

RM3548

Manual de Instrucciones

MEDIDOR DE RESISTENCIA RESISTANCE METER



ES

Dec. 2023 Revised edition 4
RM3548A983-04 (A981-05)



Cómo utilizar el manual de instrucciones (este manual)

Véase a continuación, según corresponda:

Asegúrese de leer siempre las siguientes secciones.	▶ “Notas de seguridad” (p. 4) ▶ “Notas de uso” (p. 7)
Si quiere utilizar el instrumento de inmediato	▶ “Aspectos generales” (p. 15)
Si necesita más información sobre las distintas funciones	▶ Consulte “Contenido” (p.i) y/o “Índice” (p. Índice1) para encontrar la función deseada.
Si quiere saber más sobre las especificaciones del instrumento	▶ “Especificaciones” (p. 95)
Si el instrumento no funciona como está previsto o del modo esperado	▶ “Resolución de problemas” (p. 110)
Si desea información detallada sobre la medición de resistencia	▶ “Apéndice” (p. Apéndice 1)

Contenido

Introducción.....	1
Comprobación del contenido del paquete.....	2
Notas de seguridad	4
Notas de uso	7

1 Aspectos generales **15**

1.1 Aspectos generales y funciones	15
1.2 Nombres de componentes y aspectos generales de funcionamiento	16
■ Ajustes de encendido.....	20
1.3 Flujo de la medición	21
1.4 Disposición de la pantalla.....	22
1.5 Comprobación del objetivo de medición.....	25

2 Preparación para la medición **27**

2.1 Colocación de la correa	28
2.2 Carga o sustitución de las pilas	29
2.3 Conexión de las puntas de prueba	31
2.4 Conexión del sensor de temperatura Z2002 (Si utiliza TC o ΔT)	32
2.5 Encender/Apagar la alimentación	33
■ Encender la alimentación.....	33
■ Apagar la alimentación.....	33
■ Apagado automático con el ahorro automático de energía (APS).....	34
■ Desactivación del ahorro automático de energía (APS).....	34
2.6 Inspección previa a la medición.....	35

3 Medición básica **37**

3.1 Ajuste del rango de medición.....	38
3.2 Conexión de las puntas de prueba al objetivo de medición	40
3.3 Lectura del valor medido	41
■ Alternación de los indicadores	41
■ Comprobación de los errores de medición	42
■ Retención de un valor medido	44
■ Memorización de un valor medido	44

4	Personalizar condiciones de medición	45
4.1	Utilización de la calibración.....	46
4.2	Estabilización de valores medidos (función promedio)	51
4.3	Compensación por valores térmicos (Corrección de temperatura (TC)).....	52
4.4	Compensación de offset de fuerza termo-electromotriz (función de Compensación de tensión offset: función OVC)	53
4.5	Ajuste del tiempo de retardo para la medición (función de retardo).....	55
4.6	Alternación de la corriente de medición (en el rango de 300 mΩ).....	57
5	Funciones de conversión y de valoración	61
5.1	Valoración de valores medidos (función del comparador)	62
	■ Valoración a partir de los valores de límite superior e inferior (modo ABS).....	65
	■ Valoración a partir de un valor de referencia y un rango permitido (modo REF%).....	66
	■ Comprobación de una valoración con un sonido (función de sonido de valoración).....	67
	■ Comprobación de una valoración en un dispositivo de mano (accesorio comparador LED L2105 opcional).....	68
5.2	Ejecución de una prueba de aumento de temperatura (función de conversión de temperatura (ΔT))	69
5.3	Mida la longitud de un conductor (función de conversión de longitud)	71
6	Carga y guardado del panel (Carga y guardado de las las condiciones de medición)	73
6.1	Guardado de las condiciones de medición (Función de guardado del panel)	74

6.2	Carga de las condiciones de medición (función de carga del panel)	75
6.3	Borrado de contenidos del panel	76

7 Función de memoria (guardar y exportar datos de medición a un PC) 77

7.1	Guardado de datos en un momento específico (memoria manual)	79
7.2	Guardado de datos automático cuando se estabilicen los valores medidos (memoria automática)	80
7.3	Guardado de datos a intervalos fijos (función de memoria del intervalo)	81
7.4	Visualización de datos de medición guardados (función de visualización de la memoria)	83
7.5	Borrado de los datos de medición (borrado de memoria)	84
7.6	Exportación de los datos de medición guardados a un PC (modo de almacenamiento masivo USB)	88

8 Ajustes del sistema 91

8.1	Visualización de la pantalla de verificación de fecha y hora	91
8.2	Ajuste del reloj	92
8.3	Inicialización (Reinicio)	93
■	Ajustes predeterminados	94

9 Especificaciones 95

9.1	Especificaciones generales	95
■	Rango de medición	95
■	Método de medición	95
■	Especificaciones de medición	95
■	Precisión	98
■	Funciones	99
■	Interfaz	106
■	Especificaciones medioambientales y de seguridad	107
■	Accesorios	107
■	Opciones	107

10 **Mantenimiento y servicio** **109**

10.1 Resolución de problemas	110
■ Preguntas y respuestas frecuentes.....	110
■ Visualización de errores y acciones.....	116
10.2 Reparación e inspección	117
10.3 Cambio de fusibles	118
10.4 Desecho del instrumento	119

Apéndice **Apéndice.1**

Apéndice 1 Diagrama de bloque	Apéndice.1
Apéndice 2 Método (caída del voltaje) de los cuatro terminales	Apéndice.2
Apéndice 3 Método CC y método CA	Apéndice.3
Apéndice 4 Función de corrección de temperatura (TC)	Apéndice.4
Apéndice 5 Función de conversión de temperatura (ΔT)	Apéndice.7
Apéndice 6 Efecto de la fuerza termo-electromotriz	Apéndice.8
Apéndice 7 Calibración	Apéndice.11
Apéndice 8 Valores de medición inestables	Apéndice.17
Apéndice 9 Localización de cortocircuitos en una placa de PC	Apéndice.27
Apéndice 10 Puntas de prueba opcionales	Apéndice.28
Apéndice 11 Calibración	Apéndice.30

Índice **Índice1**

Introducción

Gracias por adquirir el medidor de resistencia Hioki RM3548. Para sacar el máximo rendimiento al instrumento, lea primero este manual y guárdelo cerca para consultarlo en un futuro.

Versión más reciente del manual de instrucciones

La información contenida en este manual está sujeta a cambios por motivos como mejoras del producto o cambios en las especificaciones.

Puede descargar la versión más reciente desde el sitio web de Hioki.

<https://www.hioki.com/global/support/download>



Solicitud de registro del usuario del producto

Registre este producto para poder recibir información importante sobre él.

<https://www.hioki.com/global/support/myhioki/registration/>



Marcas comerciales

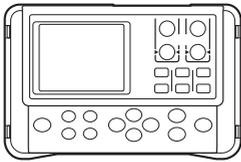
Excel es una marca comercial del grupo de empresas Microsoft.

Comprobación del contenido del paquete

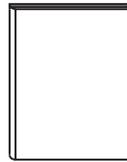
- Al recibir el instrumento, examínelo con detenimiento para asegurarse de que no ha sufrido ningún daño durante el envío. En especial, compruebe los accesorios, los interruptores del panel y los conectores. Si existe un daño evidente o no funciona de acuerdo con las especificaciones, póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.
- Cuando transporte el instrumento, utilice los mismos materiales de empaquetado en que le llegó el producto.

Compruebe los contenidos del paquete de esta forma:

- RM3548 Medidor de resistencia**



- Manual de instrucciones**



- L2107 Puntas tipo clip (p. 31)**



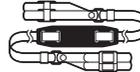
- Cable USB (mini-A Tipo B)**



- Z2002 Sensor de temperatura (p. 32)**



- Correa**



- Pilas alcalinas LR6 o AA × 8**



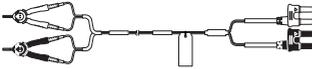
- Fusible de repuesto (F2AH/250 V)**



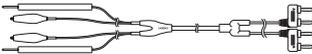
Opciones

El instrumento dispone de las opciones indicadas a continuación. Para solicitar una opción, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki. Las opciones están sujetas a cambios. Visite el sitio web de Hioki para ver la información más reciente. (p. Apéndice 28)

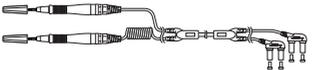
- L2107 Puntas tipo clip



- 9453 Puntas de cuatro terminales



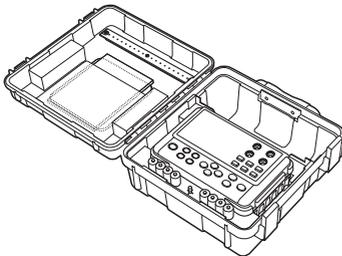
- 9465-10 Puntas tipo pin



- Z2002 Sensor de temperatura



- C1006 Funda de transporte rígida



- 9467 Puntas tipo clip grande



- 9772 Puntas tipo pin



- 9454 Tabla de calibración



- L2105 Accesorio comparador LED



Notas de seguridad

Este instrumento está diseñado conforme a las normas de seguridad IEC 61010 y se ha probado la seguridad de forma íntegra antes del envío. Sin embargo, si utiliza el instrumento de un modo no descrito en este manual, es posible que anule las características de seguridad proporcionadas.

Antes de utilizar el instrumento, lea atentamente las siguientes indicaciones de seguridad.

PELIGRO



Si lo utiliza mal, pueden provocarse lesiones o incluso la muerte, además de daños al instrumento. Asegúrese de que comprende las instrucciones y las precauciones del manual antes de usar el instrumento.

ADVERTENCIA



Con respecto al suministro eléctrico, existe riesgo de descarga eléctrica, generación de calor, incendio y descarga del arco debido a cortocircuitos. Si alguna persona no familiarizada con instrumentos de medición de electricidad utiliza el instrumento, una persona familiarizada con estos deberá supervisar las operaciones.

Este manual contiene información y advertencias esenciales para el funcionamiento seguro del instrumento y para mantenerlo en un estado funcional y seguro. Antes de utilizar el instrumento, lea atentamente las siguientes indicaciones de seguridad.

Notación

En este manual, la gravedad del riesgo y los niveles de peligro se clasifican de la siguiente manera.

 PELIGRO	Indica una situación inminentemente peligrosa que provocará la muerte o lesiones graves al operario.
 ADVERTENCIA	Indica una situación potencialmente peligrosa que puede provocar la muerte o lesiones graves al operario.
 ATENCIÓN	Indica una situación potencialmente peligrosa que puede provocar lesiones menores o moderadas al operario, dañar el instrumento o causar un mal funcionamiento.
IMPORTANTE	Indica información relativa al funcionamiento del instrumento o a las tareas de mantenimiento con la que los operarios deben estar completamente familiarizados.
	Indica acciones prohibidas.
	Indica la acción que debe ejecutarse.
*	A continuación se incluye información adicional.
p.	Indica la ubicación de la información de referencia.
[]	Un elemento cerrado por [] indica un nombre clave.

Símbolos adheridos al instrumento

	Indica precauciones y peligros. Cuando el símbolo esté impreso en el instrumento, consulte el asunto correspondiente en el Manual de instrucciones.
	Indica un fusible.
	Indica CC (corriente continua).

Símbolos de distintas normas

	Indica la Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva RAEE) en los estados miembros de la UE.
	Indica que el instrumento cumple con los reglamentos requeridos por la Directiva de la UE.

Indicadores en pantalla

El instrumento emplea los siguientes indicadores en pantalla.



Precisión

Definimos la medición de tolerancias en términos de e.c. (escala completa), ltr. (lectura) y dgt. (dígito), con los siguientes significados:

e.c.	(Valor máximo mostrado) Este suele ser el valor máximo mostrado. En el instrumento, esto indica el rango en uso actualmente.
ltr.	(Lectura o valor mostrado) El valor que se está midiendo actualmente y que se indica en el instrumento de medición.
dgt.	(Resolución) La unidad más pequeña que se puede mostrar en un instrumento de medición digital, es decir, el valor de entrada que hace que la pantalla digital muestre un "1".

Consulte: "Ejemplos de cálculo de la precisión" (p. 98)

Notas de uso

Siga estas preocupaciones para garantizar un funcionamiento seguro y aprovechar al máximo las diversas funciones.

Utilice este instrumento conforme a sus especificaciones, así como a las especificaciones de todos los accesorios, opciones, baterías y otros equipos en uso

Comprobación antes del uso

Antes de utilizar el instrumento por vez primera, compruebe que funciona con normalidad para garantizar que no se produjeron daños durante el almacenamiento o el transporte. Si no encuentra ningún daño, póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

PELIGRO



Antes de utilizar este instrumento, compruebe que el recubrimiento de las puntas de prueba o de los cables no está desgarrado ni rasgado y que no hay partes metálicas expuestas. El uso del instrumento en tales condiciones puede ocasionar una electrocución. Cambie todas las puntas de prueba por las especificadas por nuestra empresa.

Instalación

La instalación del instrumento en ubicaciones inadecuadas puede dar lugar a un mal funcionamiento o a un accidente. Evite las ubicaciones:

ATENCIÓN



- Expuestas a la luz solar directa o a altas temperaturas
- Expuestas a gases corrosivos o combustibles
- Expuestas a agua, aceite, productos químicos o disolventes
- Expuestas a alta humedad o condensación
- Expuestas a un campo electromagnético fuerte o a carga electrostática
- Expuestas a altas cantidades de partículas de polvo
- Cerca de sistemas de calentamiento por inducción (como los sistemas de calentamiento por inducción de alta frecuencia y equipos de cocina de calentamiento por inducción)
- Susceptibles a vibración

IMPORTANTE

La medición precisa puede resultar imposible en la presencia de fuertes campos magnéticos, cerca de transformadores y de conductores de corriente elevada o en la presencia de fuertes campos electromagnéticos, como los transmisores de radio.

Precauciones de manipulación

ADVERTENCIA



- No permita que el instrumento se humedezca ni lo utilice con manos húmedas, ya que esto puede provocar un accidente de descarga eléctrica.
- No modifique, desmonte ni repare el instrumento. Esto puede provocar un incendio, una descarga eléctrica o lesiones.

ATENCIÓN



- No coloque el instrumento en una superficie inestable ni inclinada: puede caerse y provocar lesiones o un fallo en el instrumento.
- Para evitar daños al instrumento, evite vibraciones o descargas durante el transporte o la manipulación. Tenga especial cuidado con no soltar ni dejar que caiga el instrumento, pues provocaría una descarga.
- Para evitar daños al instrumento, no pase voltaje ni corriente a un terminal de medición, TEMP.SENSOR o COMP.OUT.

Precauciones durante el envío

Cumpla lo siguiente durante el envío.

Hioki no se hace responsable de daños que se produzcan durante el envío.

ATENCIÓN



- Durante el envío del instrumento, manéjelo con cuidado para que no se dañe por vibración o descargas.
- Para evitar daños en el instrumento, retire de él los accesorios y elementos opcionales durante el envío.

Si el instrumento no se va a utilizar durante un largo periodo de tiempo

IMPORTANTE

Para evitar corrosión y/o daños en el instrumento debido a fugas en la pila, retire las pilas del instrumento si este se va a almacenar durante un periodo prolongado.

Manejo de puntas y de cables

PELIGRO



Para evitar un accidente por descarga eléctrica, no cortocircuite las puntas de prueba cuando se aplique voltaje.

ATENCIÓN



- Evite pisar o pinzar las puntas, pues podría dañar su aislamiento.
- Para evitar dañar los cables, no doble ni tire de la base de los cables ni de las puntas.



- Cuando extraiga un conector, sostenga su porción de clavija, no el cable, para evitar que se desconecten los cables internos.
- Los extremos de las puntas tipo pin son cortantes: tenga cuidado y no se lesione.
- Un cable conductor fundido es peligroso porque tiene la parte metálica expuesta. Tenga cuidado y no permita el contacto entre el cable conductor y la parte que genera calor.
- El sensor de temperatura Z2002 está fabricado con precisión. Los pulsos excesivos de alto voltaje y la electricidad estática pueden dañar el sensor.
- No aplique un impacto excesivo a la punta del sensor de temperatura Z2002 ni doble el cable conductor. Puede provocarse un error o la desconexión del cable interno.

IMPORTANTE

- No utilice una punta de prueba ni un sensor de temperatura distintos a los proporcionados por la empresa, ya que pueden darse mediciones imprecisas por mal contacto u otras razones.
- Si la clavija de una punta de prueba o el sensor de temperatura está sucio, límpielo. De lo contrario, aumentará la resistencia del contacto y afectará a la medición de temperatura.
- Tenga cuidado con que no se caiga el conector del sensor de temperatura. (La función de conversión o de corrección de temperatura no funcionará si se suelta el conector).

Antes de conectar la correa

ATENCIÓN



Utilice los cuatro puntos de conexión del instrumento para conectar la correa con seguridad. De lo contrario, el instrumento puede caerse durante el transporte y dañarse.

Pilas

ADVERTENCIA



- No cortocircuite, cargue, desmonte ni queme las pilas: es peligroso y puede provocar una explosión.



- Para evitar un accidente por descarga eléctrica, extraiga todas las puntas de prueba antes de cambiar las pilas.
- Después de cambiarlas, asegúrese de volver a conectar la tapa.

ATENCIÓN

Si existe una fuga de ácidos de las pilas, esto podría causar un rendimiento deficiente o daños. Tenga en cuenta las siguientes precauciones:



- No mezcle pilas viejas con nuevas ni distintos tipos de pilas.
- Tenga cuidado y cumpla con la polaridad de las pilas. De lo contrario, podría darse un rendimiento deficiente o daños por una fuga de ácidos de las pilas.
- No utilice las pilas después de su fecha de caducidad recomendada.
- No deje pilas gastadas en el instrumento.



- Para evitar corrosión y/o daños en el instrumento debido a fugas en la pila, retire las pilas del instrumento si este se va a almacenar durante un período prolongado.

IMPORTANTE

- Cuando se ilumine , las pilas se están agotando. Reemplace las pilas lo antes posible. Cuando parpadee , las pilas están demasiado agotadas como para una medición. Reemplace las pilas.
- Asegúrese de desconectar la alimentación después de la utilización.
- En este manual, las “pilas” son las utilizadas para alimentar el instrumento.
- No utilice pilas distintas a las del tipo especificado (Pilas alcalinas LR6, pilas de níquel-metalhidruro HR6).
- Deseche las pilas conforme a las normativas locales.

Indicador de la carga restante de las pilas

Indicación	
	Las pilas tienen una carga completa.
	Conforme las pilas se vayan agotando, las barras desaparecen desde la izquierda.
	Las pilas se están agotando. Reemplace las pilas lo antes posible.
	(Parpadeo) Las pilas están vacías. Cambie las pilas por unas nuevas.

Antes de conectar las puntas de prueba

PELIGRO



Para evitar accidentes con descargas eléctricas o cortocircuitos, desconecte todo objetivo de la medición antes de conectar las puntas de prueba.

Antes de conectar el accesorio comparador LED L2105

ATENCIÓN



- Para evitar que el instrumento y el accesorio comparador LED L2105 se rompan, desconecte la alimentación antes de conectar el accesorio comparador LED L2105.
- El terminal COMP.OUT solo está en el L2105. No conecte un terminal que no sea el L2105.
- Conecte el sensor de temperatura correctamente. De lo contrario, puede que no se cumplan las especificaciones.
- Si se utiliza una banda de amarre, no apriete en exceso la punta de prueba. Podría dañarla.
- No efectúe lo siguiente, ya que podría dañar el núcleo o el recubrimiento de un cable.
 - Girar o tirar del cable
 - Conexión del cable alrededor del accesorio comparador LED L2105 doblándolo compacto

Antes de conectar el sensor de temperatura Z2002

ADVERTENCIA



Conecte el sensor de temperatura Z2002 correctamente. De lo contrario, puede que no se cumplan las especificaciones o puede darse un error.

ATENCIÓN



- Para evitar que el instrumento y el sensor de temperatura Z2002 se rompan, desconecte la alimentación antes de conectar este último.
- Introduzca completamente el sensor de temperatura Z2002 en el terminal TEMP.SENSOR. De lo contrario, el resultado de la medición puede contener un gran error.

IMPORTANTE

Si la clavija del Z2002 está sucio, límpielo. De lo contrario, la medición de temperatura puede presentar un error.

Precauciones de medición

⚠ PELIGRO

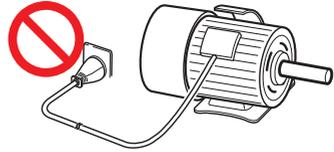


Para evitar un accidente por descarga eléctrica, no cortocircuite las puntas de prueba cuando se aplique voltaje.

⚠ ADVERTENCIA



- Para evitar un accidente por descarga eléctrica o daños al instrumento, no aplique voltaje al terminal de medición. Para evitar un accidente eléctrico, desconecte la alimentación del objetivo de medición antes de esta.



El objetivo de medición está conectado a la alimentación.

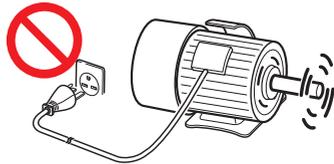
- Pueden darse chispas eléctricas al conectar/desconectar el cable de alimentación a/desde el objetivo de medición. No utilice el instrumento donde se generen gases combustibles.

⚠ ATENCIÓN



- No mida un punto en el que se esté aplicando voltaje. Cuando se desconecte un motor, este no se detiene de inmediato y sigue girando por inercia. En tal estado, todavía se está generando una gran fuerza electromotriz.

Si se mide un transformador o motor inmediatamente después de una prueba de resistencia de voltaje, el instrumento se dañará por el voltaje inducido o la carga residual.



Girando por inercia

- Cuando mida un transformador o bobina con una inductancia de 5 H o más y una resistencia de 1 Ω o menos, no utilice el intervalo de 3 m Ω o 30 m Ω en el que fluye la corriente de medición de 1 A. El instrumento puede dañarse.
- No intente medir la resistencia interna de una pila. El instrumento quedará dañado. Para medir la resistencia interna de una pila, utilice un probador de baterías Hioki 3554, 3555, BT3562, BT3563 o 3561.

IMPORTANTE

- Los terminales SOURCE están protegidos con un fusible. Si el fusible está roto, aparece "FUUSE" y no puede medirse la resistencia. En tal caso, cambie el fusible. (p. 118)
- Debido a que el instrumento utiliza corriente CC para la medición, puede verse afectado por la fuerza termo-electromotriz, lo que provocaría un error de medición. En ese caso, utilice la función de Compensación de tensión offset. "4.4 Compensación de offset de fuerza termo-electromotriz (función de Compensación de tensión offset: función OVC)" (p. 53)
"Apéndice 6 Efecto de la fuerza termo-electromotriz" (p. 8)
- Cuando se mida un transformador de potencia o una bobina abierta del solenoide con gran inductancia o similar, puede que no se establezca el valor medido. En ese caso, conecte un condensador de película de aprox. 1 μF entre los terminales SOURCE A y B.
- Asegúrese de que las conexiones de los terminales SOURCE-A, SENSE-A, SENSE-B y SOURCE-B estén aisladas entre ellas. Si un núcleo o un hilo blindado toca a otro, el instrumento no podrá ejecutar una medición precisa de cuatro terminales, lo que provocaría un error de medición.

Utilización del sensor de temperatura Z2002**⚠ ATENCIÓN**

El sensor de temperatura Z2002 no es impermeable. No coloque el sensor en agua o en cualquier otro líquido.

IMPORTANTE

- Cuando utilice la función de corrección de temperatura, espere hasta que el objetivo de medición y el sensor de temperatura Z2002 se acerquen lo suficiente a la temperatura para realizar la medición. De lo contrario, puede darse un gran error de medición.
- No sostenga el sensor de temperatura Z2002 con la mano desnuda. Puede captar suficiente ruido como para desestabilizar la medición.
- El sensor de temperatura Z2002 está diseñado para la medición de temperatura ambiental. La temperatura de un objetivo de medición no puede medirse correctamente aunque el sensor de temperatura Z2002 esté conectado a su superficie o a otra porción.
- Introduzca completamente el sensor de temperatura Z2002 en el terminal TEMP. SENSOR. De lo contrario, el resultado de la medición puede contener un gran error.

1 Aspectos generales

1.1 Aspectos generales y funciones

El Hioki RM3548 emplea el método de cuatro terminales para medir con gran precisión la resistencia CC de los objetivos de medición, incluidos los bobinados del transformador y del motor, soldaduras, patrones de placas de PC, fusibles, resistores y materiales como la goma conductora. El instrumento permite la corrección de la temperatura, por lo que es especialmente válido para objetivos de medición cuyos valores de resistencia cambian con la temperatura.

Especificaciones muy fiables implementadas en una carcasa compacta y ligera

- Alta resolución de 35000 dgt.
- Resolución de $0,1 \mu\Omega$ con una corriente de medición de 1 A

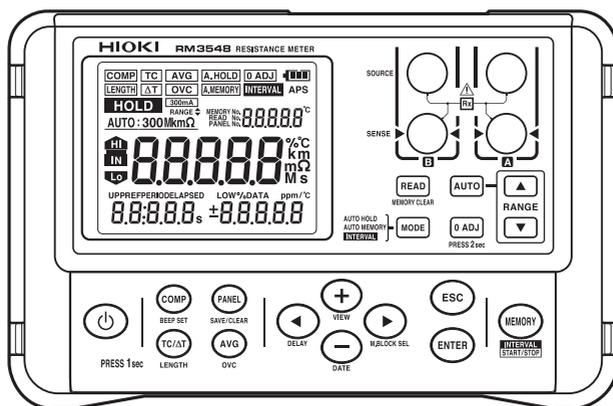
No son necesarios ni un tiempo de calentamiento ni la calibración antes de comenzar la medición

Prueba sencilla de elevación de la temperatura (para estimar la temperatura durante la parada de la alimentación)

- Funciones de conversión de temperatura y de medición del intervalo
- Admite la copia del archivo de datos de medición desde la memoria del instrumento al PC

Instrumento bien diseñado y con una forma que permite medir sin apartar las manos y los ojos del objetivo, con lo que es ideal para el mantenimiento y la medición de productos grandes

- Portátil con correa conectable
- Memoria y retención automáticas de serie y accesorio comparador LED L2105 opcional



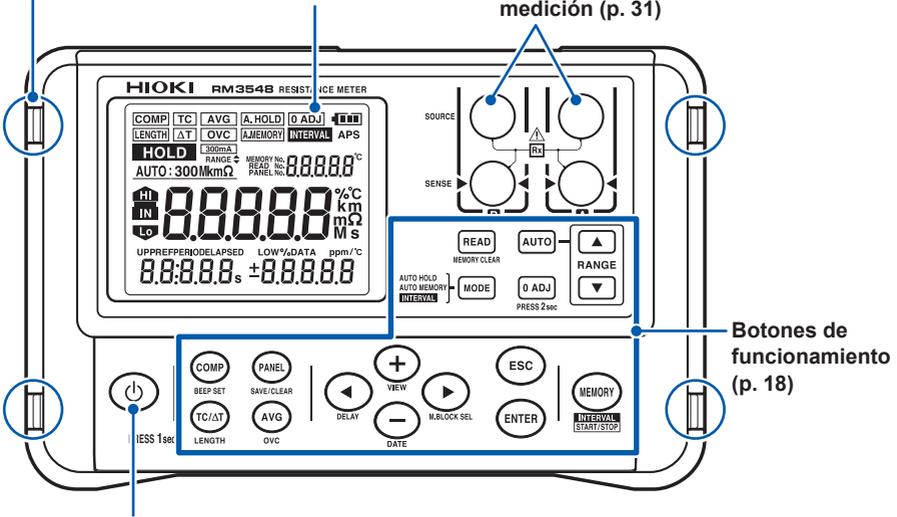
1.2 Nombres de componentes y aspectos generales de funcionamiento

Parte delantera

Orificios de conexión de la correa (cuatro) (p. 28)

Pantalla (p. 22)

Terminales de medición (p. 31)



Botón de [ENCENDIDO]

Enciende/Apaga la alimentación. (p. 33)

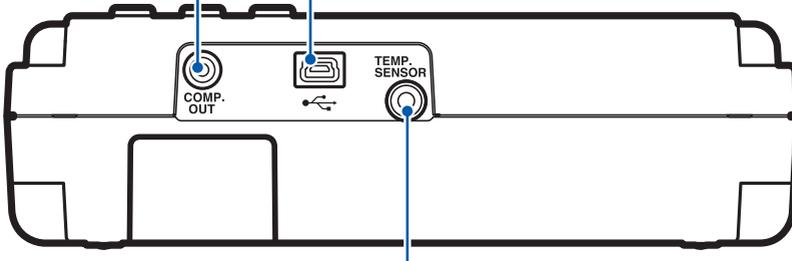
Vista superior

Terminal COMP. OUT

Conecte un accesorio comparador LED L2105 opcional. (p. 68)

Terminal USB

Conecte un cable USB. (p. 88)



Terminal TEMP.SENSOR

Conecte el sensor de temperatura Z2002 incluido. (p. 32)

Vista inferior

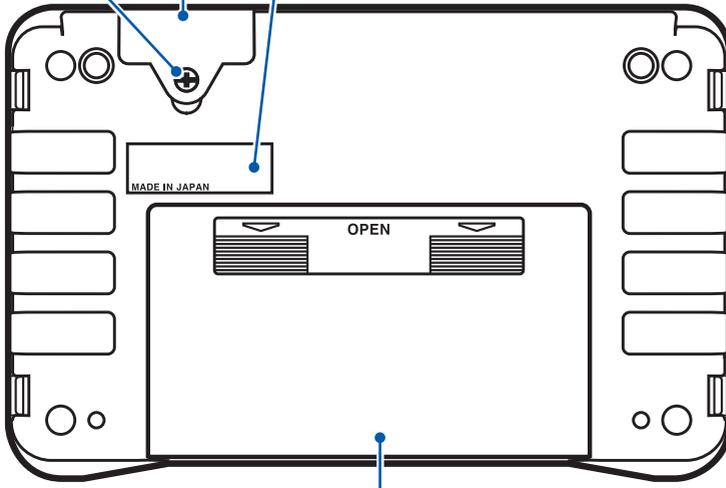
Tapa del fusible

Contiene un fusible para la protección del circuito de medición. (p. 118)

Tornillo de fijación

Número de serie

El número de serie de 9 dígitos indica el año (primeros dos dígitos) y el mes de fabricación (los siguientes dos dígitos). No retire este adhesivo ya que el número es importante.



