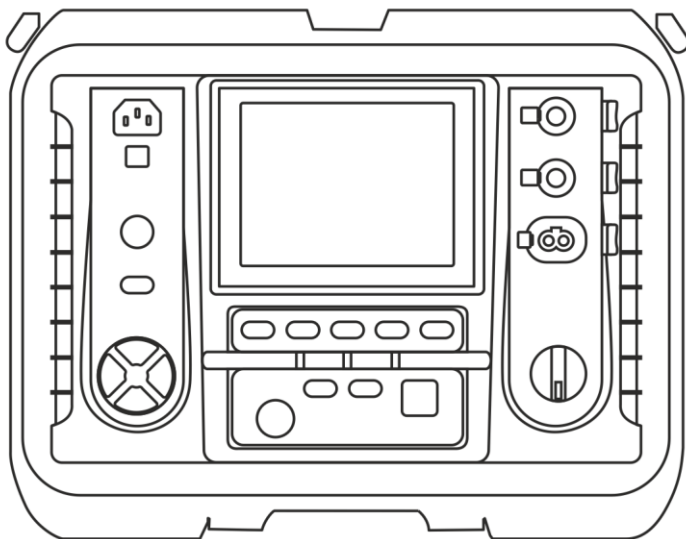


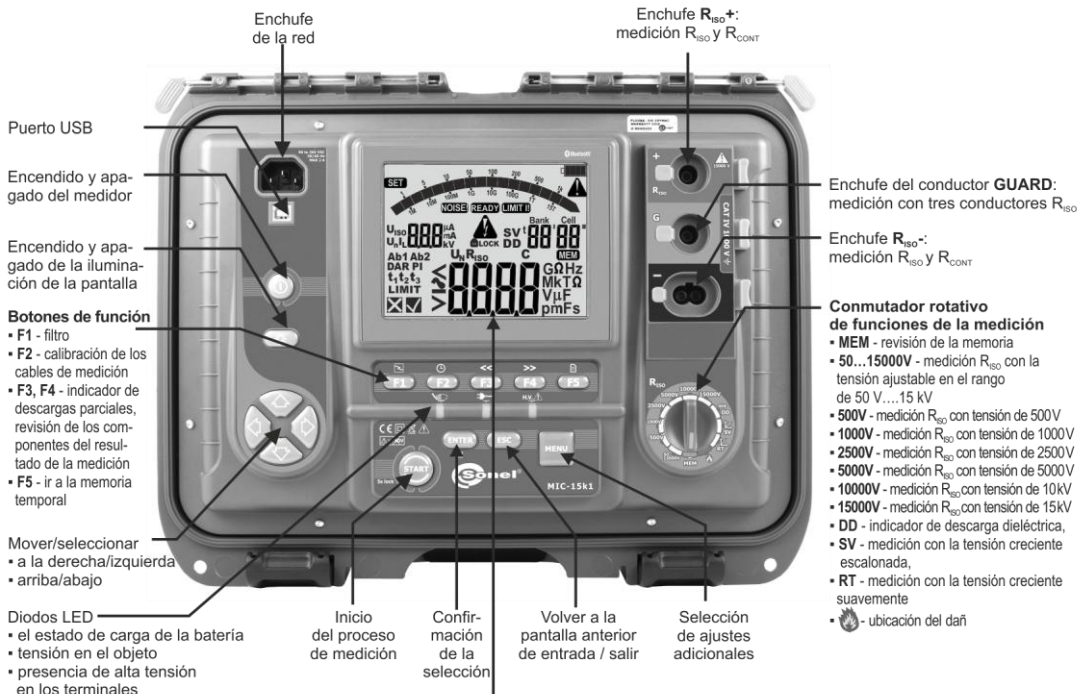


MANUAL DE USO

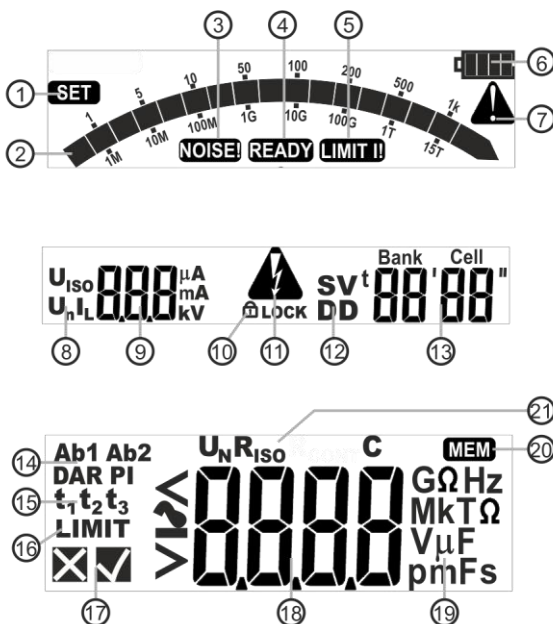
MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

MIC-15k1

MIC-15k1



PANTALLA



- 1 Simbolo de la actividad del modo de ajuste de parámetros de la medición
- 2 Gráfico de barras
- 3 Simbolo de la presencia del voltaje de interferencia
- 4 Listo para la medición
- 5 Trabajo con la limitación de la corriente de medición
- 6 Estado de carga de la batería
- 7 Advertencia
 - destacar la importancia de información en la pantalla; información sobre el error
 - señalización de la necesidad de utilizar el manual de uso
- 8 Simbolos de valores que aparecen en el campo auxiliar de la pantalla
- 9 Campo auxiliar de lectura en la pantalla
- 10 Simbolo de mantener (bloquear) la medición
- 11 Señalización de la presencia de alta tensión en los terminales U_{ISO}
- 12 SV - señalización de medición con la tensión creciente
- 13 DD - el indicador de descarga dieléctrica
- 14 • N° del banco y de la celda de memoria
- 15 • Duración de la medición
- 16 Simbolos de coeficientes de absorción
- 17 Simbolos de tiempos para calcular los coeficientes de absorción
- 18 Ajuste del límite admisible de la resistencia
- 19 Valoración de la corrección de resultado
- 20 Valor medido
- 21 Unidades de lectura
- 22 Modo de memoria activa
 - guardar en la memoria
 - revisar la memoria
- 23 Simbolos de valores medidos



MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MIC-15k1



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

El medidor MIC-15k1 es un dispositivo de medición moderno y de alta calidad, fácil y seguro de usar, siempre que se cumplan las normas presentadas en este manual. Además, leer estas instrucciones permite evitar errores al hacer la medición y prevenir posibles problemas relacionados con el funcionamiento del medidor.

ÍNDICE

1 Información general	5
1.1 Símbolos de seguridad.....	5
1.2 Seguridad.....	6
2 Descripción general y funciones del dispositivo	7
3 Configuración del medidor	8
4 Mediciones	13
4.1 Configuración de mediciones	14
4.2 Control remoto del medidor.....	16
4.3 Medición de la resistencia de aislamiento	18
4.3.1 Importancia de la polaridad de la conexión	18
4.3.2 Medición con dos cables.....	19
4.3.3 Medición con tres cables.....	23
4.4 Medición de la resistividad superficial y volumétrica del aislante – modo Sr.....	25
4.5 Mediciones con la tensión creciente – SV.....	27
4.6 Medición con la tensión creciente suavemente – RT	29
4.7 Ubicación del daño (🔥 Método de quemado).....	32
4.8 Indicador de descarga dieléctrica – DD	34
4.9 Indicador de descargas parciales.....	37
4.10 Prueba de tensión	38
4.11 Medición de corrientes de polarización y despolarización (PDC).....	40
4.12 Determinación de longitud del cable medido.....	42
4.13 Prueba de estanqueidad del blindaje del cable de MT.....	43
4.14 Prueba de dispositivos de protección contra sobretensiones SPD	43
5 Memoria de los resultados de mediciones	47
5.1 Guardar los resultados de las mediciones en la memoria.....	47
5.2 Revisión de la memoria.....	49
5.3 Borrar memoria	50
5.3.1 Borrado del banco.....	50
5.3.2 Borrado de la memoria completa	51
6 Transmisión de datos.....	53
6.1 El paquete del equipamiento para trabajar con el ordenador.....	53
6.2 Transmisión de datos con el conector USB	53
6.3 Transmisión de datos mediante el módulo Bluetooth.....	54
7 Actualización del software.....	55
8 Alimentación del medidor.....	56
8.1 Control de la tensión de alimentación	56
8.2 Alimentación con batería.....	56
8.3 Carga de batería	56
8.4 Alimentación de la red.....	57
8.5 Normas generales de uso de las baterías de litio-ion (Li-Ion)	57
9 Limpieza y mantenimiento	58
10 Almacenamiento	58

11 Desmontaje y utilización.....58

12 Datos técnicos59

 12.1 Datos básicos..... 59

 12.2 Datos de uso..... 61

 12.3 Datos adicionales..... 62

 12.3.1 Incertidumbres adicionales según EN IEC 61557-2 (R_{ISO}).....62

 12.4 Características del conversor..... 62

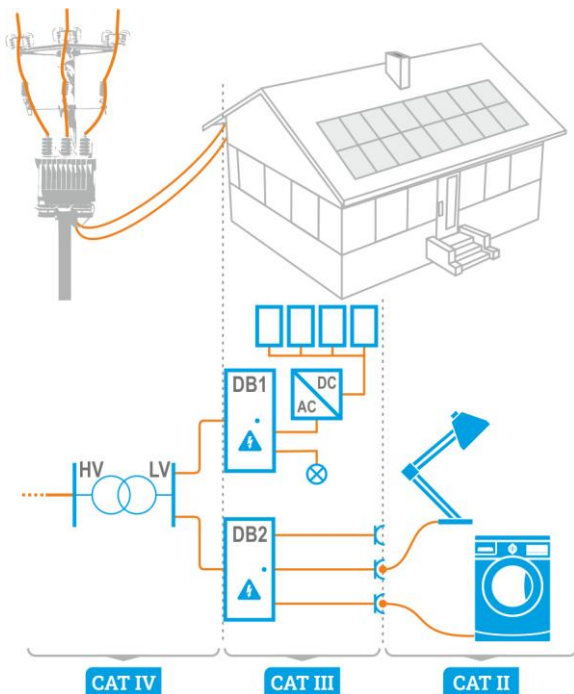
13 Fabricante.....63

1 Información general

1.1 Símbolos de seguridad

Los siguientes símbolos internacionales se utilizan en el aparato y/o en este manual:

	Consulte el manual del uso para obtener información y explicaciones adicionales		Toma de tierra		Corriente/tensión alterna
	Corriente/tensión continua		Doble aislamiento (clase de aislamiento)		Declaración de conformidad con las directivas de la Unión Europea (<i>Conformité Européenne</i>)
	No eliminar junto con otros residuos urbanos		Atención, peligro de descarga eléctrica. El instrumento genera una tensión de 15000 V		No conectar el instrumento a sistemas con una tensión superior a 750 V



Categorías de medición según la norma EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – se aplica a las mediciones realizadas en circuitos conectados directamente a instalaciones de baja tensión,
- **CAT III** – se aplica a las mediciones realizadas en instalaciones de edificios,
- **CAT IV** – se aplica a las mediciones realizadas en la fuente de la instalación de baja tensión.

1.2 Seguridad

El dispositivo MIC-15k1, diseñado para controlar la protección contra incendios en el sistema eléctrico, se utiliza para realizar mediciones que determinan el estado de seguridad de la instalación. Por lo tanto, para garantizar un servicio adecuado y exactitud de los resultados hay que seguir las siguientes precauciones:

- Antes de utilizar el medidor, asegúrese de leer estas instrucciones y siga las normas de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
- El 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.
- El medidor MIC-15k1 puede ser utilizado sólo por las personas cualificadas que estén en facultadas para trabajar con las instalaciones eléctricas. El uso del medidor por personas no autorizadas puede dañar el dispositivo y ser fuente de un grave peligro para el usuario y los transeúntes.
- Cuando se mide la resistencia de aislamiento en los terminales de los cables del medidor existe una tensión peligrosa hasta 16,5 kV ($15 \text{ kV} + (0...10\%)$).
- Antes de medir la resistencia de aislamiento hay que estar seguro de que el objeto de prueba ha sido desconectado de la corriente.
- Durante la medición de la resistencia de aislamiento no se pueden desconectar los cables del objeto examinado hasta que no se complete la medición (ver **sección 4.3**). De lo contrario, no se descargará la capacidad del objeto, lo que puede provocar una descarga eléctrica.
- Al medir la resistencia del aislamiento del cable se debe prestar atención para que el otro extremo esté protegido contra un contacto accidental.
- 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.
- Se prohíbe utilizar:
 - ⇒ el medidor dañado y totalmente o parcialmente falible,
 - ⇒ los cables con el aislamiento dañado,
 - ⇒ el medidor guardado demasiado tiempo en malas condiciones (p. ej. húmedas). Después de trasladar el medidor del entorno frío al caluroso con mucha humedad, no se deben hacer mediciones hasta que el medidor se caliente a la temperatura del entorno (después de unos 30 minutos).
- Tenga en cuenta que la inscripción **LOI** que se muestra en la pantalla significa que la tensión de alimentación es demasiado baja e indica la necesidad de cargar las baterías.
- Las inscripciones **ErrX**, donde **X** es el número de 0 a 9, sugieren que el dispositivo no funciona correctamente. Si se reinicia el medidor y la situación vuelve a suceder, esto significa un mal funcionamiento del medidor.
- Antes de empezar a medir, seleccione la función de medición apropiada y asegúrese de que los cables estén conectados a las tomas de medición correspondientes.
- No alimentar el medidor con fuentes diferentes a las mencionadas en este manual.
- Las entradas **R_{ISO}** del medidor están protegidas electrónicamente contra sobrecargas (p.ej. debido a la conexión al circuito que esté bajo tensión) hasta 1500 V durante 60 segundos.
- Las reparaciones pueden ser realizadas sólo por el servicio técnico autorizado.



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 instrucciones.

2 Descripción general y funciones del dispositivo

El medidor digital MIC-15k1 está diseñado para medir la resistencia de aislamiento. Las características más importantes del dispositivo son:

❑ Medición de la resistencia de aislamiento

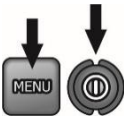
- tensiones de medición 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10 000 V y 15 000 V o regulados en el rango de 50...15 000 V
- medición de resistencia de aislamiento hasta 40 TΩ
- medición con la tensión creciente suavemente (RT) o escalonado (SV),
- medición del indicador de la descarga dieléctrica DD
- función  Método de quemado
- indicación de la corriente de fuga
- medición directa de uno o dos coeficientes de absorción
- determinación sonora de los intervalos de cinco segundos para facilitar seleccionar las características temporales de la medición de la resistencia de aislamiento
- medición de la capacidad del objeto examinado
- determinación de la longitud de cable
- auto-descarga de la capacidad del objeto estudiado después de finalizar la medición de la resistencia de aislamiento
- el dispositivo permite hacer mediciones en un entorno con muchas interferencias

❑ Otros

- selección automática del rango de medición
- memoria de los resultados de medición con la posibilidad de transmisión al ordenador a través de Bluetooth, USB o RS-232 (opcional)
- pantalla grande y fácil de leer con posibilidad de iluminación
- control del nivel de carga de la batería
- apagado automático del dispositivo sin usar (función AUTO-OFF)
- manejo ergonómico
- cooperación con una aplicación móvil que permite controlar el medidor, leer los datos y presentarlos al corriente en forma gráfica
- cooperación con un programa especial para recopilar y analizar los datos almacenados en el medidor.

