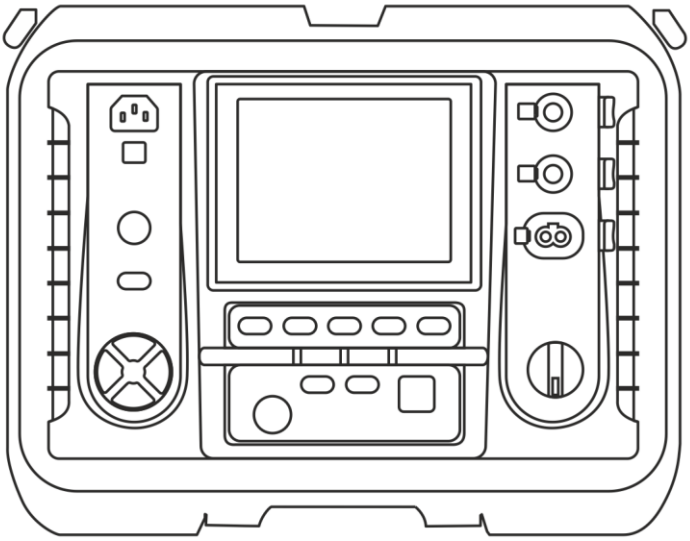


MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

MIC-15k1

MIC-15k1

PANTALLA

1. Símbolo de la actividad del modo de ajuste de parámetros de la medición
2. Gráfico de barras
3. Símbolo 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. Símbolos de valores que aparecen en el campo auxiliar de la pantalla
9. Campo auxiliar de lectura en la pantalla
10. Símbolo 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
    DD - el indicador de descarga dieléctrica
13. ▪ Nº del banco y de la celda de memoria
    ▪ Duración de la medición
14. Símbolos de coeficientes de absorción
15. Símbolos de tiempos para calcular los coeficientes de absorción
16. Ajuste del límite admisible de la resistencia
17. Valoración de la corrección de resultado
18. Valor medido
19. Unidades de lectura
20. Modo de memoria activa
    ▪ guardar en la memoria
    ▪ revisar la memoria
21. Símbolos de valores medidos

MANUAL DE USO

MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MIC-15k1

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

Versión 1.16 13.09.2023

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 Seguridad 5

2 Descripción general y funciones del dispositivo 6

3 Configuración del medidor 7

4 Mediciones 12

4.1 Configuración de mediciones 13
4.2 Control remoto del medidor 15
4.3 Medición con dos cables 17
4.4 Medición con tres cables 21
4.5 Medición de la resistividad superficial y volumétrica del aislante – modo Sr 23
4.6 Mediciones con la tensión creciente – SV 25
4.7 Medición con la tensión creciente suavemente – RT 27
4.8 Ubicación del daño (Método de quemado) 30
4.9 Indicador de descarga dieléctrica – DD 32
4.10 Indicador de descargas parciales 35
4.11 Prueba de tensión 36
4.12 Medición de corrientes de polarización y despolarización (PDC) 38
4.13 Determinación de longitud del cable medido 40
4.14 Prueba de estanqueidad del blindaje del cable de MT 41

5 Memoria de los resultados de mediciones 42

5.1 Guardar los resultados de las mediciones en la memoria 42
5.2 Revisión de la memoria 44
5.3 Borrar memoria 45
5.3.1 Borrado del banco 45
5.3.2 Borrado de la memoria completa 46

6 Transmisión de datos 48

6.1 El paquete del equipamiento para trabajar con el ordenador 48
6.2 Transmisión de datos con el conector USB 48
6.3 Transmisión de datos mediante el módulo Bluetooth 49

7 Actualización del software 50

8 Alimentación del medidor 51

8.1 Control de la tensión de alimentación 51
8.2 Alimentación con batería 51
8.3 Carga de batería 51
8.4 Alimentación de la red 52
8.5 Normas generales de uso de las baterías de litio-ion (Li-Ion) 52

9 Limpieza y mantenimiento 53

10 Almacenamiento 53

11 Desmontaje y utilización 53

12 Datos técnicos 54

12.1 Datos básicos 54
12.2 Otros datos técnicos 56
12.3 Datos adicionales 57

12.3.1 Incertidumbres adicionales según EN 61557-2 (R_{ISO}).....57
13 Fabricante.....57

1 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 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 bAtt 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 **Err*X***, 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 $\mathbf{R}_{\mathbf{ISO}}$ 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.

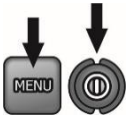
2 Descripción general y funciones del dispositivo

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

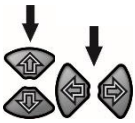
- **Medición de la resistencia de aislamiento**
  - tensiones de medición 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10 000 V y 15 000 V o regulados en el rango de 50…15 000 V
  - medición de resistencia de aislamiento hasta 40 TΩ
  - medición con la tensión creciente suavemente (RT) o escalonado (SV),
  - medición 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 

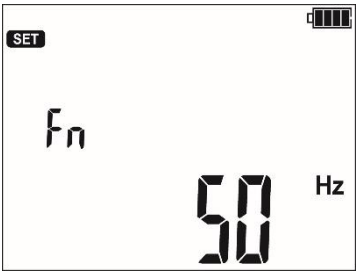
- Apagar el medidor.
- Mantener pulsado el botón **MENU** y pulsar brevemente el botón **ON/OFF**. Mantener pulsado el botón **MENU** hasta que aparezca el icono **SET**.

② 

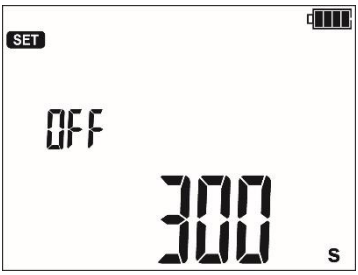
Con los botones ◀ ▶ se pasa al siguiente parámetro.
Con los botones ▲ ▼ se cambia el valor del parámetro.

- 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:

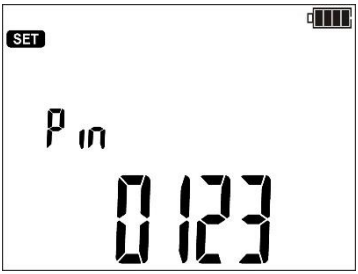
③ 

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)



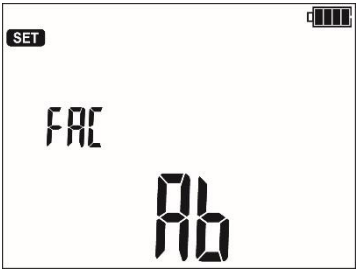
PIN para la conexión vía Bluetooth. El dígito ajustado parpadea. Ir al siguiente dígito con los botones **F3** y **F4**.

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)

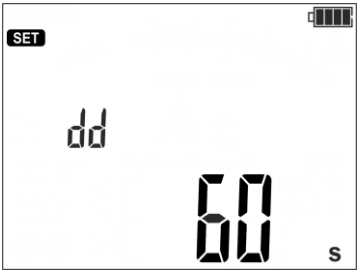


Coeficientes de absorción para R_{ISO}:
⇒ Ab1, Ab2 (Ab)
o
⇒ PI, DAR (PI).

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).

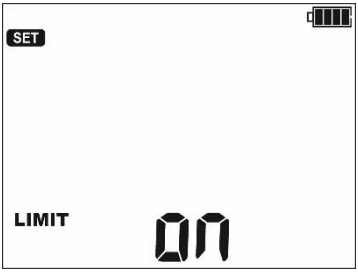
(7)



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 4.9**, **4.12**.

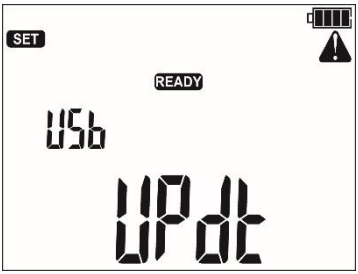
(8)



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

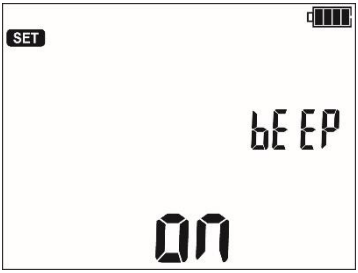
Para el estatus on aparecen nuevos parámetros a ajustar.
⇒ En la medición de la resistencia de aislamiento: límite de resistencia R_{ISO} (**sección 4.1 paso** (8)).
⇒ En la función **RT**: tensión de medición final U_{ISO}, límite de la corriente de fuga I_L (**sección 4.7 paso** (8)).

(9)



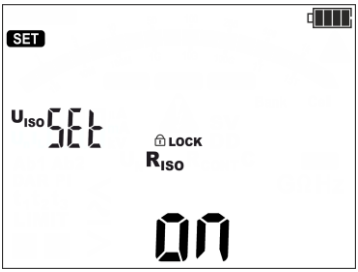
Actualización del software. Este tema está descrito en **la sección 7**.