Tapa de las pilas

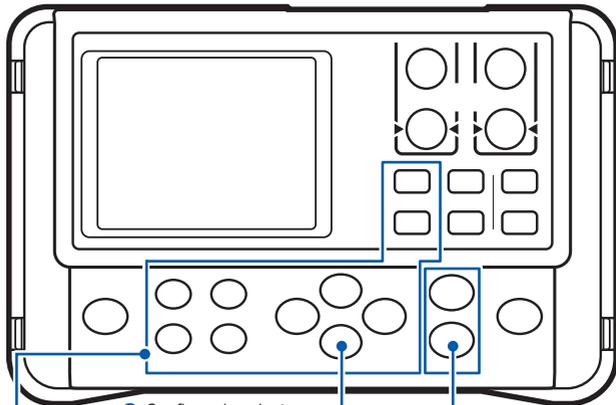
Contiene ocho pilas alcalinas LR6 o de níquel-metalhidruro HR6. (p. 29)

Botones de funcionamiento

Botón	Descripción
	<p>Botón [COMP] (p. 64)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparador: oFF → ON (modo ABS) → ON (modo REF%) <p>Botón [BEEPSET] (mantenga pulsado) (p. 67)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonido de valoración: oFF → Hi → in → Lo → Hi-Lo → ALL1 → ALL2
	<p>Botón [TC/ΔT] (p. 52 , p. 69)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Función de corrección/conversión de temperatura: oFF → TC → ΔT <p>Botón [LENGTH] (mantenga pulsado) (p. 71)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Función de conversión de la longitud: oFF → ON
	<p>Botón [PANEL] (p. 75)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carga del panel: Cambia el núm. de panel. "PrSet" inicializa las condiciones de medición. <p>Botón [SAVE/CLEAR] (mantenga pulsado) (p. 74, p. 76)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guarda y borra los paneles: SAve → CLr
	<p>Botón [AVG] (p. 51)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Función promedio: oFF → 2 → 5 → 10 → 20 <p>Botón [OVC] (mantenga pulsado) (p. 53)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Función Compensación de tensión offset (OVC): oFF → on
	<p>Botón [◀]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se mueve a un dígito diferente del ajuste <p>Botón [DELAY] (mantenga pulsado) (p. 55)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Función de retardo: PrSet (valor predeterminado) → 10 ms → 30 ms → 50 ms → 100 ms → 300 ms → 500 ms → 1000 ms
	<p>Botón [▶]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se mueve a un dígito diferente del ajuste <p>Botón [M.BLOCK SEL] (mantenga pulsado) (p. 78)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecciona un bloque de memoria: A → b → C → d → E → F → G → H → J → L
	<p>Botón [+]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambia valores y elementos <p>Botón [VIEW] (mantenga pulsado) (p. 41)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alterna el indicador: Temperatura → sin indicador → número de memoria (MEMORY No.)
	<p>Botón [-]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambia valores y elementos <p>Botón [DATE] (mantenga pulsado) (p. 91)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra la pantalla de confirmación de fecha y hora.
	<p>Botón [ESC]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancela el ajuste (en la pantalla de ajustes) • Libera un estado HOLD (si está en un estado HOLD)
	<p>Botón [ENTER]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica el ajuste

Botón	Descripción
 	Botón [MEMORY] (p. 79) • Guarda los valores medidos (memoria manual) Botón [START/STOP] (mantenga pulsado) (p. 81) • Inicia/detiene la medición del intervalo (si está en el modo intervalo)
 MEMORY CLEAR	Botón [READ] (p. 83) • Muestra los datos guardados de medición Botón [MEMORY CLEAR] (mantenga pulsado) (p. 84) • Borra la memoria: LAsT (últimos datos del bloque seleccionado) → bLoC (bloque seleccionado) → ALL (todos los datos)
AUTO HOLD } AUTO MEMORY } INTERVAL } 	Botón [MODE] (p. 44, p. 80, p. 81) Alterna el modo de retención en memoria: oFF → A.HOLD (retención automática) → A.HOLD,A.MEMORY (memoria automática) → INTERVAL (función de intervalo)
	Botón [AUTO] (p. 39) Activa/desactiva el rango automático: iluminado AUTO → no iluminado
 PRESS 2sec	Botón [0 ADJ] (mantenga pulsado) (p. 46) Calibración
 RANGE 	Botón [RANGE] (p. 38) Rango de medición: 3mΩ ↔ 30mΩ ↔ 300mΩ ↔ 3Ω ↔ 30Ω ↔ 300Ω ↔ 3kΩ ↔ 30kΩ ↔ 300kΩ ↔ 3MΩ

Aspectos generales de funcionamiento



1 Seleccione una función.

2 Configure los ajustes.

3 Aplique los ajustes.

La función mostrada bajo cada botón puede seleccionarse manteniendo pulsada la botón.

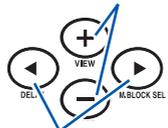


Nombre de la botón que se activa cuando se pulsa



Nombre de la botón que se activa cuando se mantiene pulsada

Cambia los elementos/valores.



Mueve dígitos.

ESC Cancelar

ENTER Aplicar

Ajustes de encendido

Para ejecutar una de las siguientes funciones, es necesario activar la alimentación mientras se pulsa una botón específica.

Para obtener más detalles, consulte la página indicada.

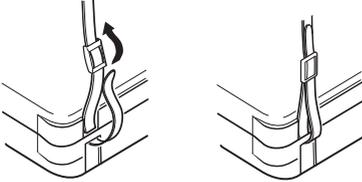
Borrado de la calibración (p. 50)	 + 
Alternación a una corriente distinta de medición (p. 57)	 + 
Desactivación del ahorro automático de energía (APS) (p. 34)	 + 
Cambio del carácter de separación de decimales o del carácter limitador de un archivo CSV (p. 90)	 + 
Ajuste de la fecha y la hora (p. 92)	 + 
Borrado de todos los datos de medición guardados (p. 87)	 + 
Restauración de las condiciones de medición de la corriente (p. 93)	 +  + 
Restauración del sistema (p. 93)	 +  +  + 

1.3 Flujo de la medición

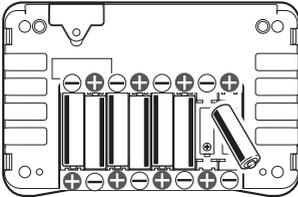
Antes de utilizar el instrumento, asegúrese de consultar “Notas de uso” (p. 7).

Preparación para la medición

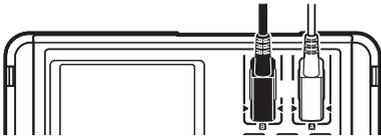
1 Coloque la correa. (p. 28)



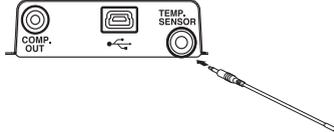
2 Cargue o cambie las pilas. (p. 29)



3 Cargue las puntas de prueba. (p. 31)

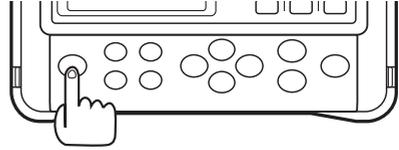


4 Conecte un sensor de temperatura Z2002. (p. 32)

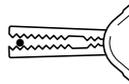
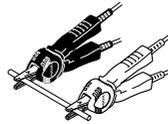


Medición

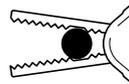
1 Active la alimentación y configure los ajustes.* (p. 33)



2 Conecte las puntas de prueba al objetivo de medición. (p. 40)



Sujetar un cable fino (con la parte del borde de las mordazas)



Sujetar un cable grueso (con la parte de la base y no serrada de las mordazas)

3 Lea el valor medido. (p. 41)

4 Retire las puntas de prueba del objetivo de medición y desconecte la alimentación. (p. 33)

* En los siguientes casos, ejecute la calibración:

La pantalla no se borra por una fuerza termo-electromotriz u otros factores. → La pantalla se calibrará.

(La precisión no se ve afectada por que se ejecute la calibración o no).

La fuerza termo-electromotriz también puede cancelarse con la OVC. (p. 53)

La conexión de cuatro terminales (conocida como conexión Kelvin) es complicada.

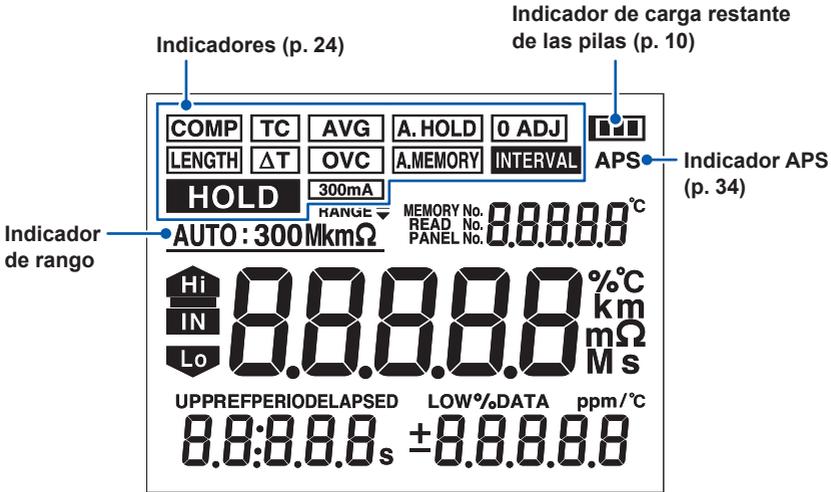
→ La resistencia residual de los cables con conexión de dos terminales se cancelará.

Para ver los procedimientos de calibración, consulte (p. Apéndice. 11).

1.4 Disposición de la pantalla

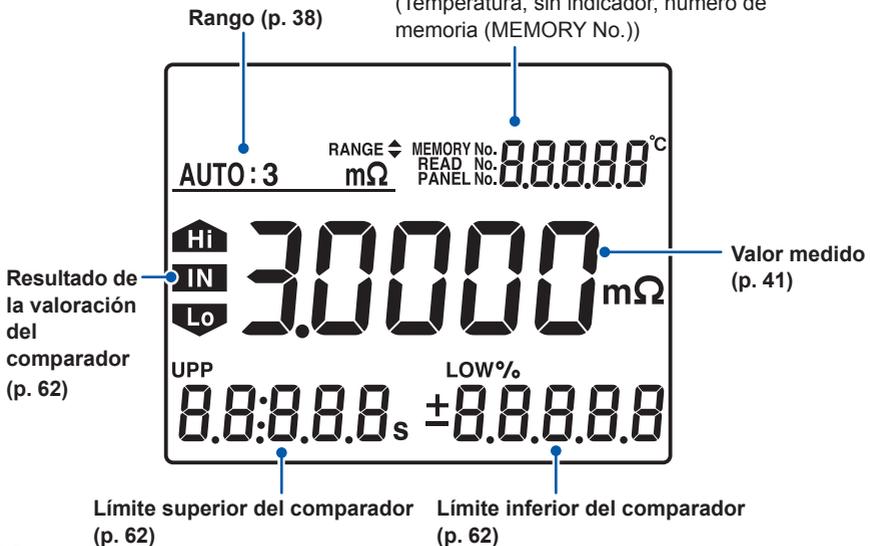
Pantalla (cuando está iluminada toda la pantalla)

Muestra las condiciones de medición, los ajustes, los valores medidos, los números de la memoria (MEMORY No.), los números de panel, los ajustes del comparador, los resultados de la valoración, etc. Para obtener información sobre la visualización de errores, consulte “Visualización de errores y acciones” (p. 116).

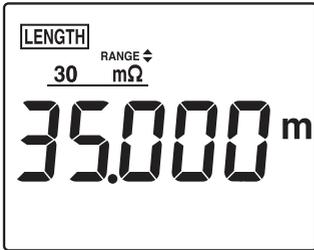


Pantalla de medición de la resistencia

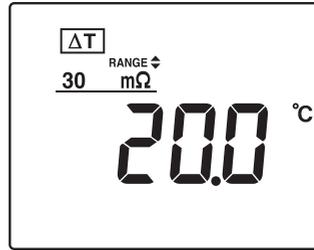
Utilización de la botón **[VIEW]** para alternar la visualización del indicador (p. 41)
(Temperatura, sin indicador, número de memoria (MEMORY No.))



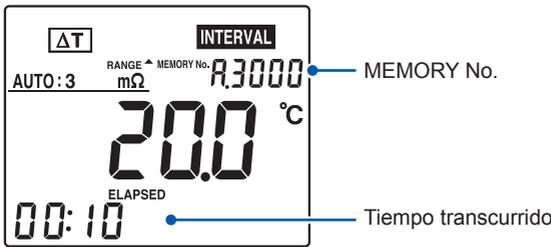
Pantalla de medición de la conversión de longitud (p. 71)



Pantalla de medición de la conversión de temperatura (ΔT) (p. 69)



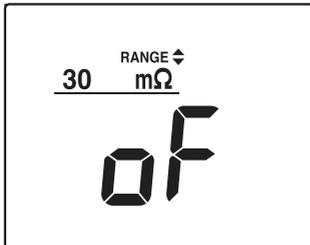
Pantalla de medición del intervalo (p. 81)



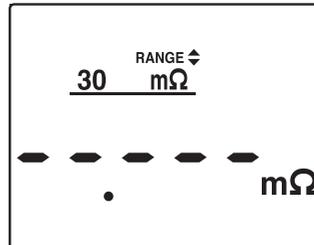
(La pantalla se muestra cuando ΔT está en ON).

Visualización de valores no medidos (consulte “Comprobación de los errores de medición” (p. 42) para obtener más detalles)

Fuera de rango



Fallo de corriente



La función de protección está



Fusible quemado

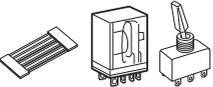
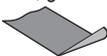


Indicador	Descripción	Consulte
COMP	Iluminado: La función del comparador está activada. Parpadeando: No puede ejecutarse el procesamiento de la botón pulsada porque la función del comparador está activada.	(p. 64)
LENGTH	Iluminado: La función de conversión de longitud está activada. Parpadeando: No puede ejecutarse el procesamiento de la botón pulsada porque la función de conversión de longitud está activada.	(p. 71)
TC	La función de corrección de temperatura está activada.	(p. 52)
ΔT	Iluminado: La función de conversión de temperatura está activada. Parpadeando: No puede ejecutarse el procesamiento de la botón pulsada porque la función de conversión de temperatura está activada.	(p. 69)
AVG	La función de promedio del valor medido está activada.	(p. 51)
OVC	La función OVC está activada.	(p. 53)
A. HOLD	La función de retención automática está activada.	(p. 44)
A.MEMORY	La función de memoria automática está activada.	(p. 80)
0 ADJ	Iluminado: La función de calibración está activada. Parpadeando: Calibración en progreso.	(p. 46)
INTERVAL	Iluminado: La función de medición del intervalo está activada. Parpadeando: No puede ejecutarse el procesamiento de la botón pulsada porque se está ejecutando la medición del intervalo o la función de medición del intervalo está activada.	(p. 81)
300mA	La corriente de medición está ajustada a Hi (300 mA) en el rango de 300 mΩ.	(p. 57)
HOLD	El valor medido se está reteniendo.	(p. 44)
Hi	El resultado de valoración del comparador muestra "valor medido > límite superior".	(p. 62)
IN	El resultado de valoración del comparador muestra "límite inferior ≤ valor medido ≤ límite superior".	
Lo	El resultado de valoración del comparador muestra "valor medido < límite inferior".	
RANGE ⇄	Puede cambiarse el rango.	(p. 38)
AUTO:	La función de rango automático está activada.	(p. 62)
UPP	Valor del límite superior del comparador	
LOW	Valor del límite inferior del comparador	
REF	Valor de referencia del comparador	
%	Rango permitido del comparador	
PERIOD	Periodo de tiempo guardable (en el modo de intervalo)	(p. 81)
ELAPSED	Tiempo transcurrido de la medición (en el modo de intervalo)	
DATA	Número de elementos de datos que pueden retenerse	(p. 78)
ppm/°C	Cociente de temperatura de la corrección de temperatura (con la corrección de temperatura activada)	(p. 52)

1.5 Comprobación del objetivo de medición

1

Para ejecutar una medición correcta de resistencia, cambie las condiciones de medición debidamente, según el objetivo de medición. Antes de comenzar la medición, utilice los ejemplos recomendados en la siguiente tabla para configurar el instrumento.

Objetivo de medición	Ajustes recomendados (La negrita indica un cambio al valor predeterminado).		
	Corrección de temperatura (p. 52)/ Conversión de temperatura (p. 69)	OVC (p. 53)	Corriente de medición en el rango de 300 mΩ (p. 57)
Motor, solenoide, bobina de reactancia, transformador, mazo de cables 	TC	OFF	Lo
Para potencia Contacto, mazo de cables, conector, contacto del relé, interruptor 	*1	ON	Lo
Material conductor de recubrimiento, goma conductora 	-	OFF	Lo
Medición general de resistencia Fusible, resistor, filamento, cableado, soldadura 	*1	ON	Lo
Prueba de elevación de temperatura (Motor, bobina de reactancia, transformador) 	ΔT^{*2}	OFF	Lo
Hilo de masa de automóvil	*1	ON	Hi (300mA)
Para señal Contacto, mazo de cables, conector, contacto del relé, interruptor 	Si el instrumento se utiliza para medir la resistencia de un contacto de señal, se cambiará el estado de contacto porque su voltaje de circuito abierto y su corriente de medición son altos. Para medir un contacto de señal, utilice el RM3545.		

- *1 Cuando el objetivo de medición dependa significativamente de la temperatura, utilice la función de corrección de temperatura.
- *2 La función de medición del intervalo le permite guardar un valor medido a cada intervalo fijo. (p. 81)

IMPORTANTE

Si falla una medición con el ajuste de retardo PrSEt (predeterminado), ajuste suficiente tiempo de retardo. (p. 55)

2

Preparación para la medición

Antes de utilizar el instrumento, asegúrese de consultar “Notas de uso” (p. 7).

2

Colocación de la correa (p. 28)



Carga o sustitución de las pilas (p. 29)



Conexión de las puntas de prueba (p. 31)



Conexión de un sensor de temperatura Z2002 (p. 32)



Inspección del instrumento (p. 35)



Encendido la alimentación (p. 33)



Medición

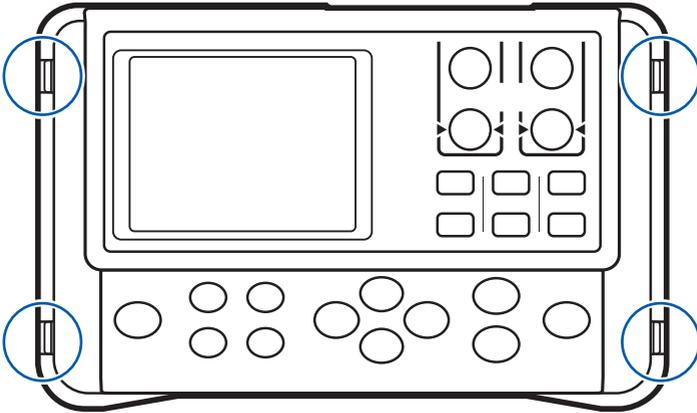
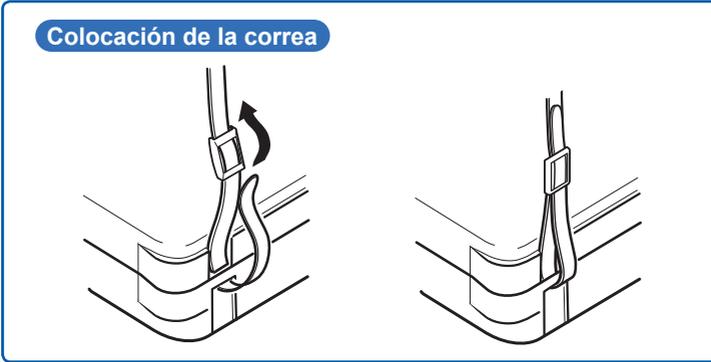


Apagado la alimentación (p. 33)

Si el instrumento no se utiliza durante un tiempo se apagará automáticamente.
(Función APS) (p. 34)

2.1 Colocación de la correa

Si sujeta el instrumento con la correa podrá colocársela alrededor del cuello. Siga el siguiente procedimiento para colocar la correa.



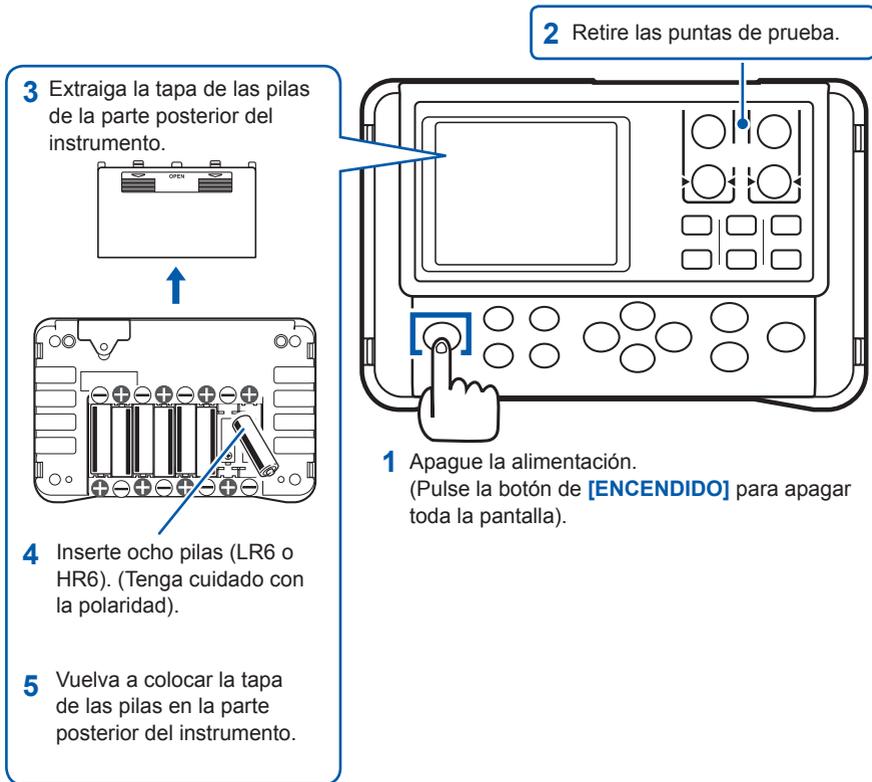
2.2 Carga o sustitución de las pilas

Antes de utilizar el instrumento por primera vez, inserte ocho pilas alcalinas LR6 o de níquel-metalhidruro HR6. Compruebe que el instrumento tiene la carga suficiente antes de la medición. Si el nivel de pila es bajo, sustituya las pilas. Observe el indicador de batería para comprobar el nivel de la misma. (p. 10)

2

Preparativos

- Pilas alcalinas LR6 nuevas ×8 o pilas de níquel-metalhidruro HR6 completamente cargadas ×8



Pilas de níquel-metalhidruro

ATENCIÓN



Cuando vaya a utilizar el instrumento, inserte ocho pilas alcalinas LR6 o cuatro pilas de níquel-metalhidruro HR6 completamente cargadas.

El instrumento que se alimente con las pilas de níquel-metalhidruro indicará un nivel de batería restante impreciso; no obstante, se puede utilizar sin problema incluso con esas pilas insertadas.

Consulte el tiempo de funcionamiento continuo más abajo (solo como referencia).

- Cuando se usan ocho pilas alcalinas LR6
Aprox. 10 horas
Al realizar mediciones en un rango de 3 mΩ durante 1 s cada 10 s
- Cuando se usan ocho pilas de níquel-metalhidruro HR6 (con una capacidad de 1900 mAh)
Aprox. 18 horas
Al realizar mediciones en un rango de 3 mΩ durante 1 s cada 10 s

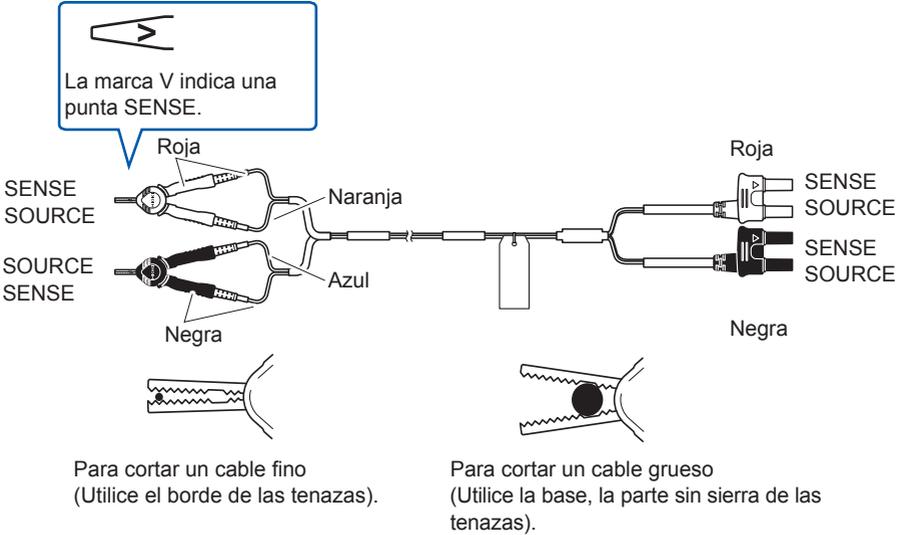
Visite la página de preguntas frecuentes en el sitio web global de Hioki para obtener más información sobre las pilas de níquel-metalhidruro que Hioki ha garantizado que funcionan.

2.3 Conexión de las puntas de prueba

Utilice las puntas tipo clip L2107 o seleccione alguna de nuestra amplia variedad de puntas de prueba opcionales. Para obtener más información sobre las puntas opcionales, consulte "Opciones" (p. 3).

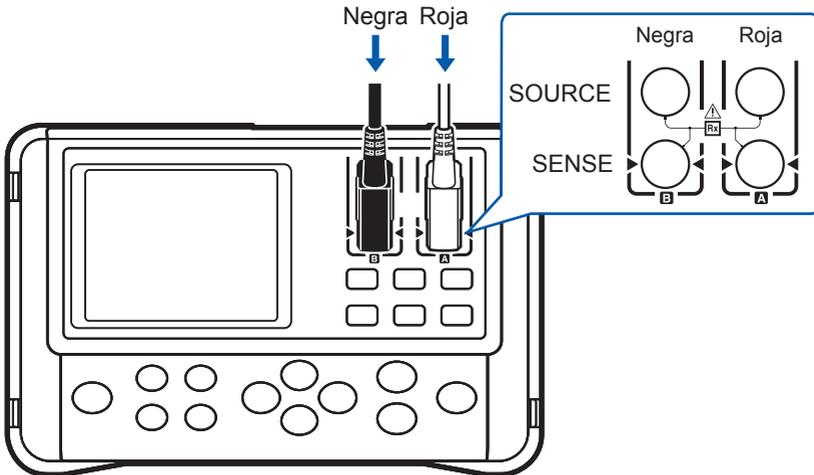
Puntas de prueba

(Ejemplo: L2107 Puntas tipo clip)



Conecte las puntas de prueba al instrumento.

Conecte los cuatro terminales: SOURCE (A y B) y SENSE (A y B).



2.5 Encender/Apagar la alimentación

Encender la alimentación

Pulse la botón de **[ENCENDIDO]** para encender la alimentación. Manténgala pulsada hasta que toda la pantalla se encienda.

