición

Campo de estructura de datos

RECALL RESULTS	Menú de manejo de la memoria
<pre> OBJECT 001 LOC1 001 LOC2 001 </pre>	Campo de estructura de datos
<pre> OBJECT 001 </pre>	<input type="checkbox"/> 1^{er} nivel: OBJETO: Nombre predeterminado de la posición (objeto y su número sucesivo).

LOC1 001	<input type="checkbox"/> 2º nivel: POS1: Nombre predeterminado de la posición y su número sucesivo.
LOC2 001	<input type="checkbox"/> 3º nivel: POS2: Nombre predeterminado de la posición y su número sucesivo. <input type="checkbox"/> 001: N° del elemento seleccionado.

Campo de medición

No.: 1	Nº de mediciones en la posición seleccionada.
No.: 7 [13]	Nº de mediciones en la posición seleccionada. [Nº de mediciones en la posición seleccionada y sus subposiciones]
> No.: 7/7 STEP VOLT	Nº del resultado de prueba seleccionado / Nº total de resultados de prueba almacenados en la posición seleccionada. Tipo de medición almacenada en la posición seleccionada.

8.1.2 Almacenamiento de los resultados de las pruebas

Tras la finalización de una prueba, los resultados y parámetros están listos para ser almacenados (en el campo de información aparece el icono ). El usuario puede almacenar los resultados pulsando la tecla **MEM**.

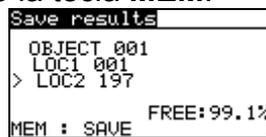


Figura 8.2: Menú de guardado de pruebas

Información en la pantalla

FREE:99.1%	Memoria disponible para el almacenamiento de resultados.
------------	--

Teclas en el menú de guardado de pruebas - campo de estructura de datos:

- Cursor ARRIBA / ABAJO** Selecciona el elemento de la posición (Objeto / Pos1 / Pos2).
- Cursor IZQUIERDO / DERECHO** Selecciona el número del elemento de la posición seleccionada (de 1 a 199).
- MEM** Guarda los resultados de las pruebas en la posición seleccionada y regresa al menú de medición.
- ESC** Regresa el menú de medición sin guardar la prueba.

Notas:

- Por defecto, el instrumento ofrece almacenar el resultado en la última posición seleccionada.
- Si la medición se va a almacenar en la misma posición que la anterior, simplemente pulse la tecla MEM dos veces.

8.1.3 Recuperación de los resultados de las pruebas

En el menú MEMORIA, seleccione RECUPERAR RESULTADOS.

<pre> RECALL RESULTS > OBJECT 001 ----- ----- No.: 7 [13] </pre>		<pre> RECALL RESULTS OBJECT 001 ----- ----- > No.: 7/7 STEP VOLT </pre>
<p><i>Figura 8.3: Menú de recuperación - campo de estructura de datos seleccionado</i></p>	<p><i>Figura 8.4: Menú de recuperación - campo de mediciones seleccionado</i></p>	

Teclas en el menú de recuperación de memoria (campo de estructura de datos seleccionado):

- Cursor ARRIBA / ABAJO** Selecciona el elemento de la posición (Objeto / Pos1 / Pos2).
- Cursor IZQUIERDO / DERECHO** Selecciona el número del elemento de la posición seleccionado (de 1 a 199).
- TEST** Confirma la selección y entra en el campo de mediciones.
- ESC** Regresa al menú principal de la función.

Teclas en el menú de recuperación de memoria (campo de mediciones seleccionado):

- Cursor IZQUIERDO / DERECHO** Selecciona la medición almacenada.
- TEST** Muestra los resultados de la medición.
- ESC** Regresa al campo de estructura de datos.



Figura 8.5: Ejemplo de resultado de medición recuperado

Teclas en el menú de recuperación de memoria (se muestran los resultados de medición)

- Cursor IZQUIERDO / DERECHO** Muestra los resultados de medición almacenados en la posición seleccionada.
- Cursor ARRIBA / ABAJO** Visualización de todos los parámetros de prueba.
- ESC** Regresa al campo de mediciones.

8.1.4 Borrado de los datos almacenados

Borrado de todo el contenido de la memoria

Seleccione BORRAR TODA LA MEMORIA en el menú MEMORIA. Se mostrará un mensaje de advertencia.