(10)



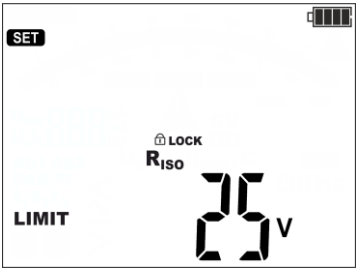
Sonidos: activación (on) y desactivación (OFF).

(11)



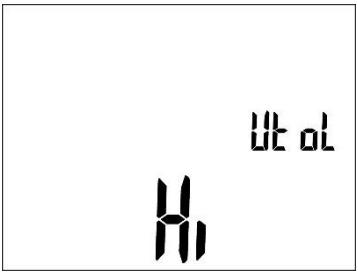
Prueba de tensión activación (on) y desactivación (OFF).

(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.

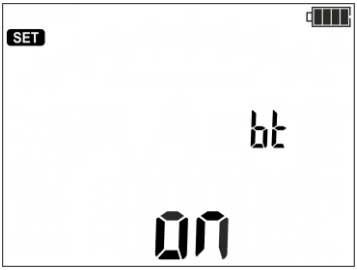
(13)



Precisión de proporcionar la corriente de medición:
⇒ **Hi** – 0…5%,
⇒ **Lo** – 0…10%.

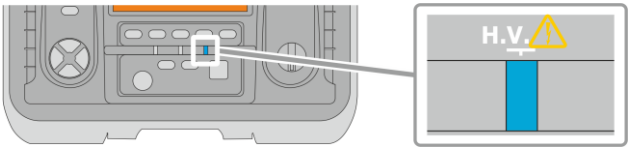
Por ejemplo, para el ajuste **Hi** y la tensión de medición **1000 V** el medidor generará la tensión de unos **1050 V**.

(14)

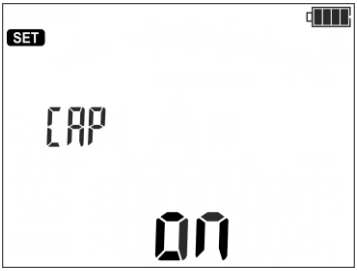


Comunicación inalámbrica Bluetooth:
⇒ OFF – desconectada,
⇒ on – conectada.

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

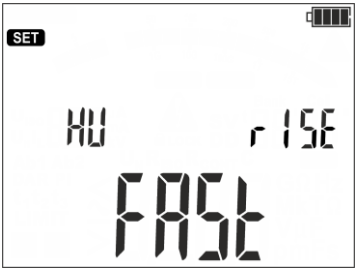


(15)



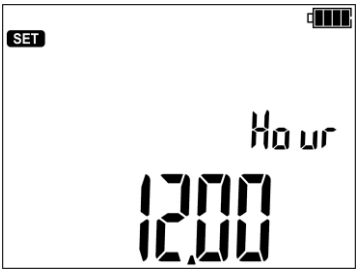
Medición de capacitad durante la prueba:
⇒ OFF - desactivada
⇒ on - activada.

(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)

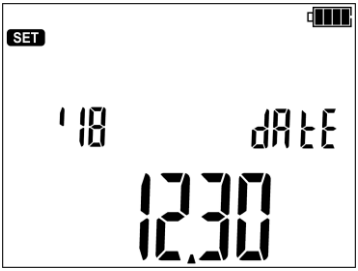


Hora actual.

Con los botones ⬅ ➡ se pasa del ajuste de horas a minutos y al revés.

Con los botones ⬆ ⬇ se ajusta el valor.

(18)

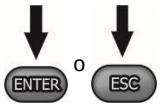


Fecha actual (RR-MM-DD).

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

- **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.**
- **<u>Durante la medición de los cables hay que tener mucho cuidado</u>. También existe el riesgo de descarga eléctrica después de descargar su capacidad por el medidor, ya que la tensión puede reconstruirse de forma automática.**

- 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.

La corriente de salida del convertidor **I_{SC}** se limita al nivel 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA o 10 mA (10 mA disponible **solo** para la función **Método de quemado**). La conexión de la limitación de corriente se indica mediante un sonido continuo. El resultado de la medición es correcto, pero en los **terminales** de medición la tensión es más baja que la tensión seleccionada antes de la medición. La limitación de corriente se produce en la primera fase de la medición debido a la carga de la capacidad del objeto examinado.

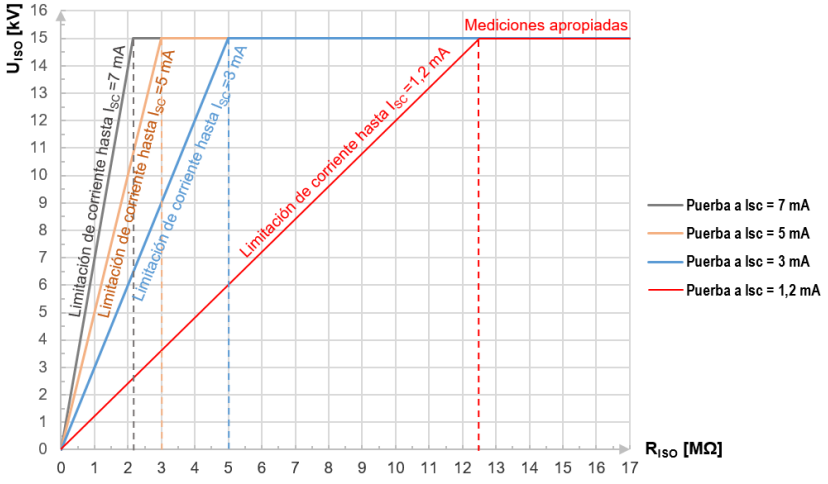


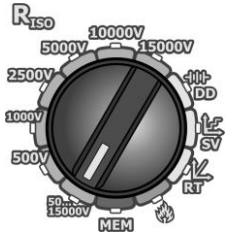
Gráfico 4.1. La tensión de medición real U_{ISO} en la función de la resistencia medida de aislamiento R_{ISO} (para la tensión de medición máxima)

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.

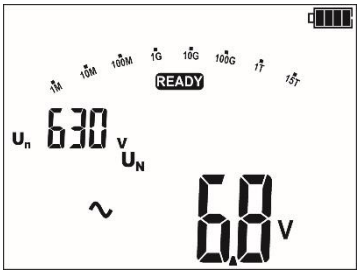
4.1 Configuración de mediciones

(1)



Poner el selector giratorio de función en una de las posiciones $\mathbf{R_{ISO}}$, 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)

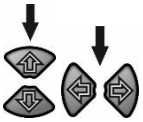


El medidor está en el modo de medición de tensión.

(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 (t1, t2, t3),
⇒ el tiempo total de medición **t**, la corriente de cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$ y el límite.

(4)

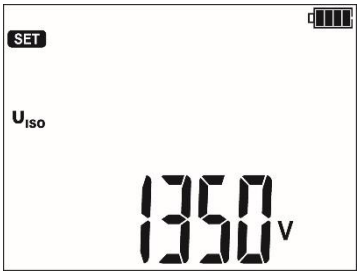


Con los botones ▲▼ se cambia el valor del parámetro.
Con los botones ◄► se pasa al siguiente parámetro.

- 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.

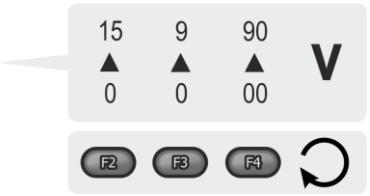
El orden de ajuste es el siguiente:

(5)



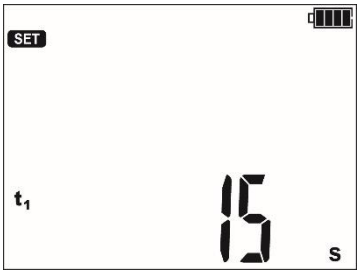
Tensión de medición U_n (solo para las posiciones **50…15000 V**).

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).



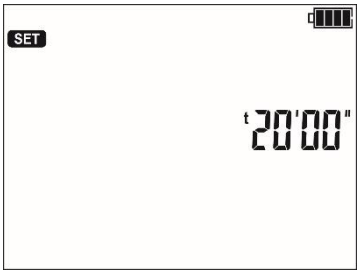
(6) Tiempos:
⇒ t1 (1 s…600 s),
⇒ t2 (1 s…600 s, pero >t1),
⇒ t3 (1 s…600 s, pero >t2),
⇒ t (independiente de t1, t2 y t3: 1 s…99 min 59 s).

(6a)



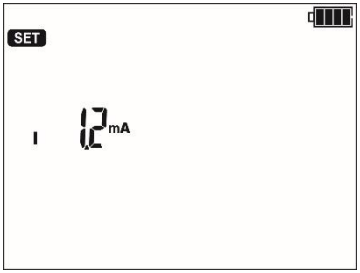
Ajuste de tiempos t1...t3.