Pantalla completa iluminada

Se inicia una autocomprobación. El nombre del modelo y el número de la versión se muestran durante la autocomprobación.

Pantalla de medición

Si se produce un error durante la autocomprobación

Se muestra el error. (p. 116)

Botón de **[ENCENDIDO]**

Apagar la alimentación

Pulse la botón de **[ENCENDIDO]** para apagar la alimentación. Manténgala pulsada hasta que toda la pantalla se apague.

Pantalla completa apagada

Botón de **[ENCENDIDO]**

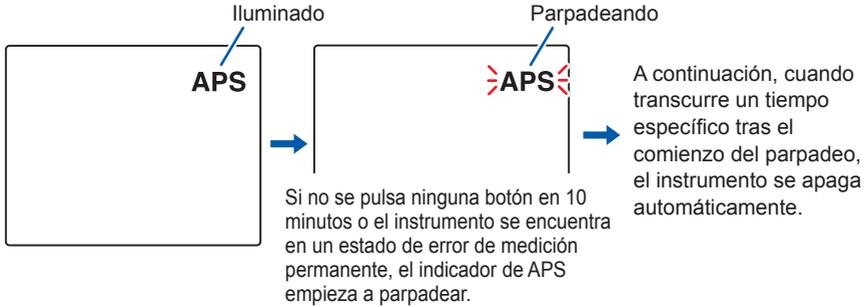
IMPORTANTE

Cuando el instrumento vuelve a encenderse, se inicia en el estado en el que se había utilizado justo antes de apagarlo.

Apagado automático con el ahorro automático de energía (APS)

Cuando el instrumento no está en uso, la función APS lo apaga automáticamente para reducir el consumo de pilas.

Función APS activada



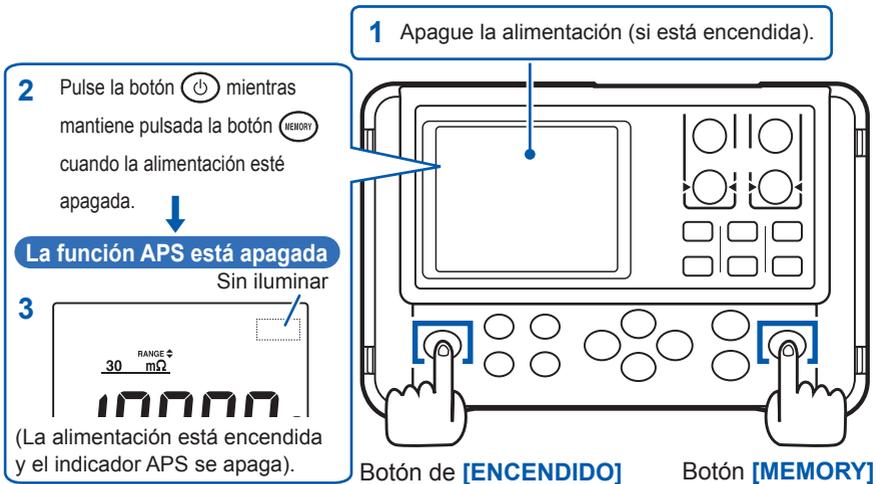
IMPORTANTE

- La función APS se apaga automáticamente durante una medición de intervalo. Cuando finaliza la medición de intervalo, la función APS se enciende automáticamente.
- La función APS se apaga automáticamente cuando se conecta el USB. Si el USB se desconecta, la función APS se enciende automáticamente.

Desactivación del ahorro automático de energía (APS)

Para desactivar la función APS, pulse la botón de **[ENCENDIDO]** mientras mantiene pulsada la botón **[MEMORY]** cuando la alimentación esté apagada.

El ajuste de la función APS no se guardan. Cuando el instrumento vuelve a encenderse, la función APS se activa de nuevo.



2.6 Inspección previa a la medición

Inspeccione el instrumento antes de utilizarlo para comprobar que no ha resultado dañado durante su almacenamiento o transporte y que funciona con normalidad. Si no encuentra ningún daño, póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

Comprobación del instrumento y elementos externos

Elemento de inspección	Acción
¿El instrumento está dañado o agrietado? ¿Los circuitos internos se encuentran expuestos?	Si se observa algún daño, no lo utilice. Devuélvalo para su reparación.
¿Hay polvo o suciedad, como trozos de metal, en los terminales?	Si hay polvo o suciedad adheridos a un terminal, límpielo con un bastoncillo de algodón o algo similar.
¿El revestimiento de la punta de prueba está roto o el metal de la misma se encuentra expuesto?	Si el revestimiento de la punta de prueba está roto, el valor medido puede resultar un estable o ser erróneo. Reemplace la punta de prueba dañada.

Comprobación de encendido

Elemento de inspección	Acción
¿La carga de la pila es suficiente?	El indicador  de la parte superior derecha de la pantalla indica el estado actual. Si el indicador cambia a  , el nivel de pila restante es bajo. Reemplace las pilas lo antes posible. El icono  empezará a parpadear si el nivel de pila es demasiado bajo para continuar con la medición. Reemplace las pilas.
¿Falta algún elemento en la pantalla?	Encienda la alimentación para asegurarse de que toda la pantalla se encienda. (p. 22) Si falta algo, devuélvalo para su reparación.
¿Cuando enciende la alimentación se enciende toda la pantalla y, a continuación, aparecen en ella el nombre del modelo y la pantalla de medición?	Si la pantalla no se comporta de esta manera, puede que el instrumento presente daños en su interior. Devuélvalo para su reparación. Consulte: “10.1 Resolución de problemas” (p. 110) “Visualización de errores y acciones” (p. 116)

3 Medición básica

Antes de la medición, asegúrese de consultar “Precauciones de medición” (p. 12).

Este capítulo describe las operaciones básicas para utilizar este instrumento.

- “3.1 Ajuste del rango de medición” (p. 38)
- “3.2 Conexión de las puntas de prueba al objetivo de medición” (p. 40)
- “3.3 Lectura del valor medido” (p. 41)

Para obtener información sobre cómo personalizar las condiciones de medición, consulte “Personalizar condiciones de medición” (p. 45).

3.1 Ajuste del rango de medición

Seleccione un rango de medición. También está disponible la selección automática de rango (el rango automático).

IMPORTANTE

Cuando se utilice el rango automático o el rango de medición esté ajustado a 30 m Ω o menos, puede fluir constantemente una corriente máxima de 1 A a través del objetivo de medición y puede aplicarse una potencia máxima de aprox. 2 W*. Si se da alguna de las siguientes preocupaciones, según el nivel de la corriente de medición, seleccione un rango con una corriente de medición inferior.

- El objetivo de medición puede fundirse (como un fusible o inflador).
- El objetivo de medición puede calentarse, lo que provocaría un cambio de la resistencia.
- El objetivo de medición puede magnetizarse, lo que provocaría un cambio de la inductancia.

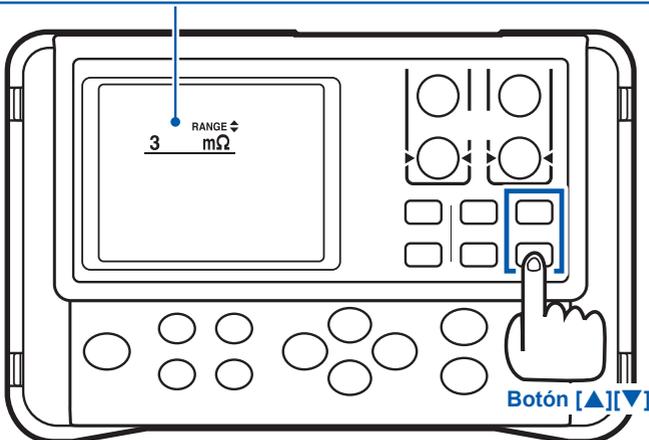
Dentro de cada rango de medición, puede expresarse la potencia del objetivo de medición: “resistencia \times (corriente de medición)²”. Si se desvía el rango de medición, la potencia podría alcanzar el valor de “voltaje de circuito abierto \times corriente de medición” al máximo.

Antes de conectar el objetivo de medición, asegúrese de comprobar el rango de medición.

- * En el momento de conectar el objetivo de medición, fluye una corriente máxima de entrada de 5 A.
(Tiempo de convergencia: aprox. 1 ms con resistencia pura)

Utilización del rango manual

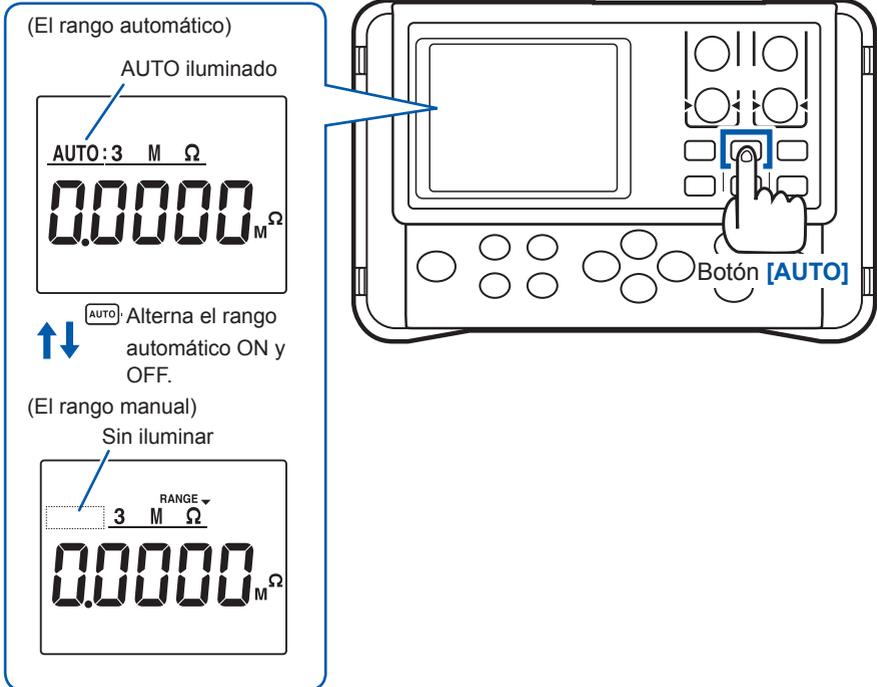
3 m Ω ↔ 30 m Ω ↔ 300 m Ω ↔ 3 Ω ↔ 30 Ω ↔ 300 Ω ↔ 3 k Ω ↔ 30 k Ω ↔ 300 k Ω ↔ 3 M Ω



Utilización del rango automático

Utilice la botón **[AUTO]** para alternar al rango automático (el valor predeterminado es AUTO).

Cuando el instrumento esté en el modo de rango automático, se ilumina AUTO.



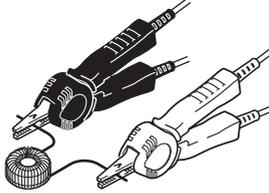
3

IMPORTANTE

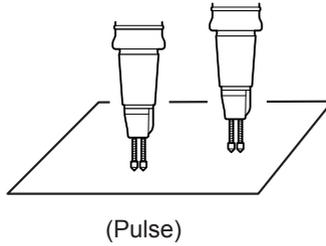
- Cuando el rango se cambia manualmente en el modo de rango automático, el rango automático se deshabilita automáticamente y se habilita el rango manual.
- Si la función del comparador está activada, el rango es fijo y no puede cambiarse. Para cambiar el rango, desactive la función del comparador o cambie el rango en el ajuste del comparador.
- Según el objetivo de medición, el rango automático puede volverse inestable. En tal caso, especifique el rango manualmente o aumente el tiempo de retardo. (p. 55)
Para saber más sobre la precisión de la medición de cada rango, consulte "(1) Precisión de la medición de resistencia" (p. 95).

3.2 Conexión de las puntas de prueba al objetivo de medición

Ejemplo: Utilización del L2107

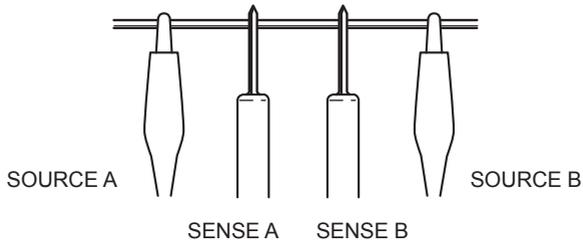


Ejemplo: Uso del modelo 9772



Ejemplo: Uso del modelo 9453

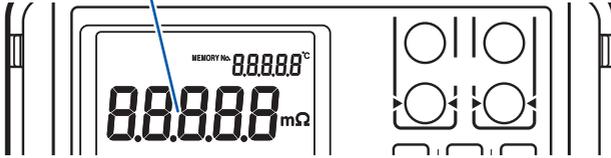
Los terminales SENSE deben encontrarse dentro de los terminales SOURCE.



3.3 Lectura del valor medido

El instrumento muestra un valor de resistencia.

Si se muestra un valor de no resistencia, consulte “Comprobación de los errores de medición” (p. 42).



Para convertir el valor de resistencia medido, consulte las siguientes páginas:

- “5.2 Ejecución de una prueba de aumento de temperatura (función de conversión de temperatura (ΔT))” (p. 69)
- “5.3 Mida la longitud de un conductor (función de conversión de longitud)” (p. 71)

IMPORTANTE

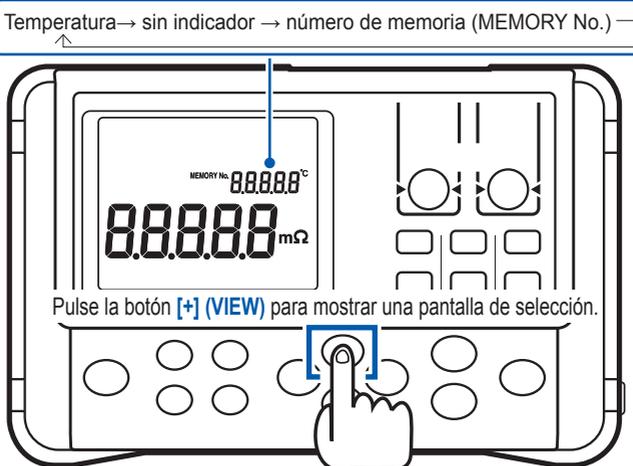
Si el valor medido presenta un signo negativo (-), compruebe lo siguiente:

- Las conexiones de las puntas SOURCE y SENSE están invertidas.
→ Conecte las puntas correctamente.
- Después de una calibración para una medición de dos terminales, la resistencia de contacto disminuye.
→ Realice la calibración de nuevo.

Alternación de los indicadores

Mantenga pulsada la botón **[+] (VIEW)** para alternar el tipo de información mostrada en la parte superior derecha de la pantalla. (Temperatura, sin indicador, número de memoria (MEMORY No.))

Puede seleccionarse el tipo de información mostrada durante las mediciones.

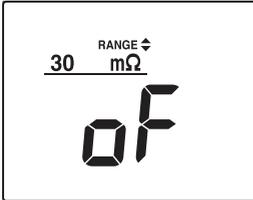


Mantenga pulsado

Comprobación de los errores de medición

Si no se ejecuta correctamente una medición, se muestra en pantalla el error mostrado en la pantalla.

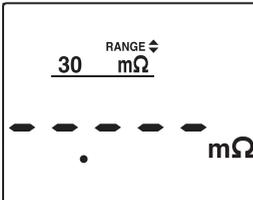
Fuera de rango*¹



Indica que se ha sobrepasado el rango de medición o de visualización.

Si se muestra oF, la valoración del comparador es "Hi" y, si se muestra -oF, la valoración del comparador es "Lo". Igualmente, se muestra oF cuando la temperatura sobrepasa el rango de medición durante la medición de la temperatura.

Fallo de corriente o todavía no medida

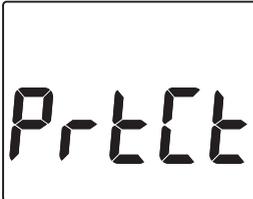


Esta pantalla se muestra en los siguientes dos casos.

Si se muestra "-----", no se ejecuta la valoración del comparador.

1. Fallo de corriente de la medición*²
No se puede suministrar corriente a los terminales SOURCE A y SOURCE B.
2. No se ha ejecutado medición alguna después de cambiar la condición de medición.

La función de protección está operativa



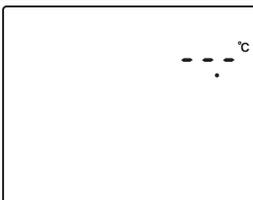
Si se aplica un sobrevoltaje al terminal de medición, se pone en marcha la función para proteger la circuitería interna en este instrumento. Si se aplica accidentalmente una sobretensión, retire las puntas de prueba del objeto de medición inmediatamente. La medición no puede realizarse mientras la función de protección esté activa. Para cancelar la función de protección, ponga en contacto la punta de prueba A (roja) con la B (negra) o apague y encienda la alimentación.

Fusible quemado



Cada terminal SOURCE del instrumento se equipa con un fusible para proteger contra la entrada de sobrevoltaje. Si se aplica accidentalmente un sobrevoltaje y salta un fusible, cámbielo. (p. 118)

El sensor de temperatura Z2002 no está conectado



No se puede medir la temperatura, ya que el sensor de temperatura Z2002 no está conectado. Si no se utilizan TC o ΔT , no es necesario conectar el sensor de temperatura Z2002. Si no se muestra la temperatura, alterne la indicación pulsando la botón **[+] (VIEW)**.

Error de cálculo de la temperatura

El sensor de temperatura Z2002 no está conectado aunque TC o ΔT esté en ON o se muestre oF en temperatura. Compruebe la conexión del sensor de temperatura Z2002.

IMPORTANTE

Si el objetivo de medición está conectado al terminal SOURCE, pero un terminal SENSE tiene mal contacto, el valor medido mostrado puede ser inestable.

3

***1 Función de detección de fuera de rango**

Ejemplos detectados como fuera de rango

Detección de fuera de rango	Ejemplos de medición
Se ha sobrepasado el rango de medición.	Se mide 40 m Ω en el rango de 30 m Ω .
El indicador relativo (indicador %) de un valor medido excede el rango del indicador (999,99 %).	Se mide 500 Ω (+2400 %) con un valor de referencia de 20 Ω .
El rango de entrada del conversor A/D se ha sobrepasado durante la medición.	Por ejemplo, este error se da si se mide una gran resistencia en un entorno con ruido externo.
No puede mostrarse el resultado del cálculo.	El resultado del cálculo de la función de conversión de la longitud excede los 999,99 km.

***2 Función de detección de fallo de corriente**

Ejemplos de fallo de corriente

- La sonda SOURCE A o SOURCE B está abierta.
- El objetivo de medición tiene un cable roto (caso de circuito abierto).
- El cableado de SOURCE A o de SOURCE B presenta un cable roto o una mala conexión.

IMPORTANTE

Una resistencia de cableado que exceda el siguiente valor de cada rango provoca un fallo de corriente, lo que imposibilita la medición. En el rango de corriente de medición de 1 A, reduzca la resistencia del cableado y del contacto entre el objetivo de medición y las puntas de prueba.

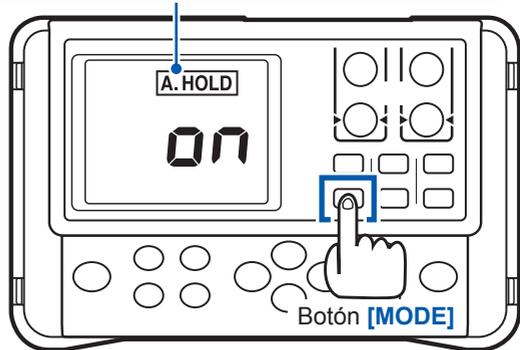
Rango [Ω]	3 m	30 m	300 m (300mA)	300 m (100mA)	3	30	300	3k	30k a 3M
Cableado y resistencia del contacto [Ω]	0,5	3	10	100	2k	800	2k		

Los valores indicados anteriormente, que sirven de referencia, indican valores de resistencia entre el SOURCE A y SOURCE B, sin incluir el objetivo de medición.

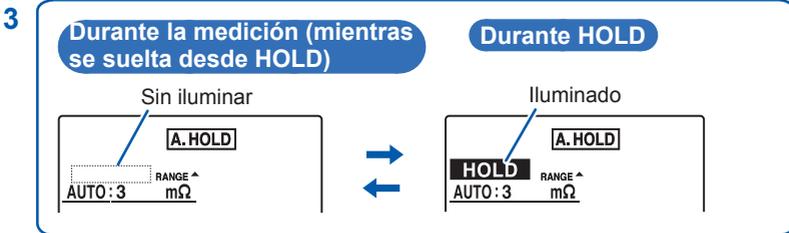
Retención de un valor medido

La función de retención automática ayuda a comprobar un valor medido. Cuando el valor medido sea estable, el valor se retiene automáticamente.

- 1 OFF → **Retención automática (A.HOLD)** → Memoria automática (A.HOLD, A.MEMORY) → Intervalo (INTERVAL) → OFF



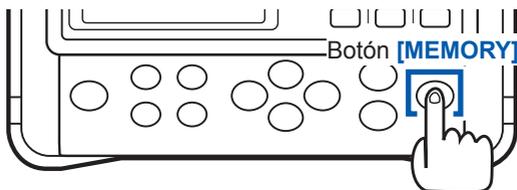
- 2  Cancelar
 Aplicar



Suelte las puntas de prueba del objetivo de medición y conecte las puntas al objetivo de nuevo. Se suelta HOLD. También puede soltar HOLD si cambia de rango o pulsa la botón [ESC].

Memorización de un valor medido

La memoria de retención automática ayuda a comprobar un valor medido más tarde. Guarda el valor medido mostrado.



Para obtener más detalles sobre la función de memoria, consulte “7.1 Guardado de datos en un momento específico (memoria manual)” (p. 79).

Antes de la medición, asegúrese de consultar “Precauciones de medición” (p. 12).

Este capítulo describe las funciones útiles para ejecutar una medición más sofisticada y precisa.

- “4.1 Utilización de la calibración” (p. 46)
- “4.2 Estabilización de valores medidos (función promedio)” (p. 51)
- “4.3 Compensación por valores térmicos (Corrección de temperatura (TC))” (p. 52)
- “4.4 Compensación de offset de fuerza termo-electromotriz (función de Compensación de tensión offset: función OVC)” (p. 53)
- “4.5 Ajuste del tiempo de retardo para la medición (función de retardo)” (p. 55)
- “4.6 Alternación de la corriente de medición (en el rango de 300 mΩ)” (p. 57)

4.1 Utilización de la calibración

En los siguientes casos, ejecute la calibración:

(Puede cancelarse una resistencia de hasta $\pm 3\%$ e.c. en cada rango).

- El valor medido no puede borrarse por una fuerza termo-electromotriz u otros factores.
→ El valor medido se calibrará.
La precisión no se ve afectada por que se ejecute la calibración o no.
La EMF térmica también puede cancelarse con la OVC. (p. 53)
- La conexión de cuatro terminales (conocida como conexión Kelvin) es complicada.
→ La resistencia residual de los cables con conexión de dos terminales se cancelará. (p. Apéndice. 24)

Para obtener instrucciones sobre cómo ejecutar la calibración correctamente, consulte “Apéndice 7 Calibración” (p. Apéndice. 11).

Antes de la calibración

IMPORTANTE

- Cuando la temperatura ambiental cambie o se cambien las puntas de prueba después de una calibración, vuelva a ejecutar la calibración. Si la calibración es difícil porque se utilizan puntas tipo pin 9465-10, 9772 o similares, utilice la puntas tipo clip estándar L2107 para ejecutar la calibración y, a continuación, cambie la punta por una punta tipo pin.
- Ejecute la calibración en cada rango utilizado. En el modo de rango manual, solo se calibra el rango actual. En el modo de rango automático, se calibran todos los rangos.
- Los valores de calibración se retienen internamente aunque el instrumento se apague, pero no se guardan al panel.
- Cuando la función de Compensación de tensión offset (OVC) se active o se desactive, se borra la calibración. Realice la calibración de nuevo.
- Cuando la corriente de medición cambie de Lo a Hi o viceversa, se borra la calibración. Realice la calibración de nuevo.
- Cuando se mida una resistencia menor después de la calibración, el valor medido será negativo.
Ejemplo: Se conecta $2\text{ m}\Omega$ en el rango de $300\text{ m}\Omega$ y, a continuación, se ejecuta la calibración.
→ Si se mide $1\text{ m}\Omega$, se muestra $-1\text{ m}\Omega$.

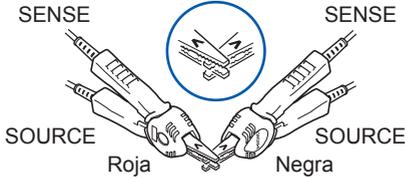
Ejecución de la calibración

1 Cortocircuite las puntas de prueba.

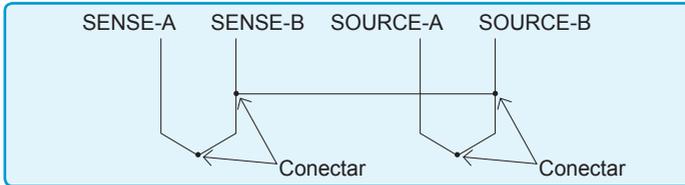
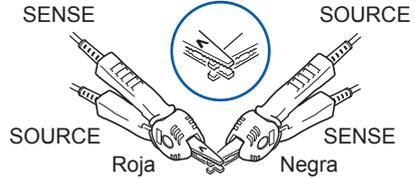
L2107

Correcto

Alinee los símbolos en V con los clips.

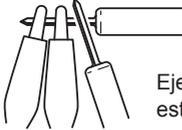


Incorrecto



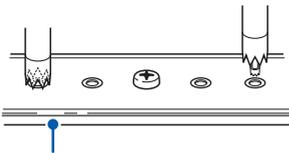
4

9453 (Opcional)

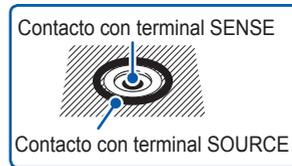


Ejecute la calibración cuando los clips de pinza estén fuera y la barra conductora esté dentro.

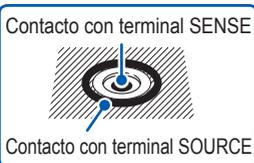
9465 (Opcional)



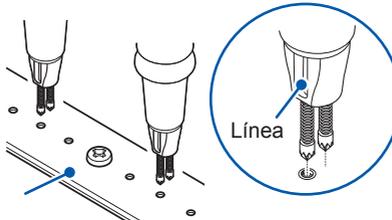
9454 Tabla de calibración (Opcional)



9772 (Opcional)



9454 Tabla de calibración (Opcional)

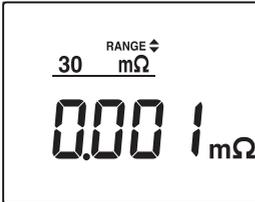


En el caso del pin del lado SENSE, hay una línea adjunta a la sección de la base. Cuando ejecute la calibración, asegúrese de que esta línea mira en la misma dirección en todos los pins.

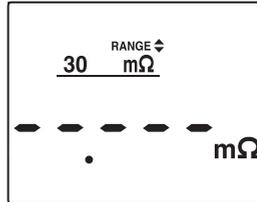
2 Confirme que el valor medido está dentro de $\pm 3\%$ e.c.

Si no se muestra ningún valor medido, asegúrese de que las puntas de prueba están conectadas correctamente.

Si la conexión es correcta

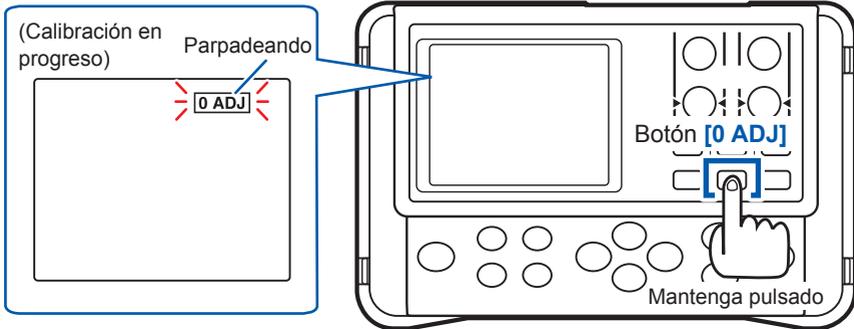


Si la conexión es errónea



3 Mantenga pulsada la botón [0 ADJ] para ejecutar la calibración.

Es difícil pulsar la botón mientras se utiliza la tabla de calibración; pulse la botón [0 ADJ] antes de cortocircuitar la punta de medición. La calibración se ejecuta automáticamente después de que se establece el valor medido.

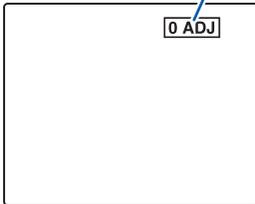


4 Después de la calibración

La calibración ha tenido éxito

Suena un pitido y aparece la pantalla de medición.