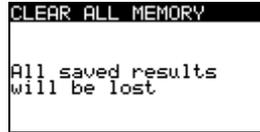


Figura 8.6: Borrar toda la memoria

Teclas en el menú de borrado de toda la memoria

TEST	Confirma el borrado de todo el contenido de la memoria.
ESC	Regresa al menú Ajustes sin efectuar cambios.

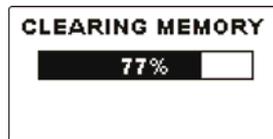


Figura 8.7: Borrado de la memoria en curso

Borrado de las mediciones en la posición seleccionada

Seleccione ELIMINAR RESULTADOS en el menú MEMORIA.

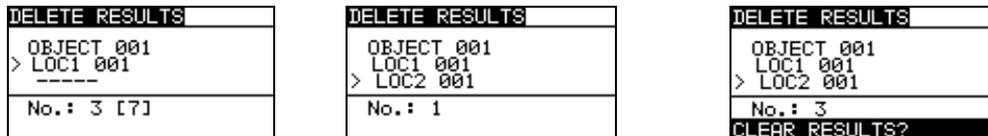


Figura 8.8: Menú de borrado de mediciones (campo de estructura de datos seleccionado)

Teclas en el menú de eliminación de resultados (campo de estructura de datos seleccionado):

Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona el elemento de la posición (Objeto / Pos1 / Pos2).
Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona el número del elemento de la posición seleccionado (de 1 a 199).
ESC	Regresa al menú principal de Ajustes.
MEM	Abre el cuadro de diálogo para la confirmación del borrado de los resultados en la posición seleccionada.

Teclas en cuadro de diálogo para la confirmación del borrado de los resultados en la posición seleccionada:

TEST	Elimina todos los resultados en la posición seleccionada.
ESC	Regresa al menú de eliminación de los resultados sin efectuar cambios.

Borrado de mediciones individuales

Seleccione ELIMINAR RESULTADOS en el menú MEMORIA.

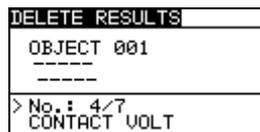


Figura 8.9: Menú para el borrado de mediciones individuales (campo de mediciones seleccionado)

Teclas en el menú de eliminación de resultados (campo de estructura de datos seleccionado):

Cursor ARRIBA / ABAJO	Selecciona el elemento de la posición (Objeto / Pos1 / Pos2).
Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona el número del elemento de la posición seleccionado (de 1 a 199).
TEST	Entra en el campo de mediciones.
ESC	Regresa al menú principal de Ajustes.

Teclas en el menú de eliminación de resultados (campo de mediciones seleccionado):

Cursor IZQUIERDO / DERECHO	Selecciona la medición.
MEM	Abre el cuadro de diálogo para la confirmación del borrado de la medición seleccionada.
ESC	Regresa al campo de estructura de datos.

Teclas en el cuadro de diálogo para la confirmación del borrado de los resultados seleccionados:

TEST	Elimina el resultado de la medición seleccionado.
ESC	Regresa al campo de mediciones sin realizar cambios.

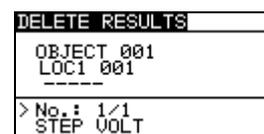


Figura 8.10: Cuadro de diálogo de confirmación

Figura 8.11: Pantalla una vez borrada la medición

8.2 Registrador de corriente

Si el Medidor y la Estación están sincronizados, los valores de las corrientes generadas se almacenan (junto con la hora y la fecha) en una parte independiente de la memoria de la Estación. Para ampliar información acerca de las ventajas de las mediciones sincronizadas, consulte los apartados 5.4.5 *Sincronización* y 7.2.4 *Sincronización una vez finalizada la prueba*.

El espacio disponible en el registrador se muestra en el lado derecho de la pantalla de Generador de corriente (consulte la Fig. 6.2). Cuando el registrador esté lleno será necesario borrar su contenido.

8.2.1 Borrado del contenido del registrador

Seleccione BORRAR EL REGISTRO DE CORRIENTE en el menú MEMORIA. Se mostrará un mensaje de advertencia.



Figura 8.12: Borrado del registrador de corriente

Teclas en el menú Borrar registrador

TEST	Confirma el borrado de todo el contenido de la memoria.
ESC	Regresa al menú principal de la función sin realizar cambios.



Figura 8.13: Borrado del registrado en curso

8.3 Comunicación

Es posible transferir los resultados desde el Medidor al ordenador. Un programa de comunicación especial instalado en el ordenador identifica el instrumento y permite la transferencia de datos entre el instrumento y el ordenador.