(6b)



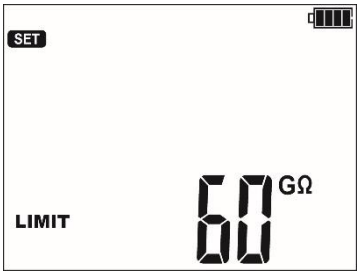
Ajuste del tiempo total de cortocircuito **t**.

(7)



La corriente máxima $\mathbf{I_{SC}}$ 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 ▼.

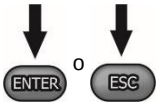
- Durante el ajuste del parámetro, al mantener pulsados los botones ▲▼ se acelera el cambio de su valor.
- Al alcanzar el valor objetivo aproximado, pulsar brevemente ▲▼ y ajustar el valor deseado.

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)

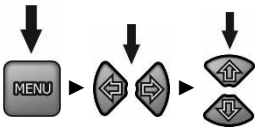


- Con el botón **ENTER** se confirman los ajustes (confirmados por una señal sonora).
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

4.2 Control remoto del medidor

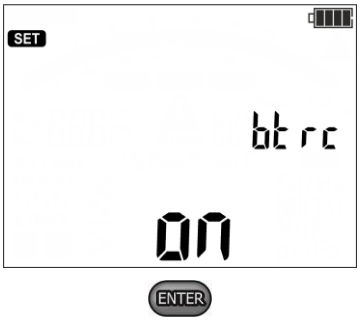
El dispositivo se puede controlar de forma remota a través de la aplicación móvil **Sonel MIC Mobile**. Para ello, activar la transmisión inalámbrica de datos (**sección 3 paso** (14)) y entrar en el modo **btrc**, siguiendo los pasos a continuación.

(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)

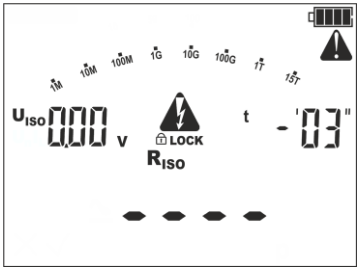


Confirmar la elección con el botón **ENTER**.

③

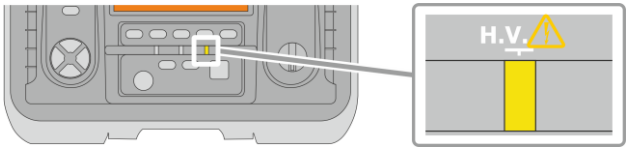
El control remoto está activo - se muestra el mensaje **btrc**. En la esquina de la pantalla parpadea un triángulo de advertencia.

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.

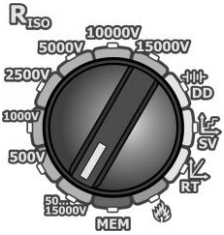


⑤

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

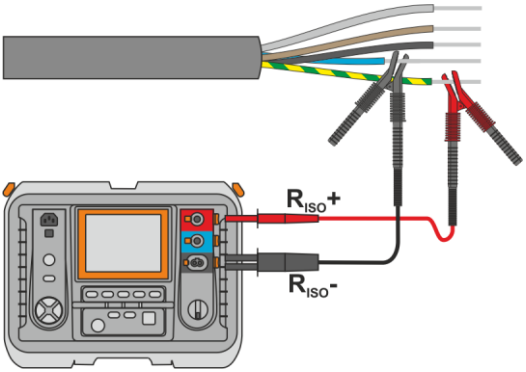
4.3 Medición con dos cables

(1)

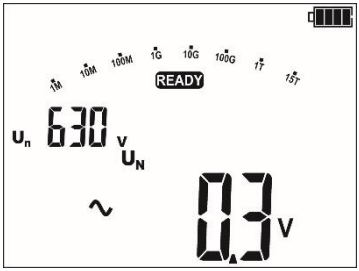


Poner el selector giratorio de función en una de las posiciones R_{ISO}, seleccionado al mismo tiempo la tensión del medición.
Para las posiciones **50…15000 V** también se puede seleccionar cualquier tensión de este rango (paso (5)) con salto cada **10 V**.

(2) Conectar los cables de medición según la figura.



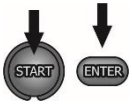
(3)



El medidor está listo para hacer la medición.

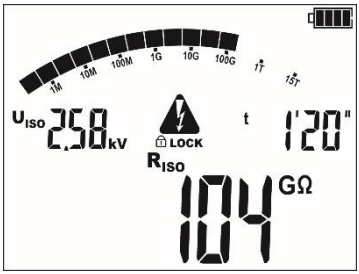
④

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.**



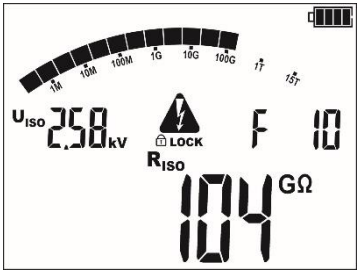
Inicio rápido, sin retardo de 5 segundos, pulsar **ENTER** y mantener pulsado el botón **START**. La interrupción de la medición se produce después de alcanzar el tiempo programado o al pulsar **ESC**.

⑤



Aspecto de la pantalla durante la medición.

Durante la medición con los ⬅ ➡ se puede **cambiar** la visualización de la tensión de medición U_{ISO} para la **corriente** de fuga I_L.



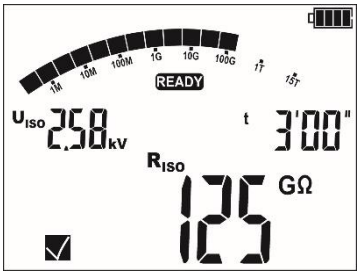
El dispositivo tiene un **filtro digital** avanzado que permite la estabilización del resultado en las condiciones de medición difíciles e inestables. Pulsando el botón **F1** antes o durante la medición el dispositivo hace cálculos para estabilizar el resultado de la medición. El medidor muestra el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

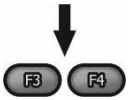
La posibilidad de ajustar el filtro depende del tiempo de medición ajustado. Por ejemplo, al ajustar t = 20 s se puede establecer un filtro solo para 10 s.

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 I!	Conexión de limitación de corriente. Visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo.
HiLE	El aislamiento del objeto ha sido dañado, la medición se interrumpe. Aparece la inscripción LIMIT I! 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 - voltómetro. 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.
- Durante la medición de los cables hay que tener mucho cuidado. Después de descargar su capacidad por el medidor, ya que la tensión puede reconstruirse de forma automática.

- La desactivación del tiempo t2 provoca la desactivación del tiempo t3.
- El temporizador que cuenta el tiempo de medición se inicia en el momento de la estabilización de la tensión U_{ISO}
- El mnemónico **LIMIT I!** significa el trabajo con el convertidor de potencia limitado (**Gráfico 4.1**). Si este estado se mantiene durante 20 s, la medición se interrumpe.
- Si el medidor no es capaz de cargar la capacidad del objeto examinado, se muestra **LIMIT I!**, y después de 20 s **se interrumpe la medición**. Entonces, si es posible, hay que **subir** el ajuste de la corriente $\mathbf{I_{SC}}$y repetir la medición. Esto puede ser necesario, por ejemplo en el caso de los cables de alimentación de gran capacidad.
- La señal sonora corta indica los intervalos de 5 s. Si el contador llega a los puntos característicos (tiempos tx), entonces durante 1 s se muestra el mnemónico de este punto y se emite una señal sonora larga.
- Si el valor de cualquier resistencia parcial está fuera del rango, no se muestra el valor del coeficiente de absorción, sólo se muestran las líneas horizontales.
- Durante la medición, el diodo LED es de color amarillo.
- Después de la medición se descarga la capacidad del objeto de prueba por medio del cortocircuito en los terminales $\mathbf{R_{ISO}+}$ y $\mathbf{R_{ISO}-}$ con la resistencia de 255 kΩ. Se muestra el mensaje dis y el valor de la tensión U_{ISO} que permanece en el objeto. U_{ISO} disminuye con el tiempo hasta que se descargue completamente.

- 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. 4.1** , **Fig. 4.2**). En los cables apantallados también se conecta la pantalla.