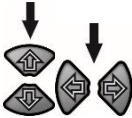
3 Configuración del medidor

①



- Apagar el medidor.
- Mantener pulsado el botón **MENU** y pulsar brevemente el botón **ON/OFF**. Mantener pulsado el botón **MENU** hasta que aparezca el icono **SET**.

②

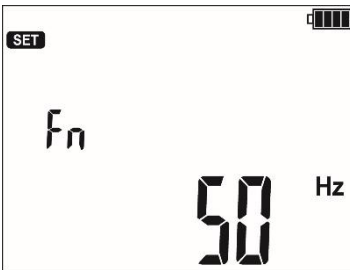


Con los botones  se pasa al siguiente parámetro.
Con los botones  se cambia el valor del parámetro.

- Durante el ajuste del parámetro, al mantener pulsados los botones  se acelera el cambio de su valor.
- Al alcanzar el valor objetivo aproximado, pulsar brevemente  y ajustar el valor deseado.

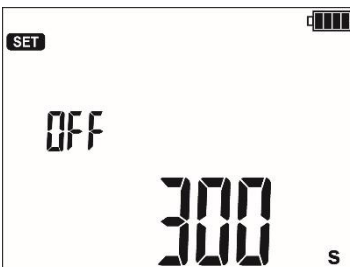
El orden de ajuste es el siguiente:

③



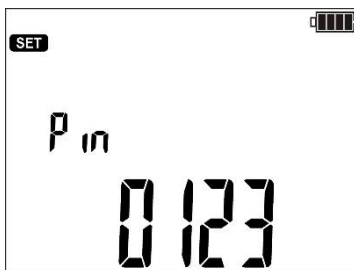
Frecuencia nominal de la red (50 Hz o 60 Hz).

④



Tiempo hasta el apagado automático (300 s, 600 s, 900 s) o falta de tiempo (- - -).

5



PIN para la conexión vía Bluetooth. El dígito ajustado parpadea. Ir al siguiente dígito con los botones **F3** y **F4**.

El código se utiliza para evitar las conexiones inalámbricas no autorizadas con el medidor por terceros (transeúntes).

El mismo código se debe introducir:

- en el programa de ordenador para la transmisión inalámbrica (**Sonel Reader**, **Sonel Reports Plus**),
- en la aplicación móvil **Sonel MIC Mobile** para establecer la conexión.

6



Coeficientes de absorción para R_{ISO} :

⇒ Ab1, Ab2 (**Ab**)

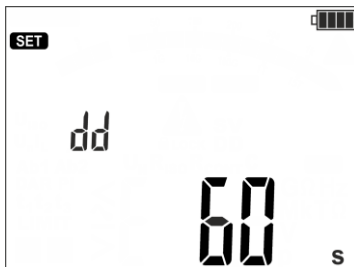
o

⇒ PI, DAR (**PI**).

Cada cambio modificará los tiempos t1, t2 y t3 para los tiempos por defecto.

- Para **Ab1/Ab2** t1 = 15 s, t2 = 60 s, t3 = 0.
- Para **PI/DAR** t1 = 30 s, t2 = 60 s, t3 = 0).

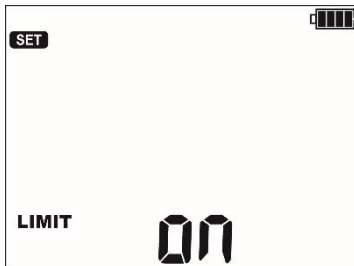
7



Tiempo de medición de la corriente de fuga para la función **DD**.

El valor predeterminado son 60 segundos. Sin embargo, el usuario puede cambiar el ajuste en el rango de 60...5999 s. Ver también **sección 4.8, 4.11**.

8



Ajustes de **límites**: activación (**on**) y desactivación (**off**).

Para el estatus **on** aparecen nuevos parámetros a ajustar.

- ⇒ En la medición de la resistencia de aislamiento: límite de resistencia R_{ISO} (**sección 4.1 paso 8**).
- ⇒ En la función **RT**: tensión de medición final U_{ISO} , límite de la corriente de fuga I_L (**sección 4.6 paso 8**).

9



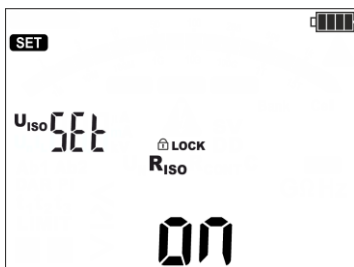
Actualización del software. Este tema está descrito en la **sección 7**.

10



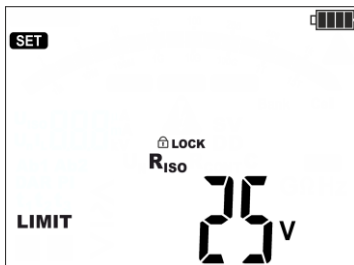
Sonidos: activación (ON) y desactivación (OFF).

11



Prueba de tensión activación (ON) y desactivación (OFF).

12



El valor mínimo de la tensión de interferencia de CA en el objeto examinado que es señalado por el medidor con el mensaje **NOISE**. Ajustes disponibles: 25 V, 30 V, 35 V... 1495 V, 1500 V.

13

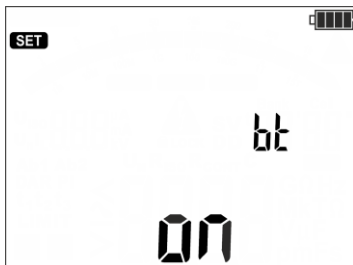


Precisión de proporcionar la corriente de medición:

- ⇒ **Hi** – 0...5%,
- ⇒ **Lo** – 0...10%.

Por ejemplo, para el ajuste **Hi** y la tensión de medición **1000 V** el medidor generará la tensión de unos **1050 V**.

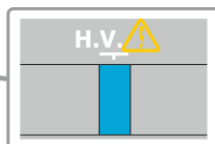
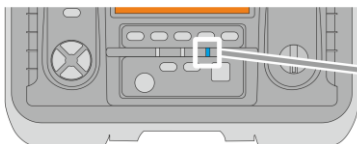
14



Comunicación inalámbrica Bluetooth:

- ⇒ **OFF** – desconectada,
- ⇒ **on** – conectada.

Cuando la comunicación está activada, el diodo **HV** parpadea **azul**.



15



Medición de capacitad durante la prueba:

- ⇒ **OFF** - desactivada
- ⇒ **on** - activada.

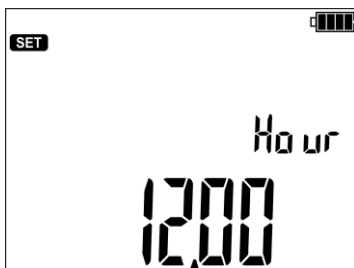
16



Cómo iniciar el convertidor de alta tensión:

- ⇒ **NORM RISE** – el convertidor arranca normalmente, por lo que la tensión alcanza el valor nominal en unos segundos,
- ⇒ **FAST RISE** – el convertidor arranca bruscamente (provocando una ligera sobretensión en los primeros segundos de la medición), por lo que la tensión nominal está disponible en los terminales en <350 ms desde el inicio de la prueba.

17

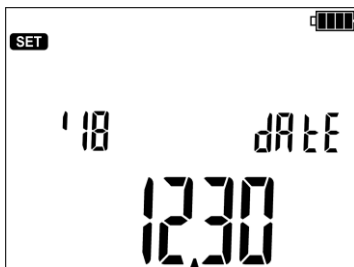


Hora actual.

Con los botones ◀▶ se pasa del ajuste de horas a minutos y al revés.

Con los botones ▲▼ se ajusta el valor.

18

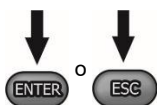


Fecha actual (RR-MM-DD).

Con los botones ◀▶ se pasa del ajuste del año al mes y día.

Con los botones ▲▼ se ajusta el valor.

19



- Con el botón **ENTER** se pasa a la pantalla de medición con la confirmación de los cambios.

- Con el botón **ESC** se pasa a la función de medición sin la confirmación de los cambios.



Para restaurar la configuración de fábrica, mantenga presionado el botón ON / OFF durante más de 5 segundos.

4 Mediciones



ADVERTENCIA

- En el caso de los cables para la tensión nominal de 15 kV (máx. 17 kV) hay que tener mucho cuidado, no se debe sujetar los cables en las manos durante la medición.
- A la hora de hacer mediciones está prohibido cambiar el interruptor de rangos, ya que esto puede causar daños del medidor y peligro para el usuario.
- El objeto medido no puede estar bajo la tensión.
- **Durante la medición de los cables hay que tener mucho cuidado.** También existe el riesgo de descarga eléctrica después de descargar su capacidad por el medidor, ya que la tensión puede reconstruirse de forma automática. Por lo tanto, se recomienda:
 - antes de las mediciones, conectar los conductores de trabajo del cable a su pantalla puesta a tierra o a la toma de tierra local,
 - desconectar la puesta a tierra de los conductores sólo después de conectar los cables de prueba del medidor al cable y sólo entonces iniciar las mediciones,
 - después de las mediciones y la descarga del cable por el medidor, ponga a tierra los conductores como en el primer paso,
 - desconecte la puesta a tierra de los conductores justo antes de aplicar la tensión de servicio al cable.
- Se recomienda utilizar equipos de protección individual aislantes eléctricos durante las mediciones con el fin de minimizar el riesgo de entrar en contacto con los cables, lo que podría causar daños al usuario.



- El resultado de la última medición es recordado hasta que no se sobrescriba por llenar la memoria temporal del medidor (**sección 5**).
- El resultado se mantiene durante 20 segundos en la pantalla. Después de este tiempo el medidor entra en modo de espera para la siguiente medición.
- Se puede ver el resultado pulsando el botón **ENTER**, también después de reiniciar el medidor. Otros resultados no guardados se puede hacer que aparezcan según la descripción en la **sección 5**.
- Durante la medición, en especial de altas resistencias, es necesario asegurarse de que, **no se toquen los cables de medición ni las sondas los cocodrilos**, porque a causa del flujo de las corrientes superficiales, el resultado de medición puede ser cargado con un error adicional.
- Al pulsar **F2** se puede hacer que aparezca **la hora y la fecha**. Al pulsar por tercera vez se vuelve a la pantalla de medición.

4.1 Configuración de mediciones

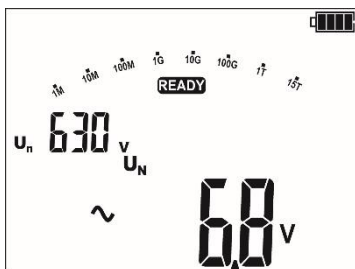
①



Poner el selector giratorio de función en una de las posiciones **R_{ISO}**, seleccionado al mismo tiempo la tensión del medición.

Para las posiciones **50...15000 V** también se puede seleccionar cualquier tensión de este rango (paso **(5)**) con salto cada **10 V**.

②



El medidor está en el modo de medición de tensión.

③



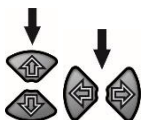
Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a:

⇒ la selección de la tensión de medición U_n (ara la posición del conmutador **50...15000 V** está disponible una opción adicional para elegir la tensión de la medición).

⇒ la selección de los tiempos para calcular los coeficientes de absorción (t_1, t_2, t_3),

⇒ el tiempo total de medición t , la corriente de cortocircuito I_{SC} y el límite.

④



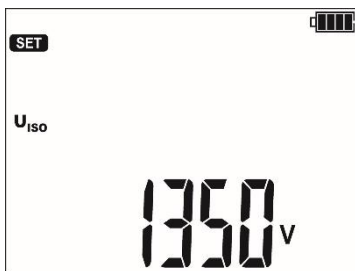
Con los botones   se cambia el valor del parámetro.

Con los botones se pasa al siguiente parámetro.

- Durante el ajuste del parámetro, al mantener pulsados los botones   se acelera el cambio de su valor.
- Al alcanzar el valor objetivo aproximado, pulsar brevemente   y ajustar el valor deseado.

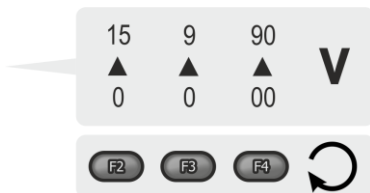
El orden de ajuste es el siguiente:

5



Tensión de medición U_n (solo para las posiciones **50...15000 V**).

El ajuste de tensión también se puede introducir usando los botones de función (F2 – paso cada 1000 V, F3 – paso cada 100 V, F4 – paso cada 10 V).

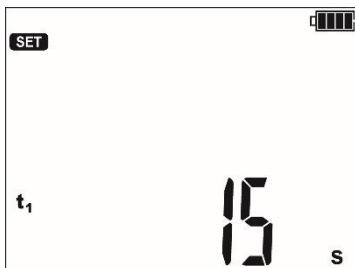


6

Tiempos:

- ⇒ t1 (1 s...600 s),
- ⇒ t2 (1 s...600 s, pero >t1),
- ⇒ t3 (1 s...600 s, pero >t2),
- ⇒ t (duración total de medición: independiente de t1, t2 y t3): 1 s...99 min 59 s o ilimitada (INF).

6a



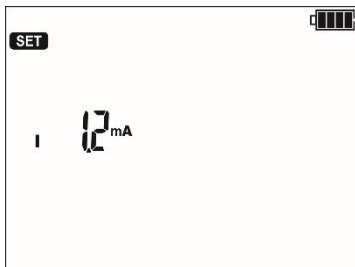
Ajuste de tiempos t1...t3.

6b



Ajuste del tiempo total de cortocircuito t.

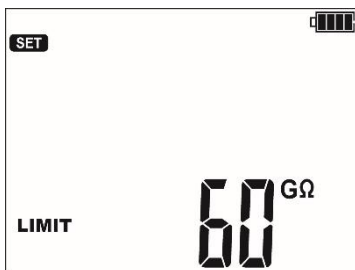
7



La corriente máxima I_{sc} forzada por el medidor:

- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.

8



Límite. Esta opción está disponible si en la **sección 3 paso 8** se ha activado el ajuste de límites.

Para R_{ISO} el límite es el valor nominal. El rango del ajuste de límite corresponde al rango de función: desde 1 kΩ hasta 40 TΩ.

El valor de límite se ajusta con los botones **↑** y **↓**.

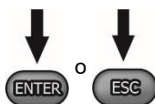
- Durante el ajuste del parámetro, al mantener pulsados los botones **↑↓** se acelera el cambio de su valor.
- Al alcanzar el valor objetivo aproximado, pulsar brevemente **↑↓** y ajustar el valor deseado.

El ajuste del límite es circular. La resolución del límite ajustado es consistente con este subrango.

Para desactivar el límite, ajustar el valor --, es decir:

- en la posición 1 kΩ pulsar **↓** o
- en la posición 40 TΩ pulsar **↑**.