Indicador encendido

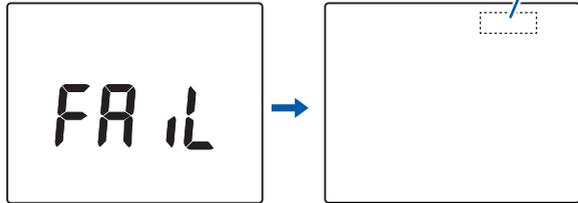


La calibración ha fallado

Suena un pitido y aparece **[FAiL]**.

A continuación, aparece la pantalla de medición.

Indicador apagado



La calibración ha fallado

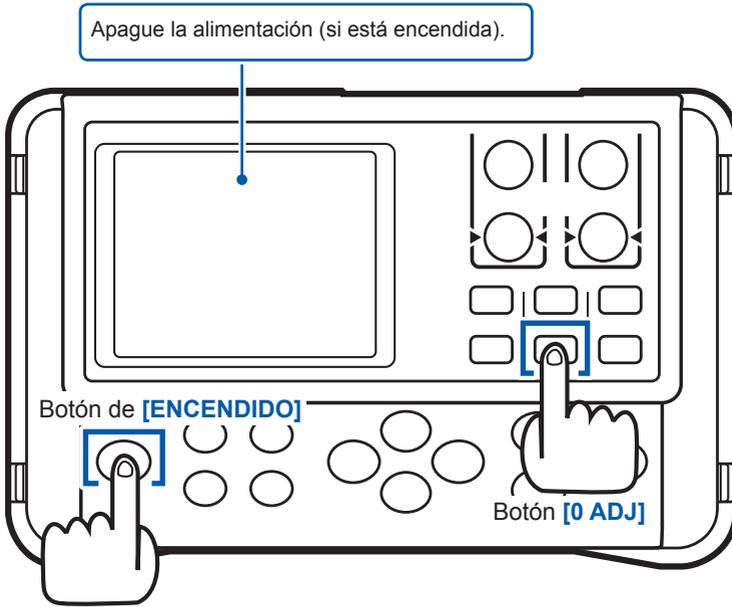
Cuando no se pueda ejecutar la calibración, el valor medido antes de la calibración ya excede el $\pm 3\%$ de la escala completa de cada rango o el instrumento se encuentra en un estado de error de la medición. Vuelva a ejecutar la calibración con la conexión correcta del cable. Si la resistencia es demasiado alta (p. ej., por un cable casero), no puede ejecutarse la calibración. En tal caso, intente reducir al mínimo la resistencia del cableado. (p. 43)

IMPORTANTE

- Si la calibración falla en el modo de rango automático, se borra la calibración en todos los rangos.
- Si la calibración falla en el modo de rango manual, se borra la calibración en el rango actual.

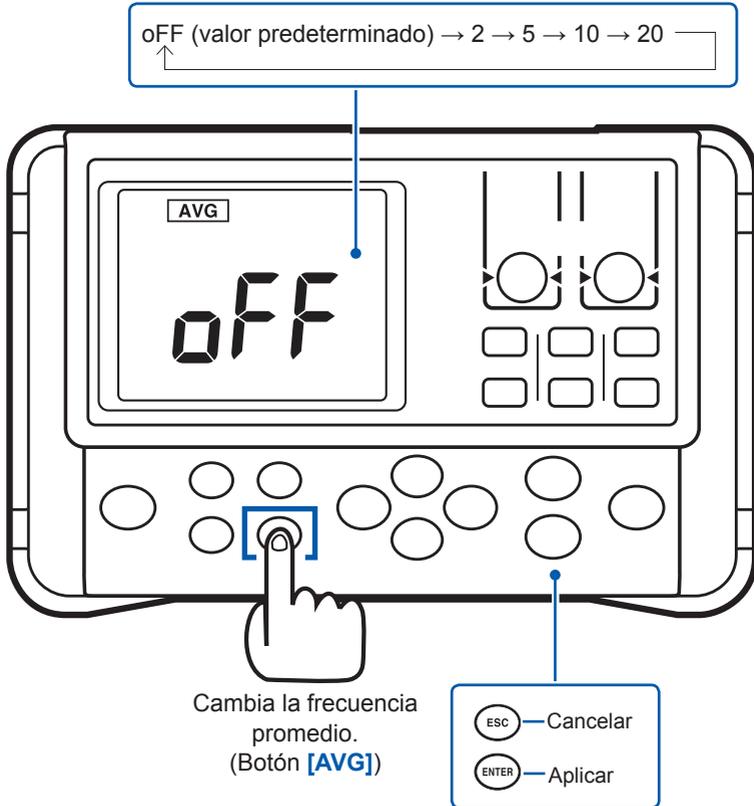
Borrado de la calibración

Cuando la alimentación está desactivada, mientras pulse la botón **[0 ADJ]**, pulse la botón de **[ENCENDIDO]** para borrar la calibración en todos los rangos.



4.2 Estabilización de valores medidos (función promedio)

Esta función hace un promedio de los valores de medición para mostrar un solo valor. Ayuda a estabilizar las fluctuaciones de los valores medidos.



4

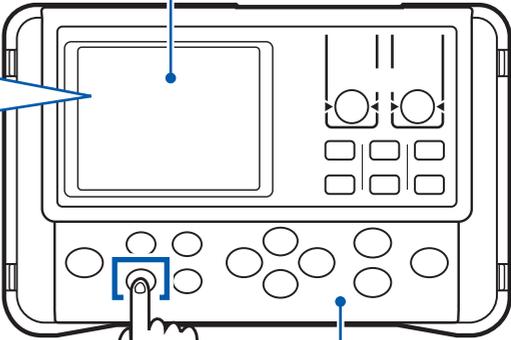
La frecuencia promedio también puede cambiarse con **+** **-**.

4.3 Compensación por valores térmicos (Corrección de temperatura (TC))

Esta función convierte un valor medido de resistencia según la temperatura de referencia para mostrar el valor convertido. Para conocer los principios de la corrección de temperatura, consulte “Apéndice 4 Función de corrección de temperatura (TC)” (p. Apéndice 4).

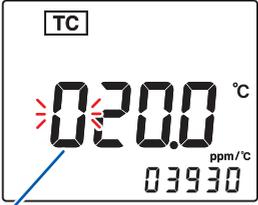
Para ejecutar la corrección de temperatura, conecte el sensor de temperatura Z2002 al terminal TEMP.SENSOR del lado del instrumento. Antes de conectar el sensor, asegúrese de haber leído “2.4 Conexión del sensor de temperatura Z2002 (Si utiliza TC o ΔT)” (p. 32).

oFF (valor predeterminado) → TC → ΔT



1 Utilice la botón **TC/ΔT** para seleccionar TC.

2 (Ajuste de temperatura de referencia)



Ajuste de temperatura de referencia

3 (Ajuste de cociente de temperatura)

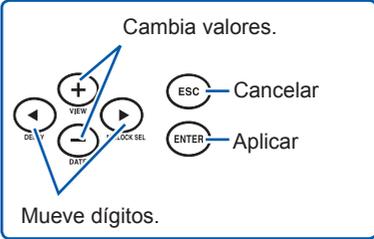


Ajuste de cociente de temperatura

4 Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

Botón **TC/ΔT**

Cambia valores.



Mueve dígitos.

ESC — Cancelar

ENTER — Aplicar

IMPORTANTE

Si se muestra “t.Err”, puede que no esté conectado el sensor de temperatura Z2002 o se muestra “oF” para la temperatura. Compruebe la conexión del sensor de temperatura Z2002.

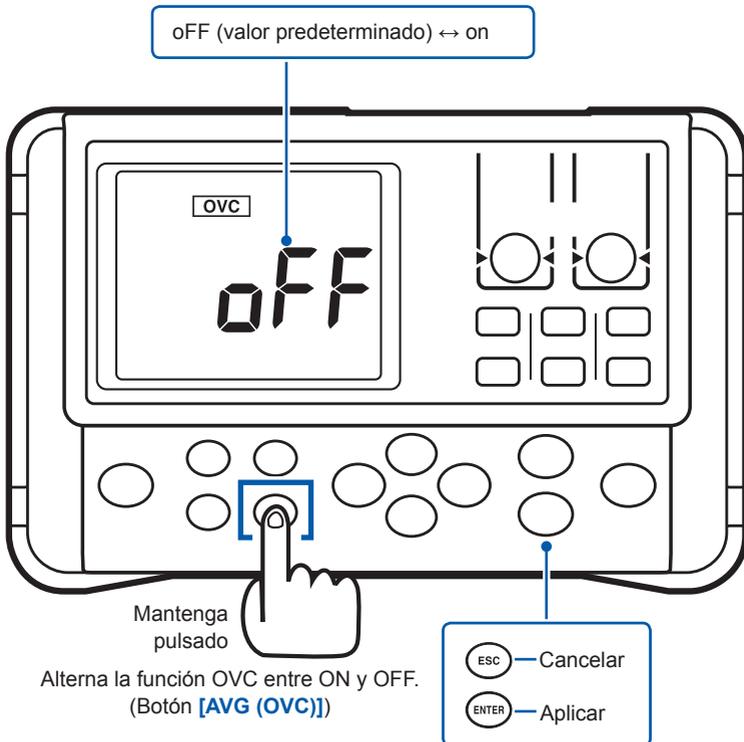
4.4 Compensación de offset de fuerza termo-electromotriz (función de Compensación de tensión offset: función OVC)

Esta función compensa automáticamente un voltaje offset causado por la fuerza termo-electromotriz o un voltaje offset interno.

(OVC: Compensación de tensión offset)

Consulte: “Apéndice 6 Efecto de la fuerza termo-electromotriz” (p. Apéndice 8)

La función utiliza el valor medido de resistencia cuando fluye una corriente de medición, R_p , y el medido cuando no fluye una corriente de medición, R_z , para mostrar el valor real de resistencia $R_p - R_z$.



4

La función OVC también puede alternarse entre ON y OFF con \oplus \ominus .

IMPORTANTE

- Cuando la función de Compensación de tensión offset esté ON (el indicador OVC está iluminado), el valor medido se actualizará con lentitud.
- La función OVC no puede utilizarse en el rango 3 k Ω o superior. Esta función se desactiva automáticamente.
- Cuando se cambia la función de Compensación de tensión offset, se cancela la función de calibración.
- Cuando el objetivo de medición tiene una gran inductancia, es necesario ajustar el tiempo de retardo. (p. 55)
Empiece con un tiempo de retardo mayor del necesario y reduzca el tiempo gradualmente, observando el valor medido.
- Si el objetivo de medición presenta una baja capacidad de calor, la función de Compensación de tensión offset puede no tener efecto.

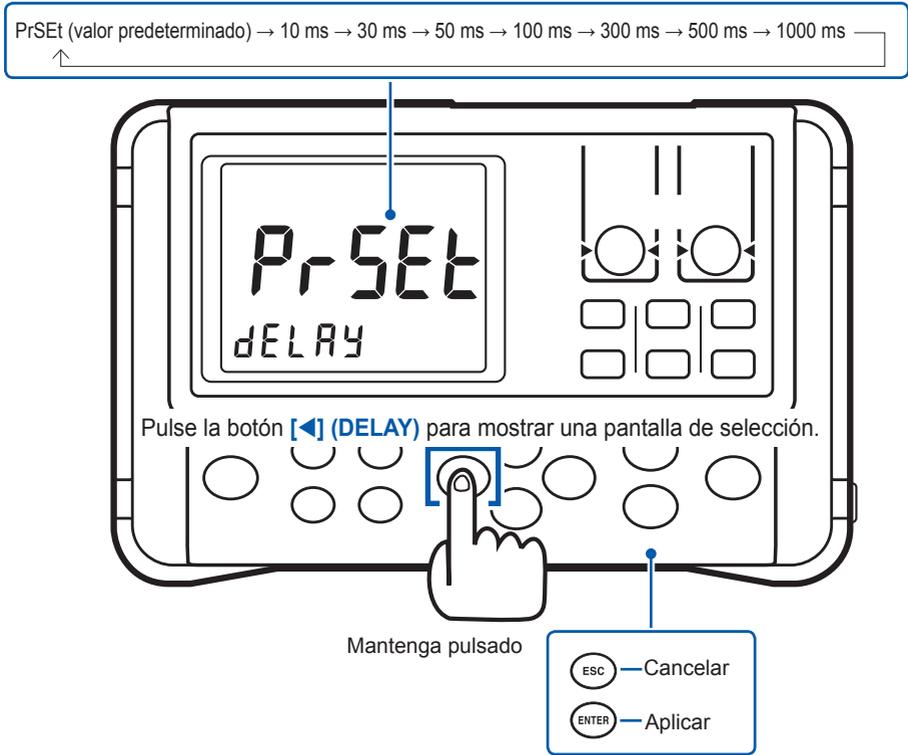
4.5 Ajuste del tiempo de retardo para la medición (función de retardo)

Esta función ajusta el tiempo que tardará la medición en estabilizarse insertando un periodo de espera después del uso de la OVC o la función de rango automático en cambiar la corriente de medición. Cuando se utiliza esta función, el instrumento espera a que su circuitería interna se estabilice antes de comenzar la medición, aunque el objetivo de medición tenga un componente de gran reactancia.

El PrSEt (valor predeterminado) depende del rango utilizado y de la función de Compensación de tensión offset.

Valor de retardo de compensación de tensión offset (OVC) predeterminado (predeterminado de fábrica) (Unidad: ms)

Corriente de medición	Rango	Tiempo de retardo
Lo	De 3 m Ω a 30 m Ω	200
	De 300 m Ω a 3 Ω	50
	De 30 Ω a 300 Ω	30
Hi	300 m Ω	200



El tiempo de retardo también puede cambiarse con (+) (-).

Directrices del tiempo de retardo

- Si el objetivo de medición, por ejemplo, es una bobina de inductancia que tarda más en estabilizarse después de aplicar una corriente de medición y no puede medirse con el retardo inicial (predeterminado), ajuste el retardo. Ajuste el tiempo de retardo a aproximadamente diez veces el siguiente cálculo de forma que el componente de reactancia (inductancia o capacitancia) no afecte a la medición.

$$t = -\frac{L}{R} \ln\left(1 - \frac{IR}{V_0}\right)$$

L : inductancia del objetivo de medición
 R : resistencia del objetivo de medición + resistencia del cable conductor + resistencia de contacto
 I : corriente de medición (consulte: "Precisión" (p. 96))
 V_0 : voltaje de circuito abierto (consulte: "Precisión" (p. 96))

- Empezar con un tiempo de retardo mayor y reducir el tiempo gradualmente, observando el valor medido.
- Como el retardo es mayor, el indicador del valor medido tarda más en actualizarse.

4.6 Alternación de la corriente de medición (en el rango de 300 mΩ)

Con este instrumento, la corriente de medición del rango de 300 mΩ puede cambiarse a 300 mA (100 mA en el momento del envío desde fábrica). Esto permite medir un cableado con gran corriente en condiciones similares a las del uso real. También es útil cuando se efectúen mediciones en un entorno con ruido externo.*¹

IMPORTANTE

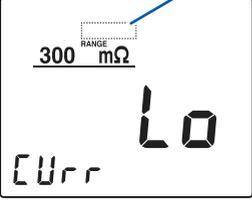
- Cuando la corriente de medición se ajuste a 300 mA, se consume una mayor cantidad de potencia para el objetivo de medición.
- Si es necesaria una medición muy precisa, utilice una corriente de medición de 100 mA.
- Cuando cambie la corriente de medición, se borran los valores de calibración.

Rango [Ω]	3 m	30 m	300 m	3	30	300	3 k	30 k	300 k	3 M
Corriente de medición [A]	1		300 m	100 m	10 m	1 m		100 μ	5 μ	500 n

1 Apague la alimentación (si está encendida).

2 Asegúrese de que la alimentación está desactivada; mantenga pulsada la botón  y, a la vez, pulse la botón .

3 Cuando está seleccionado Lo (100 mA) Sin iluminar

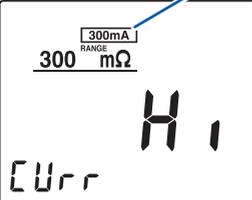


Utilice las teclas  o  para alternar.

  para alternar.

Cuando está seleccionado Hi (300 mA) Parpadeando



4  Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

Botón de **[ENCENDIDO]**

Botón **[▲]**

ESC Cancele y desplácese a la pantalla de medición.

ENTER Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

Cuando la medición se efectúe con la corriente de medición de 300 mA, se ilumina el indicador 300 mA.

- *1 Cuando mida la resistencia en secciones de conexión (como contacto del conector, sección soldada, sección calafateada, sección fijada con tornillos) por las que fluyen grandes corrientes, como en los cables de suministro eléctrico y los cables de masa, es deseable que la medición se efectúe con la corriente máxima, en la medida de lo posible, que pueda fluir por esas secciones. A continuación se explican las razones:
- Incluso en una conexión sin ninguna anomalía, puede indicarse una resistencia relativamente alta en una corriente de medición inferior. Esto se debe a que se genera una película de óxido alrededor del contacto mientras no se utiliza.
 - Incluso cuando se valora que no hay anomalía ninguna mediante una pequeña corriente, las secciones de conexión se funden ocasionalmente cuando fluye una gran corriente. Este problema se da por el calor generado por una gran corriente cuando se crea en local una zona de gran resistencia.

Alternación de la corriente de medición (en el rango de 300 mΩ)

Este capítulo describe las funciones de conversión y de valoración del valor medido.

“5.1 Valoración de valores medidos (función del comparador)” (p. 62)

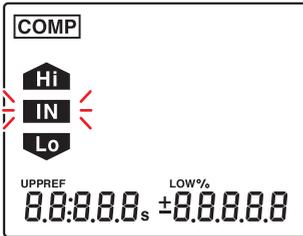
“5.2 Ejecución de una prueba de aumento de temperatura (función de conversión de temperatura (ΔT))” (p. 69)

“5.3 Mida la longitud de un conductor (función de conversión de longitud)” (p. 71)

5.1 Valoración de valores medidos (función del comparador)

Esta función valora un valor medido como Hi (valor medido > límite superior), IN (límite superior \geq valor medido \geq límite inferior) o Lo (límite inferior > valor medido) en relación con el valor ajustado de referencia o con los valores del límite superior o inferior.

- El resultado de la valoración puede comprobarse en pantalla con un pitido (el valor predeterminado es OFF) y con el accesorio comparador LED L2105 (opcional).



- Hay dos métodos de valoración distintos: modo ABS y modo REF%.

IMPORTANTE

- Si se activa ΔT o la función de conversión de longitud, la función del comparador se desactiva automáticamente.
- Si la función del comparador está ajustada en ON, es imposible cambiar el rango (incluido el rango automático). Para utilizar el rango automático o cambiar el rango, desactive la función del comparador y utilice la botón **[AUTO]** o las teclas **[▲]****[▼]**.
- Si la función del comparador está ajustada en ON, la función de memoria del intervalo deja de estar disponible.

Antes de utilizar la función del comparador

- Si no aparece ningún valor medido, la valoración del comparador se muestra como sigue:
Si se da un error de medición, no se efectúa la valoración. (p. 42)

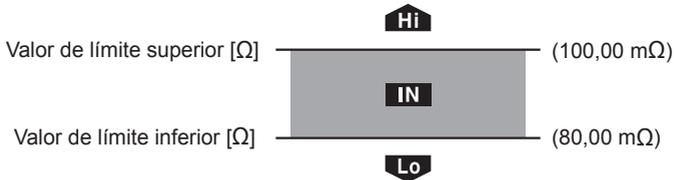
Pantalla	Indicador de la valoración del comparador (testigo COMP)
oF	Hi
-oF	Lo
-----	Sin valoración

- Si se desconecta la alimentación durante un proceso de ajuste, se pierden todos los cambios de ajuste y siguen válidos los valores anteriores. Para aplicar los cambios, pulse la botón **[ENTER]**.

Modo ABS (valoración de valor absoluto)

Ajuste los valores del límite superior y del inferior para valorarlos como valores absolutos.

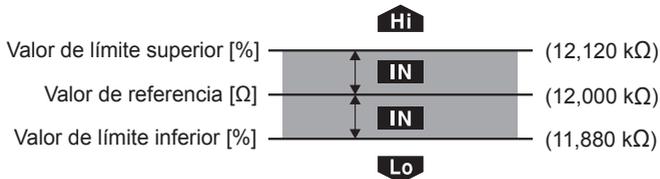
Ejemplo: Valor de límite superior 100,00 mΩ
Valor de límite inferior 80,00 mΩ



Modo REF% (valoración de valor relativo)

Ajuste el % permisible de un valor de referencia para determinar los valores del límite superior e inferior para valorarlos. En el modo REF%, no pueden fijarse por separado los valores del límite superior e inferior.

Ejemplo: Valor de referencia.....12,000 kΩ
Rango de valores del límite superior e inferior±1,00%



Alternación entre ON y OFF de la función del comparador

oFF (valor predeterminado) → ON (modo ABS) → ON (modo REF%)

oFF

COMP

oFF

Modo ABS (p. 65)

COMP

RANGE ▾

3 M Ω

UPP LOW

0.00000 0.00000

M Ω

Valor del límite superior Valor del límite inferior

Modo REF% (p. 66)

COMP

RANGE ▾

3 M Ω

REF

0.00000 ± 00.00

M Ω

Valor de referencia % permisible

Botón [COMP]

ESC — Cancelar

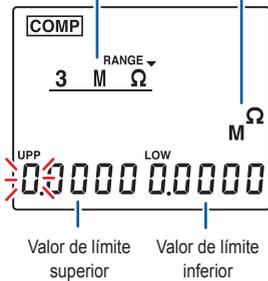
ENTER — Aplicar (para continuar con el proceso de ajuste del valor de referencia y del límite superior e inferior, no pulse esta botón).

Valoración a partir de los valores de límite superior e inferior (modo ABS)

Ajuste de valor límite superior e inferior

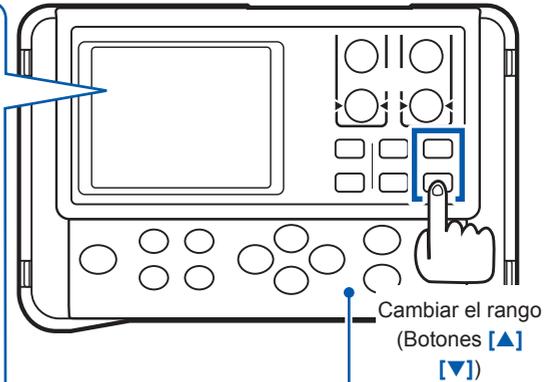
1 Utilice la botón **COMP** para cambiar el comparador al modo ABS (p. 64).

2 **RANGE** Cambie el rango.
Unidad de valores de límite superior e inferior



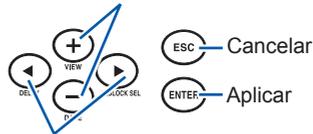
3 **+** **-** Ajuste de valor límite superior e inferior

4 **ENTER** Aplique el ajuste y desplácese a la pantalla de medición.



Cambiar el rango (Botones **[▲]** **[▼]**)

Cambia valores.



Cambia ajustes y dígitos.

5

IMPORTANTE

No puede aplicarse ningún cambio de ajuste cuando: valor del límite superior < valor del límite inferior.

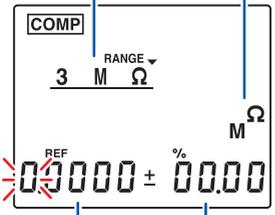
Valoración a partir de un valor de referencia y un rango permitido (modo REF%)

En el modo REF%, un valor medido se muestra como valor relativo y no pueden fijarse por separado los valores del límite superior e inferior.

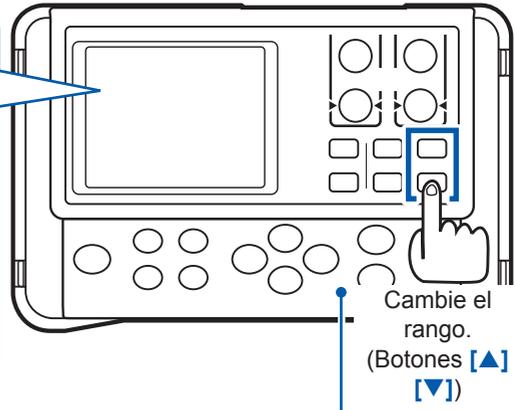
$$\text{Valor relativo} = \left(\frac{\text{Valor medido}}{\text{Valor de referencia}} - 1 \right) \times 100[\%]$$

Valor de referencia y ajuste % permitido

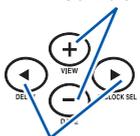
- 1 Utilice la botón **COMP** para cambiar el comparador al modo REF%. (p. 64)
- 2  Cambie el rango.
Unidad de valor de referencia
- 3  Ajuste de valor
- 4  Aplique el ajuste y desplácese a la pantalla de medición.



Valor de referencia Límite superior e inferior (%)



Cambia valores.



ESC — Cancelar
ENTER — Aplicar

Cambia ajustes y dígitos.

IMPORTANTE

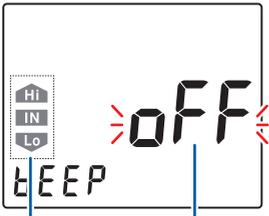
Los ajustes no pueden confirmarse cuando el valor de referencia esté ajustado en 0.

Comprobación de una valoración con un sonido (función de sonido de valoración)

Esta función hace sonar el pitido a partir del resultado de la valoración del comparador.

oFF (valor predeterminado) → Hi → in → Lo → Hi-Lo → ALL1 → ALL2

(Ajuste del pitido)

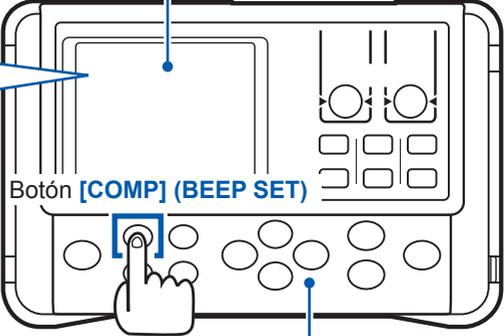


COMP Cambia el pitido.

Si se selecciona un ajuste distinto a OFF, se muestra el comparador adecuado y se emite el sonido correspondiente.

ESC Cancelar

ENTER Aplique el ajuste y desplácese a la pantalla de medición.



Botón **[COMP] (BEEP SET)**

Mantenga pulsado

ESC Cancelar

ENTER Aplicar

5

El sonido de valoración también puede seleccionarse con (+) (-).

Comprobación de una valoración en un dispositivo de mano (accesorio comparador LED L2105 opcional)

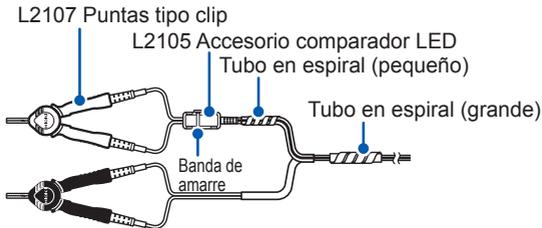
Al conectar el accesorio comparador LED L2105 al terminal COMP.OUT, puede obtener el resultado de la valoración en un dispositivo de mano. El testigo se ilumina en verde para la valoración IN y se ilumina en rojo tanto para la valoración Hi como Lo.

Antes de conectar el accesorio comparador LED L2105, asegúrese de haber leído "Notas de uso" (p. 7).

Instalación del accesorio comparador LED L2105

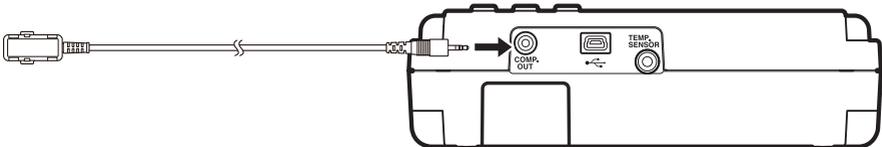
Instale el accesorio comparador LED L2105 donde quiera.

Ejemplo: Instale el accesorio comparador LED L2105 a la punta de prueba acoplándole una banda de amarre o un tubo en espiral.



Conexión del accesorio comparador LED L2105 al instrumento

Conecte el accesorio comparador LED L2105 al terminal COMP.OUT. Inserte la lámpara hasta el fondo.