El Medidor cuenta con dos interfaces de comunicación: USB y RS 232.

El instrumento selecciona automáticamente el modo de comunicación en función de la interfaz seleccionada, teniendo prioridad la interfaz USB.

Cómo transferir los datos almacenados:

- Comunicación mediante RS 232: conecte un puerto COM del ordenador al conector PS/2 del instrumento por medio del cable de comunicación serial PS/2 - RS232;
 - Comunicación mediante USB: conecte un puerto USB del ordenador al conector USB del instrumento por medio del cable de interfaz USB.
-
- Encienda el ordenador y el instrumento.
 - Ejecute el programa de software *HVlink PRO*.
 - El ordenador y el instrumento se reconocerán inmediatamente.
 - El instrumento estará preparado para descargar los datos al ordenador.

El programa *HVlink PRO* es un software informático para Windows XP, Windows Vista y Windows 7. Lea el archivo README_HVLink.txt incluido en el CD para ver las instrucciones acerca de la instalación y ejecución del programa.

Nota:

- En necesario instalar los controladores USB en el ordenador antes de utilizar la interfaz USB. Consulte las instrucciones de instalación del USB disponibles en el CD de instalación.

9 Mantenimiento

Los instrumentos no podrán ser abiertos por personal no autorizado. El instrumento no tiene ninguna pieza que pueda ser sustituida por el usuario, a excepción de la batería situada bajo la cubierta posterior del Medidor (MI 3295M). Consulte el apartado 2.2 Pilas y carga del instrumento MI 3295M.

9.1 Sustitución del fusible

Existe un fusible situado en la cubierta delantera de la Estación MI 3295S.

- T 5 A / 250 V, (5 mm × 20 mm) Este fusible evita los riesgos en caso de que se produzca un fallo en el interior del instrumento.

Advertencias:

-  **Desconecte todos los accesorios de medición, apague el instrumento y desconecte el cable de alimentación antes de abrir la cubierta del soporte del fusible, ya que existe tensión peligrosa en el interior.**
- Sustituya el fusible fundido únicamente por otro del mismo tipo, de lo contrario el instrumento puede resultar dañado y la seguridad del operario puede verse afectada.

La posición del fusible se puede observar en la *Figura 4.1* del apartado *4.1 Panel frontal*.

9.2 Limpieza

La carcasa no requiere ningún mantenimiento especial. Para limpiar la superficie de los dos instrumentos, tanto del Medidor (MI 3295M) como de la Estación (MI 3295S), utilice un paño suave ligeramente humedecido con agua jabonosa o alcohol. A continuación deje que el instrumento se seque por completo antes de utilizarlo.

Advertencias:

- No utilice líquidos derivados del petróleo o hidrocarburos
- No derrame el líquido por encima del instrumento

9.3 Calibración periódica

Es fundamental calibrar regularmente el instrumento de prueba, con el fin de garantizar las especificaciones técnicas indicadas en este manual. Recomendamos efectuar una calibración anual, que sólo podrá ser realizada por personal técnico autorizado. Póngase en contacto con su distribuidor para obtener más información.

9.4 Servicio

Para las reparaciones dentro o fuera del periodo de garantía, póngase en contacto con su distribuidor.

10 Especificaciones técnicas

10.1 Tensión de paso, tensión de contacto

Escala de medición U_m	Resolución	Precisión
0.01 ÷ 19.99 mV	0.01 mV	±(2 % de lectura + 2 díg.)
20.0 ÷ 199.9 mV	0.1 mV	
200 ÷ 1999 mV	1 mV	
2.00 ÷ 19.99 V	0.01 V	
20.0 ÷ 59.9 V	0.1 V	

Escala de medición calculada U	Resolución	Precisión
0.0 ÷ 199.9 V	0.1 V	valor calculado*
200 ÷ 999 V	1 V	

*La tensión de paso / de contacto mostrada se obtiene en base al cálculo:

$$U_S = U_{\text{medida}} \cdot I_{\text{defecto}} / I_{\text{gen}}; \quad U_C = U_{\text{medida}} \cdot I_{\text{fallo}} / I_{\text{gen}};$$

I_{defecto} (seleccionable)..... 10 A ... 200 kA

Resistencia de entrada (seleccionable): 1 k Ω , 1 M Ω

Cancelación de ruido: Filtrado DSP 55 Hz, 64 dB rechazo de ruido de 50 (60) Hz

Terminales de prueba:

Conector de prueba	Medidor
--------------------	---------

10.2 Corriente

Escala de medición	Resolución	Precisión
0.00 ÷ 9.99 A	0.01 A	±(3 % de lectura + 5 díg.)
10.0 ÷ 99.9 A	0.1 A	±(3 % de lectura + 3 díg.)