9

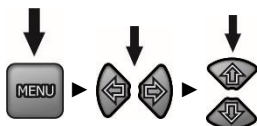


- Con el botón **ENTER** se confirman los ajustes (confirmados por una señal sonora).
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

4.2 Control remoto del medidor

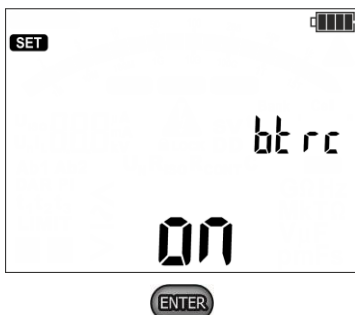
El dispositivo se puede controlar de forma remota a través de la aplicación móvil **Sonel MIC Mobile**. Para ello, activar la transmisión inalámbrica de datos (**sección 3 paso 14**) y entrar en el modo **btrc**, siguiendo los pasos a continuación.

1



- Si no se hace ninguna medición, pulsar **MENU**.
- Con los botones **←→** ir a la opción **btrc**.
- Con los botones **↑↓** cambiar el modo de **OFF** a **on**.

2



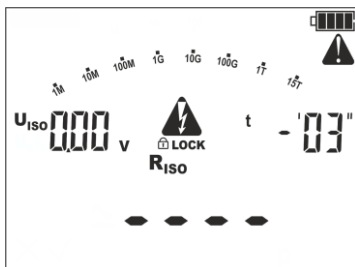
Confirmar la elección con el botón **ENTER**.

3



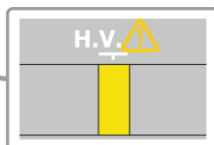
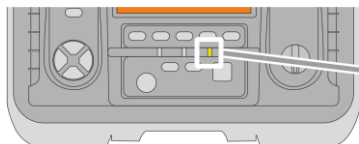
El control remoto está activo - se muestra el mensaje **bt rc**. En la esquina de la pantalla parpadea un triángulo de advertencia.

4



Después de activar la medición desde la aplicación:

- parpadea un triángulo de advertencia,
- parpadea un triángulo de advertencia de alta tensión,
- parpadea el diodo **H.V.**,
- se oye una señal.



5



Si el control remoto está inactivo, el intento de activar la medición desde la aplicación móvil hace que aparece el mensaje **bt rc OFF**.

4.3 Medición de la resistencia de aislamiento

4.3.1 Importancia de la polaridad de la conexión

Durante las mediciones de la resistencia de aislamiento de los cables eléctricos, se miden corrientes de fuga muy pequeñas, por lo que el resultado es susceptible de verse afectado por interferencias externas y corrientes parásitas. El esquema en el que **el polo positivo del medidor (R_{ISO+}) se conecta al blindaje / revestimiento / conductor de retorno**, y **el polo negativo (R_{ISO-}) al conductor de trabajo**, limita el efecto de las corrientes de fuga a lo largo de la superficie del aislamiento de los cables de medición, así como las interferencias procedentes de los campos eléctricos presentes en las instalaciones eléctricas. Como resultado, llegan menos corrientes indeseadas al sistema de medición, lo que mejora la estabilidad y la precisión del resultado, especialmente durante las mediciones de cables de alta tensión y en subestaciones eléctricas de AT/MT.

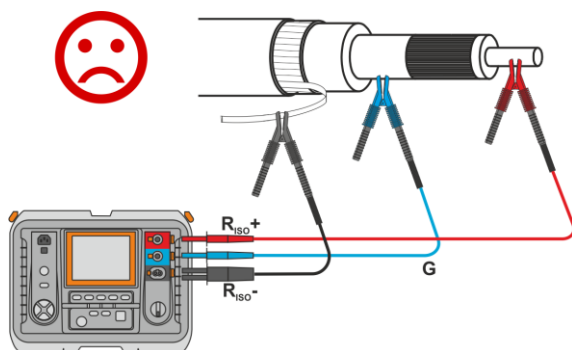


Fig. 4.1. El polo R_{ISO+} conectado al conductor de trabajo y el polo R_{ISO-} al apantallamiento. El sistema es susceptible a interferencias y corrientes parásitas

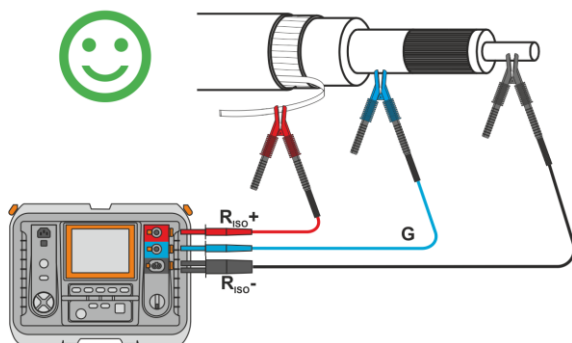
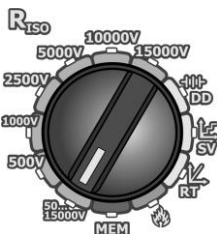


Fig. 4.2. El polo R_{ISO+} conectado al blindaje y el polo R_{ISO-} al conductor activo. El sistema presenta una mayor resistencia a las interferencias y a las corrientes parásitas

4.3.2 Medición con dos cables

①



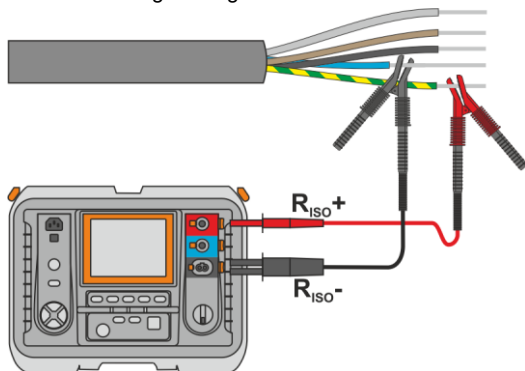
Poner el selector giratorio de función en una de las posiciones **R_{ISO}**, seleccionado al mismo tiempo la tensión del medición.

Para las posiciones **50...15000 V** también se puede seleccionar cualquier tensión de este rango (paso

⑤) con salto cada **10 V**.

②

Conectar los cables de medición según la figura.

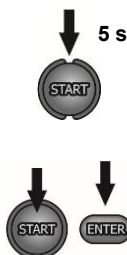


③



El medidor está listo para hacer la medición.

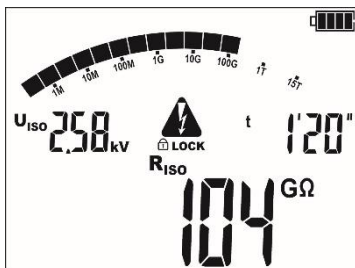
4



Pulsar y mantener pulsado el botón **START** durante **5 segundos**. Esta causará la cuenta atrás de 5 segundos, después la medición **se activará**. El estudio continuará **hasta que alcance el tiempo preestablecido (paso 6b)** o pulsar **ESC**.

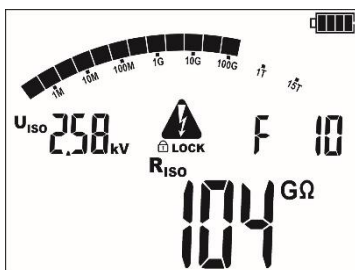
Inicio rápido, sin retardo de 5 segundos, pulsar **ENTER** y mantener pulsado el botón **START**. La interrupción de la medición se produce después de alcanzar el tiempo programado o al pulsar **ESC**.

5



Aspecto de la pantalla durante la medición.

Durante la medición con los $\leftarrow \rightarrow$ se puede **cam-
biar** la visualización de la tensión de medición U_{iso}
para la **corriente** de fuga I_L .



El dispositivo tiene un **filtro digital** avanzado que permite la estabilización del resultado en las condiciones de medición difíciles e inestables. Pulsando el botón **F1** antes o durante la medición el dispositivo hace cálculos para estabilizar el resultado de la medición. El medidor muestra el valor filtrado de las mediciones en el intervalo de tiempo seleccionado.

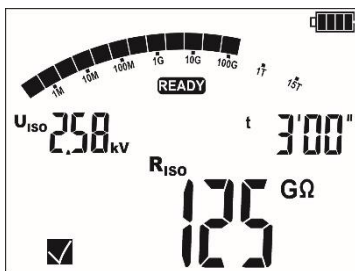
El filtro se selecciona al pulsar el botón **F1**. El ajuste es circular. Al seguir pulsando aparecerá el resultado filtrado de los últimos:

- ⇒ 10 s (**F 10**),
- ⇒ 30 s (**F 30**),
- ⇒ 60 s (**F 60**),
- ⇒ 100 s (**F 100**),
- ⇒ 200 s (**F 200**),
- ⇒ luego el filtro se desactiva (**F - -**).

El ajuste de los filtros se borra automáticamente después de apagar y encender el medidor o cuando se cambia la función de medición con el selector rotativo.

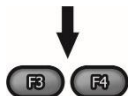
La posibilidad de ajustar el filtro depende del tiempo de medición ajustado. Por ejemplo, al ajustar $t = 20$ s se puede establecer un filtro solo para 10 s.

6



Después de completar la medición se puede leer el resultado.

7



Con los botones **F3** y **F4 (PANTALLA)** se puede ver los distintos componentes en el orden:

R_{iso} → **I_L** y **C** → **Rt1** y **It1** → **Rt2** y **It2** → **Rt3** y **It3** → **Ab1 (DAR)** → **Ab2(PI)** → **R_{iso}** → **limit** → ...

donde:

C – la capacidad del objeto examinado.

Información adicional visualizada por el medidor



Presencia de la tensión de medición en los terminales del medidor.

NOISE!

En el objeto examinado hay una tensión de interferencia inferior de 50 V DC o de 25 V...1500 V AC. El resultado de la medición puede ser cargado con un error adicional.

LIMIT !!

Conexión de limitación de corriente. Visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo.

H I L E

El aislamiento del objeto ha sido dañado, la medición se interrumpe. Aparece la inscripción **LIMIT !!** que se mantiene 20 s durante la medición, cuando la tensión previamente ha alcanzado el valor nominal.

U_n>50 V
(para la tensión DC)
o

U_n>1500 V
(para la tensión AC)

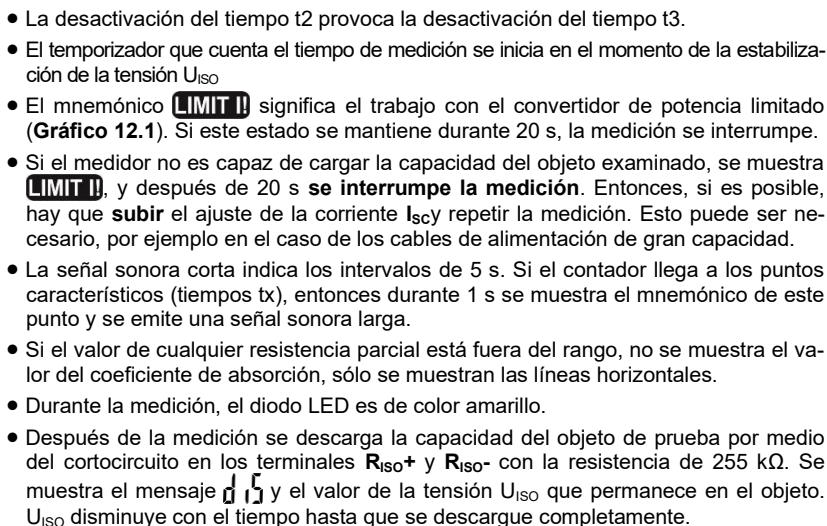
Durante la medición apareció tensión o durante 120 s es imposible descargar el objeto. Después de 5 s el medidor vuelve a su estado predeterminado - voltímetro. Además de la información que se muestra:

- hay un pitido de dos tonos,
- parpadea el diodo rojo.



¡ATENCIÓN!

- Cuando se mide la resistencia de aislamiento en los terminales de los cables del medidor existe una tensión peligrosa hasta 15 kV + (0...10%).
- Es inaceptable desconectar los cables de medición antes de terminar la medición. Esto puede causar un electrochoque e imposibilita la descarga del objeto estudiado.



- La medición de la capacitancia sólo tiene lugar mientras se descarga la capacidad del objeto de prueba. Si la medición R_{ISO} se interrumpe antes de que el valor R_{ISO} se haya estabilizado, la descarga comenzará demasiado pronto, por lo que el resultado de la medición de la capacitancia puede no ser correcto.
- En caso de los cables energéticos hay que medir la resistencia de aislamiento entre cada conductor y los otros conectados a tierra (**Fig. 4.3**, **Fig. 4.4**). En los cables apantallados también se conecta la pantalla.

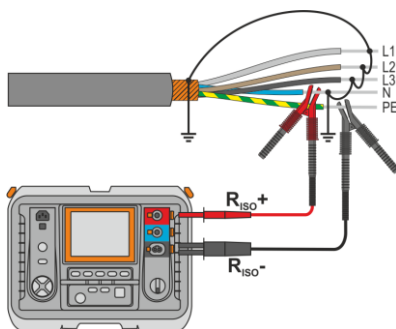


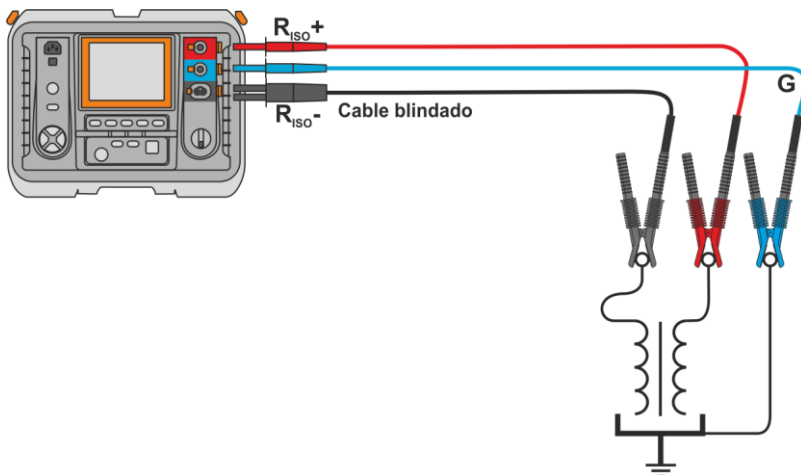
Fig. 4.3. Medición del cable no apantallado

Fig. 4.4. Medición del cable apantallado

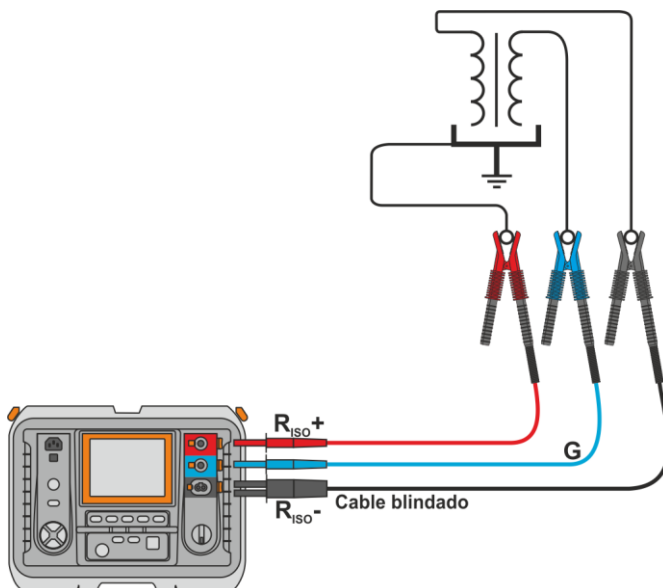
4.3.3 Medición con tres cables

En los transformadores, cables, aisladores, etc. aparecen **resistencias superficiales** que pueden distorsionar el resultado de la medición. Para **eliminarlas** se utiliza la medición de tres hilos, usando la toma **G – GUARD**. A continuación se presentan ejemplos de usar este método.