5.2 Ejecución de una prueba de aumento de temperatura (función de conversión de temperatura (ΔT))

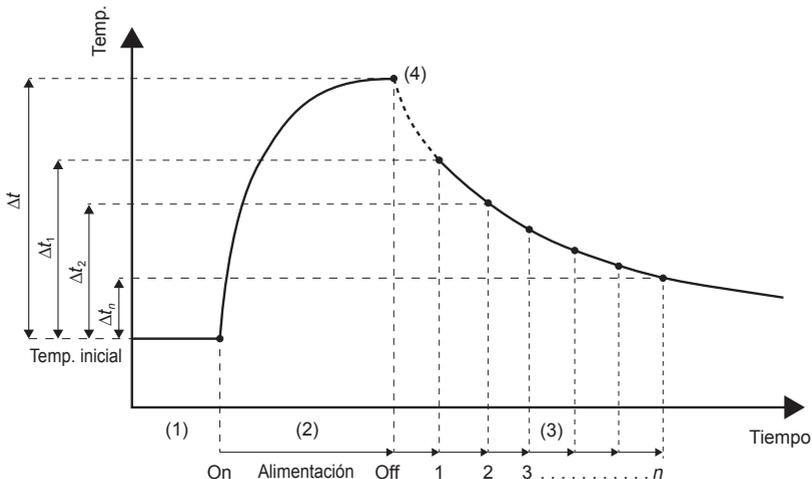
Esta función convierte el cambio en la resistencia de bobinado en un valor de aumento de temperatura según el principio de conversión de temperatura (p. Apéndice 7). Puede emplearse para estimar la temperatura del motor o el interior de la bobina mientras la alimentación está desconectada por el cambio en la resistencia de bobinado.

IMPORTANTE

- Para ejecutar la conversión de temperatura, conecte el sensor de temperatura Z2002 al terminal TEMP.SENSOR del lado del instrumento. Antes de conectar el sensor, asegúrese de haber leído lo siguiente.
Consulte: "2.4 Conexión del sensor de temperatura Z2002 (Si utiliza TC o ΔT)" (p. 32)
- Cuando ΔT esté ajustado en ON, en la función del comparador o en TC, no puede ajustarse en ON. Si la función de conversión de longitud está ajustada en ON, ΔT se desactiva automáticamente.
- Si se muestra "t.Err", puede que no esté conectado el sensor de temperatura Z2002 o se muestra "oF" para la temperatura. Compruebe la conexión del sensor de temperatura Z2002.

5

- (1) Después de que el motor y la bobina se establezcan a temperatura ambiente, mida la resistencia (R_1) y la temperatura ambiente del instrumento (t_1) y, a continuación, introduzca estos valores en el instrumento. (p. 70)
- (2) Desconecte las puntas de prueba del objetivo de medición.
- (3) Después de desconectar la alimentación, vuelva a conectar la punta de prueba al objetivo de medición y, a continuación, mida el valor de aumento de temperatura (Δt_1 a Δt_n) en los intervalos predeterminados.
(Puede medirse fácilmente si se utiliza la función de memoria del intervalo). (p. 81)
- (4) Dibuje una línea conectando los datos de temperatura recogidos (Δt_1 a Δt_n) y estime el valor máximo de aumento de temperatura (Δt).



1 Utilice el botón $\text{TC}/\Delta T$ para seleccionar ΔT .

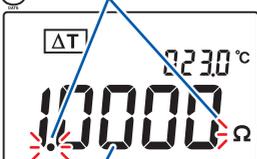
2 (Ajuste de temperatura t_1 inicial)
 Ajuste el signo más/menos de temperatura (+ (mostrado como 0) / -).



Iluminado ΔT 00000 30 °C

Ajuste la temperatura inicial.

3 (Ajuste R_1 del valor de resistencia inicial)
 Cambia la posición del punto decimal (sistema decimal anglosajón), unidades.



ΔT 10000 230 °C

Ajuste el valor de resistencia inicial.

4 (Ajuste k del recíproco del cociente de temperatura)

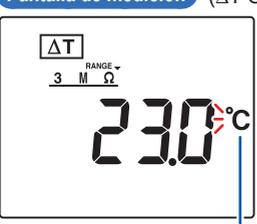


0235.0 k

Ajuste el recíproco (k) del cociente de temperatura.

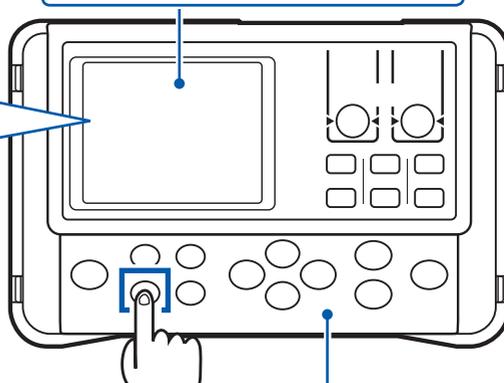
5 Aplique el ajuste y desplácese a la pantalla de medición.

Pantalla de medición (ΔT ON)



ΔT RANGE 3 M Ω
23.0 °C

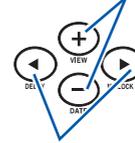
Indicación °C



oFF (valor predeterminado) → TC → ΔT

Botón $\text{TC}/\Delta T$

Cambia valores.



ESC — Cancelar
ENT — Aplicar

Cambia ajustes y dígitos.

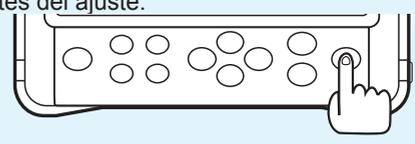
Directriz de k

La IEC 60034 recomienda lo siguiente:

- Cobre: $k = 235$
- Aluminio: $k = 225$

Referencia: "Apéndice 5 Función de conversión de temperatura (ΔT)" (p. Apénd. 7)

Si pulsa el botón MEMORY durante el ajuste t_1 y R_1 , se ajustan a los valores medidos justo antes del ajuste.



5.3 Mida la longitud de un conductor (función de conversión de longitud)

Esta función convierte un valor de resistencia a una longitud para mostrar la longitud del objetivo de medición (como un conductor).

Mantenga pulsada la botón **[TC/ΔT] (LENGTH)** para mostrar la pantalla de ajuste ON/OFF de la función de conversión de longitud.

$$\text{Longitud [m]} = \frac{\text{Resistencia medida } [\Omega]}{\text{Resistencia por metro } [\Omega/\text{m}]}$$

Ejemplo: Cuando la resistencia medida sea de 15 Ω y la resistencia por metro sea de 200 mΩ/m

$$\text{Longitud [m]} = \frac{15 [\Omega]}{0,2 [\Omega/\text{m}]} = 75 [\text{m}]$$

IMPORTANTE

Cuando la función de conversión de longitud está ajustada en ON, no puede ajustar en ON el comparador. Si ΔT está ajustado en ON, la función de conversión de longitud se desactiva automáticamente.

oFF ↔ ON (ajuste de valor de resistencia por metro)

1 Mantenga pulsada la botón  (LENGTH) para seleccionar LENGTH.

2 (Ajuste de valor de resistencia por metro)

LENGTH

20000

 Cambia la posición del punto decimal (sistema decimal anglosajón), unidades.


  Desplácese al ajuste del valor.

3

LENGTH

20000

    Ajuste de valor

4  Aplique el ajuste y desplácese a la pantalla de medición.

Pantalla de medición (Función de conversión de longitud ON)

LENGTH

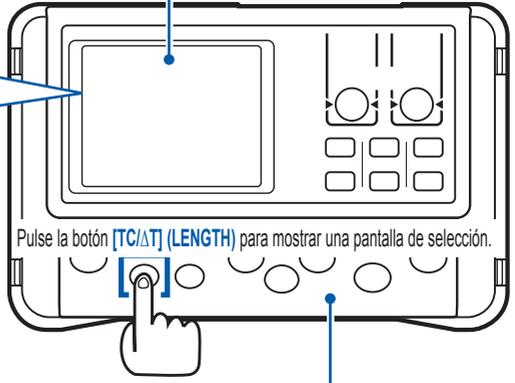
RANGE ↕

300 k Ω

2 100

km

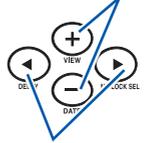
Indicador de metros



Pulse la botón  (LENGTH) para mostrar una pantalla de selección.

Mantenga pulsado

- Cambia la posición del punto decimal (sistema decimal anglosajón), unidades.
- Cambia valores.



 Cancelar

 Aplicar

Mueve dígitos.

IMPORTANTE

El formato del indicador (posición del decimal y unidad) cambia automáticamente según el rango y el ajuste. Para obtener más detalles, consulte las especificaciones del instrumento (p. 103).

En ciertos rangos, siempre se muestra oF porque se supera el rango del indicador, según el ajuste.

72

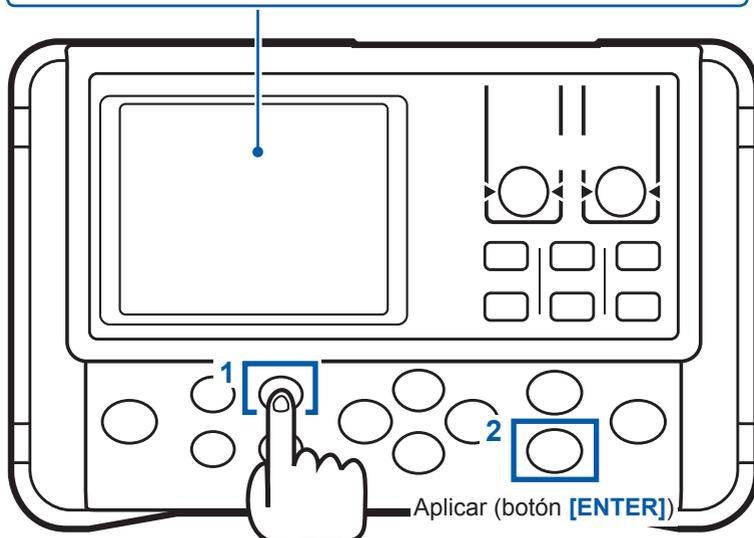
6

Carga y guardado del panel (Carga y guardado de las condiciones de medición)

La función de guardado del panel puede guardar hasta nueve conjuntos de condiciones de medición que se muestran en el momento en el que se produce el guardado del panel. Por su parte, la función de carga del panel puede cargar cualquier conjunto de condiciones de medición en cualquier momento. Los datos del panel se guardan aunque el instrumento se apague.

- Pulse la botón **[PANEL]** para visualizar la pantalla de carga del panel. (p. 75)
- Mantenga pulsada la botón **[PANEL] (SAVE/CLEAR)** para visualizar la pantalla de ajuste de la función guardar/borrar del panel. (p. 74, p. 76)

Condiciones que pueden guardarse mediante el guardado del panel:
Rango de medición de resistencia, promedio, retardo, comparador, sonido de valoración, conversión de temperatura (ΔT), cambio de la corriente de medición, conversión de longitud, corrección de temperatura (TC), compensación de tensión offset (OVC) y modo de memoria



Ajuste de carga del panel (botón **[PANEL]**)

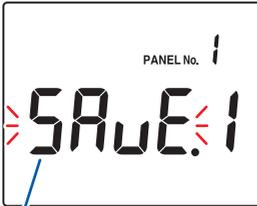
Ajuste de guardado del panel (mantenga pulsada la botón **[PANEL] (SAVE/CLEAR)**)

6.1 Guardado de las condiciones de medición (Función de guardado del panel)

Esta función guarda un conjunto de condiciones de medición actuales.

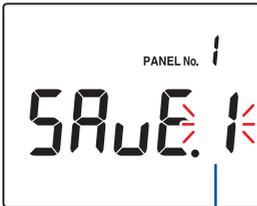
1 Mantenga pulsada la botón  (SAVE/CLEAR).

2 Seleccione SAVE.



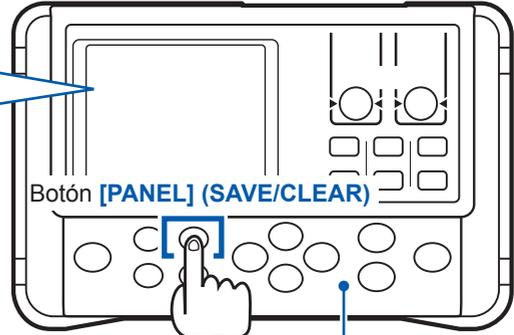
  SAVE ↔ CLEAR

3 Seleccione un número del panel.



  Cambie el número
 de panel. (De 1 a 9)

4  Guarde y desplácese a la pantalla de medición.



Mantenga pulsado

- Seleccione SAVE.
- Seleccione un número del panel.



Mueva elementos.

IMPORTANTE

- Si el número del panel guardado se selecciona y se pulsa la botón **[ENTER]**, se sobrescriben los contenidos existentes.
- Los valores de calibración no se guardan.

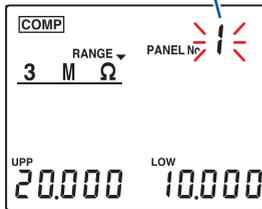
6.2 Carga de las condiciones de medición (función de carga del panel)

Esta función sustituye las condiciones de medición actuales por un conjunto de condiciones de medición guardado.

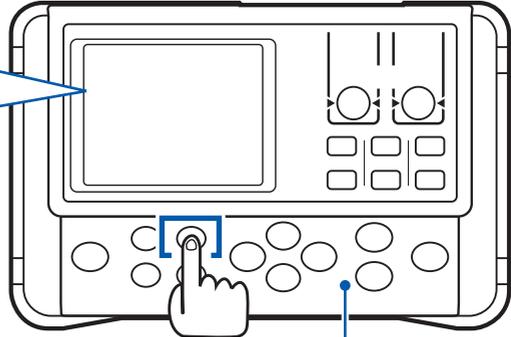
1 Pulse la botón **[PANEL]**.

2 Seleccione un número del panel.

[PANEL] o $\begin{matrix} + \\ \text{MEM} \end{matrix}$ Cambie el número de panel. (De 1 a 9)



3 **[ENTER]** Se cargan las condiciones de medición y se desplaza a la pantalla de medición.



Botón **[PANEL]**

[ESC] Cancelar

[ENTER] Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

6

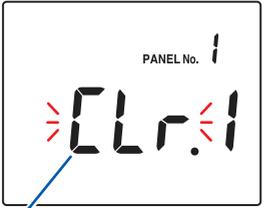
IMPORTANTE

- Si el número de un panel que no se ha guardado se selecciona y se pulsa el botón **[ENTER]**, se emite un sonido.
- Los valores de calibración no se leen. La calibración puede llevarse a cabo tanto antes como después de cargar el panel.
- Si se selecciona PANEL No.PrSet, se inicializan las condiciones de medición. (Carga de reinicio)
Consulte también “8.3 Inicialización (Reinicio)” (p. 93) para obtener más información sobre inicialización.
- El número del panel no se muestra en la pantalla de medición.

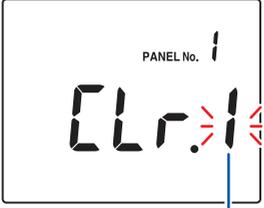
6.3 Borrado de contenidos del panel

1 Mantenga pulsada la botón  (SAVE/CLEAR).

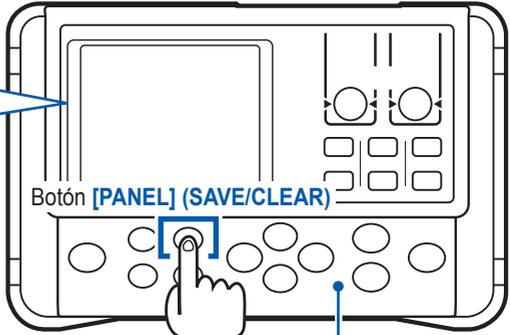
2 Seleccione CLEAR.



3 Seleccione un número del panel.



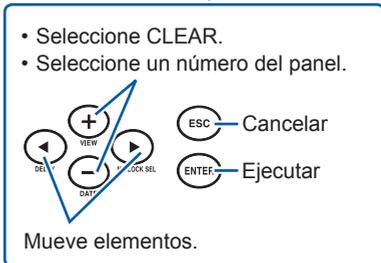
4  Borre el panel y, a continuación, desplácese a la pantalla de medición.



Botón **[PANEL] (SAVE/CLEAR)**

Mantenga pulsado

- Seleccione CLEAR.
- Seleccione un número del panel.



Mueve elementos.

 + VIEW

 ESC Cancelar

 - DATA

 ENTER Ejecutar

IMPORTANTE

Una vez borrados, los contenidos del panel no podrán recuperarse.

7

Función de memoria (guardar y exportar datos de medición a un PC)

Qué hace la función de memoria

Esta función puede guardar un valor que se está midiendo. Los datos guardados se retienen aunque se apague el instrumento. Hay tres métodos distintos de guardado:

- Memoria manual (hasta 1000 entradas) (p. 79)
- Memoria automática (hasta 1000 entradas) (p. 80)
- Memoria del intervalo (hasta 6000 entradas) (p. 81)
- Datos que guardar en la memoria (algunos elementos no pueden mostrarse solo con el instrumento).

Memoria manual o automática	Fecha y hora, valor de medición, temperatura, rango de medición de resistencia, promedio, comparador, corriente de medición cambiada, corrección de temperatura (TC) y compensación de tensión offset (OVC)
Memoria de intervalo	Fecha y hora de comienzo, valor medido, temperatura, rango de medición de temperatura, promedio, corrección de temperatura (TC), conversión de temperatura (ΔT) e intervalo

Hay dos métodos distintos de ver los datos guardados.

- mostrarlos en el instrumento (función de visualización de la memoria) (p. 83) y
- exportarlos a un PC (en el modo de almacenamiento masivo USB) (p. 88)

Disposición de memoria

Bloque de memoria (10 bloques)									
A.	b.	C.	d.	E.	F.	G.	H.	J.	L.
(Número máximo de intentos)									
Memoria manual o automática: 100 entradas por bloque, con un total de 1000 entradas de todos los bloques									
Memoria de intervalo: Un total de 6000 entradas de todos los bloques (El número de memoria en cada bloque no es fijo)									

Para guardar hasta la cantidad máxima de memoria mostrada antes, deben utilizarse todos los bloques para la memoria manual o automática o solo para la memoria interna. Si existen ambos tipos de bloques de memoria, no es posible guardar hasta el máximo.

Bloques de memoria

En el modo de memoria manual o automática, puede seleccionarse el bloque para guardar los datos. En el modo intervalo, se guardan datos en un bloque libre cuando comienza el intervalo. En el modo intervalo, no se puede especificar el bloque de memoria al que guardar los datos.

Cambio del bloque de memoria

1 Mantenga pulsada la botón **[▶] (M.Block SEL)**.

2 Seleccione un bloque.

Cambia bloques.

MEMORY No. ~~A:0001~~

DATA 100

Número de entradas guardadas

Número de entradas que pueden guardarse

3 Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

Mantenga pulsado

Pulse la botón **[▶] (M.Block SEL)** para mostrar una pantalla de selección.

ESC — Cancelar

ENTER — Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

No se han guardado datos

MEMORY No. ~~---~~

DATA 100

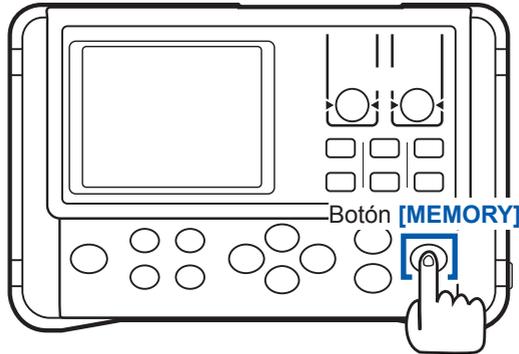
No hay memoria disponible

MEMORY No. ~~FULL~~

DATA ~~0~~

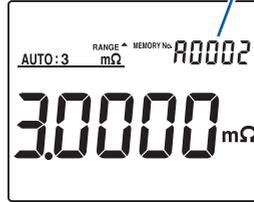
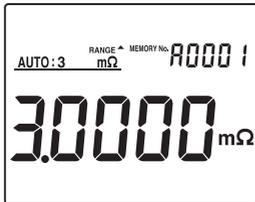
7.1 Guardado de datos en un momento específico (memoria manual)

Pulse la botón **[MEMORY]** para guardar el valor medido mostrado.



Durante la medición

El núm. de memoria parpadea (durante el guardado de datos) y se muestra el siguiente número de memoria disponible.



IMPORTANTE

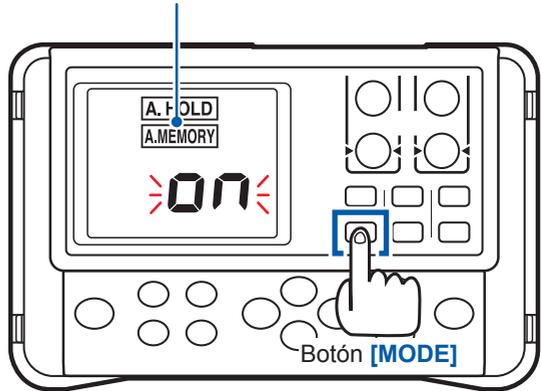
- Si se guarda un valor medido retenido, se muestra el número de memoria que usar. Cuando se deja de retener, aparece el siguiente número de memoria disponible.
- El número de memoria se incrementa en uno cada vez que se guardan datos y no se puede especificar. Si se guardan datos accidentalmente, borre el último elemento de datos guardados (los datos más recientes). Consulte: "7.5 Borrado de los datos de medición (borrado de memoria)" (p. 84)

7.2 Guardado de datos automático cuando se establecen los valores medidos (memoria automática)

Cuando se establece un valor medido, el valor se retiene y guarda automáticamente.

- 1 oFF → Retención automática (A.HOLD) → **Memoria automática (A.HOLD, A.MEMORY)** → Intervalo (INTERVAL) → oFF

- 2  Cancelar
 Aplicar



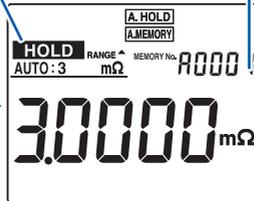
- 3

Durante la medición



Durante la retención automática

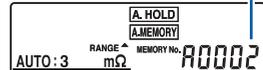
El núm. de memoria parpadea (durante el guardado de datos) y se muestra el número de memoria usado para guardar datos.



Retención soltada

Suelte las puntas de prueba del objetivo de medición y, a continuación, conecte las puntas al objetivo de nuevo. Comienza la siguiente medición. (El estado de retención también puede liberarse si cambia el rango o pulsa la botón **[ESC]**).

Se muestra el siguiente núm. de memoria durante la medición



IMPORTANTE

El número de memoria se incrementa en uno cada vez que se guardan datos y no se puede especificar. Si se guardan datos accidentalmente, borre el último elemento de datos guardados (los datos más recientes).

Consulte: "7.5 Borrado de los datos de medición (borrado de memoria)" (p. 84)

7.3 Guardado de datos a intervalos fijos (función de memoria del intervalo)

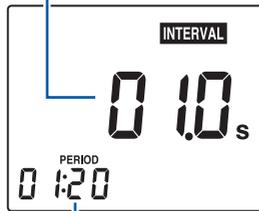
Esta función puede guardar datos medidos a intervalos específicos. Si se utiliza esta función junto a ΔT , es fácil efectuar una prueba de aumento de temperatura (para estimar la temperatura de apagado).

Ajuste de la memoria del intervalo

- 1 oFF → Retención automática (A.HOLD) → Memoria automática (A.HOLD, A.MEMORY) → Intervalo (INTERVAL) → oFF

- 2 (Ajuste del tiempo del intervalo)

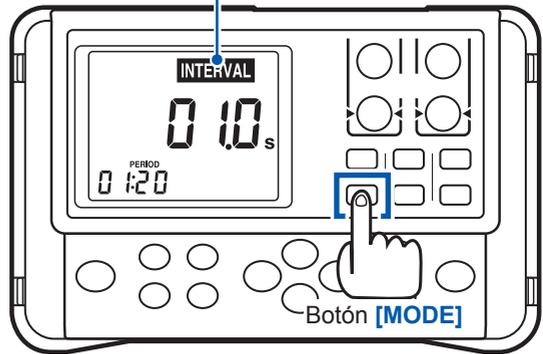
Ajuste el tiempo del intervalo.



El tiempo en el que pueden guardarse los datos.
(Ejemplo: 01:20 indica una hora y 20 minutos).

ESC — Cancelar

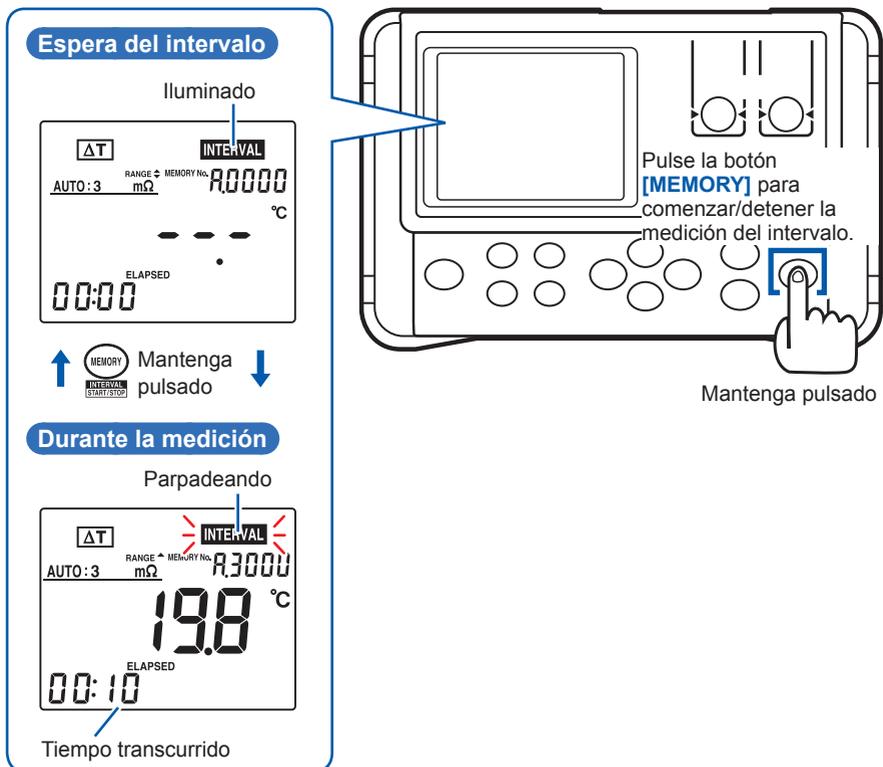
ENTER — Aplicar



IMPORTANTE

El tiempo en el que pueden guardarse los datos varía según el número de unidades de memoria ya guardadas y el tiempo del intervalo ajustado.

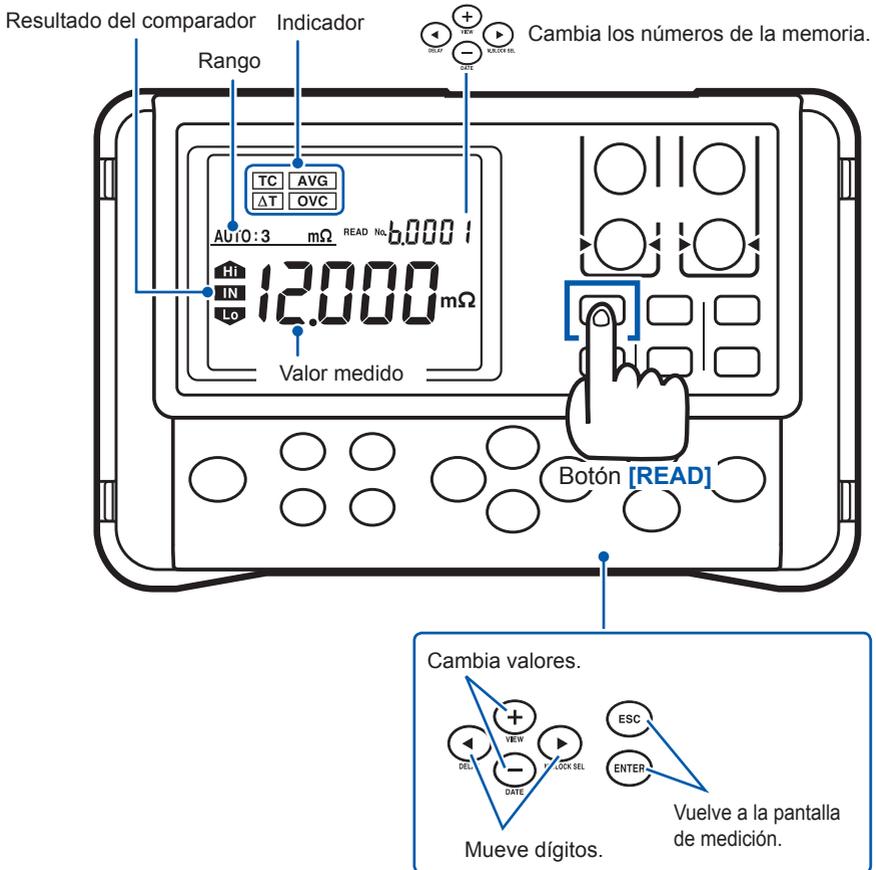
Medición de la memoria del intervalo



IMPORTANTE

- Cuando la memoria se llene, se detiene automáticamente la medición del intervalo. Para volver a comenzar una medición del intervalo, borre la memoria.
- Cuando comienza una medición del intervalo, los datos se guardan automáticamente en un bloque de memoria disponible. El bloque de memoria utilizado no puede cambiarse. Cuando se detiene la medición del intervalo, el bloque de memoria utilizado muestra FULL.
- Cuando la función de memoria del intervalo está ajustada en ON, no puede utilizarse la función del comparador. Cuando el comparador está ajustado en ON, la función de memoria del intervalo no puede utilizarse.
- Si se muestra "-----" (u otro error del valor medido) después de pulsar la botón **[START]**, no comienza el guardado de datos. Después de mostrarse un valor medido, comienza el guardado de datos.