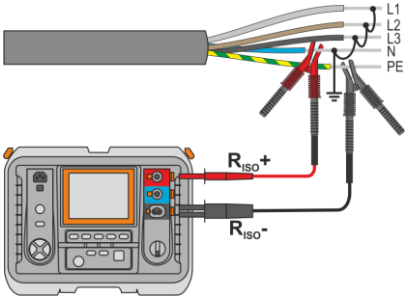


Fig. 4.1. Medición del cable no apantallado

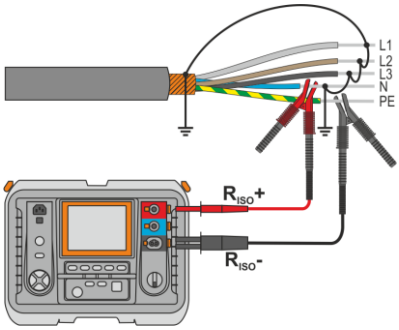
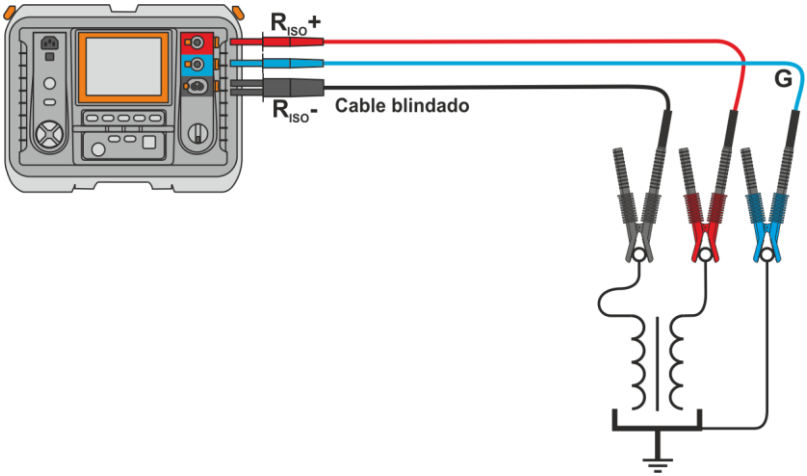


Fig. 4.2. Medición del cable apantallado

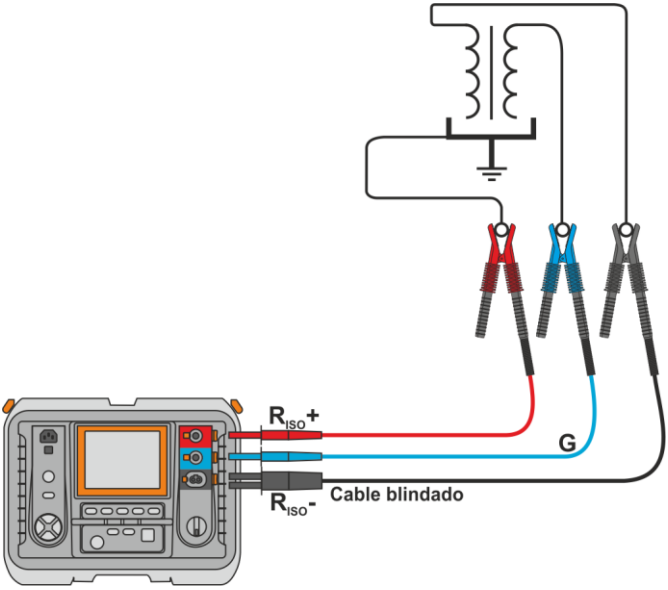
4.4 Medición con tres cables

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.

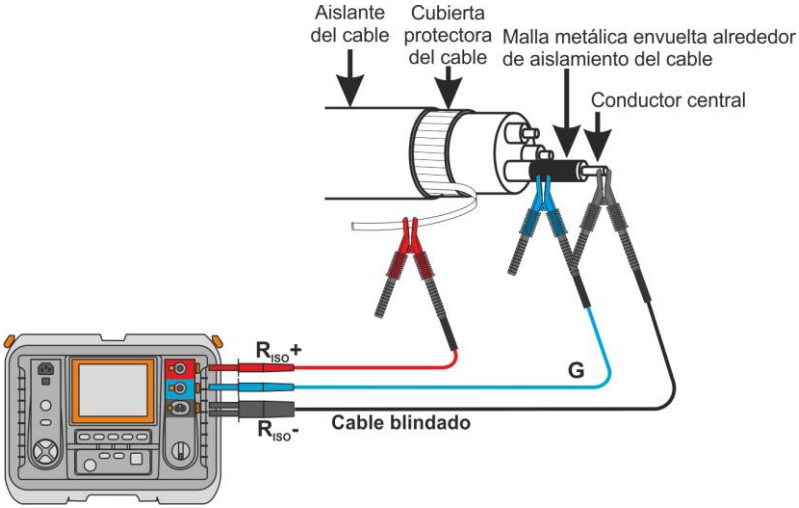
- **La medición de la resistencia entre bobinas del transformador.** La toma **G** del medidor se conecta con la cuba del transformador y las tomas **R_{ISO}+** y **R_{ISO}-** a las bobinas.



- **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.

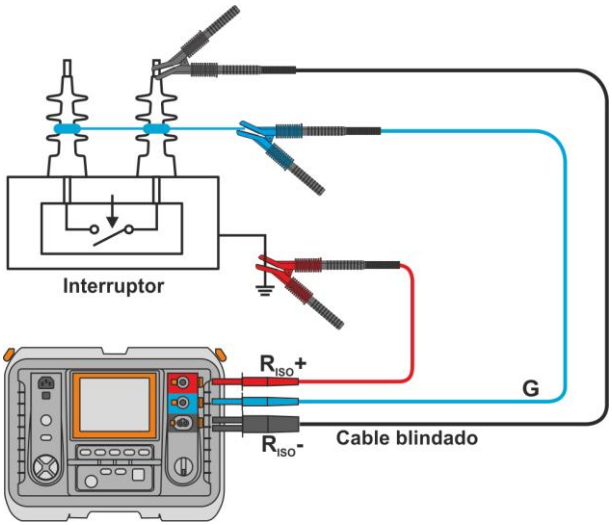


- **La medición de la resistencia de aislamiento entre uno de los hilos del cable y su revestimiento.** El efecto de las corrientes superficiales (importante en condiciones meteorológicas adversas) se elimina de tal manera que con la toma **G** del medidor conectamos una hoja metálica que se enrolla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



4.5 *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**.

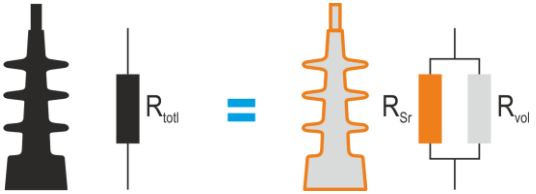
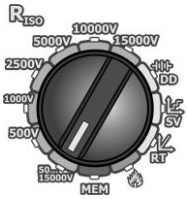
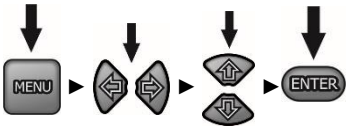


Fig. 4.3. Resistividades presentes en el aislante

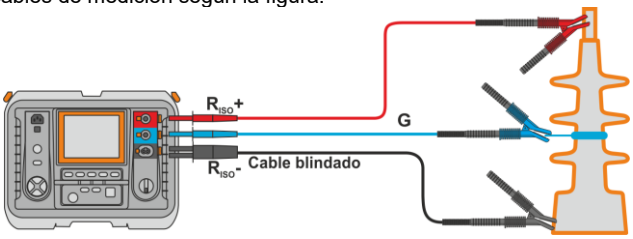
① 

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

② 

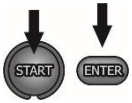
- Si no se hace ninguna medición, pulsar **MENU**.
- Con los botones ◄► ir a la opción **Sr**.
- Con los botones ▲▼ cambiar el modo de **OFF** a **on**.
- Confirmar la elección con el botón **ENTER**.

③ Conectar los cables de medición según la figura.



④

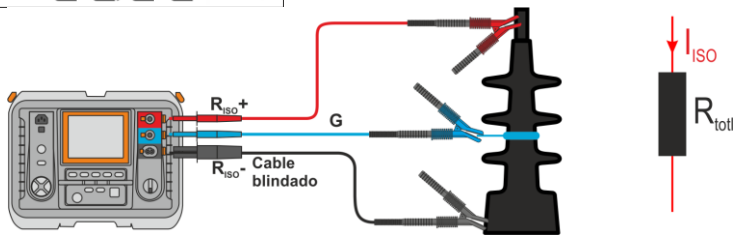
Pulsar y mantener pulsado el botón **START** durante **5 segundos.** Esto causará la cuenta atrás de 5 segundos, después la medición **se activará**.
La medición continuará **hasta que alcance dos veces el tiempo programado** (**sección 4.1**, paso ⑥b) o pulsar **ESC.**



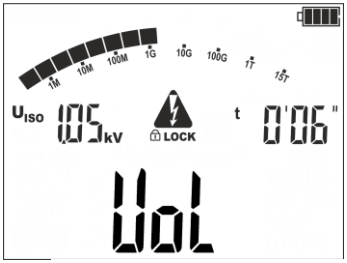
Inicio rápido, sin retardo de 5 segundos, pulsar **ENTER** y mantener pulsado el botón **START**. La interrupción de la medición se produce después de alcanzar el tiempo programado o al pulsar **ESC**.

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**.