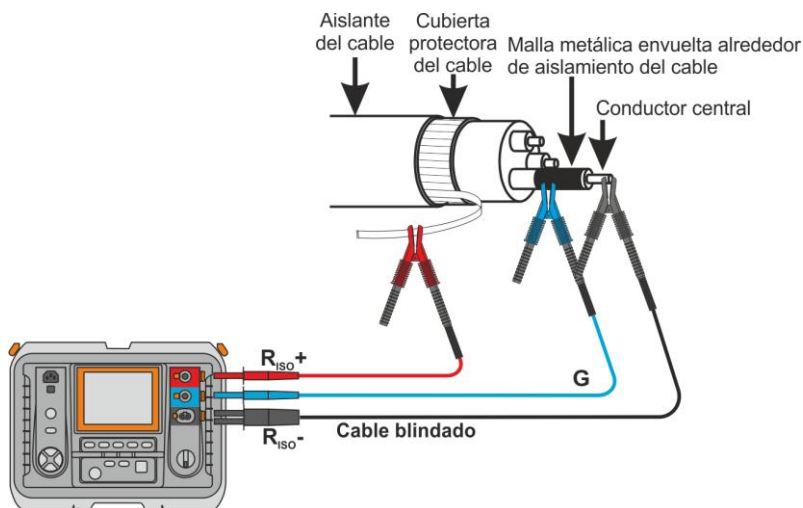
- **La medición de la resistencia entre bobinas del transformador.** La toma **G** del medidor se conecta con la cuba del transformador y las tomas **R_{ISO+}** y **R_{ISO-}** a las bobinas.



- **La medición de la resistencia de aislamiento entre una de las bobinas y la cuba del transformador.** La toma **G** del medidor se conecta a la otra bobina y la toma **R_{ISO+}** al potencial de la tierra.

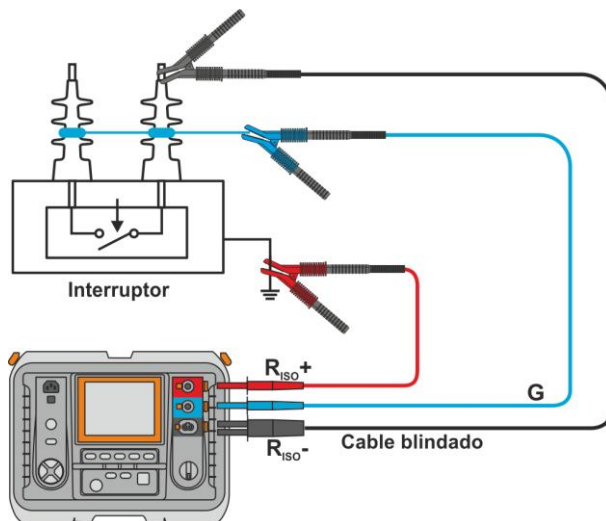


- **La medición de la resistencia de aislamiento entre uno de los hilos del cable y su revestimiento.** El efecto de las corrientes superficiales (importante en condiciones meteorológicas adversas) se elimina de tal manera que con la toma **G** del medidor conectamos una hoja metálica que se enrolla sobre el aislamiento del hilo examinado.



Del mismo modo es el proceso cuando se mide la resistencia de aislamiento entre dos conductores del cable, al terminal **G** conectamos otros conductores que no participan en la medición.

- **Medición de la resistencia de aislamiento del interruptor de desconexión de alta tensión.** La toma **G** del medidor se conecta con los aisladores de terminales del seccionador.



4.4 Medición de la resistividad superficial y volumétrica del aislante – modo Sr

La resistividad total del aislante (R_{totl}) afecta:

- el estado de la capa superior, debido a la contaminación de superficie, que influye en la resistividad superficial R_{Sr} ,
- su estado interior, debido por ejemplo a procesos de envejecimiento, que influye en la resistividad volumétrica R_{vol} .

El modo Sr permite realizar ambas mediciones **en una sola acción**.

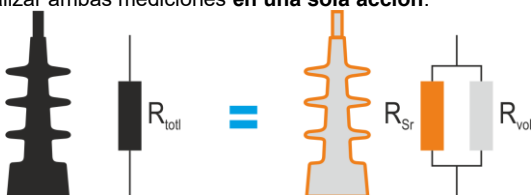
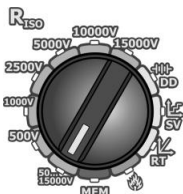


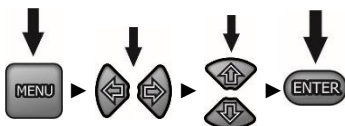
Fig. 4.5. Resistividades presentes en el aislante

1



Ajustar el interruptor de función en la posición de medición R_{ISO} .

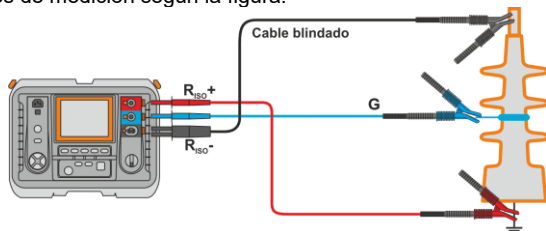
2



- Si no se hace ninguna medición, pulsar **MENU**.
- Con los botones $\leftarrow \rightarrow$ ir a la opción **Sr**.
- Con los botones $\uparrow \downarrow$ cambiar el modo de **OFF** a **on**.
- Confirmar la elección con el botón **ENTER**.

3

Conectar los cables de medición según la figura.

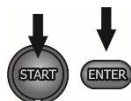


4



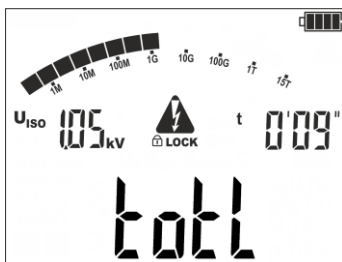
Pulsar y mantener pulsado el botón **START** durante **5 segundos**. Esto causará la cuenta atrás de 5 segundos, después la medición **se activará**.

La medición continuará **hasta que alcance dos veces el tiempo programado** (sección 4.1, paso (6b)) o pulsar **ESC**.

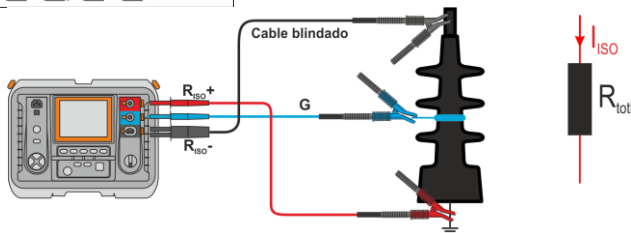


Inicio rápido, sin retardo de 5 segundos, pulsar **ENTER** y mantener pulsado el botón **START**. La interrupción de la medición se produce después de alcanzar el tiempo programado o al pulsar **ESC**.

5



En la primera fase del examen se mide la resistividad global del aislante R_{totl} . En la pantalla cada 5 segundos aparece el mensaje **totl**.

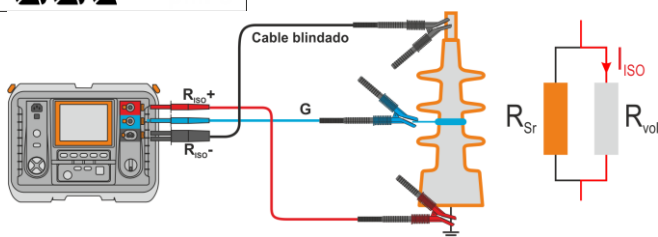


6



En la segunda fase del estudio se mide la resistividad volumétrica R_{vol} . En la pantalla cada 5 segundos aparece el mensaje **vol**.

La resistividad superficial R_{sr} se calcula en base a la resistividad total R_{totl} y volumétrica R_{vol} .



7



Después de completar la medición se pueden leer los resultados. Con los botones **F3** y **F4 (PANTALLA)** se puede ver los distintos componentes en el orden:

VOL (resistividad volumétrica)

↳ $R_{vol} \rightarrow I_L$ y $C \rightarrow Rt1$ y $It1 \rightarrow Rt2$ y $It2 \rightarrow Rt3$ y $It3 \rightarrow Ab1$ (DAR) $\rightarrow Ab2$ (PI)

SURF (resistividad superficial)

↳ $R_{sr} \rightarrow I_L$ y $C \rightarrow Rt1$ y $It1 \rightarrow Rt2$ y $It2 \rightarrow Rt3$ y $It3 \rightarrow Ab1$ (DAR) $\rightarrow Ab2$ (PI)

donde:

C – la capacidad del objeto examinado.

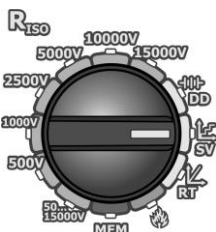
4.5 Mediciones con la tensión creciente – SV

En este modo, el medidor realiza una serie de cinco mediciones con una tensión cada vez mayor, su valor depende de la tensión máxima seleccionada:

- **1 kV:** 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V,
- **2,5 kV:** 500 V, 1 kV, 1,5 kV, 2 kV, 2,5 kV,
- **5 kV:** 1 kV, 2 kV, 3 kV, 4 kV, 5 kV,
- **10 kV:** 2 kV, 4 kV, 6 kV, 8 kV, 10 kV,
- **15 kV:** 3 kV, 6 kV, 9 kV, 12 kV, 15 kV.

El resultado final se registra para cada una de las cinco mediciones, que se indica por una señal sonora y la aparición del mnemónico apropiado.

1



El conmutador rotativo de selección de función debe estar en la posición **SV**.

2



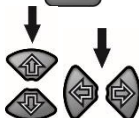
El medidor está en el modo de medición de tensión.

3



Pulsando el botón **MENU** se puede pasar a la selección de la tensión máxima de medición, el tiempo de duración de cada uno de las cinco mediciones y de la corriente de cortocircuito I_{sc} .

4



Con los botones **↑↓** se cambia el valor del parámetro. Con los botones **←→** se pasa al siguiente parámetro.

El orden de ajuste es el siguiente:

5



Tensión de medición máxima (final):

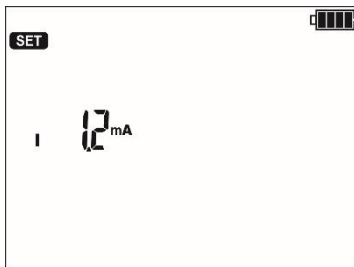
- ⇒ 1 kV,
- ⇒ 2,5 kV,
- ⇒ 5 kV,
- ⇒ 10 kV,
- ⇒ 15 kV.

6



El tiempo de duración de una medición en el rango 30 s ... 5 min.

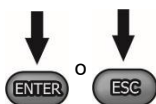
7



Corriente de cortocircuito I_{sc} :

- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.

8



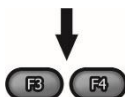
- Confirmar la selección con el botón ENTER.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

9



Realizar la medición. Después de completar la medición se puede leer el resultado.

10



Con los botones **F3** y **F4 (PANTALLA)** se puede ver los distintos componentes en el orden:

resultados finales (R_{iso} , U_{iso} , t) → I_L y C →
→ U_{iso1} y $t1$ / R_{iso1} y I_L1 → U_{iso2} y $t2$ / R_{iso2} y I_L2 →
...

donde:

C – la capacidad del objeto examinado.



Más información, el inicio de medición, los símbolos mostrados, la lectura de resultado y la visualización de los componentes como para la medición normal R_{iso} .

4.6 Medición con la tensión creciente suavemente – RT

Esta función sirve para:

- examinar el objeto medido con la tensión creciente hasta el valor final **U_{ISO LIMIT}**,
- comprobar si el objeto conservará propiedades de aislamiento eléctrico, cuando la tensión máxima **U_{ISO LIMIT}** se mantiene durante el tiempo establecido **t₂**.

El procedimiento de medición muestra el siguiente gráfico.

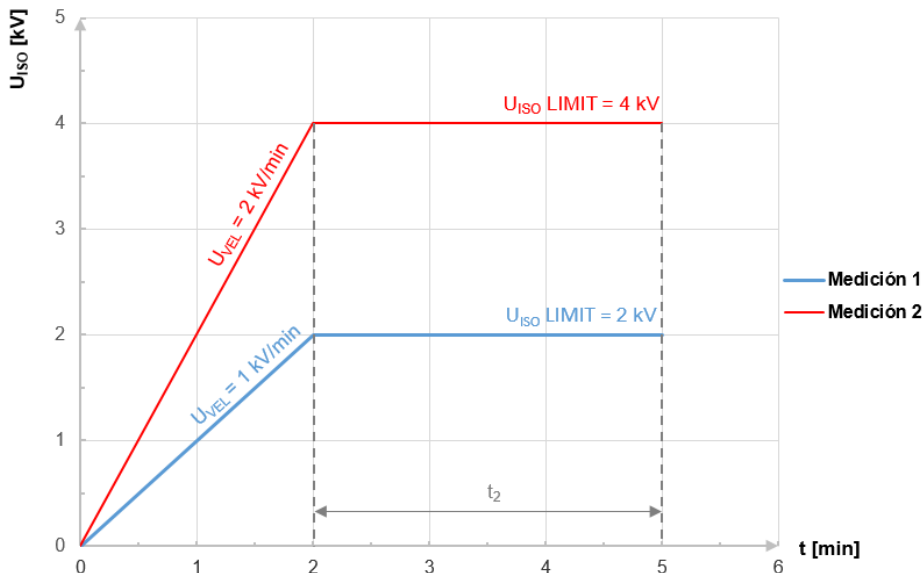
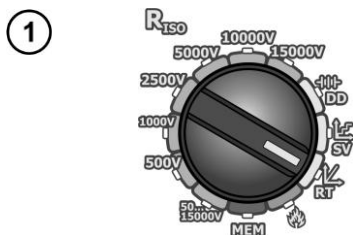


Gráfico 4.1. La tensión suministrada por el medidor en la función del tiempo para dos velocidades de subida de ejemplo



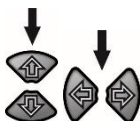
Poner el conmutador rotativo de la selección de funciones en la posición **RT**.



Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a los ajustes:

- ⇒ **U_{ISO} LIMIT** (de la tensión, en la que debe terminarse la subida),
- ⇒ velocidad de subida de la tensión **U_{ISO} VEL** (V/min),
- ⇒ tiempo de mantener la tensión en el objeto medido **t_2** ,
- ⇒ corriente de cortocircuito **I_{SC}** ,
- ⇒ límite de la corriente de fuga **I_L** ($I_L \leq I_{SC}$).