Generador de corriente: 55 A máx.

Tensión de prueba: < 55 V

Frecuencia de prueba: 55 Hz

Terminales de prueba:

C1/H - C2/E	Estación
-------------	----------

10.3 Resistencia a tierra

Escala de medición (Ω)	Resolución (Ω)	Precisión
0.001 ÷ 1.999	0.001	$\pm(2\%$ de lectura + 5 dígitos)
2.00 ÷ 19.99	0.01	
20.0 ÷ 99.9	0.1	
100.0 ÷ 199.9	0.1	$\pm(5\%$ de lectura)

Tensión de circuito abierto..... < 50 VAC
 Corriente de prueba..... < 7.5 A
 Frecuencia de la señal de prueba 55 Hz
 Influencia de la resistencia de la pica: $\leq \pm(10\%$ de lectura + 10 dígitos)
 $(R_c, R_p)_{\max}$ (10 Ω + 100 R) o 2 k Ω (lo que sea menor)
 Prueba automática de la resistencia de la picasí
 Detección automática de tensión de ruido.

Terminales de prueba:

S, ES, C1/H, C2/E	Estación
-------------------	----------

10.4 Resistencia de tierra específica

Escala de medición (Ωm)	Resolución (Ωm)	Precisión
0,00 ÷ 9,99	0,01	Valor calculado, se debe tener en cuenta la precisión de la función Resistencia a tierra.
10,0 ÷ 99,9	0,1	
100 ÷ 999	1	
1,00k ÷ 9,99k	0,01k	
10,0k ÷ 99,9k	0,1k	

Principio del método de Wenner con distancias iguales entre las picas de prueba:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot \text{distancia} \cdot R..$$

10.5 Datos generales

Estación

Tensión de suministro nominal 230 V AC ($\pm 10\%$) / 50 o 60 Hz
 Consumo máximo de potencia 750 VA
 Categoría de sobretensión..... CAT II / 300 V
 Categoría de medición..... CAT IV / 50 V
 Clasificación de la protección.....Clase I

Protección general del instrumento:

Fusible.....T 5 A / 250 V (5 mm x 20 mm)

Grado de contaminación 3

Grado de protección IP 30

Pantalla Pantalla de matriz de 128 x 64 puntos con retroiluminación

Memoria 1000 posiciones de memoria

Registrador de corriente 24 horas min.

Interfaz de comunicación..... RS232 (sólo para la comunicación con el Medidor)

Dimensiones (an×al×p)..... 56.3 cm × 27.5 cm × 25.7 cm

Peso 29.5 kg (sin accesorios)

Medidor

Tensión de suministro..... 9 V_{DC} (6 pilas o acumuladores de 1.5 V, tamaño AA)

Funcionamiento normalmente 12h

Tensión de entrada de la toma del

cargador..... 12 V (±10 %)

Corriente de entrada de la toma del

cargador.....400 mA máx.

Corriente de carga de las pilas 250 mA (regulada internamente)

Categoría de medición CAT IV / 50 V

Clasificación de la protección aislamiento doble

Grado de contaminación 2

Grado de protección IP 40

Pantalla pantalla de matriz de 128 x 64 puntos con retroiluminación

Memoria 1500 posiciones de memoria

Interfaz de comunicación..... RS232, USB

Dimensiones (an×al×p)..... 23 cm × 10.3 cm × 11.5 cm

Peso 1.3 kg (con pilas)

Condiciones ambientales

Temperatura de referencia 10 °C ÷ 30 °C

Humedad de referencia 35 % ÷ 65 % HR

Condiciones de funcionamiento

Temperatura de funcionamiento..... 0 °C ÷ +40 °C

Humedad relativa máxima 85 % HR (0 °C ÷ 40 °C), sin condensación

Condiciones de almacenamiento

Temperatura -10 °C ÷ +60 °C

Humedad relativa máxima 90 % HR (-10 °C ÷ +40 °C)

80 % HR (40 °C ÷ 60 °C)

Las precisiones son válidas durante 1 año en las condiciones de referencia. El coeficiente de temperatura fuera de estos límites es del 0,2 % del valor medido por cada °C, más 1 dígito.