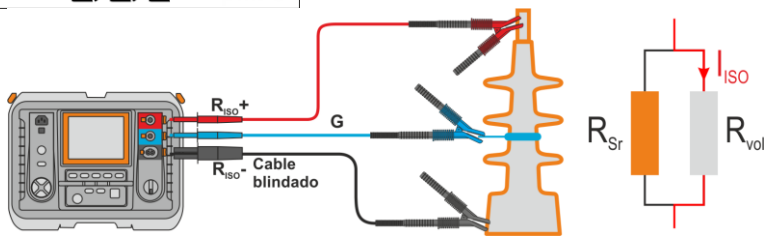


6

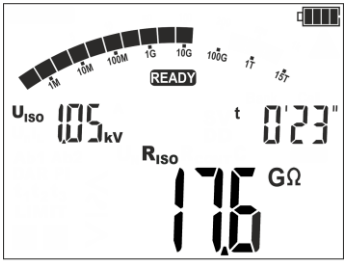


En la segunda fase del estudio se mide la resistividad volumétrica **R_{vol}**. En la pantalla cada 5 segundos aparece el mensaje **vol**.

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}** → **I_L** y **C** → **Rt1** y **It1** → **Rt2** y **It2** → **Rt3** y **It3** → → **Ab1 (DAR)** → **Ab2 (PI)**

▼

SURF (resistividad superficial)
└ **R_{Sr}** → **I_L** y **C** → **Rt1** y **It1** → **Rt2** y **It2** → **Rt3** y **It3** → → **Ab1 (DAR)** → **Ab2 (PI)**

donde:
C – la capacidad del objeto examinado.

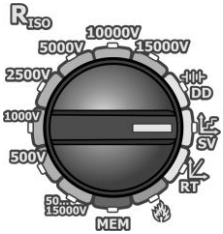
4.6 Mediciones con la tensión creciente – SV

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.

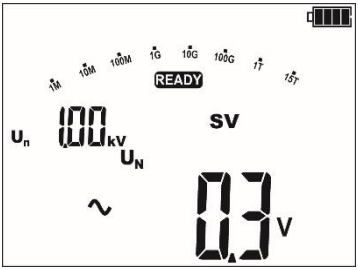
El resultado final se registra para cada una de las cinco mediciones, que se indica por una señal sonora y la aparición del mnemónico apropiado.

1



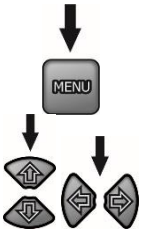
El conmutador rotativo de selección de función debe estar en la posición **SV**.

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 $\mathbf{I_{SC}}$.

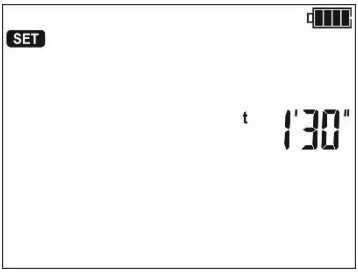
4

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

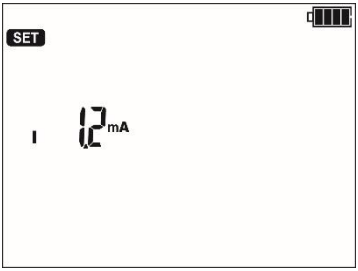
Tensión de medición máxima (final):
⇒ 1 kV,
⇒ 2,5 kV,
⇒ 5 kV,
⇒ 10 kV,
⇒ 15 kV.

⑥



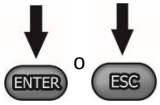
El tiempo de duración de una medición en el rango 30 s … 5 min.

⑦



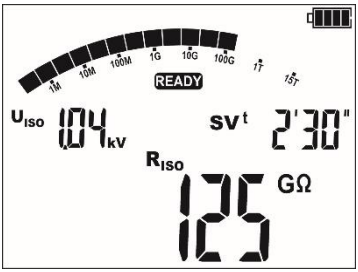
Corriente de cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$:
⇒ 1,2 mA,
⇒ 3 mA,
⇒ 5 mA,
⇒ 7 mA.

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) → $\mathbf{I_L}$ y **C** → → $\mathbf{U_{ISO}1}$ y **t1** / $\mathbf{R_{ISO}1}$ y $\mathbf{I_L1}$ → $\mathbf{U_{ISO}2}$ y **t2** / $\mathbf{R_{ISO}2}$ y $\mathbf{I_L2}$ → …

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}.

4.7 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 **t_2**.

El procedimiento de medición muestra el siguiente gráfico.

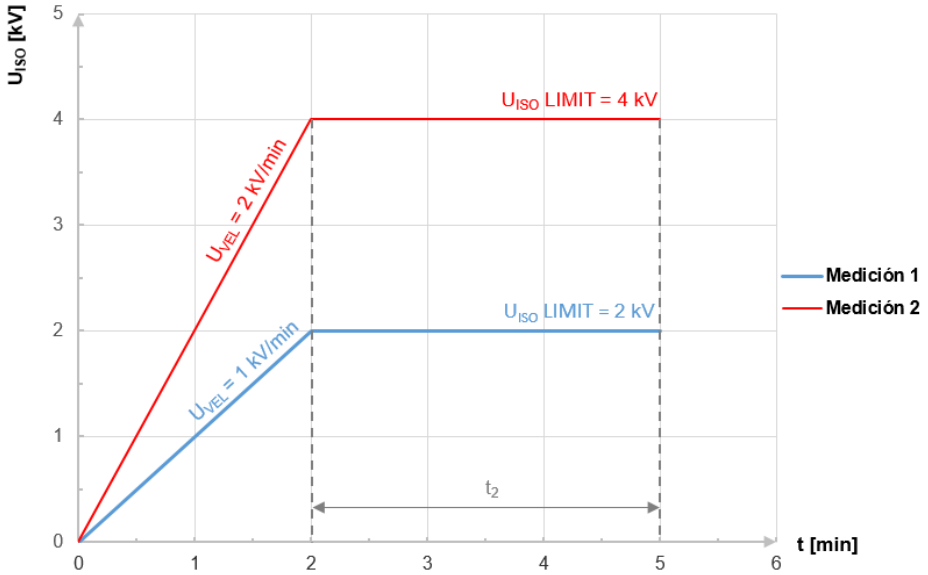
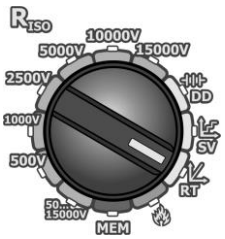


Gráfico 4.2. La tensión suministrada por el medidor en la función del tiempo para dos velocidades de subida de ejemplo

① 

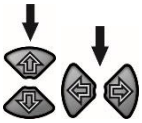
Poner el conmutador rotativo de la selección de funciones en la posición **RT**.

②

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

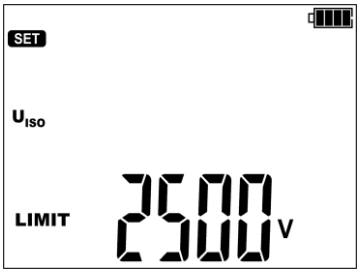


Con los botones ▲▼ se cambia el valor del parámetro.
Con los botones ◄► se pasa al siguiente parámetro.

- 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.

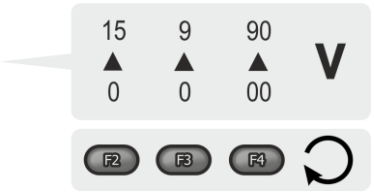
El orden de ajuste es el siguiente:

④

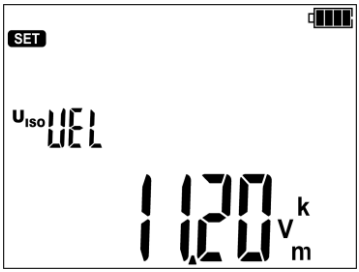


La tensión de medición final **U_{ISO} LIMIT**. Está en el rango de 50 V…15 kV.

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).

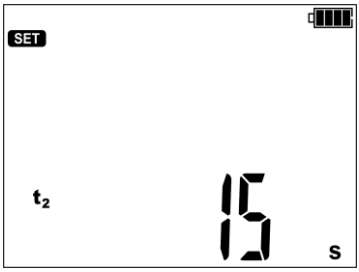


⑤



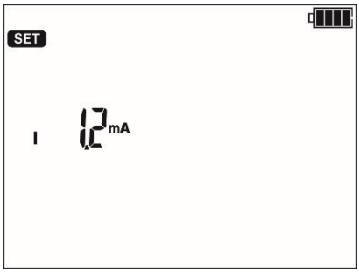
Velocidad de subida de la tensión **U_{ISO} VEL**. Está en el rango de 100 V/min…12 kV/min. Por ejemplo:
⇒ 100 V/min ≈ 1,6 V/s,
⇒ 12 kV/min = 200 V/s.

⑥



El tiempo **t_2**, durante el que la tensión debe ser mantenida en el objeto examinado (**Gráfico 4.2**).

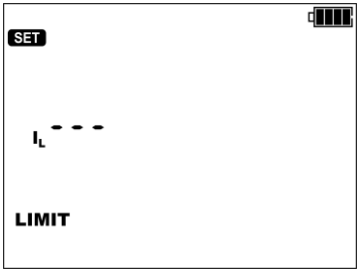
(7)



La corriente máxima de cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$ 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.