3



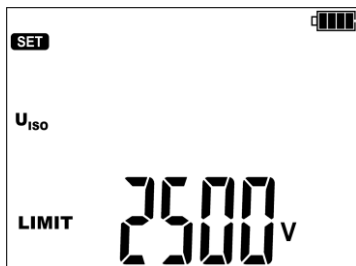
Con los botones se cambia el valor del parámetro.

Con los botones se pasa al siguiente parámetro.

- Durante el ajuste del parámetro, al mantener pulsados los botones se acelera el cambio de su valor.
- Al alcanzar el valor objetivo aproximado, pulsar brevemente y ajustar el valor deseado.

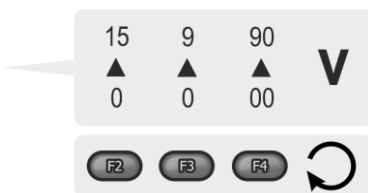
El orden de ajuste es el siguiente:

4

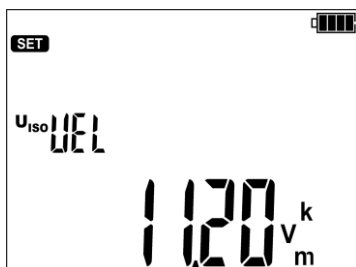


La tensión de medición final **U_{iso} LIMIT**. Está en el rango de 50 V...15 kV.

El ajuste de tensión también se puede introducir usando los botones de función (F2 – paso cada 1000 V, F3 – paso cada 100 V, F4 – paso cada 10 V).



5

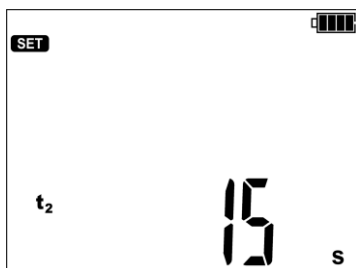


Velocidad de subida de la tensión **U_{iso} VEL**. Está en el rango de 100 V/min...12 kV/min. Por ejemplo:

⇒ 100 V/min ≈ 1,6 V/s,

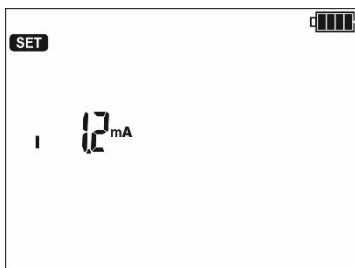
⇒ 12 kV/min = 200 V/s.

6



El tiempo **t₂**, durante el que la tensión debe ser mantenida en el objeto examinado (**Gráfico 4.1**).

7

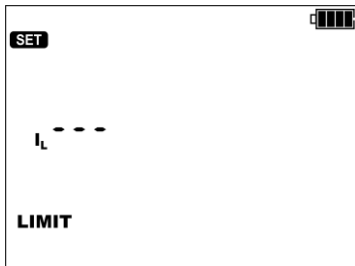


La corriente máxima de cortocircuito I_{sc} forzada por el medidor:

- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.

Si durante la medición el medidor **alcanza el valor preestablecido**, entra en el modo de limitación de corriente, es decir, detendrá la subida de la corriente forzada en este valor.

8

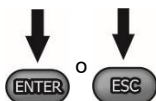


Límite de la corriente de fuga I_L . Esta opción está disponible si en la **sección 3 paso 8** se ha activado el ajuste de límites. Opciones por seleccionar:

- ⇒ corriente ajustable en el rango de 1...7 mA cada 1 mA,
- ⇒ el ajuste máximo I_L no debe exceder el valor de la corriente I_{sc} (**paso 7**),
- ⇒ límite desconectado (- - -).

Si la corriente de fuga medida **alcanza el valor preestablecido**, la medición se **interrumpe**, y el medidor muestra la tensión con la que esto se ha producido (**paso 13**).

9



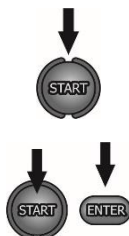
- Confirmar la selección con el botón ENTER.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

10



El medidor está listo para hacer la medición.

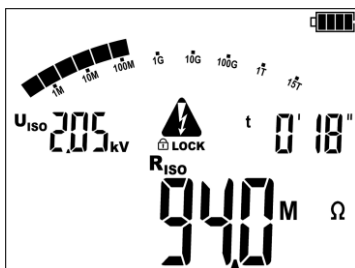
11



Para iniciar la medición:

- ⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s
- o
- ⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.

12



Pantalla durante la medición. El medidor indica:

- el valor de tensión en este momento (U_n),
- el tiempo restante hasta el final de la medición,
- el valor de resistencia en este momento (R_{iso}).

Durante la medición con los botones $\leftarrow \rightarrow$ se puede cambiar la visualización de la tensión de medición U_{iso} para la **corriente de fuga I_L** .

13

a



Si durante la subida de la tensión se produce la rotura del aislamiento, el medidor mostrará:

- el mensaje **brdn**,
- el valor de la tensión con la que esto se ha producido.

b



Si no se produce la rotura, en la pantalla se mostrarán los valores como para la medición R_{iso} .

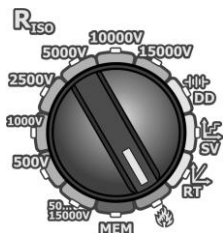
4.7 Ubicación del daño (🔥 Método de quemado)

El medidor mide como para R_{iso} , excepto que no interrumpe la medición en caso de una avería eléctrica. Si se produce una avería, se continúa la medición. Durante este tiempo, se puede encontrar el lugar del daño (rotura), escuchando los ruidos característicos para las descargas eléctricas.



- En ciertas condiciones favorables, en el lugar del cable dañado, se puede producir un arco eléctrico causando la fundición del aislamiento. Esto facilita la identificación del fallo: visualmente o por otros métodos (con el geófono, método sísmico y acústico, etc.).
- En esta ubicación se pueden utilizar métodos reflectométricos o el marco A. Este marco se utiliza para detectar las averías puntuales de puesta a tierra.

1



Poner el conmutador rotativo de la selección de funciones en la posición **Método de quemado**. El medidor está en el modo de medición de tensión.

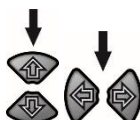
2



Al pulsar el botón **MENU** y los botones se puede pasar a seleccionar:

- ⇒ **la tensión** de medición U_{ISO} ,
- ⇒ **el tiempo** de medición,
- ⇒ la máxima corriente de cortocircuito I_{SC} .

3



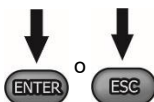
Con los botones se ajustan los valores de parámetros individuales.

Con los botones se pasa al siguiente parámetro.

El orden de ajuste es el siguiente:

- tensión de medición: 1 kV...15 kV (en pasos de 1 kV),
- tiempo de medición: 1 s...99 min 59 s (en pasos de 1 s),
- la máxima corriente forzada: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA o 10 mA.

4



- Confirmar la selección con el botón ENTER.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

5



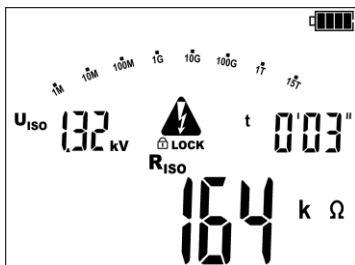
Para iniciar la medición:

⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s

o

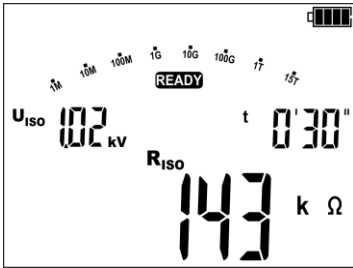
⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.

6



Si se produce la ruptura del aislamiento, el medidor no interrumpe la medición. La medición dura hasta que se acabe el tiempo ajustado en el paso (3).

7



Después de completar la medición se puede leer el resultado.

◀ La pantalla después de la medición, si **se ha producido** una avería eléctrica.



- La corriente de cortocircuito real es >11 mA. Se mantiene durante 10 segundos. A continuación, está limitado a aprox. 8 mA.
- Si el medidor no es capaz de proporcionar la energía necesaria (la batería está cargada insuficientemente), esto se indica mediante un icono de la batería que parpadea. Entonces se debe conectar la alimentación externa al dispositivo.
- Se recomienda que durante este proceso el medidor esté conectado a una fuente de alimentación externa. Esto garantiza la máxima eficiencia del método.

4.8 Indicador de descarga dieléctrica – DD

En un intento para descargar el dieléctrico se mide la corriente de descarga después de 60 segundos desde el final de la medición (de carga) de aislamiento. El indicador DD es una medida que caracteriza la calidad de aislamiento, independiente de la tensión de prueba.

La norma de medición es la siguiente:

- En primer lugar se carga con tensión el aislamiento medido durante un período especificado de tiempo. Si la tensión no es igual a la tensión establecida, el objeto no se carga y después de 20 segundos el medidor detiene la medición.
- Después de finalizar la carga y la polaridad, la única corriente que fluye a través del aislamiento es la corriente de fuga.
- A continuación el aislante se descarga y a través del aislamiento comienza a fluir la corriente total de la descarga dieléctrica. Esta corriente es inicialmente la suma de la corriente de descarga de capacidad que desaparece rápidamente, y de la corriente de absorción. La corriente de fuga es insignificante porque no hay tensión de prueba.
- Después de 1 minuto desde el cortocircuito de medición se mide la corriente que fluye. El valor DD se calcula según:

$$DD = \frac{I_{1min}}{U_{pr} \cdot C}$$

donde:

I_{1min} – corriente medida 1 minuto después del cortocircuito [nA],
 U_{pr} – tensión de prueba [V],
 C – capacidad [μF].

El resultado de la medición muestra el estado de aislamiento. Se puede comparar con la tabla de abajo.

Valor DD	Estado de aislamiento
>7	Malo
4-7	Bastante malo
2-4	No muy bueno
<2	OK

- sección **CAP** (paso (15)): habilitar la medición de capacidad.

El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **DD**.



El medidor está en modo de medición de tensión.



MENU

Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a seleccionar:

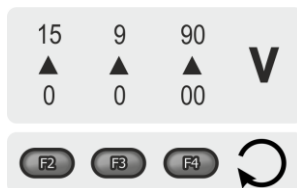
⇒ la corriente máxima de carga.

Con los botones   se cambia el valor del parámetro.

Con los botones   se pasa al siguiente parámetro.

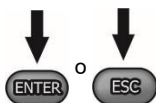
El orden de ajuste es el siguiente:

- el tiempo de polarización del objeto: 1 min...60 min,
- la tensión de polarización:
 - o **de 50 V a 9990 V** (pasos de 10 / 100 /1000 V – pulsar y mantener pulsado),
 - o **de 10 kV a 15 kV** (pasos de 100 / 1000 V – pulsar y mantener pulsado),
 - o o con los botones de función (F2 – paso cada 1000 V, F3 – paso cada 100 V, F4 – paso cada 10 V),



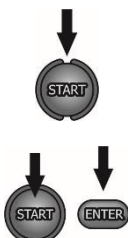
- la máxima corriente de polarización: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA y 7 mA.

6



- Confirmar la selección con el botón **ENTER**.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

7



Para iniciar la medición:

⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s

o

⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.

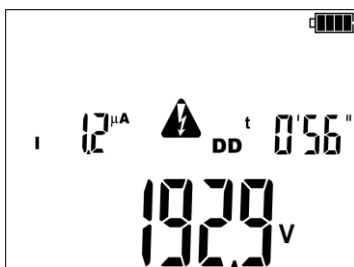
8



Pantalla durante la medición. Primera fase: polarización del objeto. El medidor indica:

- el valor de tensión en este momento (U_{iso}),
- duración de la subida de la tensión de acuerdo con el ajuste en el paso 4,
- el valor de resistencia en este momento (R_{iso}).

9



Pantalla durante la medición. Fase dos: despolarización del objeto. El medidor indica:

- la corriente de descarga del objeto (I),
- el tiempo restante para la descarga del objeto,
- la tensión en el objeto en este momento (la lectura principal).

10



Pantalla después de finalizar la medición.

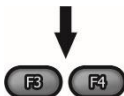


En los entornos muy inestables la medición puede ser afectada por un error adicional.

4.9 Indicador de descargas parciales

La información adicional sobre el estado de aislamiento es la intensidad de la ocurrencia de descargas parciales en él. Son unos fallos que se producen dentro del material, por ejemplo, en el área de aberturas microscópicas de aire. Las descargas **permanentemente dañan la resistencia eléctrica del aislamiento**. Por lo tanto, cuanto más pequeño es su número en el material, tanto en mejor condición está el objeto examinado.

1



El indicador de descargas parciales está disponible **en cada modo de medición**, cuando la medición ya está en proceso. Entonces se debe seleccionar el botón **F3** o **F4**.

2

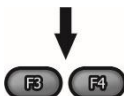


Aparece la pantalla del indicador de descargas. El medidor indica:

- la cantidad de descargas parciales por segundo (indicación arriba a la izquierda; aquí: **47**),
- el tiempo restante hasta el final de la medición (t; aquí: **0'36"**),
- la carga de descargas en culombios (**nC**, **pC** etc.; aquí: **12,47 nC**).

La medición adecuada se lleva a cabo en paralelo y no se interrumpe.

3



Con el botón **F3** o **F4** se vuelve a la pantalla con los principales parámetros de la medición.



- Los valores mostrados deben considerarse como **indicativos**. El indicador de las descargas parciales no hace la medición de acuerdo con la norma EN 60270, "Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales".
- Los datos de las descargas parciales no se guardan en la memoria del dispositivo.

4.10 Prueba de tensión

El dispositivo permite ajustar la tensión de medición durante la medición mientras monitorea la resistencia de aislamiento, la corriente de fuga y las descargas parciales en el objeto examinado. Al cambiar la tensión durante la medición, el usuario puede verificar la resistencia eléctrica del aislamiento y determinar la tensión de inicio y la tensión de extinción de descargas parciales.

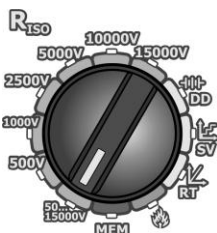
Se puede encontrar más información en las directrices de la norma EN 60270, punto 11 "Medidas de las descargas parciales durante ensayos con tensión continua".



El aumento de tensión por encima del valor límite del objeto de ensayo puede provocar la rotura del aislamiento.

- 1 Antes de la medición en los ajustes principales según el **cap. 3** introducir los ajustes:
 - sección **U_{ISO} SET** (paso 11): permitir que la tensión de medición cambie durante la prueba..

2



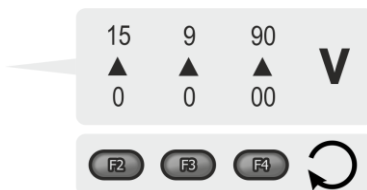
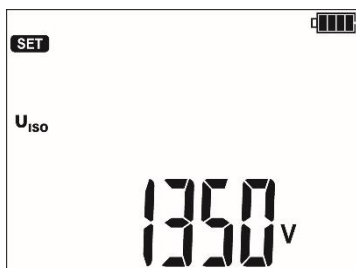
El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **50...15000 V**.