7.4 Visualización de datos de medición guardados (función de visualización de la memoria)



7.5 Borrado de los datos de medición (borrado de memoria)

Hay tres métodos distintos de borrar los datos de medición guardados.

- Borrar solo los últimos datos guardados en un bloque
- Borrar un bloque entero
- Borrarlo todo

Borrado de solo los últimos datos guardados en un bloque (bloque seleccionable)
Consulte: p. 85



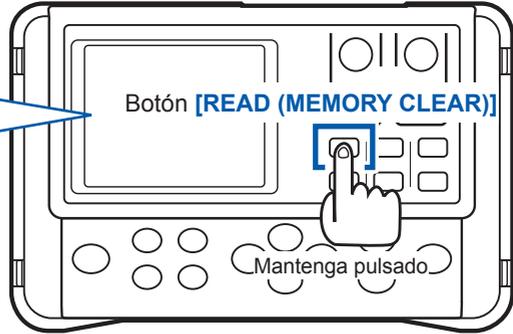
Borrado de un bloque entero con datos de guardado
Consulte: p. 86



Borrado de todos los datos guardados en la memoria
Consulte: p. 87



(También pueden borrarse todos los datos si desconecta la alimentación y, a continuación, la conecta mientras mantiene pulsada la botón **[READ]**).



Borrado de solo los últimos datos guardados en un bloque (bloque seleccionable)

Este método solo borra los últimos datos guardados en un bloque. Este método es útil, por ejemplo, cuando se guardan los datos accidentalmente en el modo de memoria manual o automática.

1 Mantenga pulsada la botón **READ MEMORY CLEAR**.

2 Seleccione **LAST**.

Proceda con la selección de bloque.

Bloque seleccionado

Número de la memoria de los últimos datos

3 Seleccione el bloque con los datos que borrar.

4 Borrar los últimos datos del bloque seleccionado y pasar a la pantalla de medición.

Botón **[READ (MEMORY CLEAR)]**

Mantenga pulsado

Cambia elementos. Cancelar

Mueve elementos.

DEL, VIEW, DATA, LOCK SEL, +, -, ESC, ENTER

Borrado de un bloque entero con datos de guardado

Este método borra un bloque entero con datos de guardado.

1 Mantenga pulsada la botón

READ
MEMORY CLEAR



Botón **[READ (MEMORY CLEAR)]**

Mantenga pulsado

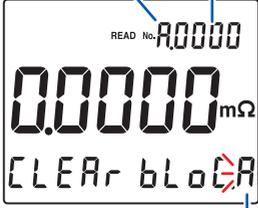
Seleccione bLoC.

Proceda con la selección de bloque.

Bloque seleccionado

Número total de entradas de datos guardadas

2



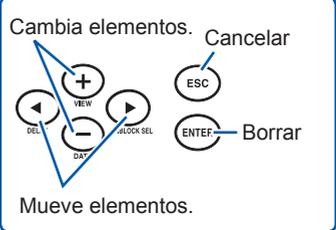
Seleccione el bloque que borrar.

3 Borrar el bloque seleccionado y pasar a la pantalla de medición.

Cambia elementos. Cancelar

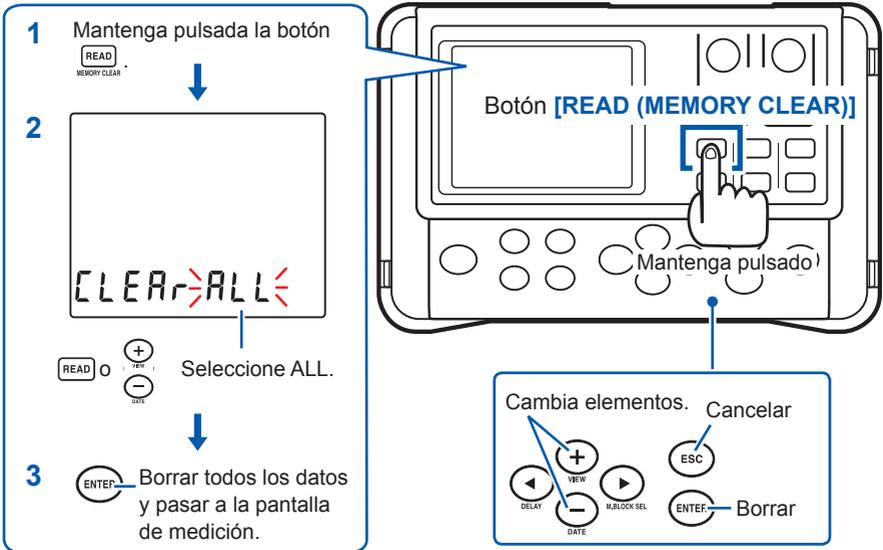
Mueve elementos.

DEL VIEW DAY LOCK SEL ESC ENTER Borrar



Borrado de todos los datos guardados

Este método borra todos los datos guardados en el instrumento.



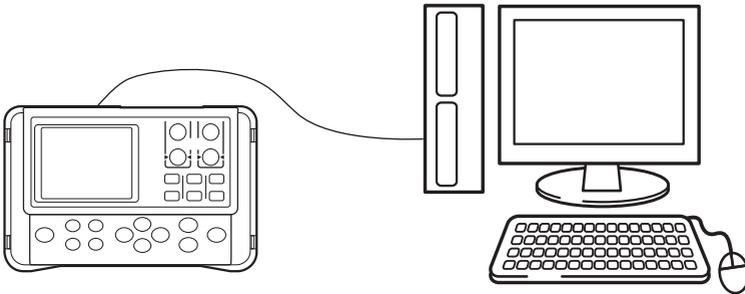
Para eliminar todos los datos al igual que en el método anterior, pulse la botón de **[ENCENDIDO]** mientras mantiene pulsada la botón **[READ]** cuando la alimentación esté apagada.

7.6 Exportación de los datos de medición guardados a un PC (modo de almacenamiento masivo USB)

Los valores medidos almacenados en memoria se organizan como archivos CSV. Los datos guardados en la memoria interna pueden exportarse a un PC con el modo de almacenamiento masivo USB.

Conexión de un cable USB

Fíjese en la orientación de las clavijas del cable USB y conéctelas al instrumento y al PC.



Extracción del cable USB

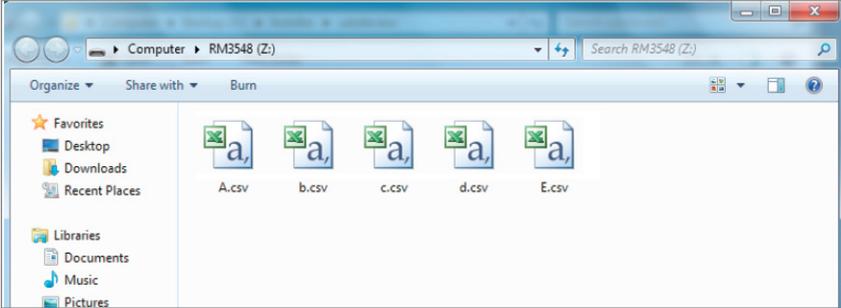
Para extraer el cable USB conectado al instrumento mientras el PC todavía está en marcha, utilice el icono “Quitar hardware de forma segura” del PC.

Copiado de un archivo al PC

1 Abra [Start] → [My Computer] → [RM3548].

Se utiliza como nombre de archivo un nombre de bloque de memoria.

Ejemplo: Cuando se reconoce la memoria del instrumento como RM3548 (Z:)



2 Copie un archivo al PC y abra el archivo con un editor de texto (como el Bloc de notas) o un programa de hojas de cálculo (como Microsoft Excel).

Si se interrumpe la medición del intervalo, se indica el siguiente estado final al final del archivo.

- Cuando no hay memoria libre disponible y no se pueden guardar más datos: MemoryFull
- Cuando no quedan pilas y la alimentación está desconectada: BatteryLow

Ejemplo: Cuando se abre el archivo con Excel

	A	B	C	D
1	Model	HOOKI RM3548	RESISTANCE METER	
2	Serial No.	999999999		
3	DATE(Y-M-D)	2013/1/1		
4	TIME	10:00:00		
5	RANGE[Ohm]	AUTO		
6	AVG	OFF		
7	DELTA T	ON		
8	RI [Onm]	69.62		
9	T1 [C]	25.4		
10	k	235		
11	INTERVAL[sec]	0.2		
12				
13	DATA[C]			
14		3.07E+01		
15		3.07E+01		
16		3.07E+01		
17		3.07E+01		
18		3.07E+01		
19		3.07E+01		
20		3.07E+01		
21		3.07E+01		
22		3.07E+01		
23		3.07E+01		

Archivo creado en el modo de memoria del intervalo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Model	HOOKI RM3548	RESISTANCE METER											
2	Serial No.	1E+09												
3	DATE(Y-M-D)	TIME	DATA	UNIT	TBMP[C]	COMP	UPP/REF	LOW%	JUDGE	RANGE[Ohm]	TC	OVIC	AVE	300mA
4	2013/1/1	9:50:41	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
5	2013/1/1	9:50:42	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
6	2013/1/1	9:50:43	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
7	2013/1/1	9:50:44	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
8	2013/1/1	9:50:47	3.48E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
9	2013/1/1	9:50:51	9.40E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	300	ON	OFF	2	--
10	2013/1/1	9:50:58	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	30	ON	OFF	2	--
11	2013/1/1	9:51:01	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	30	ON	OFF	2	--
12	2013/1/1	9:51:32	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	30	ON	OFF	2	--
13	2013/1/1	9:51:54	4.88E+00	Ohm	25.4	OFF	--	--	--	30	ON	OFF	2	--
14	2013/1/1	9:52:13	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
15	2013/1/1	9:52:14	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
16	2013/1/1	9:52:15	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
17	2013/1/1	9:52:16	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
18	2013/1/1	9:52:17	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
19	2013/1/1	9:52:18	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
20	2013/1/1	9:52:19	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00	IN	30	ON	OFF	2	--
21	2013/1/1	9:52:25	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00	HI	30	ON	OFF	2	--
22	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00	HI	30	ON	OFF	2	--
23	2013/1/1	9:52:26	9.61E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00	HI	30	ON	OFF	2	--

Archivo creado en el modo de memoria automática o manual

IMPORTANTE

- No pueden efectuarse mediciones o ajustes durante la conexión por USB. Tampoco pueden efectuarse desde el PC.
- Los datos de memoria son de solo lectura. No pueden cambiarse datos o eliminarse desde el PC. Para eliminar un archivo, extraiga el cable USB y utilice la función de borrado de memoria del instrumento. (p. 84)

Cambio del carácter de separación de decimales y del carácter limitador de archivos CSV

Puede seleccionar tres pares de caracteres de separación de decimales y de caracteres limitadores de archivos CSV.

Asegúrese de que la alimentación está desactivada; mantenga pulsada la botón **[MODE]** y, a la vez, pulse la botón de **[ENCENDIDO]**.

Caracteres de separación de decimales y limitadores de archivos CSV

Tipo	Separación de decimales	Limitador	Extensión
Type1	. (punto)	, (coma)	.csv
Type2	, (coma)	(tabulación)	.txt
Type3	. (punto)	(espacio)	.txt

1 Apague la alimentación (si está encendida).

2 Mientras mantiene pulsada la botón **[MODE]**, pulse la botón  cuando la alimentación esté apagada.

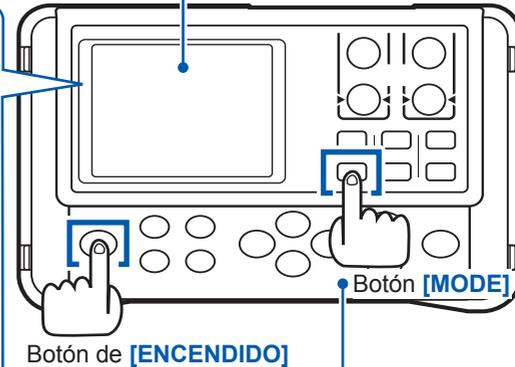
3



[MODE] Cambia el tipo.

tyPE1 (valor predeterminado) → tyPE2 → tyPE3

4  Aplique y desplácese a la pantalla de medición.



Botón de **[ENCENDIDO]**

Botón **[MODE]**

[MODE] Cambia el tipo.

[ESC] Cancelar

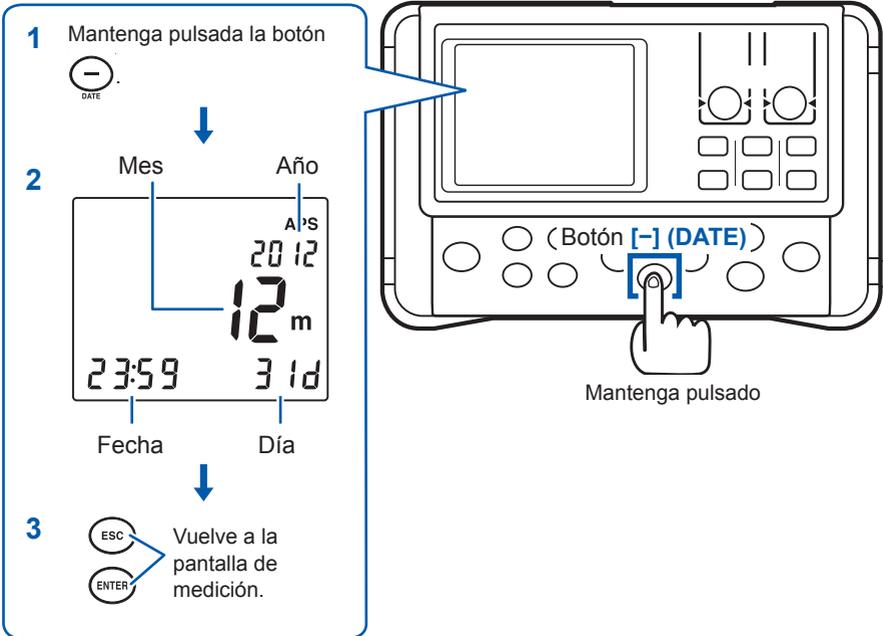
[ENTER] Aplicar

El tipo también puede cambiarse con **[+]** **[-]**.

8 Ajustes del sistema

8.1 Visualización de la pantalla de verificación de fecha y hora

Mantenga pulsada la botón **[-] (DATE)** para verificar la fecha y la hora.



8.2 Ajuste del reloj

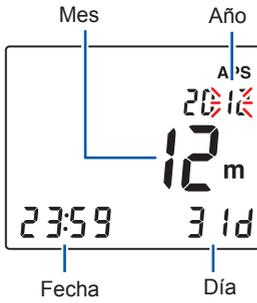
Defina la fecha y la hora.

Para que se muestre la pantalla de ajuste de la hora, pulse el botón de **[ENCENDIDO]** mientras mantiene pulsada la botón **[-]** cuando la alimentación esté apagada.

1 Apague la alimentación (si está encendida).

2 Mientras mantiene pulsada la botón **[-]**, pulse la botón **[ENCENDIDO]** cuando la alimentación esté apagada.

3



Mes Año

APS

20:12

m

23:59 31d

Fecha Día

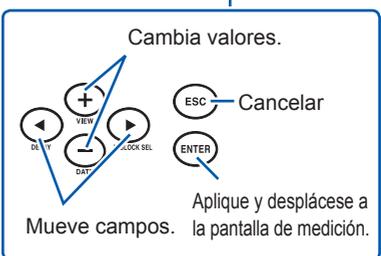
4 **[ENTER]** Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

◀ ▶ Mueva dígitos y elementos.
+ - Cambia valores.

[ENTER] Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

Botón de [ENCENDIDO] **Botón [-]**

Cambia valores.



VIEW +

DATE -

ESC Cancelar

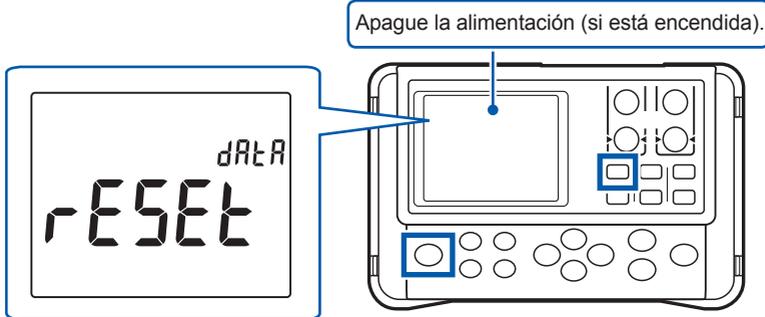
ENTER

Aplique y desplácese a la pantalla de medición.

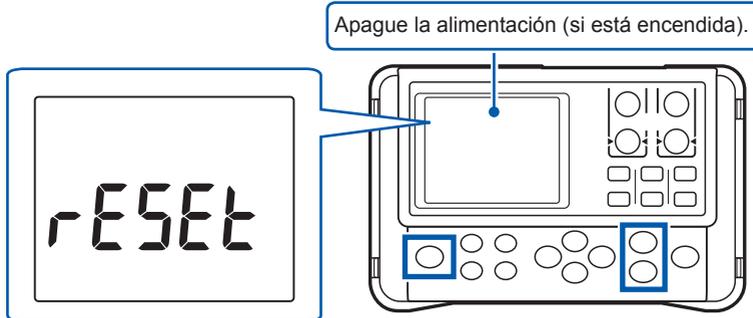
8.3 Inicialización (Reinicio)

Esta función cuenta con los tres tipos de reinicio siguientes:

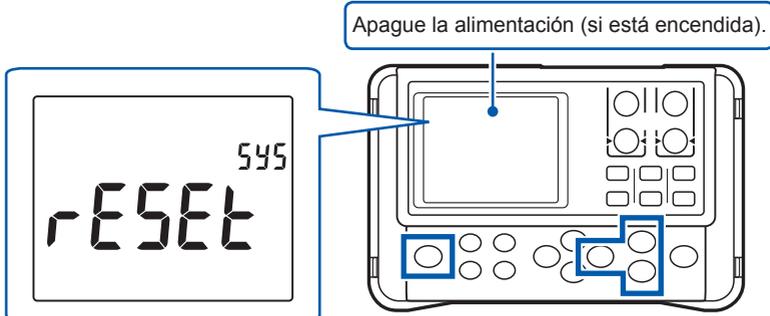
- Borrado de memoria: Inicializa la memoria que almacena los datos de medición.
(Este tipo de inicialización es posible incluso si la alimentación está encendida. (p. 84))



- Reinicio (restaura las condiciones de medición actuales): Restaura los datos y ajustes, a excepción de los datos del panel, los datos de medición guardados y los ajustes del reloj, a los valores predeterminados de fábrica.
(Este tipo de inicialización es posible incluso si la alimentación está encendida. (p. 75))



- Reinicio del sistema: Restaura todos los ajustes excepto los del reloj, incluidos los datos del panel y los datos de medición guardados, a los valores predeterminados de fábrica.



Ajustes predeterminados

Función	Ajustes disponibles	Valor predeterminado	Consulte
Interruptor del rango de medición	AUTO/MANUAL	AUTO	(p. 38)
Rango de medición	3m Ω /30m Ω /300m Ω /3 Ω /30 Ω /300 Ω /3k Ω /30k Ω /300k Ω /3M Ω	3M Ω	(p. 38)
Modo de visualización	Ninguno/Memory No./Temperatura	Temperatura	(p. 41)
Calibración	OFF/ON	OFF	(p. 46)
Promedio	oFF/2/5/10/20	oFF	(p. 51)
Corrección de temperatura, conversión de temperatura (ΔT)	oFF/TC/ ΔT	oFF	(p. 52) (p. 69)
Compensación de tensión offset (OVC)	oFF/on	oFF	(p. 53)
Retardo	PrSEt (predeterminado de fábrica)/10 ms/30 ms/50 ms/100 ms/300 ms/500 ms/1000 ms	PrSEt	(p. 55)
Interruptor de la corriente de medición con rango de 300m Ω	Hi (300 mA)/ Lo (100 mA)	Lo	(p. 57)
Comparador	oFF/ ON (modo ABS)/ ON (modo REF%)	oFF	(p. 62)
Sonido de valoración	oFF/Hi/in/Lo/Hi-Lo/ALL1/ALL2	oFF	(p. 67)
Conversión de longitud	oFF/ON	oFF	(p. 71)
Modo de memoria de guardado	oFF/A.HOLD (retención automática)/A.HOLD,A.MEMORY (memoria automática)/INTERVAL (intervalo)	oFF	(p. 44) (p. 77)
Bloqueo de la memoria	A/b/C/d/E/F/G/H/J/L	A	(p. 78)

9 Especificaciones

9.1 Especificaciones generales

Rango de medición

0,000 0 m Ω (rango de 3 m Ω) a 3,500 0 M Ω (rango de 3 M Ω) (10 rangos)

Método de medición

Señal de medición	Corriente constante
Método de medición	Método de los cuatro terminales CC
Terminales de medición	Terminales tipo banana
	Terminal SOURCE A Detección de corriente
	Terminal SOURCE B Origen de corriente
	Terminal SENSE A Detección de voltaje
Terminal SENSE B Detección de voltaje	

Especificaciones de medición

(1) Precisión de la medición de resistencia

Condiciones de garantía de la precisión

Garantía de la precisión con temperatura y humedad 23°C \pm 5°C, 80% HR máxima

Período de garantía de la precisión Un año

Cociente de temperatura $\pm(1/10$ de precisión en la medición) / °C se añade en los rangos de temperatura de 0 a 18°C y de 28 a 40°C.

Precisión ± (% ltr.+% e.c.) (calculada como e.c. = 30000 dgt. 0,010 %e.c. = 3 dgt.)

Rango	Rango máximo de medición*1,*2	Precisión en la medición*3	Corriente de medición*4	Voltaje de circuito abierto
3 mΩ	3,5000 mΩ	0,100 + 0,200 (0,100 + 0,020)	1 A	5,5 V _{MAX}
30 mΩ	35,000 mΩ	0,100 + 0,020 (0,100 + 0,010)		
300 mΩ	350,00 mΩ	0,100 + 0,010 (0,100 + 0,010)	300 mA	
		0,020 + 0,020 (0,020 + 0,010)	100 mA	
3 Ω	3,5000 Ω	0,020 + 0,007 (0,020 + 0,007)	10 mA	
30 Ω	35,000 Ω	0,020 + 0,007 (0,020 + 0,007)	1 mA	
300 Ω	350,00 Ω	0,020 + 0,007 (0,020 + 0,007)	100 μA	
3 kΩ	3,5000 kΩ	0,020 + 0,007	5 μA	
30 kΩ	35,000 kΩ	0,020 + 0,007	500 nA	
300 kΩ	350,00 kΩ	0,040 + 0,007		
3 MΩ	3,5000 MΩ	0,200 + 0,007		

*1 Un valor negativo es de hasta -10%e.c.

*2 El rango máximo de visualización se corresponde con el rango máximo de medición.

*3 Los valores de las células inferiores encerrados por () se aplican cuando la Compensación de tensión offset está habilitada.

*4 La precisión en la corriente de medición es de ±5%.

(El siguiente valor se añade como error ltr. a la precisión en la medición de resistencia si se está utilizando la corrección de temperatura).

$$\frac{-\alpha_{t_0}\Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100 [\%]$$

t_0 : Temperatura de referencia [°C]

t : Temperatura medida de corriente [°C]

Δt : Precisión de la medición de temperatura

α_{t_0} : Cociente de temperatura en t_0 [1/°C]

(2) Precisión en la medición de temperatura (sensor del termistor)

Garantía de la precisión	De -10,0 a 99,9°C
Rango de visualización	De -10,0 a 99,9°C
Periodo de medición (velocidad)	200 ms \pm 20 ms
Tasa de refresco de la visualización	Aprox. 2 s
Período de garantía de la precisión	Un año

Precisión cuando se utiliza junto al sensor de temperatura Z2002

Precisión	Rango de temperaturas
$\pm(0,55+0,009 \times t-10)$ °C	De -10,0°C a 9,9°C
$\pm 0,50$ °C	De 10,0°C a 30,0°C
$\pm(0,55+0,012 \times t-30)$ °C	De 30,1°C a 59,9°C
$\pm(0,92+0,021 \times t-60)$ °C	De 60,0°C a 99,9°C

t: Temperatura de medición (°C)

La precisión del instrumento es de $\pm 0,2$ °C.

(3) Orden de funcionamiento

1. Calibración
2. Corrección de temperatura
3. Conversión de longitud

Precisión

Definimos la medición de tolerancias en términos de e.c. (escala completa), ltr. (lectura) y dgt. (dígito), con los siguientes significados:

e.c.	(Valor máximo mostrado) Suele indicar el valor máximo de visualización. En el instrumento, esto indica el rango en uso actualmente.
ltr.	(Lectura o valor mostrado) El valor que se está midiendo actualmente y que se indica en el instrumento de medición.
dgt.	(Resolución) La unidad más pequeña que se puede mostrar en un instrumento de medición digital, es decir, el valor de entrada que hace que la pantalla digital muestre un "1".

Ejemplos de cálculo de la precisión

(Se redondean los números posteriores a los dígitos de visualización).

1 Precisión de la medición de resistencia

Condiciones de medición: 300 mΩ rango, corriente Lo (100 mA), OVC OFF, objetivo de medición = 100 mΩ

Precisión de la medición de resistencia: $\pm(0,020\% \text{ ltr.} + 0,020\% \text{ e.c.})$

$$\pm (0,020\% \times 100 \text{ m}\Omega + 0,020\% \times 300 \text{ m}\Omega) = \pm 0,08 \text{ m}\Omega$$

2 Precisión de la medición de temperatura

Condiciones de medición: Sensor de temperatura del termistor, temperatura de medición = 35°C

Precisión de la medición de temperatura: $\pm(0,55 + 0,012 \times |t-30|)$

$$\pm (0,55 + 0,012 \times |35-30|) = \pm 0,61^\circ\text{C}$$

3 Precisión adicional de corrección de temperatura

Condiciones de medición: Cociente de temperatura = 3930 ppm/°C, temperatura de referencia = 20°C, temperatura de medición = 35°C

Error adicional

$$\frac{-\alpha_{t_0} \Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100[\%]$$

$$\frac{-0,393\% \times (\pm 0,6)}{1 + 0,393\% \times (35 \pm 0,6 - 20)} = +0,222\% \text{rdg.} - 0,223\% \text{rdg.}$$

Funciones

(1) Interruptor del rango de resistencia

Modo	AUTO/MANUAL (el modo manual siempre está activado cuando la función del comparador está activada).
Ajuste prede-terminado	AUTO

(2) Interruptor de la corriente de medición

Funcionamiento	Alterna la corriente de medición en el rango de 300 mΩ.
Corriente de medición	Hi: 300 mA/Lo: 100 mA
Ajuste prede-terminado	Lo

(3) Tasa de refresco de la visualización

OVC	Tasa de refresco de la visualización del valor medido
OFF	Aprox. 100 ms
ON	Aprox. 230 ms

(Si OVC está activado, se añade el retardo multiplicado por dos).