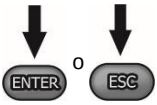
(8)



Límite de la corriente de fuga $\mathbf{I_L}$. 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 $\mathbf{I_L}$ no debe exceder el valor de la corriente $\mathbf{I_{SC}}$ (**paso** (7)),
⇒ límite desconectado (- - -).

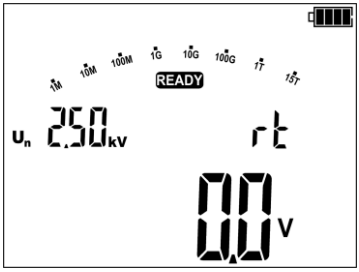
Si la corriente de fuga medida **alcanza el valor preestablecido**, la medición se **interrumpe**, y el medidor muestra la tensión con la que esto se ha producido (**paso** (13)).

(9)



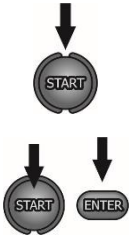
- Confirmar la selección con el botón ENTER.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

(10)



El medidor está listo para hacer la medición.

(11)



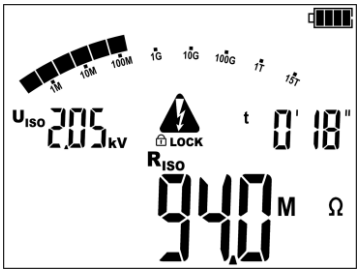
Para iniciar la medición:

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

o

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

(12)

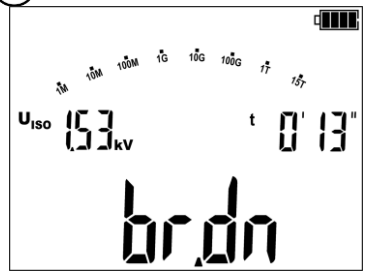


Pantalla durante la medición. El medidor indica:

- 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 ◄ ► se puede cambiar la visualización de la tensión de medición U_{ISO} para **la corriente de fuga I_L**.

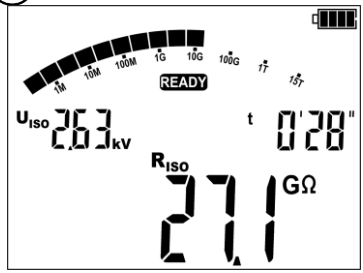
(13) a



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

- el mensaje br.dn ,
- el valor de la tensión con la que esto se ha producido.

b



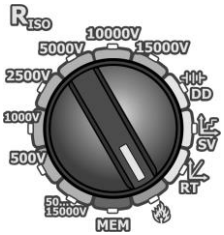
Si no se produce la rotura, en la pantalla se mostrarán los valores como para la medición R_{ISO}.

4.8 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

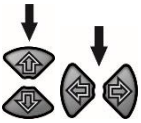
Al pulsar el botón **MENU** y los botones ⬅ ➡ se puede pasar a seleccionar:

⇒ **la tensión** de medición $\mathbf{U_{ISO}}$,

⇒ **el tiempo** de medición,

⇒ la máxima corriente de cortocircuito $\mathbf{I_{SC}}$.

③



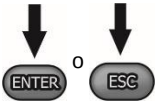
Con los botones ⬆⬇ se ajustan los valores de parámetros individuales.

Con los botones ⬅ ➡ se pasa al siguiente parámetro.

El orden de ajuste es el siguiente:

- tensión de medición: 1 kV…15 kV (zen 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



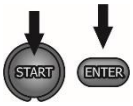
- Confirmar la selección con el botón ENTER.
- Con el botón **ESC** salir sin cambiar los ajustes.

⑤

Para iniciar la medición:

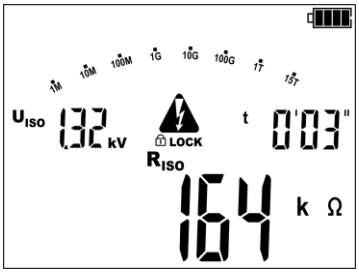
⇒ pulsar **START** y mantener pulsado el botón durante 5 s

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.

4.9 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:

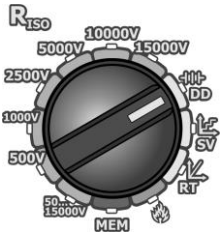
$$DD = \frac{I_{1\min}}{U_{pr} \cdot C}$$

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

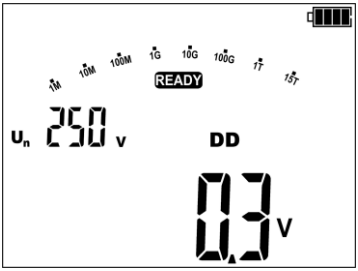
El resultado de la medición muestra el estado de aislamiento. Se puede comparar con la tabla de abajo.

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

(1) Antes de la medición en los ajustes principales según el **cap. 3** introducir los ajustes:
- sección **CAP** (paso (15)): habilitar la medición de capacidad.

(2) 

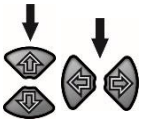
El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **DD**.

(3) 

El medidor está en modo de medición de tensión.

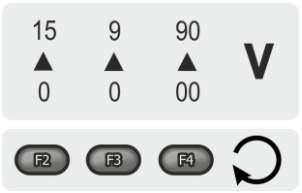
(4)

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

(5) 

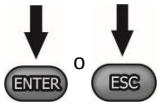
Con los botones se cambia el valor del parámetro.
Con los botones se pasa al siguiente parámetro.

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),



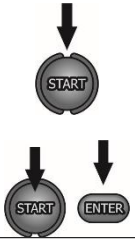
,
- la máxima corriente de polarización: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA y 7 mA.

6



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

7



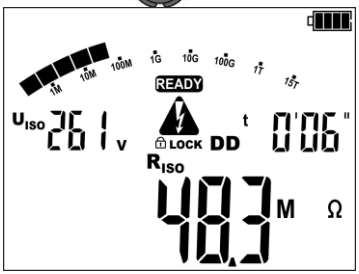
Para iniciar la medición:

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

o

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

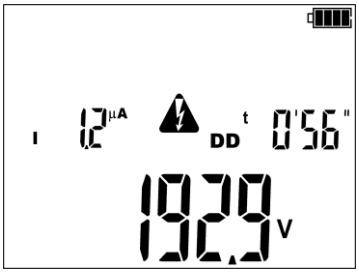
8



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}**).

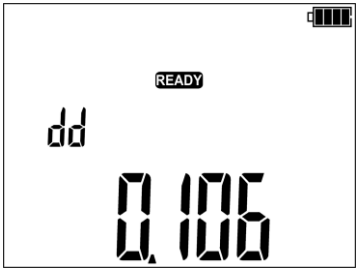
9



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



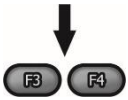
Pantalla después de finalizar la medición.

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

4.10 Indicador de descargas parciales

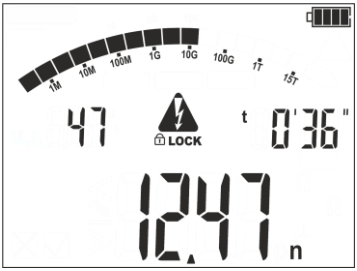
La información adicional sobre el estado de aislamiento es la intensidad de la ocurrencia de descargas parciales en él. Son unos fallos que se producen dentro del material, por ejemplo, en el área de aberturas microscópicas de aire. Las descargas **permanentemente dañan la resistencia eléctrica del aislamiento**. 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

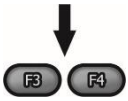


Aparece la pantalla del indicador de descargas. El medidor indica:

- 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 (**n**C, **p**C 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.

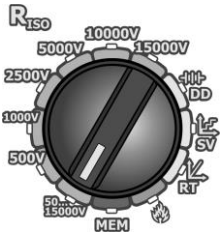
4.11 Prueba de tensión

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.

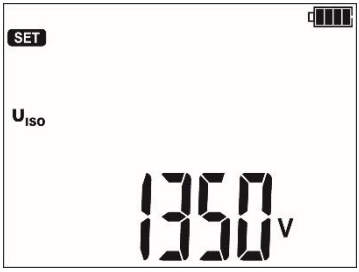
1. Antes de la medición en los ajustes principales según el **cap. 3** introducir los ajustes:
   - sección **U_{ISO} SET** (paso (11)): permitir que la tensión de medición cambie durante la prueba..

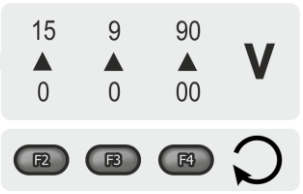
2. 

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

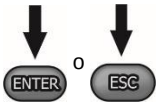
3.

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,
  - ininterrumpido (INF),
- ⇒ la corriente de cortocircuito **I_{SC}**.