3

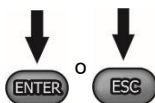


Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a seleccionar:

- ⇒ tensión de medición **U_{ISO}**,
- ⇒ los tiempos para calcular los coeficientes de absorción (t1, t2, t3),
- ⇒ de la duración total de la medición:
 - 1 min (- ' - -),
 - 1 s ... 99 min 59 s,
 - ilimitada (INF),
- ⇒ la corriente de cortocircuito **I_{SC}**.

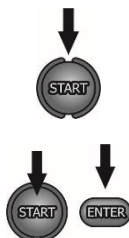


4



- Confirmar la selección con el botón **ENTER**.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

5



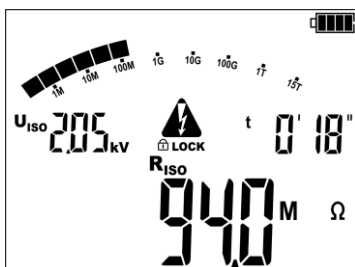
Para iniciar la medición:

⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s

o

⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.

6



Pantalla durante la medición. Primera fase: polarización del objeto. El medidor indica:

- el valor de tensión en este momento (U_{iso}),
- duración de la medición actual,
- el valor de resistencia en este momento (R_{iso}).

Durante la medición:

⇒ con los botones  se puede cambiar la visualización de la tensión de medición U_{iso} para la corriente de fuga I_L ,

⇒ con los botones  se ajusta una nueva tensión de medición U_n .



Los botones **F3** y **F4** hacen aparecer el indicador de descargas parciales (ver **sección 4.9**).

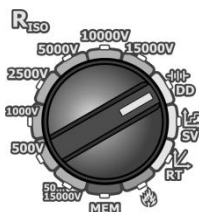
4.11 Medición de corrientes de polarización y despolarización (PDC)

MIC-15k1 en colaboración con la aplicación **Sonel MIC Mobile** permite observar las características de las corrientes de polarización y despolarización en el tiempo. Se ha demostrado que tanto las corrientes de polarización como las de despolarización permanecen prácticamente sin cambios y pueden ser un criterio fiable para evaluar el estado del aislamiento, por ejemplo, de un cable, en términos de humedad, deslaminación o procesos de envejecimiento.

La medición de PDC se realiza con la medición de DD modificada.

- ① Antes de la medición en los ajustes principales según el **cap. 3** introducir los ajustes:
 - sección **DD** (paso ⑦): ajustar cualquier momento para medir la corriente de despolarización (cuanto más, mejor),
 - sección **bt** (paso ⑭): habilitar la comunicación Bluetooth,
 - sección **CAP** (paso ⑮): deshabilitar la medición de capacidad. Es cierto que el medidor no mostrará el valor de DD, pero al mismo tiempo no cambiará el convertidor de alta tensión con el relé cuando el objeto se descargue, por lo que no agregará su capacidad al resultado. Gracias a esto, será posible determinar la característica no perturbada de la corriente de descarga,
 - sección **HV** (paso ⑯): ajustar **NORM RISE**. Entonces la tensión de medición alcanzará el valor nominal sin sobretensión. La sobretensión es un efecto negativo porque cuando comienza a caer, la corriente en el objeto en prueba fluye en la dirección opuesta.

- ② El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **DD**.



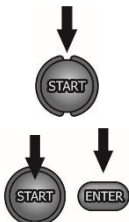
- ③ Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a seleccionar:
 - ⇒ el tiempo de carga,
 - ⇒ la tensión de carga,
 - ⇒ la corriente máxima de carga.



- ④
 - Activar el control remoto en el medidor de acuerdo con el **cap. 4.2**.
 - Encender la aplicación **Sonel MIC Mobile** y emparejar el medidor con ella.

- ⑤ Conectar los cables al objeto examinado. Los cables no deben tocarse entre sí, con el potencial de tierra ni con la persona que realiza la medición.

- ⑥ Para iniciar la medición:
 - ⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s
 - o
 - ⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.



Mientras la medición está en progreso, no toque los cables, no manipule el medidor, no se acerque a él. Debido al hecho de que la corriente que fluye a través del objeto examinado está en el nivel de nanoamperios, cualquier interacción con el sistema de medición puede inducir corriente adicional y, en consecuencia, afectar el resultado.

- 7 Esperar a que se complete la medición. Su resultado son los gráficos de carga y descarga presentados en la aplicación Sonel MIC Mobile.



Si la forma de las curvas es similar, esto significa que el objeto examinado está en buenas condiciones. Si las curvas están separadas entre sí, esto puede indicar el deterioro de aislamiento. Su grado se puede determinar según la diferencia entre las curvas y su característica: en qué punto de la medición se produjo esta diferencia.

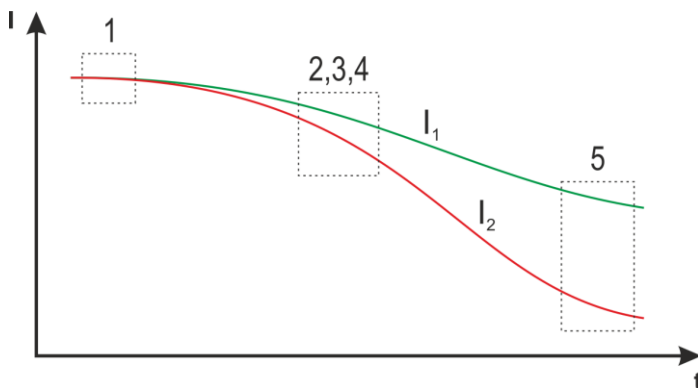


Gráfico 4.2. Influencia de las propiedades del material en las curvas PDC.

I_1 – corriente de polarización, I_2 – corriente de despolarización.

1 – conductividad, 2 – propiedades, 3 – forma, 4 – edad, 5 – contenido de agua

4.12 Determinación de longitud del cable medido

Basándose en la capacidad eléctrica del objeto medido, el dispositivo permite determinar la longitud del cable medido. Para ello se deben recibir datos sobre los parámetros del objeto (por ejemplo de la hoja de datos del fabricante).

1



Cada cable, cada metro, lleva la marca que indica:

- ⇒ el nombre de fabricante,
- ⇒ el tipo de cable,
- ⇒ la tensión nominal,
- ⇒ el número de conductores y el área de sección transversal de cada uno de ellos.

Por ejemplo, en la fotografía de al lado se muestra el cable tipo **YHAKXS 1x240 RMC/50 12/20 kV**.

2

S mm ²	R (20°C) Ω/km	C μF/km
1x50RMC/16	0,641	0,18
1x70RMC/25	0,443	0,2
1x95RMC/35	0,32	0,22
1x120RMC/50	0,253	0,24
1x150RMC/50	0,206	0,26
1x185RMC/50	0,164	0,28
1x240RMC/50	0,125	0,3
1x300RMC/50	0,1	0,33
1x400RMC/50	0,0778	0,37
1x500RMC/50	0,0605	0,4

Localizar este cable particular en la hoja de datos del fabricante. El parámetro que hay que buscar es la **capacidad de la unidad**.

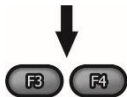
En este caso, el valor de lectura es **0,3 μF/km**.

3



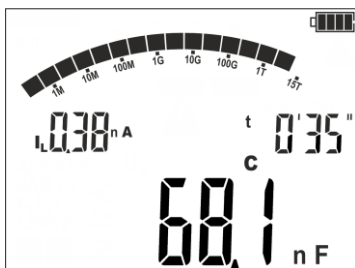
Iniciar la medición.

4



Después de la medición, use los botones **F3 y F4 (PANTALLA)** para ver los distintos componentes **I_L** y **C**, donde:
C – la capacidad del objeto examinado.

5



El equipo mide la capacidad total del cable C. Sabiendo la capacidad unitaria C_x , se puede calcular la longitud L.

$$C = C_x \cdot L$$

$$L = \frac{C}{C_x}$$

En el presente caso, para:

$C = 68,1 \text{ nF}$

$C_x = 0,3 \text{ } \mu\text{F/km} = 300 \text{ nF/km}$

la longitud del cable es:

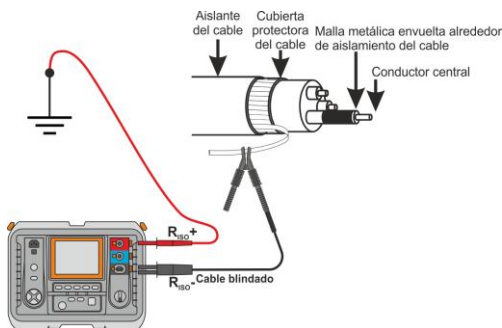
$$L = \frac{C}{C_x} = \frac{68,1 \text{ nF}}{300 \frac{\text{nF}}{\text{km}}} = 0,227 \text{ km} = 227 \text{ m}$$

4.13 Prueba de estanqueidad del blindaje del cable de MT

La estanqueidad del blindaje del cable de MT se prueba aplicando un voltaje de prueba entre su cubierta metálica o su conductor de retorno y la tierra. Durante la medición, preste atención al valor de la corriente I_L .

El voltaje de prueba y el tiempo de medición dependen del tipo de objeto probado y las directrices de prueba. Por ejemplo, para un cable con aislamiento de polietileno:

- la tensión de prueba según la norma HD 620 S1: $\leq 5 \text{ kV}$,
- el tiempo de medición después de la estabilización de tensión: 1-10 min,
- el resultado positivo según la norma HD 620 S1: cuando no se ha producido ninguna fuga a tierra.



4.14 Prueba de dispositivos de protección contra sobretensiones SPD

Los protectores de sobretensiones SPD (ang. *surge protecting device*) se utilizan en instalaciones con y sin instalaciones de protección contra rayos. Garantizan la seguridad de la instalación eléctrica en caso de un aumento incontrolado de tensión en la red, por ejemplo debido a un rayo. Los protectores SPD para proteger instalaciones eléctricas y dispositivos conectados a ellas suelen estar basados en varistores o protectores de chispas.

Los protectores de tipo varistor están sujetos a procesos de envejecimiento: la corriente de fuga que para dispositivos nuevos es de 1 mA (como se define en la norma EN 61643-11), aumenta con el tiempo, provocando que el varistor se sobrecaliente, lo que a su vez puede provocar un cortocircuito de su estructura. Las condiciones ambientales en las que fue instalado (temperatura, humedad, etc.) y el número de sobretensiones correctamente conducidas a tierra también son importantes para la vida útil del protector.

El protector de sobretensiones descarga el impulso de sobretensión a tierra cuando la sobretensión excede su máxima tensión de funcionamiento permanente U_c . La prueba permite determinar si esto se hace correctamente. El usuario aplica una tensión cada vez mayor al protector, comprobando el valor para el que se produce una corriente de fuga de 1 mA.

Se distingue entre protectores de sobretensiones AC y DC. La medición se realiza con la tensión de DC, por lo que si el protector bajo prueba funciona con tensión AC, el resultado se convierte de la tensión de DC a la tensión de AC de acuerdo con la fórmula:

$$U_C = \frac{U_{DC}}{1,15\sqrt{2}}$$

Un protector de sobretensiones se puede considerar defectuoso **la tensión máxima de funcionamiento permanente U_C** :

- **es demasiado alta** (por ejemplo, un 30% superior a la declarada por el fabricante) – entonces la instalación protegida por el protector no está completamente protegida, ya que pueden penetrar pequeñas sobretensiones,
- **es demasiado baja** – esto significa que el protector puede descargar señales cercanas a la tensión nominal a tierra.

Antes de la prueba:

- verifique las tensiones seguras para el protector examinado. Asegúrese de no dañarlo con los parámetros de prueba configurados. En caso de dificultades, siga la norma EN 61643-11 o las directrices del fabricante del protector,
- desconecte el descaragdor de tensión: desconecte los cables de tensión del mismo o retire el inserto que se examinará.

Para realizar la medición, ajustar tensión de medición U_n – la tensión máxima que se puede aplicar al protector.

- En el caso del limitador de DC, este es su límite de tensión $U_{C\ MAX}$ – un parámetro indicado en la carcasa del protector examinado. Es la máxima tensión con la que no debe producirse su descarga.
- En el caso del limitador de AC, este es el valor $U_{DC\ MAX}$ resultante de la fórmula $U_{DC\ MAX} = 1,15\sqrt{2}U_{C\ MAX}$.

Se recomienda configurar al principio la tensión de medición U_n por debajo de $U_{C\ MAX}$ o $U_{DC\ MAX}$. Por ejemplo, para el limitador con la tensión de $U_{C\ MAX} = 280\ V\ AC$, es decir $U_{DC\ MAX} = 455\ V\ DC$ ajustamos la tensión $U_n = 400\ V\ DC$. A continuación, el valor U_n se debe subir gradualmente cada 10 V hasta obtener la corriente de fuga $I_L = 1\ mA$.

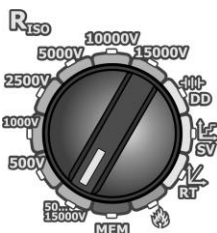
1 Antes de la medición en los ajustes principales según el **cap. 3** introducir los ajustes:

- sección **$U_{ISO}\ SET$** (paso **11**): permitir que la tensión de medición cambie durante la prueba..

2 • Activar el control remoto en el medidor de acuerdo con el **cap. 4.2**.

- Encender la aplicación **Sonel MIC Mobile** y emparejar el medidor con ella.

3

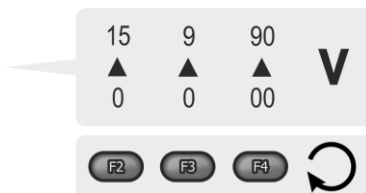
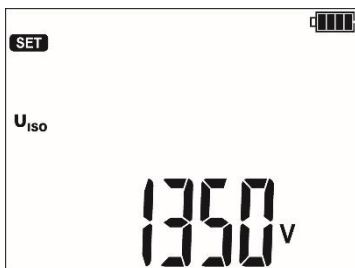


El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **50...15000 V**.

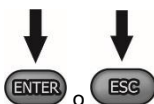
4



- Al pulsar el botón **MENU** se puede pasar a seleccionar:
- ⇒ tensión de medición U_{ISO} ,
 - ⇒ los tiempos para calcular los coeficientes de absorción (t_1 , t_2 , t_3),
 - ⇒ de la duración total de la medición:
 - 1 min (- -' - -"),
 - 1 s ... 99 min 59 s,
 - ilimitada (INF),
 - ⇒ la corriente de cortocircuito I_{SC} : 1,2 mA para el limitador de baja tensión, valores más altos para el limitador de alta tensión.

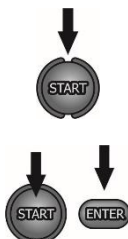


5



- Confirmar la selección con el botón **ENTER**.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

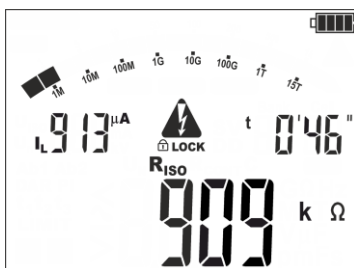
6



Para iniciar la medición:

- ⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s
- o
- ⇒ presionar simultáneamente **START** y **ENTER**.