Directriz del tiempo de integración (hora de lectura de datos del voltaje detectado): 100 ms

(4) Calibración

Funcionamiento	Cancela el voltaje offset interno y la resistencia residual antes de la medición.
Ajuste	ON/OFF (borrado): En cada rango
Rango de calibración	±3%e.c. como máximo por rango (e.c.=30000 dgt.)
Ajuste prede-terminado	OFF

(5) Promedio

Funcionamiento	Cambia el promedio
Ajuste	OFF/2/5/10/20
Ajuste prede-terminado	OFF

(6) Retardo

Funcionamiento	Ajusta el tiempo que tardará la medición en estabilizarse insertando un periodo de espera después del uso de la OVC o la función de rango automático para cambiar la corriente de medición. Preset: La integración comienza después de que pase el tiempo predeterminado de fábrica (que varía según el rango). Valor no predeterminado: La integración comienza después de que pase el tiempo especificado (en todos los rangos).
Ajuste	Preset (valor de fábrica)/10 ms/30 ms/50 ms/100 ms/300 ms/500 ms/1000 ms Si el retardo OVC se ajusta a 100 ms o menos en un rango de 3 mΩ, 30 mΩ o 300 mΩ* (*300 mΩ = corriente de medición Hi), el retardo es siempre de 200 ms.
Ajuste predeterminado	Preset

Valor de retardo de compensación de tensión offset (OVC) predeterminado (predeterminado de fábrica) (Unidad: ms)

Corriente de medición	Rango	Tiempo de retardo
Lo	De 3 mΩ a 30 mΩ	200
	De 300 mΩ a 3 Ω	50
	De 30 Ω a 300 Ω	30
Hi	300 mΩ	200

(7) Corrección de temperatura (TC)

Funcionamiento	Convierte la resistencia medida en la de la temperatura deseada con un cociente de temperatura y la muestra.		
Expresión	$R_{t_0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0}(t - t_0)}$		
	R_t :	Valor de resistencia medida (Ω)	
	R_{t_0} :	Valor de resistencia corregida (Ω)	
	t_0 :	Temperatura de referencia (°C)	Rango de ajuste: De -10,0 a 99,9°C
	t :	Temperatura medida de corriente (°C)	
	α_{t_0} :	Cociente de temperatura (1/°C) en t_0	Rango de ajuste: De -9999 a 9999 ppm/°C
Corrección de temperatura	ON/OFF (ΔT siempre está desactivado cuando TC está en ON).		
Ajuste predeterminado	OFF, t_0 : 20°C, α_{t_0} : 3930 ppm/°C		

(8) Compensación de tensión offset (OVC)

Funcionamiento	Elimina los efectos del voltaje offset. Efectúa dos mediciones con corrientes distintas cuando OVC está activado.
Rangos válidos	Rangos de 3 mΩ a 300 Ω
Ajuste	ON/OFF
Ajuste predeterminado	OFF

(9) Detección del error de medición**Detección de fuera de rango**

Funcionamiento	Muestra un error de fuera de rango si se da alguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Se ha sobrepasado el rango de medición. • El rango de entrada del conversor A/D se ha sobrepasado durante la medición. • Un resultado de cálculo excede los dígitos máximos de visualización.
----------------	---

Detección de fallo de corriente

Funcionamiento	Detecta un error en el que no puede aplicarse una corriente predeterminada de medición. Esta función no se puede desactivar.
----------------	---

Detección de protección del circuito

Funcionamiento	Detecta si se aplica un sobrevoltaje y detiene la medición hasta que se desconecta la alimentación. Esta función no se puede desactivar. El circuito está protegido hasta que se alcance un pico de 42,4 V CA o de 60 V CC.
----------------	--

(10) Comparador

Funcionamiento	Compara el valor ajustado y el valor medido.
Ajuste	ON/OFF (el rango es fijo cuando la función del comparador está en ON. La función del comparador se desactiva automáticamente cuando se activa ΔT o la función del comparador de longitud).
Método de valoración	Modo REF%/Modo ABS
Ajuste pre-terminado	OFF, modo ABS
Valoración	Hi valor medido > valor del límite superior IN valor del límite superior \geq valor medido \geq valor del límite inferior Lo valor del límite inferior > valor medido

Modo ABS

Rango de valor límite superior e inferior	De 0,0000 m Ω a 9,9999 M Ω
Ajuste pre-terminado	0,0000 m Ω

Modo REF%

Pantalla	Indicador de valor relativo
----------	-----------------------------

$$\text{Valor relativo} = \left(\frac{\text{Valor medido}}{\text{Valor de referencia}} - 1 \right) \times 100[\%]$$

Rango del indicador de valor relativo	-999,99 % a 999,99 %
Rango del valor de referencia	De 0,0001 mΩ a 9,9999 MΩ
Rango de valor límite superior e inferior	0,00 % a ± 99,99 %
Ajuste predeterminado	Valor de referencia: 0,0001 mΩ, rango de valor límite superior e inferior: 0,00 %

(11) Sonido de valoración

Función	Suena el pitido a partir de un resultado de la valoración del comparador.
Ajuste	OFF/Hi/IN/Lo/Hi o Lo/ALL1/ALL2 Los sonidos ALL1 y ALL2 suenan distintos a Hi, Lo e IN.
Ajuste predeterminado	OFF

(12) Conversión de temperatura (ΔT)

Funcionamiento	Convierte un valor medido de resistencia a una temperatura, teniendo en cuenta que la resistencia depende de la temperatura, para mostrar el valor de aumento de la temperatura.
Expresión	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2)$
Δt :	Aumento de temperatura (°C)
t_1 : Rango de ajuste:	Temperatura de bobinado (°C) (en estado frío) durante la medición R_1 inicial de resistencia De -10,0 a 99,9°C
t_2 :	Temperatura del refrigerante (°C) al completar la prueba de aumento de la temperatura
R_1 : Rango de ajuste:	Resistencia de bobinado (Ω) con la temperatura t_1 (en estado frío) De 0,0001 mΩ a 3,5000 MΩ
R_2 :	Resistencia de bobinado (Ω) al completar la prueba de aumento de la temperatura
k : Rango de ajuste:	Recíproco (°C) del cociente de temperatura del material conductor a 0°C De -999,9 a 999,9°C
Rango de visualización ΔT	De -999,9 a 999,9°C
Conversión de temperatura	ON/OFF (si ΔT está en ON, el TC y las funciones del comparador están siempre en OFF. Cuando la función de conversión de longitud está activada, ΔT se desactiva automáticamente).
Ajuste predeterminado	OFF, t_1 : 23,0°C, R_1 : 1,0000 Ω, k : 235,0

(13) Conversión de longitud

Funcionamiento	Convierte un valor medido en una longitud que mostrar.
Rango de visualización de longitud	De 0,0000 mm a 999,99 km (cuando la resistencia es negativa, también se muestra un signo negativo).
Ajuste	ON/OFF (si la función de conversión de longitud está en ON, la función del comparador siempre está en OFF. Cuando ΔT está en ON, la función de conversión de la longitud se desactiva automáticamente).
Resistencia por metro	De 0,0001 m Ω a 350,00 Ω
Ajuste predefinido	OFF, 1 Ω
Formato de visualización	Consulte la tabla siguiente.

Rango	Resistencia por metro			
	De 0,0001 a 0,0034 m Ω	De 0,0035 a 0,0350 m Ω	De 0,0351 a 0,3500 m Ω	De 0,3501 a 3,5000 m Ω
3 m Ω	0,0000 km	000,00 m	00,000 m	0,0000 m
30 m Ω	00,000 km	0,0000 km	000,00 m	00,000 m
300 m Ω	000,00 km	00,000 km	0,0000 km	000,00 m
3 Ω	*1	000,00 km	00,000 km	0,0000 km
30 Ω	*1	*1	000,00 km	00,000 km
300 Ω	*1	*1	*1	000,00 km
3 k Ω	*1	*1	*1	*1
30 k Ω	*1	*1	*1	*1
300 k Ω	*1	*1	*1	*1
3 M Ω	*1	*1	*1	*1

*1 Indicador fuera de rango

Rango	Resistencia por metro				
	De 3,5001 a 35,000 m Ω	De 35,001 a 350,00 m Ω	De 350,01 m Ω a 3,5000 Ω	De 3,5001 a 35,000 Ω	De 35,001 a 350,00 Ω
3 m Ω	000,00 mm	00,000 mm	0,0000 mm	*1	*1
30 m Ω	0,0000 m	000,00 mm	00,000 mm	0,0000 mm	*1
300 m Ω	00,000 m	0,0000 m	000,00 mm	00,000 mm	0,0000 mm
3 Ω	000,00 m	00,000 m	0,0000 m	000,00 mm	00,000 mm
30 Ω	0,0000 km	000,00 m	00,000 m	0,0000 m	000,00 mm
300 Ω	00,000 km	0,0000 km	000,00 m	00,000 m	0,0000 m
3 k Ω	000,00 km	00,000 km	0,0000 km	000,00 m	00,000 m
30 k Ω	*1	000,00 km	00,000 km	0,0000 km	000,00 m
300 k Ω	*1	*1	000,00 km	00,000 km	0,0000 km
3 M Ω	*1	*1	*1	000,00 km	00,000 km

*1 Indicador fuera de rango

(14) Función de retención automática

Funcionamiento	Retiene automáticamente el último valor medido. Se deja de retener si se cumple esta condición: Cuando se efectúa la medición después de haber soltado una vez la punta de prueba o se cambia el rango o se pulsa la botón [ESC] .
Ajuste	ON/OFF
Ajuste pre-terminado	OFF

(15) Memoria

Memoria manual	Funcionamiento: Almacena un valor medido cuando se pulsa la botón MEMORY. Contenidos guardados: Fecha y hora, valor de medición, temperatura, rango de medición de resistencia, promedio, comparador, corriente de medición cambiada, corrección de temperatura (TC) y compensación de tensión offset (OVC)
Memoria automática	Funcionamiento: Almacena un valor medido después de que se dé una retención automática. Contenidos guardados: Fecha y hora, valor de medición, temperatura, rango de medición de resistencia, promedio, comparador, corriente de medición cambiada, corrección de temperatura (TC) y compensación de tensión offset (OVC) Ajuste: ON/OFF
Memoria de intervalo	Funcionamiento: Almacena un valor medido de cada intervalo. Contenidos guardados: Fecha y hora de comienzo, valor medido, temperatura, rango de medición de temperatura, promedio, corrección de temperatura (TC), conversión de temperatura (ΔT) e intervalo Ajuste: ON/OFF Intervalo: De 0,2 a 10,0 s (pasos de 0,2 segundos)
Núm. de memoria	Núm. de bloques: 10 Memoria manual o automática: Hasta 1000 Hasta 6000 Intervalo:
Exportación de datos de la memoria	Visualización o almacenamiento masivo USB (archivo CSV o TXT)
Ajuste pre-terminado	Memoria automática: OFF Memoria de intervalo: OFF Intervalo: 0,2 s
Borrado de memoria	Final de la memoria/un bloque/toda la memoria

(16) Guardado y carga de paneles

Funcionamiento	Guarda o carga un conjunto de condiciones de medición al especificar el número del panel.
Núm. de paneles	9
Contenidos guardados	Rango de medición de resistencia, promedio, retardo, comparador, sonido de valoración, conversión de temperatura (ΔT), corriente de medición cambiada, conversión de longitud, corrección de temperatura (TC), Compensación de tensión offset (OVC) y modo de memoria
Borrar un panel	Borra un panel.

(17) Reloj

Muestra la fecha y la hora	Calendario automático, reconocimiento automático de años bisiestos
Visualización de la hora	24 horas
Precisión del reloj	± 4 minutos al mes
Ajuste predefinido	00:00:00 1 de enero de 2013
Vida de la pila de respaldo	Aprox. 10 años (suponiendo 23°C)

(18) Restaurar**Restaurar**

Funcionamiento	Restaura los ajustes, a excepción de los datos del panel, los datos de medición guardados y los ajustes del reloj, a los valores predeterminados de fábrica.
----------------	--

Restauración del sistema

Funcionamiento	Restaura todos los ajustes, a excepción de los del reloj, incluidos los datos del panel y los datos de medición guardados, a los valores predeterminados de fábrica.
----------------	--

(19) Ahorro automático de energía (APS)

Funcionamiento	Desconecta automáticamente la alimentación si no se opera ninguna botón o si el estado de error de medición permanece durante 10 minutos. La función APS se deshabilita automáticamente durante la medición del intervalo o durante la conexión USB. Puede deshabilitarse manualmente.
----------------	--

(20) Detección de la batería restante

Funcionamiento	Muestra la batería restante en tres niveles.
	 10,0 V ± 0,2 V o superior
	 8,5 V ± 0,2 V hasta por debajo de 10,0 V ± 0,2 V
	 8,0 V ± 0,2 V hasta por debajo de 8,5 V ± 0,2 V
	 Por debajo de 8,0 V ± 0,2 V (el instrumento se apaga)

(21) Autodiagnóstico

Prueba al encendido	Comprobación de ROM/RAM y comprobación del fusible de protección del circuito de medición
---------------------	---

Interfaz

(1) Pantalla

Tipo LCD	LCD (monocromo con 212 segmentos)
----------	-----------------------------------

(2) Botones

COMP, PANEL, TC/ΔT, AVG, +, -, ◀, ▶, ESC, ENTER, MEMORY, READ, MODE, 0ADJ, AUTO, ▼, ▲ (rango), ⏻ (encendido)

(3) Interfaz USB

Conector	Receptáculo de la serie mini-B
Especificaciones eléctricas	USB 2.0 (velocidad completa)
Categoría	Categoría de almacenamiento masivo USB (solo lectura)

(4) Salida al accesorio comparador LED L2105

Salida	Salida del resultado del comparador (dos niveles: Hi y Lo/IN)
Terminal de salida	Clavija para auriculares de tres polos (φ2,5 mm)
Voltaje de salida	5 V CC ± 0,2 V 20 mA

Especificaciones medioambientales y de seguridad

Entorno operativo	En interior, con grado de polución 2, a una altitud de hasta 2000 m
Rangos de temperatura de almacenamiento y humedad	De -10°C a 50°C, 80% HR o menos (sin condensación)
Rangos de temperatura de funcionamiento y humedad	De 0°C a 40°C, 80% HR o menos (sin condensación)
Estándares aplicables	Seguridad: EN61010 EMC: EN61326
Fuente de alimentación	Pilas alcalinas LR6 ×8 Pilas de níquel-metalhidruro HR6 ×8
Voltaje nominal de suministro de potencia	1,5 V CC × 8 (pilas alcalinas LR6 ×8) 1,2 V CC × 8 (pilas de níquel-metalhidruro HR6 ×8)
Voltaje nominal máximo	5 VA
Tiempo continuo funcionando	Cuando se usan ocho pilas alcalinas LR6 nuevas Aprox. 10 horas Al realizar una medición en un rango de 3 mΩ durante 1 s cada 10 s
Dimensiones	Aprox. 192 (An.) × 121 (Al.) × 55 (Gr.) mm
Peso	Aprox. 770 g
Período de garantía del producto	3 años

Accesorios

Consulte p.2.

Opciones

Consulte “Opciones” (p.3).

Calibración

IMPORTANTE

Es necesaria una calibración periódica para garantizar que el instrumento proporcione resultados de medición correctos con la precisión especificada.

La frecuencia de calibración varía en función del estado del instrumento o del entorno de instalación. Recomendamos que se determine la frecuencia de calibración según el estado del instrumento o el entorno de instalación y que solicite una calibración periódicamente.

Limpieza

Para limpiar el instrumento o sus accesorios opcionales, utilice un paño suave humedecido con agua o detergente suave.

Limpie la pantalla con cuidado utilizando un trapo suave y seco.

IMPORTANTE

No utilice disolventes como el benceno, alcohol, acetona, éter, cetonas, diluyentes o gasolina, ya que pueden deformar y decolorar la carcasa.

10.1 Resolución de problemas

Si parece que el instrumento presenta un fallo, consulte a continuación “Preguntas y respuestas frecuentes” antes de contactar con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

Preguntas y respuestas frecuentes

Si ninguno de los problemas indicados a continuación se aplica a su caso, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

Problemas generales

N.º	Problema	Compruebe el elemento		Possible causa→Acción	Con-sulte
1-1	El instrumento no se enciende (o la pantalla permanece en negro).			El nivel de pila restante no es suficiente. → Reemplace las pilas.	(p. 29)
1-2	El instrumento se queda sin energía muy rápido.	¿Qué tipo de pilas se utilizan?	Pilas no alcalinas	→ Use pilas alcalinas o pilas de níquel-metalhidruro.	-
		¿Qué se muestra?	El nivel de pila indicado es bajo.	El nivel de pila restante no es suficiente. → Reemplace las pilas.	(p. 29)
1-3	No es posible operar las botones.	¿Qué se muestra?	Pantalla de ajustes	El instrumento está esperando un comando Aplicar o Cancelar. → Pulse la botón ESC o ENTER.	(p. 19)
			USB	No es posible operar las botones durante una conexión por USB. → Extraiga el cable USB.	(p. 88)
			El indicador INTERVAL parpadea.	No funciona ninguna botón, a excepción de STOP, durante una medición del intervalo. → Mantenga pulsada la botón STOP (MEMORY) para detener la medición del intervalo.	(p. 81)
			Otros	Cada función tiene una función con la que es incompatible. → Consulte la tabla que enumera las limitaciones de las funciones.	(p. 111)

N.º	Problema	Compruebe el elemento	Possible causa→Acción	Con- sulte	
1-4	El indicador del resultado de la valoración del comparador no está iluminado.	¿Se muestra un valor medido?	Se muestra	La función del comparador está en OFF. → Active la función.	(p. 62)
			No se muestra (o se muestra algo que no es un número ni oF).	Si no se muestra ningún valor medido, no se efectúa ninguna valoración y el testigo no se ilumina.	
1-5	El accesorio comparador LED L2105 no está iluminado.	¿Está iluminado el indicador del resultado de la valoración del comparador del instrumento?	Iluminado	El accesorio comparador LED L2105 no está correctamente conectado. → Conéctelo correctamente a COMP.OUT.	(p. 68)
			Sin iluminar	El cable está roto. → Cambie el accesorio comparador LED. → Consulte en Preguntas y respuestas frecuentes "El indicador del resultado de la valoración del comparador no está iluminado".	- (p. 111)
1-6	No se oye ningún pitido.	¿Cuál es el ajuste del pitido?	OFF	La función está en OFF. → Active la función.	(p. 67)

Limitaciones de la función (√: compatible, -: incompatible)

	COMP	TC	ΔT	LENGTH	Cambio de RANGE
COMP		√	-	-	-
TC	√		-	√	√
ΔT	-	-		-	√
LENGTH	-	√	-		√
Cambio de RANGE	-	√	√	√	

Problemas relativos a la conexión del ordenador

N.º	Problema	Compruebe el elemento	Posible causa→Acción	Con- sulte	
2-1	RM3548 no aparece en el PC.	¿Qué se muestra en el instrumento?	No se muestra "USB".	No se ha establecido la conexión. → Compruebe que los conectores estén completamente insertados. → Inserte otro dispositivo de memoria USB en el PC y compruebe que el PC reconoce el dispositivo.	(p. 88)
			No se muestra nada.	→ Active el RM3548.	(p. 33)
2-2	No se han hallado datos guardados.		Se está viendo otra unidad. → Acceda a la unidad del RM3548.	(p. 88)	
			No se han guardado datos. → Extraiga el cable USB y compruebe que los datos se han guardado en el instrumento. Si no se halla un archivo de datos, es que no se han guardado datos. Pruebe a guardar datos de nuevo.	(p. 77)	
2-3	No puede efectuarse una operación de archivo. • No puede cambiarse el nombre de un archivo. • No pueden editarse los contenidos de un archivo. • No puede escribirse a un archivo. • No pueden eliminarse datos. • No pueden moverse datos.		El archivo de datos guardados es de solo lectura. → Copie el archivo al PC y, a continuación, edítelo en el PC. → Extraiga el cable USB y elimine los datos guardados en el instrumento.	(p. 88)	

Problemas relativos a la medición

N.º	Problema	Compruebe el elemento	Possible causa→Acción	Con- sulte
3-1	No se estabiliza el valor medido.	¿Se ve afectado por el ruido?	Puede que el ruido le afecte. → Consulte el apéndice 8(1). (p. Apéndice. 17)	
		¿De qué tipo es la punta de prueba?	Puntas tipo clip → Consulte el apéndice 8(2). (p. Apéndice. 20)	
			Configuración de dos terminales desde el medio → Consulte el apéndice 8(8). (p. Apéndice. 24)	
		¿Qué tipo de objeto se está midiendo?	El objetivo es ancho o grueso. → Consulte el apéndice 8(3). (p. Apéndice. 21)	
			La temperatura del objetivo de medición no se ha estabilizado (porque se acaba de producir o desempaquetar o se sostiene con una mano). → Consulte el apéndice 8(4). (p. Apéndice. 23)	
			La capacidad de calor es baja. → Consulte el apéndice 8(5). (p. Apéndice. 23)	
			Transformador La medición se ha iniciado antes de que la corriente de medición se haya estabilizado. → Aumente el retardo o ajuste la función OVC en OFF. (p. 53) (p. 55)	
		¿Cómo está ajustada la TC?	Motor, bobina de reactancia, solenoide La medición se ha iniciado antes de que la corriente de medición se haya estabilizado. → Aumente el retardo. (p. 55)	
			ON La posición del sensor de temperatura Z2002 no es adecuada. → Acerque el sensor de temperatura Z2002 al objetivo de medición. → No exponga el sensor de temperatura Z2002 a un flujo de aire. (p. 13)	
		¿Cómo está ajustada la OVC?	OFF La resistencia del objetivo de medición cambia por fluctuaciones de temperatura (por ejemplo, un cambio en la temperatura de la sala). → Ajuste la función de corrección de temperatura (TC) en ON. (p. 52)	
OFF La medición se ve afectada por la fuerza termo-electromotriz. → Active la función de compensación de tensión offset (OVC). (p. 53)				

N.º	Problema	Compruebe el elemento		Possible causa→Acción	Con- sulte
3-1	No se estabiliza el valor medido.	Otros		Una punta de prueba no está conectada. → Inserte por completo la punta de prueba. → Reemplace la punta de prueba.	(p. 31)
				Se está utilizando una punta hecha por el cliente con una resistencia de contacto demasiado alta. → Aumente la presión de contacto. → Limpie o reemplace la punta de la sonda.	-
				Se está utilizando una punta hecha por el cliente con una resistencia de cableado demasiado alta. → En su lugar utilice un cable más grueso y más corto.	-
3-2	El valor medido es bastante distinto al valor esperado.	¿Cómo está ajustada la calibración?	ON	La calibración no es correcta. → Vuelva a ejecutar la calibración o borre la calibración.	(p. 46)
			OFF	<ul style="list-style-type: none"> • La medición se ve afectada por la resistencia del cableado en una medición de dos terminales. → Ejecute la calibración. • La medición se ve afectada por la fuerza termo-electromotriz. → Utilice la función OVC. 	(p. 46) (p. 53)
		Consulte también en Preguntas y respuestas frecuentes "N.º 3-1 No se estabiliza el valor medido" (p. 113).			
3-3	El valor medido no se muestra. (Para obtener información sobre los errores de medición mostrados, consulte también p. 42).	¿Qué se muestra?	----	Hay una punta de prueba con un cable roto. → Reemplace la punta de prueba.	(p. 31)
				Se está utilizando una punta hecha por el cliente con una resistencia de contacto demasiado alta. → Aumente la presión de contacto. → Limpie o reemplace la punta de la sonda.	-
				Se está utilizando una punta hecha por el cliente con una resistencia de cableado demasiado alta. → En su lugar utilice un cable más grueso y más corto.	-
			oF	El rango de medición es bajo. → Seleccione un rango de resistencia mayor o el rango automático.	(p. 38)
			No se muestra nada.	El instrumento no se ajusta a un rango fijo en el modo de rango automático. → Consulte en Preguntas y respuestas frecuentes "N.º 3-4 El instrumento no se ajusta a un rango fijo en el modo de rango automático".	(p. 115)
			No se muestra nada aunque las puntas de prueba estén cortocircuitadas.	Puede que el fusible esté fundido. → Vuelva a conectar la alimentación y efectúe un autodiagnóstico para confirmar que no se haya fundido un fusible.	(p. 33)

N.º	Problema	Compruebe el elemento		Possible causa→Acción	Con- sulte
3-4	El instrumento no se ajusta a un rango fijo en el modo de rango automático.	¿Qué tipo de objeto se está midiendo?	Transformador o motor	La medición se ha iniciado antes de que la corriente de medición se haya estabilizado. → Ajuste el instrumento a un rango fijo. → Aumente el retardo. → Desactive la función OVC.	(p. 38) (p. 53) (p. 55)
		¿Se ve afectado por el ruido?	Puede que el ruido le afecte.	→ Consulte el apéndice 8(1). (p. 17)	
3-5	No puede ejecutarse la calibración.	¿Cuál es el valor medido previo a la calibración?	El valor medido ha superado $\pm 3\%$ de la escala completa del rango o se ha dado un error de medición.	Hay un problema de conexión. → Asegúrese de que las puntas estén correctamente conectadas y, a continuación, ejecute una nueva calibración. Si se está utilizando un cable casero con una gran resistencia, la calibración no funcionará. En tal caso, reduzca la resistencia del cableado.	(p. 46)
3-6	La retención automática no funciona (o no se deja de retener)	¿Cómo está el valor medido?	No se estabiliza.	Consulte en Preguntas y respuestas frecuentes "N.º 3-1 No se estabiliza el valor medido".	(p. 113)
			No se produce ningún cambio.	El rango seleccionado no es adecuado. → Seleccione el rango adecuado o el modo de rango automático.	(p. 38)
3-7	No se puede realizar la medición en un rango de resistencia inferior			La carga restante de las pilas es baja. → En un rango de resistencia inferior fluye una corriente máxima de 1 A, lo cual aumenta el consumo de energía. Puede que no se suministre corriente incluso antes de que el indicador de la carga de las pilas  empiece a parpadear (se muestra  o ). Reemplace las pilas.	-

Visualización de errores y acciones

Si el instrumento o el estado del instrumento presenta un problema, se mostrará uno de los mensajes enumerados a continuación. Cuando sea necesaria una reparación, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

- Si parece que el instrumento ha fallado, compruebe “Preguntas y respuestas frecuentes” (p. 110) antes de contactar con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.
- Si se indica un error en la pantalla LCD y es necesaria una reparación, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

Pantalla	Significado	Acción
FAiL	Error de ejecución	La acción necesaria varía según qué se está haciendo. (Ejemplo) Fuera del rango de calibración cuando se muestra este error mientras se está ejecutando la calibración.
Err90	Error de suma de verificación de la ROM del programa	El instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err91	Error de la RAM de la CPU	El instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err92	Error de la prueba de escritura/lectura de SRAM	El instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err93	Error de la prueba de escritura/lectura de FRAM	El instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err95	Error de datos de ajuste	El instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err96	Error de la copia de respaldo de la configuración	Ejecute una restauración del sistema. (p. 93) Si no se recupera del error, el instrumento ha fallado. Envíelo a reparar.
Err99	No se ha ajustado la fecha y hora. Cuando se pulse la botón [ENTER] , el reloj se inicializa a 12-01-01 00:00:00.	Debe cambiarse la pila de respaldo. Póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.
FUSE	Se ha fundido un fusible.	Cambie el fusible.
PrtCt	La función de protección está operativa.	Si se aplica accidentalmente una sobretensión, retire las puntas de prueba del objeto de medición inmediatamente. La medición no puede realizarse mientras la función de protección esté activa. Para cancelar la función de protección, ponga en contacto la punta de prueba A (roja) con la B (negra) o apague y encienda la alimentación.
t.Err	Cuando TC o ΔT esté en ON, el sensor de temperatura Z2002 no está conectado o “oF” se muestra en la temperatura.	Compruebe la conexión del sensor de temperatura Z2002.

10.2 Reparación e inspección

Piezas de recambio y vida útil

- La vida útil del instrumento varía según el entorno y la frecuencia de uso. Tenga en cuenta que el funcionamiento dentro del siguiente periodo no está garantizado. Cuando cambie una pieza, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.
- Cuando transporte el instrumento, consulte “Precauciones durante el envío” (p. 8).

Piezas	Vida útil
Condensador electrolítico	Aprox. 10 años
Pila de litio	Aprox. 10 años El instrumento contiene una pila de litio como respaldo de la fecha y hora. Si la fecha u hora que se muestran al encender la alimentación son significativamente diferentes de la hora actual, la pila debe reemplazarse. Póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.

10.3 Cambio de fusibles

Si el fusible de protección del circuito de medición se rompe, siga el siguiente procedimiento para cambiarlo.

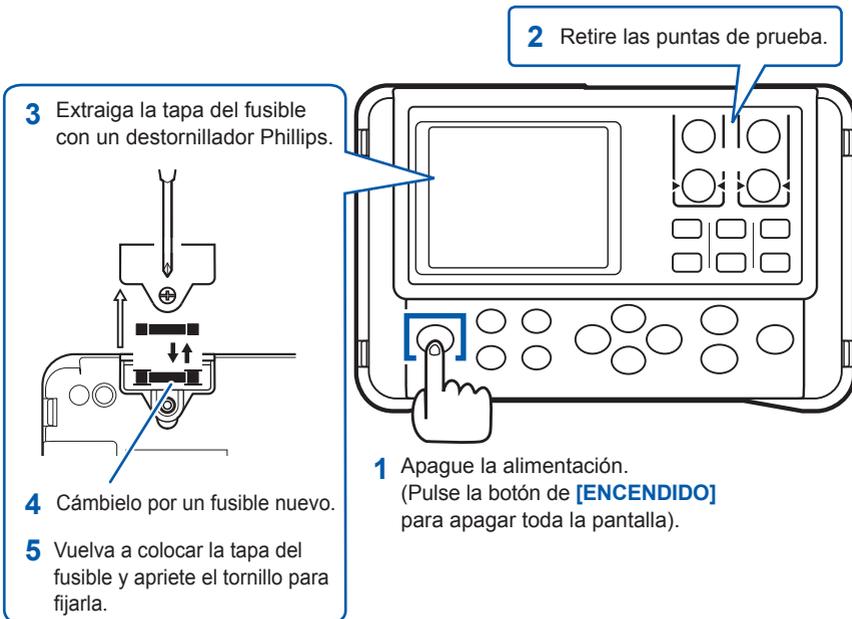
ADVERTENCIA

Para evitar descargas eléctricas, desconecte la alimentación y retire las puntas antes de cambiar el fusible.