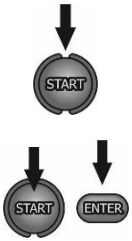


④



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

⑤



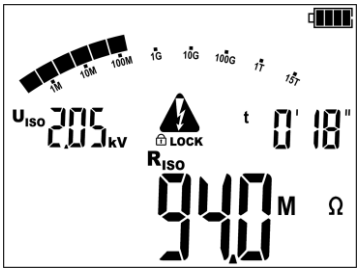
Para iniciar la medición:

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

o

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

⑥



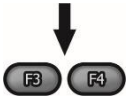
Pantalla durante la medición. Primera fase: polarización del objeto. El medidor indica:

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

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 $\mathbf{U_n}$.



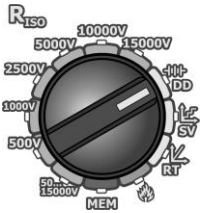
Los botones **F3** y **F4** hacen aparecer el indicador de descargas parciales (ver **sección 4.10**).

4.12 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. 

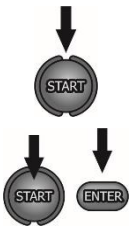
El conmutador rotativo de selección de función debe ser puesto en la posición **DD**.

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. Jeśli krzywe odstają od siebie, może to oznaczać degradację izolacji. Su grado se puede determinar según la diferencia entre las curvas y su característica: en qué punto de la medición se produjo esta diferencia.

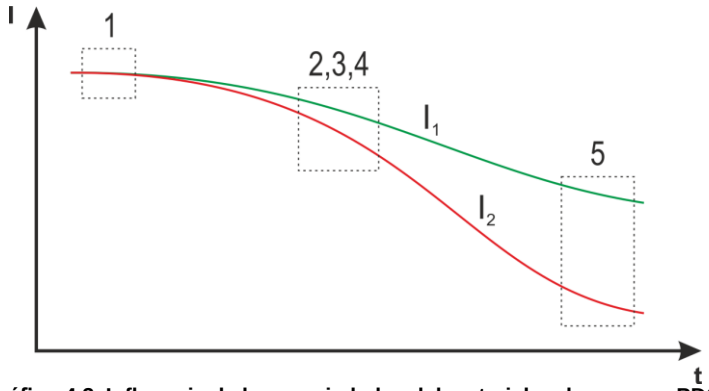


Gráfico 4.3. Influencia de las propiedades del material en las curvas PDC. I_1 – corriente de polarización, I_2 – corriente de despolarización. 1 – conductividad, 2 – propiedades, 3 – forma, 4 – edad, 5 – contenido de agua

4.13 Determinación de longitud del cable medido

Basándose en la capacitad 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

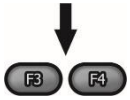
S mm²	R (20°C) Ω/km	C µF/km
1x50RMC/16	0,641	0,18
1x70RMC/25	0,443	0,2
1x95RMC/35	0,32	0,22
1x120RMC/50	0,253	0,24
1x150RMC/50	0,206	0,26
1x185RMC/50	0,164	0,28
1x240RMC/50	0,125	0,3
1x300RMC/50	0,1	0,33
1x400RMC/50	0,0778	0,37
1x500RMC/50	0,0605	0,4

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**.

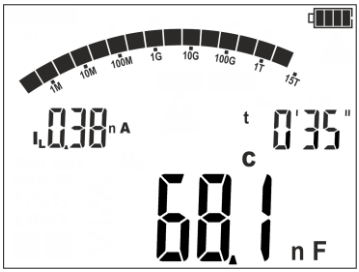
③

Iniciar la medición.

④ 

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

5



El equipo mide la capacidad total del cable C. Sabiendo la capacidad unitaria $\mathbf{C_X}$, se puede calcular la longitud **L**.

$$C = C_X \cdot L$$

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

En el presente caso, para:
C = 68,1 nF
C_X = 0,3 µF/km = 300 nF/km
la longitud del cable es:

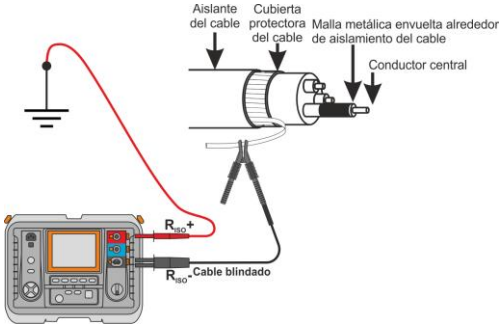
$$L = \frac{C}{C_X} = \frac{68{,}1\,\text{nF}}{300\,\frac{\text{nF}}{\text{km}}} = 0{,}227\,\text{km} = 227\,\text{m}$$

4.14 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: ≤5 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.



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 pude 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.

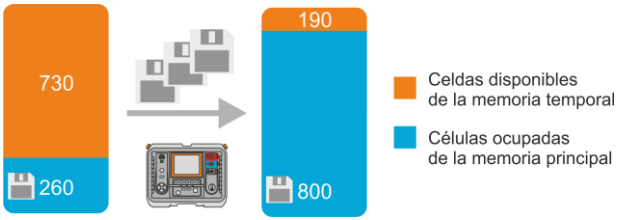


Fig. 5.1. La capacidad de memoria temporal depende de la cantidad de datos en la memoria principal

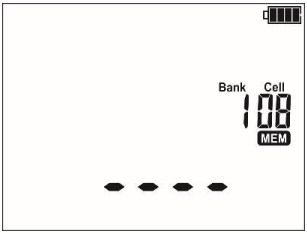
- En una celda se puede guardar:
  - el resultado de la medición R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p,
  - el resultado R_{ISO} SV, DD,
  - el resultado del Método de quemado.
- Después de guardar el resultado de la medición incrementa automáticamente el número de celda.
- En la memoria también se guardan los datos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

5.1 Guardar los resultados de las mediciones en la memoria

1

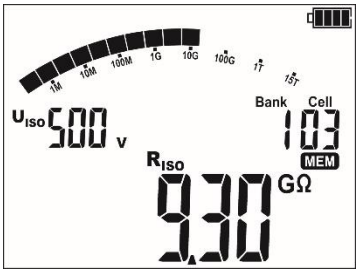
Después de realizar la medición, pulsar el botón **ENTER**.

2a



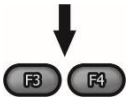
La celda está vacía.

(2b)



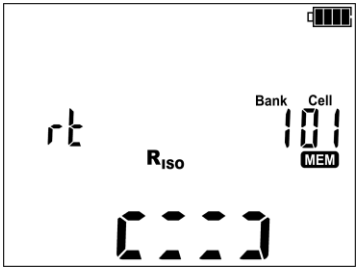
La celda ocupada por el resultado del mismo tipo como se escribe.

(3)



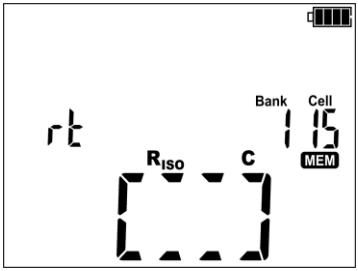
Con los botones **F3** y **F4** (**PANTALLA**) se pueden ver los componentes del resultado.

(4a)



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

(4b)



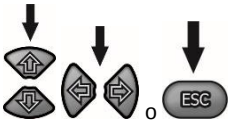
La celda ocupada por completo.

(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.

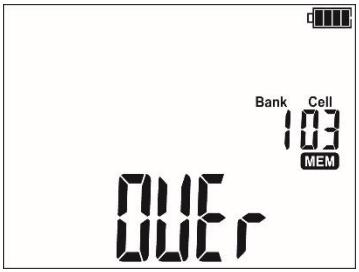
Pulsar el botón **ENTER**, guardar el resultado en la memoria. El hecho de guardar se indica mediante una señal sonora triple y un rectángulo que aparece en la pantalla.

(6)



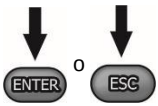
- El número de la celda se cambia con los botones ⬆⬇.
- El número del banco se cambia con los botones ⬅➡.
- Con el botón **ESC** se puede volver a la visualización del resultado sin necesidad de guardarlo.

7



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

8

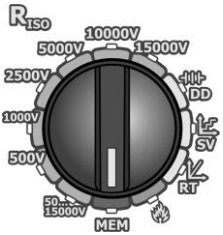


Pulsar el botón **ENTER**, para sobreescribir el resultado.
Pulsar **ESC**, para cancelar.

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

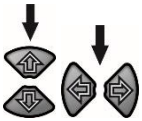
1



Poner el conmutador rotativo 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).

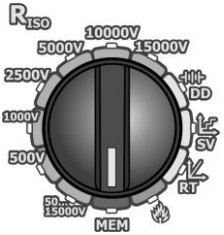
Los parámetros se mostrarán durante 3 s, después de volverá al valor de la medición dada.

Cuando 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}.

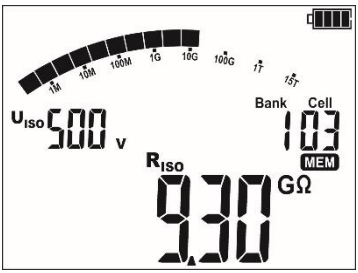
5.3 Borrar memoria

Se puede borrar la memoria completa o los bancos particulares.