7



Pantalla durante la medición. Primera fase: polarización del objeto. El medidor indica:

- el valor de tensión en este momento (U_{ISO}),
- duración de la medición actual,
- el valor de resistencia en este momento (R_{ISO}).

Durante la medición:

- ⇒ con los botones se puede cambiar la visualización de la tensión de medición U_{ISO} para la corriente de fuga I_L ,
- ⇒ con los botones se ajusta una nueva tensión de medición U_n .

- 8 En la aplicación Sonel MIC Mobile se puede realizar un seguimiento de los parámetros de medición. Después de alcanzar el valor de la corriente de fuga $I_L = 1 \text{ mA}$ se puede detener la medición y leer la tensión para la cual se produjo la fuga (es decir, para qué tensión actuó el limitador).

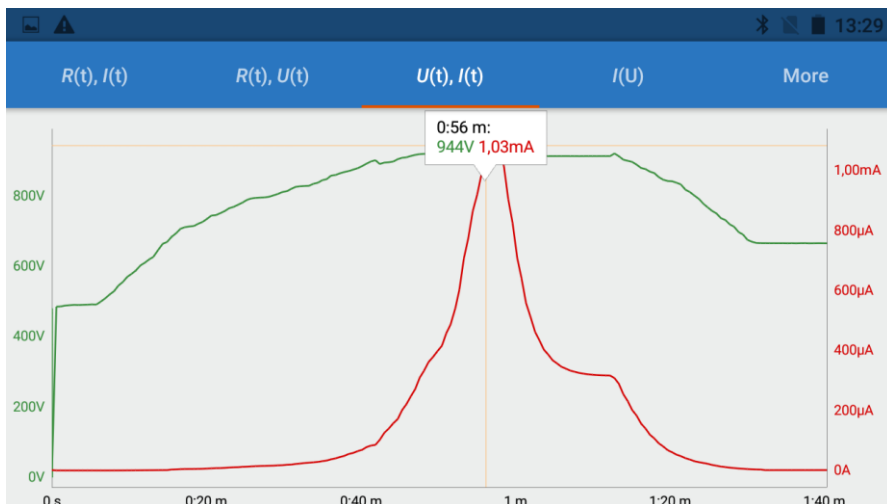


Diagrama para el limitador de sobretensiones varistor. Ruptura para $U_{DC} = 944 \text{ V DC}$

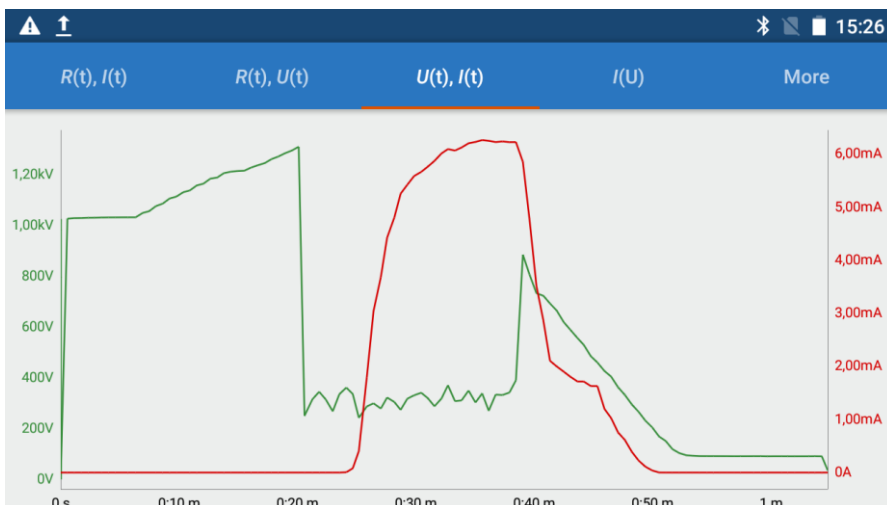


Diagrama para limitador de sobretensiones de chispa. Ruptura para $U_{DC} = 1,25 \text{ kV DC}$

- 9 Si se examinó el limitador de CA, la tensión obtenida debe convertirse de DC a AC de acuerdo con la fórmula:

$$U_C = \frac{U_{DC}}{1,15\sqrt{2}}$$

5 Memoria de los resultados de mediciones

El medidor MIC-15k1 está equipado **con la memoria de 990 celdas**, de las que cada una puede contener el resultado de medición R_{ISO} . Toda la memoria se divide en **10 bancos** de 99 celdas. Gracias a la asignación dinámica de memoria, cada celda puede contener un número diferente de resultados individuales, dependiendo de las necesidades. Además, las celdas contienen datos sobre la base de las que con una aplicación externa (por ejemplo Sonel Reader) se puede crear gráficos de los valores medidos.

Cada resultado se puede almacenar en una celda de un número seleccionado y en un banco seleccionado. Por lo tanto, **el usuario puede asignar los números de celdas a los puntos de medición individuales**, y los números de bancos a los objetos individuales. Esto permite hacer mediciones en cualquier orden y repetirlas sin perder otros datos.

Además, **después de iniciar las medición, los resultados se guardan directamente en la memoria temporal del dispositivo**, en el bucle. Su capacidad (0...990 celdas de memoria) depende del número de celdas que están ocupadas en la memoria principal (**Fig. 5.1**).

Cuando la memoria temporal se llene por completo, las mediciones más antiguas se sobrescribirán con las nuevas. La vista previa de los resultados está disponible al pulsar **F5**. Al revisarlos, el usuario puede guardar el resultado en la memoria no volátil (botón **ENTER**).

La memoria de los resultados de medición **no se borra** después de apagar el medidor, por lo que puede ser recuperada posteriormente o enviada al ordenador. Tampoco se cambia el número de celda y banco actual.

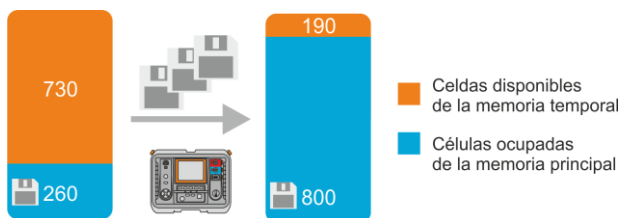


Fig. 5.1. La capacidad de memoria temporal depende de la cantidad de datos en la memoria principal



- En una celda se puede guardar:
 - o el resultado de la medición R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p,
 - o el resultado R_{ISO} SV, DD,
 - o el resultado del Método de quemado.
- Después de guardar el resultado de la medición incrementa automáticamente el número de celda.
- En la memoria también se guardan los datos destinados a los gráficos de cambio de los parámetros en el tiempo.

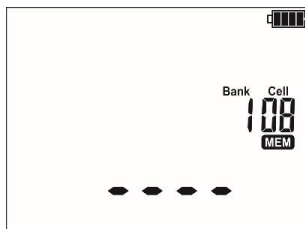
5.1 Guardar los resultados de las mediciones en la memoria

①



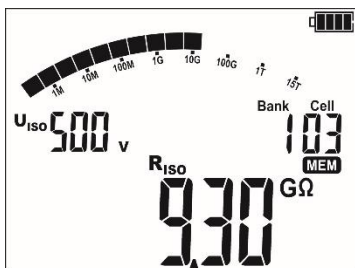
Después de realizar la medición, pulsar el botón **ENTER**.

②a



La celda está vacía.

2b



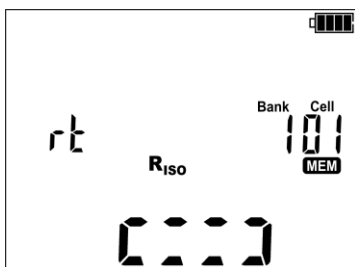
La celda ocupada por el resultado del mismo tipo como se escribe.

3



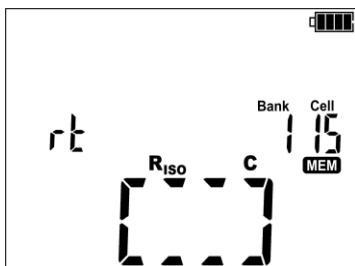
Con los botones **F3** y **F4** (**PANTALLA**) se pueden ver los componentes del resultado.

4a



La celda ocupada por el resultado de otro tipo que se escribe.

4b



La celda ocupada por completo.

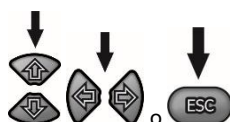
5



El pulsar **ENTER** junto a la medición, el usuario puede guardar la medición en la memoria no volátil con un número específico del banco y de la celda.

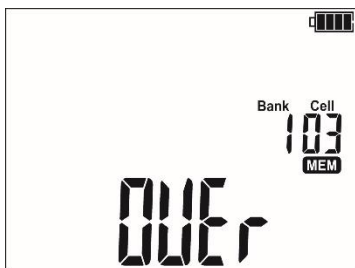
Pulsar el botón **ENTER**, guardar el resultado en la memoria. El hecho de guardar se indica mediante una señal sonora triple y un rectángulo que aparece en la pantalla.

6



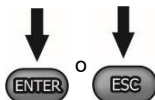
- El número de la celda se cambia con los botones .
- El número del banco se cambia con los botones .
- Con el botón **ESC** se puede volver a la visualización del resultado sin necesidad de guardarlo.

7



Quando se intenta guardar el resultado en una celda ocupada, aparece la advertencia.

8



Pulsar el botón **ENTER**, para sobrescribir el resultado.

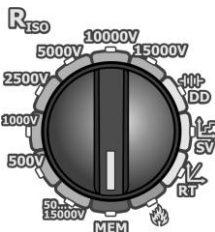
Pulsar **ESC**, para cancelar.



En la memoria se guardan los resultados (el principal y adicionales) de la función de medición y los parámetros establecidos de la medición y los datos de gráficos de los valores medidos.

5.2 Revisión de la memoria

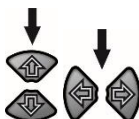
1



Poner el conmutador de selección de funciones en la posición **MEM**.

- Para ir a la memoria **temporal**, pulsar **F5**.
- Para volver a la memoria principal, volver a pulsar **F5**.

2



- El número de la celda se cambia con los botones .
- El número del banco se cambia con los botones .
- En la memoria **temporal** los resultados se revisan con las flechas . Se guardan en la memoria principal con el botón **ENTER**.

3



Con los botones **F3** y **F4** (**PANTALLA**) se pueden ver los componentes del resultado tanto en la memoria caché como en la memoria principal.

4



Con el botón **F2** se puede recordar el tiempo de hacer la medición:

- la hora (pulsar una vez),
 - la fecha (pulsar dos veces).
- Los parámetros se mostrarán durante 3 s, después de volverá al valor de la medición dada.



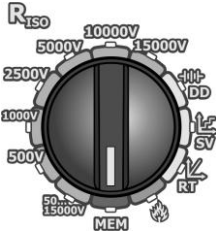
Quando se visualiza la medición R_{ISO} en el campo de lectura de temporizador/memoria es mostrado el número del banco, de la celda y el tiempo de la medición en el que el resultado ha sido guardado en la memoria. Se aplica a todas las mediciones R_{ISO} .

5.3 Borrar memoria

Se puede borrar la memoria completa o los bancos particulares.

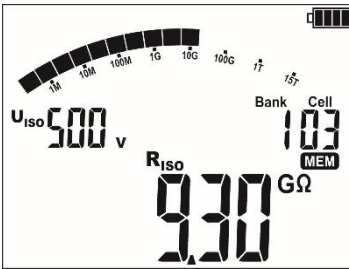
5.3.1 Borrado del banco

1



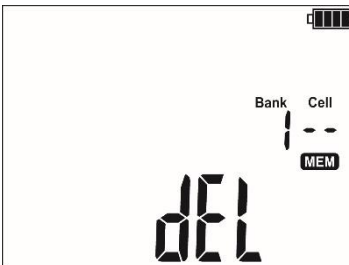
Poner el conmutador rotativo de selección de funciones en la posición **MEM**.

2



Con los botones ◀ ▶ ajustar el número de banco que desea borrar.
Con los botones ▲ ▼ subir o bajar el número hasta...

3



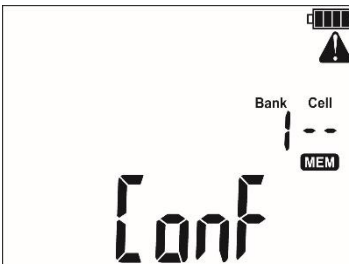
...que desaparezca y será reemplazado por el símbolo **del** que indica que está listo para borrar.

4



Pulsar **ENTER**.

5

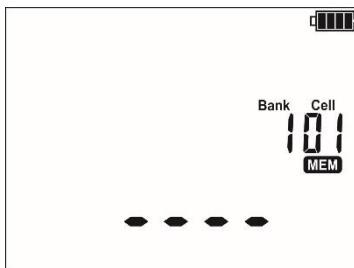


Aparece ⚠ y la inscripción **Conf** para confirmar que desea borrar.

6



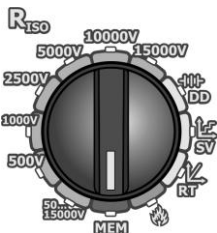
Volver a pulsar **ENTER**.



Después del borrado del banco, el medidor emite una triple señal sonora y establece el número de celda en "1".

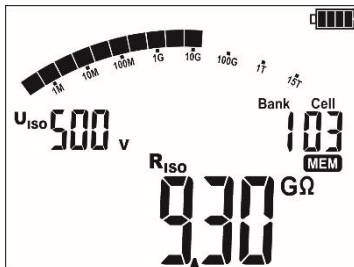
5.3.2 Borrado de la memoria completa

1



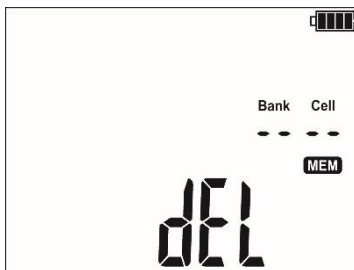
Poner el conmutador rotativo de selección de funciones en la posición **MEM**.

2



Con los botones ◀ ▶ subir o bajar el número del banco hasta...

3



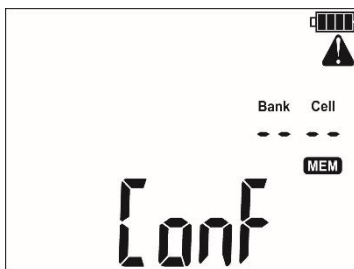
...que desaparezca y será reemplazado por el símbolo **del** que indica que está listo para borrar.

4



Pulsar el botón **ENTER**.

5



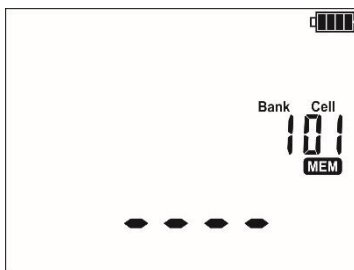
Aparecen  y la inscripción **Conf** que piden la confirmación del borrado.

6



Pulsar de nuevo el botón **ENTER**.

Después del borrado, el medidor emite una triple señal sonora y establece el número de celda en "1".