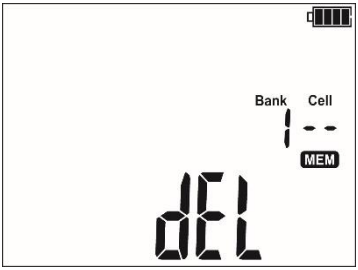
5.3.1 Borrado del banco

① 

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

② 

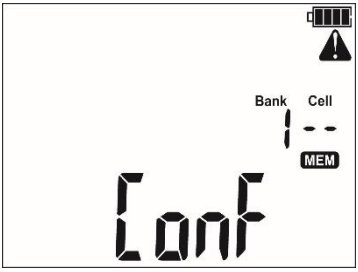
Con los botones ⬅ ➡ ajustar el número de banco que desea borrar.
Con los botones ⬆ ⬇ subir o bajar el número hasta…

③ 

…que desaparezca y será reemplazado por el símbolo dEL que indica que está listo para borrar.

④

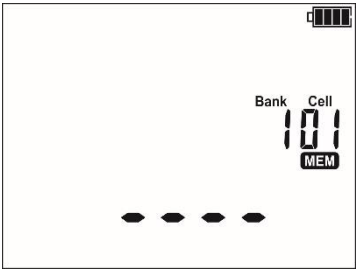
Pulsar **ENTER**.

⑤ 

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

6

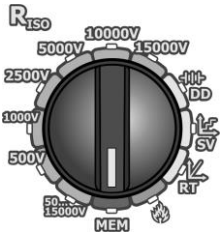
Volver a pulsar **ENTER**.



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

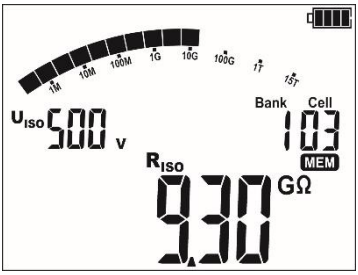
5.3.2 Borrado de la memoria completa

1



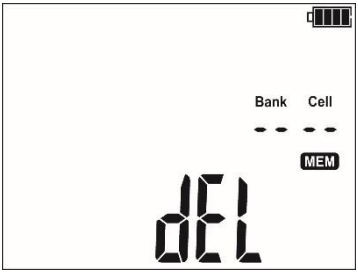
Poner el conmutador rotativo de selección de funciones en la posición **MEM**.

2



Con los botones ⬅ ➡ subir o bajar el número del banco hasta…

3

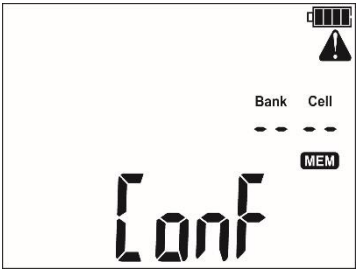


…que desaparezca y será reemplazado por el símbolo dEL que indica que está listo para borrar.

④

Pulsar el botón **ENTER**.

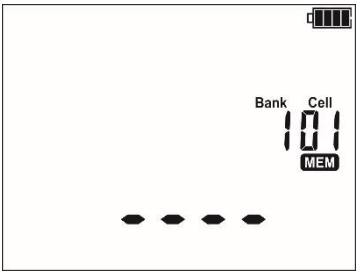
⑤



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

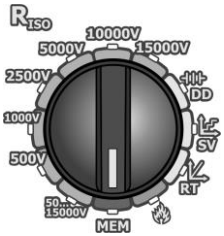
Para que el medidor trabaje con el ordenador es necesario el cable USB o el módulo inalámbrico Bluetooth y el software apropiado (para descargar de la página web del fabricante):

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

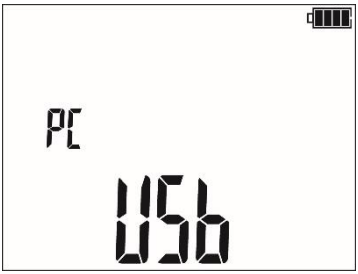
Este software puede ser utilizado con muchos dispositivos de producción SONEL S.A. equipados con la interfaz USB y Bluetooth. La información detallada se puede recibir del fabricante y de los distribuidores.

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 

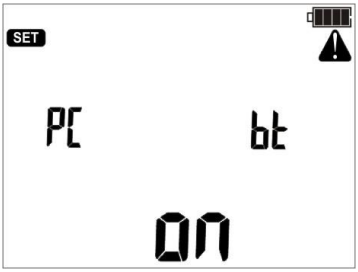
Poner el conmutador rotativo de selección de funciones en la posición **MEM**.

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 (1)(2)(14).

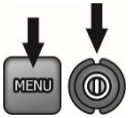
(2) Si el ordenador no está equipado con Bluetooth, se debe conectarlo a su puerto USB.

(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 

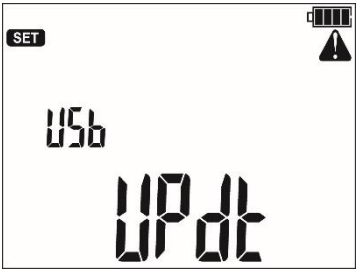
Mantener pulsado el botón **MENU** y pulsar brevemente el botón **ON/OFF**. Mantener pulsado el botón **MENU** hasta que aparezca el icono SET.

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

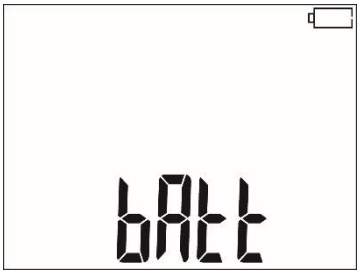
¡ATENCIÓN!

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 unas 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 °C.	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 °C y BATT.	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 ybien 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_{obc} [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): 0…+5% o 0…+10% del valor establecido
- Rango de medición según IEC 61557-2: 50 kΩ …40,0 TΩ (I_{ISOnom} = 1,2 mA / 3 mA / 5 mA / 7 mA)

La medición con la tensión continua y creciente (SV) para U_{ISO} de	Rango de visualización	Resolución	Precisión
5 kV	000 kΩ…999 kΩ	1 kΩ	± (3% v.m. + 10 dígitos) para U_{ISO} = 5 kV
	1,00 MΩ…9,99 MΩ	0,01 MΩ	
	10,0 MΩ…99,9 MΩ	0,1 MΩ	
	100 MΩ..999 MΩ	1 MΩ	
	1,00 GΩ..9,99 GΩ	0,01 GΩ	
	10,0 GΩ…99,9 GΩ	0,1 GΩ	
	100 GΩ…999 GΩ	1 GΩ	± (3,5% v.m. + 10 dígitos) para U_{ISO} = 5 kV
	1,00 TΩ…9,99 TΩ	0,01 TΩ	± (7,5% v.m. + 10 dígitos) para U_{ISO} = 5 kV
≥10 kV	10,0 TΩ…20,0 TΩ	0,1 TΩ	± (9% v.m. + 10 dígitos) para U_{ISO} = 5 kV
≥15 kV	10,0 TΩ…40,0 TΩ		± (12,5% v.m. + 10 dígitos) para U_{ISO} = 10 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.

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:

$$R_{ISO\,\min} = \frac{U_{ISOnom}}{I_{ISOnom}}$$

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 capacitad 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 Otros datos técnicos

a) tipo de aislamiento según EN 61010-1 e IEC 61557 ..... doble
b) categoría de medición según EN 61010-1
   ▪ 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 ± 2°C
l) humedad de referencia ..... 40%...60%
m) pantalla ..... LCD de segmentos
n) número de mediciones R_{ISO} según EN 61557-2 con la alimentación de la batería ..... mín. 1000
o) tiempo de trabajo con una sola carga de batería
   ▪ para R_{ISO}=5 MΩ, U_{ISO}=5 kV, T=(23±5)°C ..... ca. 5 h
   ▪ para R_{ISO}=100 MΩ, U_{ISO}=15 kV, T=(23±5)°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 e IEC 61557
t) el producto cumple con los requisitos de EMC (compatibilidad electromagnética) de acuerdo con las normas ..... EN 61326-1 y EN 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/

12.3 Datos adicionales

Los datos sobre las incertidumbres adicionales son útiles si se utiliza el medidor en condiciones especiales y para la medición de calibración en los laboratorios.

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

Valor de entrada	Símbolo	Incertidumbre adicional
Posición	E_1	0%
Tensión de alimentación	E_2	1% (sin mensaje)
Temperatura 0°C…35°C	E_3	6%

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

NOTAS

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 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 - voltómetro. Además de la información que se muestra: ● hay un pitido de dos tonos, ● parpadea el diodo rojo.
LIMIT I!	Conexión de limitación de corriente. Visualización del símbolo está acompañada por un tono continuo.
	El aislamiento del objeto ha sido dañado, la medición se interrumpe. Aparece el mensaje LIMIT I! que se mantiene 20 s durante la medición, cuando la tensión previamente ha alcanzado el valor nominal.
	Descarga del objeto en curso.
	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