6 Transmisión de datos

6.1 El paquete del equipamiento para trabajar con el ordenador

Para que el medidor trabaje con el ordenador es necesario el cable USB o el módulo inalámbrico Bluetooth y el software apropiado (para descargar de la página web del fabricante):

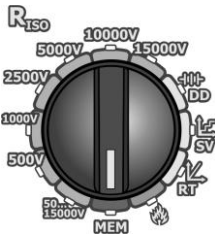
- Sonel Reader,
- Sonel Reports Plus,
- aplicación móvil Sonel MIC Mobile.

Este software puede ser utilizado con muchos dispositivos de producción SONEL S.A. equipados con la interfaz USB y Bluetooth. La información detallada se puede recibir del fabricante y de los distribuidores.

Si el software no fue comprado junto con el medidor, entonces puede comprarlo al fabricante o distribuidor autorizado.

6.2 Transmisión de datos con el conector USB

①



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

②



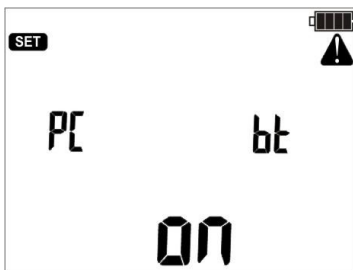
Conectar el cable al puerto USB del ordenador y al puerto USB del medidor.

③

Iniciar el programa.

6.3 Transmisión de datos mediante el módulo Bluetooth

①



Activar la comunicación vía Bluetooth de acuerdo con la **sección 3** pasos ①②⑭.

②

Si el ordenador no está equipado con Bluetooth, se debe conectarlo a su puerto USB.

③

Al vincular el medidor a un ordenador, se debe introducir el código PIN acorde con el código PIN del medidor en los ajustes principales (**sección 3** paso ⑤).

④

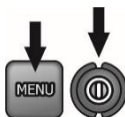
Iniciar el programa para archivar datos en el ordenador.



- El código PIN estándar para Bluetooth es **0123**. Ver también **sección 3** paso ⑤.
- Con el cable USB conectado no es posible la transmisión por radio.

7 Actualización del software

①



Mantener pulsado el botón **MENU** y pulsar brevemente el botón **ON/OFF**. Mantener pulsado el botón **MENU** hasta que aparezca el icono **SET**.

②



Con los botones ◀▶ se muestra la siguiente pantalla.



③



Conectar el medidor al ordenador mediante el cable USB y pulsar **ENTER**.

④



Seguir las instrucciones del programa.

8 Alimentación del medidor

8.1 Control de la tensión de alimentación



¡ATENCIÓN!

Antes de empezar a utilizar el medidor se debe descargar la batería y luego cargarla completamente para que la indicación de su carga sea correcta.

El nivel de carga de la batería está continuamente indicado por el símbolo en la esquina superior derecha de la pantalla.



Batería cargada.



Batería descargada.



Batería completamente descargada.
Todas las mediciones están bloqueadas.
El medidor se apaga automáticamente después de 5 s.

8.2 Alimentación con batería

El medidor MIC-15k1 está alimentado por la batería de iones de litio que sólo se puede reemplazar en el servicio técnico autorizado.

El cargador se encuentra en el interior del medidor y sólo funciona con la batería propia de la marca. Se alimenta de la red 90 V + 265 V 50 Hz/60 Hz. Es posible la alimentación del encendedor de coche con ayuda del transformador opcional.



¡ATENCIÓN!

No alimentar el medidor con fuentes diferentes a las mencionadas en este manual.

8.3 Carga de batería

La carga empieza después de conectar la alimentación al medidor encendido o apagado. El símbolo de la batería en curso mostrado en la pantalla indica el proceso de la carga.

La batería está sujeta al algoritmo de la "carga rápida" que permite acortar este proceso hasta <3,5 horas. La finalización de la carga se indica mediante la visualización del símbolo de batería llena y la iluminación del diodo verde.

Para apagar el dispositivo debe desconectar el cable de alimentación del cargador.



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

Información adicional visualizada por el medidor

Señalización	Estado
El diodo verde parpadea con la frecuencia de 1 por segundo y parpadea el símbolo de batería en la pantalla.	Cargando.
La iluminación continua del diodo verde, se muestra el símbolo de la batería llena en la pantalla.	Fin de la carga.
El diodo verde parpadea con la frecuencia de 2 veces por segundo.	Error durante la carga.
Parpadea el diodo verde y el símbolo de la batería con una frecuencia de 2 veces por segundo, aparece el símbolo  .	Temperatura de la batería demasiado alta. Las mediciones están bloqueadas.

8.4 Alimentación de la red

Es posible llevar a cabo mediciones durante la carga de la batería. Para este fin, se debe pulsar el botón **ESC** en el modo de carga y el medidor pasa al modo de medición estando al mismo tiempo en modo de carga. Del mismo modo pasa en caso de la conexión de alimentación de la red durante el trabajo del medidor.

El apagado del medidor con el botón  o por **AUTO-OFF** no interrumpe la carga de la batería.

Información adicional visualizada por el medidor

Señalización	Estado
Parpadean todos los segmentos del símbolo de la batería con una frecuencia de 1 por segundo.	Fin de la carga.
Parpadea el diodo verde y el símbolo de la batería con una frecuencia de 2 veces por segundo, aparecen los símbolos  y  .	Temperatura de la batería demasiado alta, las mediciones están bloqueadas.

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

- Almacenar el medidor con las baterías cargadas como mínimo hasta el 50%. 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. El entorno debe estar seco y bien ventilado. Proteger el dispositivo de la luz solar directa.
- 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 impedirá el inicio del proceso de carga que pudiera dañar permanentemente la batería.
- 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 (como color, hinchado, temperatura excesiva) deje de usarla. Las baterías Li-Ion mecánicamente dañadas, excesivamente cargadas y descargadas no se pueden usar.
- 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.

9 Limpieza y mantenimiento



¡ATENCIÓN!

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

La carcasa del medidor puede ser limpiada con un paño suave y humedecido con detergentes comúnmente utilizados. No utilizar disolventes ni productos de limpieza que puedan dañar la carcasa (polvos, pastas, etc.).

Las sondas se lavan con agua y se secan.

Los cables se pueden limpiar con agua y detergentes, luego deben ser secados.

El sistema electrónico del medidor no requiere conservación.

10 Almacenamiento

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

- desconectar todos los cables del medidor,
- limpiar bien el medidor y todos los accesorios,
- enrollar los cables de medición,
- para evitar la descarga total de la batería durante el almacenamiento prolongado hay que recargarla **por lo menos una vez cada seis meses**.

11 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.

12 Datos técnicos

12.1 Datos básicos

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

Medición de voltajes de AC/DC

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0,0 V...29,9 V	0,1 V	±(2% v.m. + 20 dígitos)
30,0 V...199,9 V	1 V	±(2% v.m. + 6 dígitos)
300 V...1500 V	1 V	±(2% v.m. + 2 dígitos)

- Rango de frecuencia: 45...65 Hz

Medición de la resistencia de aislamiento

- Exactitud de proporción de la tensión ($R_{LOAD} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): 0...+5% o 0...+10% del valor establecido
- Rango de medición según EN IEC 61557-2: 50 k Ω ...40,0 T Ω ($I_{ISO nom} = 1,2 \text{ mA} / 3 \text{ mA} / 5 \text{ mA} / 7 \text{ mA}$)

La medición con la tensión continua y creciente (SV) para U_{ISO} de	Rango de visualización	Resolución	Precisión
5 kV	000 k Ω ...999 k Ω	1 k Ω	± (3% v.m. + 10 dígitos) para $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
	1,00 M Ω ...9,99 M Ω	0,01 M Ω	
	10,0 M Ω ...99,9 M Ω	0,1 M Ω	
	100 M Ω ...999 M Ω	1 M Ω	
	1,00 G Ω ...9,99 G Ω	0,01 G Ω	
	10,0 G Ω ...99,9 G Ω	0,1 G Ω	± (3,5% v.m. + 10 dígitos) para $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
	100 G Ω ...999 G Ω	1 G Ω	
	1,00 T Ω ...9,99 T Ω	0,01 T Ω	± (7,5% v.m. + 10 dígitos) para $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
≥10 kV	10,0 T Ω ...20,0 T Ω	0,1 T Ω	± (9% v.m. + 10 dígitos) para $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
≥15 kV	10,0 T Ω ...40,0 T Ω		± (12,5% v.m. + 10 dígitos) para $U_{ISO} = 10 \text{ kV}$

- Las precisiones citadas son los "peores" valores calculados para el rango de visualización superior. Cuanto menor es la lectura, mayor es la precisión.
- Precisión para cualquier tensión de prueba y cada resultado puede calcularse a partir de la siguiente fórmula:

$$\delta_R = \left(3\% + \left(\frac{U_{ISO}}{U_{ISO} - R_{zm} \cdot 21 \cdot 10^{-12}} - 1 \right) \cdot 100\% \right) \pm 10 \text{ dígitos}$$

donde:

U_{ISO} – la tensión con la que se hace la medición [V]

R_{zm} – el valor de la resistencia medida [Ω]

Los valores aproximados de la resistencia medida que dependen de la tensión de medición los muestra la tabla siguiente. Tipo de tensión de medición: DC.

Tensión	Rango de medición
50 V	200 GΩ
100 V	400 GΩ
250 V	1,00 TΩ
500 V	2,00 TΩ
1000 V	4,00 TΩ
2500 V	10,00 TΩ
5000 V	20,0 TΩ
10000 V	40,0 TΩ
15000 V	40,0 TΩ

⇒ **Nota:** Para los valores de resistencia de aislamiento inferiores a R_{ISOmin} no se especifica la precisión debido al trabajo del medidor con la limitación de corriente del convertidor de acuerdo con la fórmula:

$$R_{ISOmin} = \frac{U_{ISONom}}{I_{ISONom}}$$

donde:

- R_{ISOmin} – la resistencia mínima de aislamiento medida sin la limitación de corriente del convertidor
- U_{ISONom} – la tensión nominal de medición
- I_{ISONom} – la corriente nominal del convertidor (1,2 mA, 3 mA, 5 mA o 7 mA)

- Error adicional en el método de tres hilos (impacto del terminal G): 0,05% en caso de la eliminación de fuga causada por la resistencia de 250 kΩ durante la medición de 100 MΩ y la tensión de 50 V.
- Corriente máxima de cortocircuito: $I_{sc} = 10$ mA.
- Corriente I_{sc} en el rango restante de cargas seleccionado de los valores: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA, 10 mA (10 mA solo para la función  Método de quemado).

Medición de la corriente de fuga

Rango de visualización	Resolución	Precisión
1 pA ... 99 pA	1 pA	± (1,5% v.m. + 20 dígitos)
1,00 nA ... 9,99 nA	0,01 nA	± (1,5% v.m. + 2 dígitos)
10,0 nA ... 99,9 nA	0,1 nA	
100 nA ... 999 nA	1 nA	
1,00 uA ... 9,99 uA	0,01 uA	
10,0 uA ... 99,9 uA	0,1 uA	
100 uA ... 999 uA	1 uA	
1,00 mA ... 9,99 mA	0,01 mA	

Medición de capacidad

Rango de visualización	Resolución	Precisión
0 nF...999 nF	1 nF	± (5% v.m. + 5 dígitos)
1,00 μF...49,99 μF	0,01 μF	

- La medición de la capacidad sólo durante la medición R_{ISO} (durante la descarga del objeto).
- La precisión es válida para la capacidad medida conectada en paralelo con una resistencia mayor de 10 MΩ.
- Para las tensiones inferiores a 100 V, el error de medición de la capacidad no está especificado.

Medición de descargas parciales

Número de descargas parciales por segundo	Rango de visualización	Resolución
0...100	1000 pC...9999 pC	1 pC

12.2 Datos de uso

- a) tipo de aislamiento según EN 61010-1 e EN IEC 61557 doble
- b) categoría de medición según EN IEC 61010-2-030
 - altura de trabajo ≤ 2000 m IV 1000 V
 - altura de trabajo ≤ 3000 m IV 600 V
- c) clase de protección de la carcasa según EN 60529
 - carcasa abierta IP40
 - carcasa cerrada IP67
- d) alimentación del medidor
 - números de serie con el prefijo J5 batería Li-Ion 14,8 V 5,3 Ah
 - números de serie con el prefijo M3 batería LiFePO4 13,2 V 5,0 Ah
- e) dimensiones 390 x 308 x 172 mm
- f) peso del medidor
 - con la batería Li-Ion ca. 6,3 kg
 - con la batería LiFePO4 ca. 6,6 kg
- g) temperatura de almacenamiento -25°C...+70°C
- h) temperatura de trabajo -20°C...+50°C
- i) humedad 20%...90%
- j) altura s.n.m. ≤ 3000 m
- k) temperatura de referencia +23°C $\pm$ 2°C
- l) humedad de referencia 40%...60%
- m) pantalla LCD de segmentos
- n) número de mediciones R_{ISO} según EN IEC 61557-2 con la alimentación de la batería mín. 1000
- o) tiempo de trabajo con una sola carga de batería
 - para $R_{ISO}=5$ M Ω , $U_{ISO}=5$ kV, $T=(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ca. 5 h
 - para $R_{ISO}=100$ M Ω , $U_{ISO}=15$ kV, $T=(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ca. 5 h
- p) memoria de resultados de mediciones 990 celdas
- q) transmisión de resultados conexión USB o inalámbrica a través de Bluetooth
- r) norma de calidad elaboración, diseño y fabricación de acuerdo con ISO 9001
- s) el dispositivo cumple con los requisitos de la norma .. EN 61010-1, EN IEC 61557, EN IEC 61010-2-030
- t) el producto cumple con los requisitos de EMC (compatibilidad electromagnética) de acuerdo con las normas .. EN IEC 61326-1, EN IEC 61326-2-2



¡ATENCIÓN!

El medidor MIC-15k1 fue clasificado según EMC como los dispositivos de la clase A (para el uso en entornos industriales de acuerdo con EN 50011). Hay que tener en cuenta la posibilidad de causar interferencias de los otros dispositivos al usar los medidores en otro entorno (p.ej. doméstico).



SONEL S.A. declara que el tipo de dispositivo de radio MIC-15k1 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/>

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!

La conexión de la tensión mayor a 1500 V entre cualquier pinza puede dañar el medidor y ser una amenaza para el usuario.

	Presencia de la tensión de medición en las pinzas del medidor.
	Necesidad de consultar el manual.
READY	Listo para la medición.
NOISE!	En el objeto examinado hay una tensión de interferencia inferior de 50 V DC o de 25 V...1500 V AC. El resultado de la medición puede ser cargado con un error adicional.
$U_n > 50 \text{ V}$ (para la tensión DC) o $U_n \sim > 1500 \text{ V}$ (para la tensión AC)	Durante la medición apareció tensión o durante 120 s es imposible descargar el objeto. Después de 5 s el medidor vuelve a su estado predeterminado - voltímetro. Además de la información que se muestra: • hay un pitido de dos tonos, • parpadea el diodo rojo.
LIMIT !!	Conexión de limitación de corriente. Visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo.
H I L E	El aislamiento del objeto ha sido dañado, la medición se interrumpe. Aparece el mensaje LIMIT !! que se mantiene 20 s durante la medición, cuando la tensión previamente ha alcanzado el valor nominal.
d i s	Descarga del objeto en curso.
 batt	Estado de la batería: Batería cargada. Batería descargada. Batería agotada. Cargar la batería.



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



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

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