Cambie el fusible solo por uno del tipo, características, corriente nominal y tensión nominal especificados. No utilice fusibles distintos a los especificados (especialmente, no utilice un fusible con una corriente nominal mayor) o no cortocircuite y utilice el soporte del fusible. Esto puede dañar el instrumento y resultar en una lesión personal.

Fusible especificado: F2AH/250 V (con material de extinción) $\phi 5 \times 20$ mm



10.4 Desecho del instrumento

- El instrumento contiene una pila de litio como respaldo. La vida útil de la pila de respaldo es de aprox. 10 años. Si la fecha u hora que se muestran al encender la alimentación son significativamente diferentes de la hora actual, la pila debe reemplazarse. Póngase en contacto con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki.
- Cuando deseche el instrumento, retire la pila de litio y deséchela según los reglamentos locales.

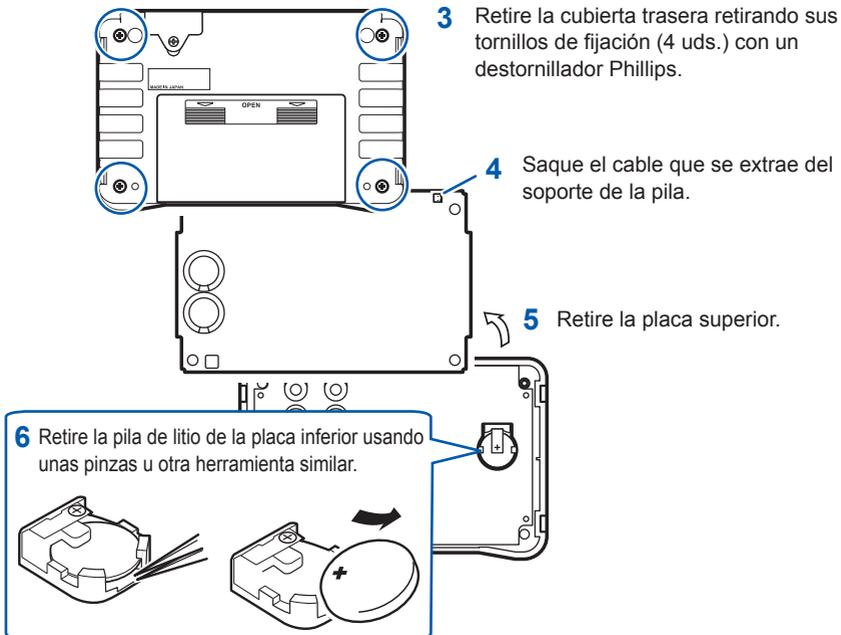
Extracción de la pila de litio

ADVERTENCIA



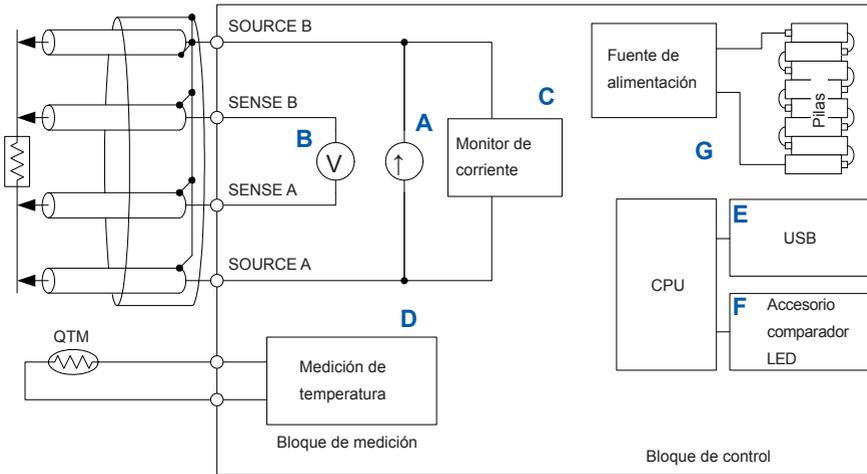
Para evitar descargas eléctricas, extraiga todas las pilas alcalinas y puntas de prueba antes de extraer la pila de litio.

- 1 Apague la alimentación.
(Pulse la botón de **[ENCENDIDO]** para apagar toda la pantalla).
- 2 Retire las puntas de prueba.



Apéndice

Apéndice 1 Diagrama de bloque



- Aplique una corriente constante determinada por el rango de medición del terminal SOURCE B al terminal SOURCE A y mida el voltaje entre los terminales SENSE B y SENSE A. El valor de resistencia ($R=V/I$) se obtiene al dividir el voltaje medido (V) por el valor de la corriente constante (I). (A, B)
- La circuitería del voltímetro y de la fuente de corriente constante está diseñada para no verse afectada con facilidad por la resistencia de contacto.
- Durante la medición, se supervisa si el flujo de corriente constante normal está presente en el objetivo de medición. (C)
- Además de la resistencia, la temperatura se mide a la vez con el sensor de temperatura del termistor (sensor de temperatura Z2002). La temperatura medida puede utilizarse para corregir el valor de resistencia. (D)
- Con la conexión USB, el instrumento actúa como dispositivo de almacenamiento masivo. Pueden exportarse datos a un PC con facilidad. (E)
- Puede utilizarse el accesorio comparador LED L2105 opcional para valorar un resultado de medición sin necesidad de mirar la pantalla.
- El instrumento se alimenta con ocho pilas alcalinas LR6 o de níquel-metalhidruro HR6. Es compacto, pero puede utilizar una gran corriente de 1 A para mediciones con una resolución de $0,1 \mu\Omega$. (A, G)

Apéndice 2 Método (caída del voltaje) de los cuatro terminales

La precisión de la medición de baja resistencia se ve significativamente afectada por la resistencia de los cables entre un instrumento de medición y las sondas y por la resistencia de contacto entre las sondas y el objetivo de medición.

La resistencia del cableado varía significativamente según el grosor y la longitud del cable. El cable utilizado para la medición de la resistencia es de aprox. 90 mΩ/m para AWG24 (0,2 sq) o de aprox. 24 mΩ/m para AWG18 (0,75 sq), por ejemplo.

La resistencia de contacto depende del grado de desgaste y presión de contacto de las sondas y de la corriente de medición. Incluso con un buen contacto, la resistencia es de varios mΩ y no es raro que la resistencia llegue a varios Ω.

El método de los cuatro terminales es esencial para medir valores de resistencia muy pequeños.

Con mediciones de dos terminales (Fig. 1), la resistencia de las puntas de prueba se incluye en la resistencia medida, lo que resulta en errores de medición.

Las mediciones de cuatro terminales (Fig. 2) se componen de los terminales de fuente de corriente (SOURCE A y SOURCE B) para proporcionar una corriente constante y de los terminales de detección de voltaje (SENSE A y SENSE B) para detectar una caída del voltaje. Por la gran impedancia de entrada del voltímetro, la medición prácticamente no exige ningún flujo de corriente por las puntas que conectan los terminales de detección de voltaje al objetivo de medición, lo que elimina prácticamente los efectos de la resistencia del contacto y de las puntas sobre la medición.

Método de medición de dos terminales

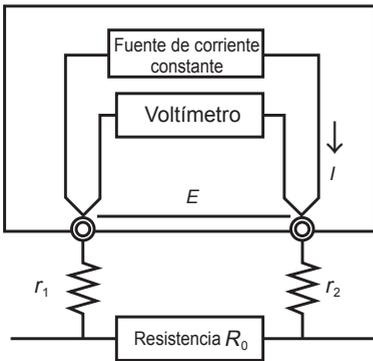


Fig. 1

La corriente de medición I fluye por la resistencia del objeto de prueba R_0 además de las resistencias de las puntas r_1 y r_2 . El voltaje que medir se obtiene de $E = I(r_1 + R_0 + r_2)$, que incluye las resistencias de las puntas r_1 y r_2 .

Método de medición de cuatro terminales

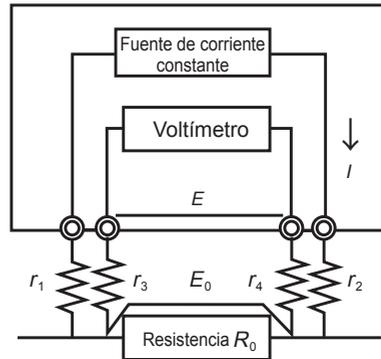


Fig. 2

La corriente I fluye desde r_2 a través de la resistencia del objeto de medición R_0 hasta r_1 . La gran impedancia de entrada del voltímetro solo permite que pase un flujo de corriente insignificante a través de r_3 y r_4 . Así, la caída del voltaje a través de r_3 y r_4 es prácticamente nula y el voltaje E a través de los terminales de medición y el voltaje E_0 a través de la resistencia del objeto de prueba R_0 son esencialmente iguales, lo que permite que la resistencia del objeto de prueba se mida sin verse afectada por r_1 a r_4 .

Apéndice 3 Método CC y método CA

Hay dos tipos de medición de resistencia (o medición de impedancia): CC y CA.

- Tipo CC
 - Medidores de resistencia RM3542, RM3543, RM3544, RM3545, RM3548
 - Multímetros digitales comunes
 - Medidores de aislamiento comunes
- Tipo CA
 - Probadores de baterías Hioki 3561, BT3562, BT3563, 3554
 - Medidores LCR comunes

Los medidores de resistencia de CC se usan ampliamente en la medición de resistores de uso general, resistencia de bobinado, resistencia de contacto, resistencia de aislamiento, etc. El tipo CC se compone de una fuente de alimentación CC y un voltímetro CC. Si bien su sencilla circuitería facilita una mayor precisión, tiende a cometer errores de medición debido a la fuerza electromotriz que puede estar presente en la ruta de medición.

El tipo CA se usa cuando no es posible la medición con corriente directa, incluida la medición de inductores, capacitadores e impedancia de batería. En esencia, un medidor de resistencia CA no se ve afectado por la fuerza electromotriz CC porque contiene una fuente de alimentación CA y un voltímetro CA. Sin embargo, es importante señalar que un medidor de resistencia CA puede indicar un valor medido distinto al de un CC, por ejemplo, debido a la pérdida de hierro incluida en la resistencia de serie equivalente de una bobina.

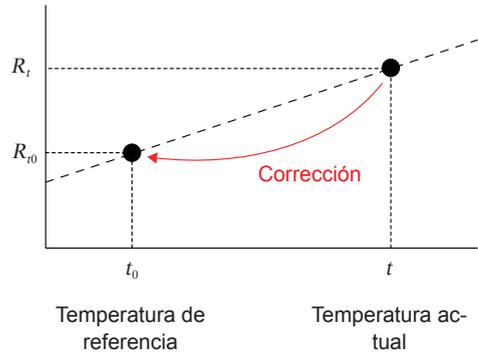
	Medidores de resistencia CC	Medidor de resistencia CA
Voltaje de detección de señal de medición	<p>Corriente continua</p>	<p>Corriente alterna</p>
Ventajas	Capaz de medición de alta precisión	Capaz de medición de reactancia sin verse afectado por la fuerza electromotriz
Desventajas	Se ve afectado por la fuerza electromotriz, ya que no se puede efectuar la medición con polarización a CC (sin embargo, puede utilizarse la función OVC para compensar por la fuerza termo-electromotriz).	Precisión difícil de aumentar
Aplicaciones	Resistencia CC de bobinas como transformadores y motores, resistencia de contacto, resistencia de aislamiento y resistencia de pista PCB	Medición electroquímica de la impedancia de la batería, de los inductores y de los condensadores
Rango de medición	De 10^{-8} a 10^{16}	De 10^{-3} a 10^8
Instrumentos de medición de Hioki	Medidores de resistencia: de RM3542 a RM3548 DMM: de 3237 a 3238 Medidores de aislamiento: serie IR4000, serie DSM	Probadores de baterías: 3561, BT3562, BT3563 Medidores LCR: IM3570, IM3533, IM3523, etc.

Apéndice 4 Función de corrección de temperatura (TC)

La corrección de temperatura convierte el valor de una resistencia que depende de la temperatura, como la de un cable de cobre, a un valor de resistencia a una temperatura específica para mostrarlo.

Las resistencias R_t y R_{t_0} siguientes son los valores de resistencia del objetivo de medición (con un cociente de temperatura de resistencia de t_0 °C de α_{t_0}) a t °C y t_0 °C.

$R_t = R_{t_0} \times \{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)\}$	
R_t	Resistencia real medida [Ω]
R_{t_0}	Resistencia corregida [Ω]
t_0	Temperatura de referencia [°C]
t	Temperatura ambiente de corriente [°C]
α_{t_0}	Cociente de temperatura en t_0 [1/°C]



Ejemplo

Si un objeto de cobre de prueba (con un cociente de temperatura de resistencia a 20°C de 3930 ppm) mide 100 Ω a 30°C, su resistencia a 20°C se calcula como sigue:

$$\begin{aligned}
 R_{t_0} &= \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\
 &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\
 &= 96,22
 \end{aligned}$$

Consulte “4.3 Compensación por valores térmicos (Corrección de temperatura (TC))” (p. 52) para ver los ajustes de corrección de temperatura y el método de ejecución.

IMPORTANTE

- La sonda de temperatura solo detecta la temperatura ambiente, no la temperatura de superficie.
- Antes de la medición, coloque el sensor de temperatura lo más cerca posible del objetivo de medición y deje suficiente tiempo para que se establezca a temperatura ambiente.

Referencia**Propiedades conductoras de metales y aleaciones**

Material	Contenido [%]	Densidad ($\times 10^3$) [kg/m ³]	Conductivi- dad	Coc. de temp. (20°C) [ppm]
Cable de cobre reco- cido	Cu > 99,9	8,89	De 1,00 a 1,02	De 3810 a 3970
Cable de cobre esti- rado	Cu > 99,9	8,89	De 0,96 a 0,98	De 3770 a 3850
Cable de cobre con cadmio	Cd de 0,7 a 1,2	8,94	De 0,85 a 0,88	De 3340 a 460
Cobre con plata	Ag de 0,03 a 0,1	8,89	De 0,96 a 0,98	3930
Cobre con cromo	Cr de 0,4 a 0,8	8,89	De 0,40 a 0,50 De 0,80 a 0,85	2000 3000
Cable de aleación Carlson	Ni de 2,5 a 4,0 De 0,5 a 1,0		De 0,25 a 0,45	De 980 a 1770
Cable de aluminio recocido	Al > 99,5	2,7	De 0,63 a 0,64	4200
Cable de aluminio con temple duro	Al > 99,5	2,7	De 0,60 a 0,62	4000
Cable Aldrey	Si de 0,4 a 0,6 Mg de 0,4 a 0,5 Porción res- tante de Al		De 0,50 a 0,55	3600

Conductividad del cable de cobre

Diámetro [mm]	Cable de cobre recocido	Cable de cobre recocido estañado	Cable de cobre estirado
De 0,01 a menos de 0,26	0,98	0,93	-
De 0,26 a menos de 0,29	0,98	0,94	-
De 0,29 a menos de 0,50	0,993	0,94	-
De 0,50 a menos de 2,00	1,00	0,96	0,96
De 2,00 a menos de 8,00	1,00	0,97	0,97

El cociente de temperatura cambia según la temperatura y la conductividad. Si el cociente de temperatura a 20°C es *de* α_{20} y el cociente de temperatura de conductividad C a t °C es de α_{Ct} , se determina α_{Ct} como sigue cerca de la temperatura ambiente.

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

Por ejemplo, el cociente de temperatura del cobre recocido internacional estándar es de 3930 ppm/°C a 20°C. En el caso del cable de cobre recocido estañado (con un diámetro de 0,10 a menos de 0,26 mm), el cociente de temperatura es de α_{20} a 20°C y se calcula así:

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0,00393 \times 0,93} + (20 - 20)} = 3650 \text{ ppm/°C}$$

Apéndice 5 Función de conversión de temperatura (ΔT)

A partir de la naturaleza de la resistencia dependiente de la temperatura, la función de conversión de temperatura convierte las mediciones de resistencia para mostrarlas como temperaturas. Este método de conversión de temperatura se describe aquí. Según la IEC 60034, puede aplicarse la ley de resistencia para determinar el aumento de temperatura de esta forma:

$$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2)$$

Δt	Aumento de temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
t_1	Temp. de bobinado [$^{\circ}\text{C}$] (en estado frío) cuando se mida la resistencia inicial R_1
t_2	Temperatura del refrigerante [$^{\circ}\text{C}$] al completar la prueba de aumento de la temperatura
R_1	Resistencia de bobinado [Ω] con la temperatura t_1 (en estado frío)
R_2	Resistencia de bobinado [Ω] al completar la prueba de aumento de la temperatura
k	Recíproco [$^{\circ}\text{C}$] del cociente de temperatura del material conductor a 0°C

Ejemplo

Con una resistencia R_1 de 200 m Ω a la temperatura inicial t_1 de 20°C y la resistencia medida R_2 de 210 m Ω a la temperatura ambiente actual t_2 de 25°C , el valor de aumento de la temperatura se calcula de esta forma:

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_2) \\ &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}} (235 + 20) - (235 + 25) \\ &= 7,75^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la temperatura actual t_R del cuerpo resistivo se calcula de esta forma:

$$t_R = t_2 + \Delta t = 25 + 7,75 = 32,75$$

En un objetivo de medición que no es cobre ni aluminio con un cociente de temperatura de α_{t_0} , la constante k puede calcularse con la fórmula mostrada para la función de cociente de temperatura y con la fórmula anterior, de la siguiente forma:

$$k = \frac{1}{\alpha_{t_0}} - t_0$$

Por ejemplo, el cociente de temperatura del cobre a 20°C es de 3930 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, con lo que la constante k en este caso es la siguiente, y muestra casi el mismo valor que la constante del cobre 235 tal y como lo define el estándar IEC.

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234,5$$

Apéndice 6 Efecto de la fuerza termo-electromotriz

La fuerza termo-electromotriz es la diferencia de potencia que se da en la unión de dos metales distintos, incluidas las puntas de sonda y el cable conductor del objetivo de medición. Si la diferencia es suficientemente grande, puede causar mediciones erróneas. (Fig. 1) La amplitud de la fuerza termo-electromotriz depende de la temperatura del entorno de medición; esta fuerza suele ser más alta a mayor temperatura.

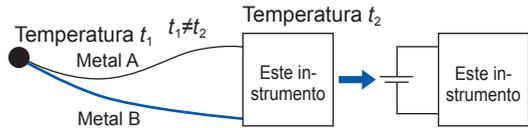


Fig. 1 Generación de fuerza termo-electromotriz

Ejemplos de aumento de la fuerza termo-electromotriz

- El objetivo de medición es un fusible, un termofusible, un termistor, un bimetalo o un termostato.
- Las líneas de detección de voltaje emplean un único relé estable como contacto.
- Se utilizan unos clips de pinza como terminal de detección de voltaje.
- Un terminal de detección del voltaje se sostiene a mano.
- Hay una gran diferencia de temperatura entre el objetivo de medición y el instrumento.
- Los materiales de cableado difieren entre los lados del terminal A y los del terminal B

En una medición de la resistencia, se aplica la corriente de medición I_M al objetivo de medición R_X para detectar una caída del voltaje $R_X I_M$ a través del objetivo. En una medición de baja resistencia, el voltaje $R_X I_M$ que detectar es inferior por naturaleza al R_X bajo. Cuando el voltaje detectado es bajo, la medición se verá afectada por la fuerza termo-electromotriz generada entre el objetivo de medición y las sondas y entre los cables y el instrumento, además del voltaje offset del voltímetro V_{EMF} . (Fig. 2)

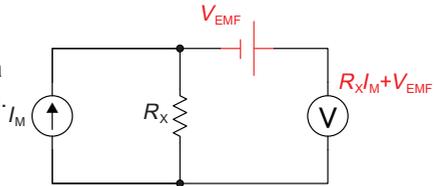


Fig. 2 Generación de fuerza termo-electromotriz

Si el objetivo de medición se sostiene con una mano, el objetivo se calentará. Una sonda también se calienta si se sostiene con la mano. Por todo ello, aunque se actúe con precaución, será difícil controlar la fuerza termo-electromotriz para que no excede $1 \mu V$.

Por ejemplo, si un objetivo de medición con una resistencia real de $1\text{ m}\Omega$ se mide con una corriente de medición de 100 mA en un entorno con una fuerza termo-electromotriz de $10\text{ }\mu\text{V}$, el instrumento indicará el siguiente valor medido. Es un error significativo 10% mayor que la resistencia real.

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 100\text{mA} + 10\text{ }\mu\text{V}}{100\text{mA}} = 1,1\text{m}\Omega$$

El voltaje de tensión del voltímetro también será muy grande, entre $1\text{ }\mu\text{V}$ y 10 mV . Esto provocará un error de medición de baja resistencia.

Para reducir los efectos de la fuerza termo-electromotriz, se pueden tomar las siguientes acciones:

1. aumentar el voltaje de detección aumentando la corriente de medición;
2. utilizar la calibración para cancelar la fuerza termo-electromotriz;
3. cambiar la señal de detección a CA.

1 Aumento del voltaje de detección aumentando la corriente de medición

En el ejemplo anterior de fuerza termo-electromotriz, presuponga la corriente de medición aumenta de 100 mA a 1 A : el error se reducirá al 1% .

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 1\text{A} + 10\text{ }\mu\text{V}}{1\text{A}} = 1,01\text{m}\Omega$$

Sin embargo, es importante señalar que se aplica la potencia RI^2 .

2 Utilización de la calibración para cancelar la fuerza termo-electromotriz

Si se bloquea la aplicación de la corriente al objetivo de medición R_x , el voltímetro solo se suministrará con fuerza termo-electromotriz V_{EMF} . Sin embargo, si los terminales SOURCE se dejan en circuito abierto, se detectará un fallo de corriente y no se mostrará el valor medido.

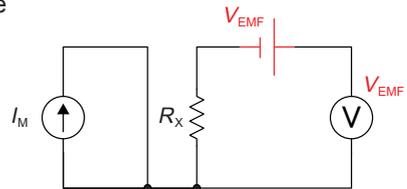


Fig. 3 Utilización de la calibración para bloquear el flujo de corriente a R_x

Así, la fuerza termo-electromotriz puede anularse si se cortocircuitan las líneas SOURCE para bloquear el flujo de corriente a R_x y se ejecuta la calibración. (Fig. 3)

“3.3 Lectura del valor medido” (p. 41)

“Apéndice 7 Calibración” (p. Apéndice 11)

3 Cambio de la señal de detección a CA

Cambiar la señal de detección a CA es una solución fundamental. Tanto la fuerza termo-electromotriz y el voltaje offset del voltímetro pueden tratarse como voltajes estables CC, ya que se ven por solo unos pocos segundos, lo que permite la separación del dominio de frecuencias cambiando la señal de detección a CA. La función de Compensación de tensión offset (OVC) utiliza una onda de pulsos como corriente de medición para eliminar la fuerza termo-electromotriz (Fig. 4). Específicamente, se obtiene un valor de resistencia que no se ve afectado por la fuerza termo-electromotriz al restar el voltaje detectado cuando se detiene la corriente del detectado cuando se aplica la corriente de medición.

$$\frac{(R_x I_M + V_{EMF}) - (R_x I_0 + V_{EMF})}{I_M} = R_x \quad (I_0 = 0: \text{corriente detenida})$$

Cuando el objetivo de medición es inductivo, es necesario ajustar el retardo (DELAY) entre la aplicación de la corriente y la medición. (p. 55)

Ajuste el retardo de forma que la inductancia no afecte al resultado de medición. Empezar con un tiempo de retardo mayor y reducir el tiempo gradualmente, observando el valor medido.

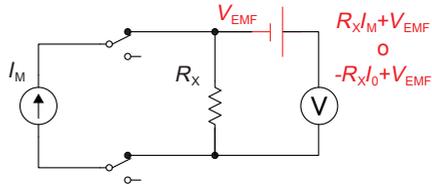


Fig. 4 Cancelación de la fuerza termo-electromotriz por inversión de corriente

Apéndice 7 Calibración

La calibración es una función que ajusta el punto cero al restar el valor residual obtenido durante la medición de 0Ω . Por ello, debe ejecutarse una calibración cuando se conecte a 0Ω . Sin embargo, conectar una muestra sin resistencia es difícil, por lo que no es práctico. Así, cuando se ejecute una calibración real, cree una pseudoconexión a 0Ω y, a continuación, ajuste el punto cero.

Para crear un estado de conexión de 0Ω

Si se efectúa una conexión ideal de 0Ω , el voltaje entre SENSE A y SENSE B se convierte en 0 V según la ley de Ohm: $E = I \times R$. En otras palabras, si ajusta el voltaje entre SENSE A y SENSE B a 0 V , le da el mismo estado que una conexión 0Ω .

Para ejecutar una calibración con el instrumento

El instrumento emplea una función de detección de fallos de medición para supervisar el estado de conexión entre los terminales de medición.

Por ello, cuando ejecute la calibración, necesita efectuar conexiones entre los terminales adecuados por adelantado. (Fig. 1)

En primer lugar, cortocircuite SENSE A y SENSE B para ajustar el voltaje entre ellos a 0 V . Si las resistencias de las puntas R_{SEA} y R_{SEB} del cable son inferiores a unos pocos Ω , no habrá problema. Como los terminales SENSE son terminales de medición de voltaje, prácticamente no fluye corriente I_0 . Por lo tanto, en la fórmula $E = I_0 \times (R_{\text{SEA}} + R_{\text{SEB}})$, se logra $I_0 \approx 0$; si las resistencias de las puntas R_{SEA} y R_{SEB} son inferiores a unos pocos Ω , el voltaje entre SENSE A y SENSE B será de prácticamente cero.

A continuación, efectúe una conexión entre SOURCE A y SOURCE B. Esto evitará la visualización de errores cuando no fluye corriente de medición. Las resistencias de las puntas R_{SOA} y R_{SOB} del cable deben ser inferiores a la resistencia de la corriente de medición que fluye.

Además, si supervisa la conexión entre SENSE y SOURCE, necesita efectuar la conexión entre SENSE y SOURCE. Si la resistencia de la punta R_{Short} del cable solo cuenta con unos pocos Ω , no habrá problema.

Si efectúa el cableado como se indica antes, la corriente de medición I que fluye de SOURCE B irá a SOURCE A, pero no la punta de SENSE A o SENSE B. Esto permite que el voltaje entre SENSE A y SENSE B se mantenga con gran precisión a 0 V y es posible ejecutar una calibración.

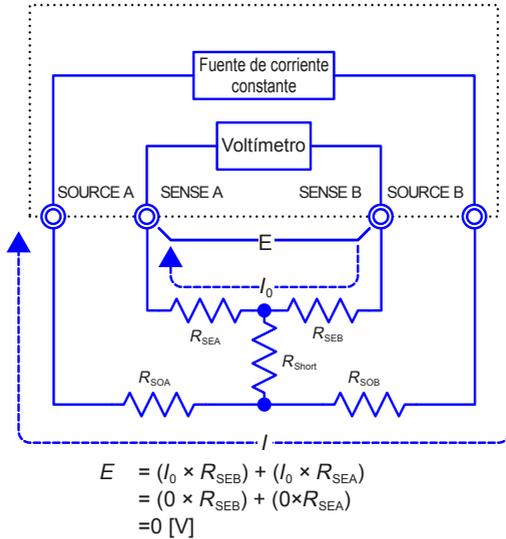


Fig. 1 Pseudoconexión a 0 Ω

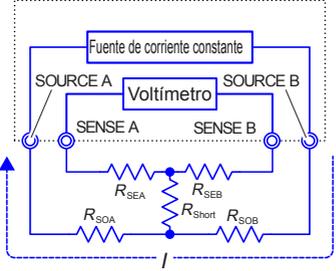
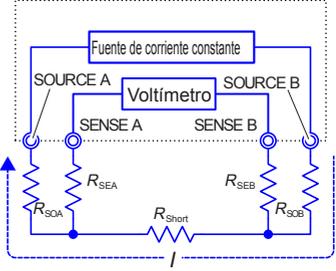
Para realizar una calibración correctamente

La Tabla 1 muestra las conexiones correctas e incorrectas. Las resistencias de la figura indican resistencias de puntas; no presentan problemas si son inferiores a unos pocos Ω, respectivamente.

En (a), si conecta SENSE A y SENSE B además de SOURCE A y SOURCE B, respectivamente, y utiliza una ruta para efectuar la conexión entre SENSE y SOURCE, no se da diferencia de potencia entre SENSE A y SENSE B y entran 0 V. Esto permite ejecutar una calibración correcta.

Por su parte, en (b), si conecta SENSE A y SOURCE A además de SENSE B y SOURCE B, respectivamente, y utiliza una ruta para efectuar la conexión entre A y B, se da un voltaje $I \times R_{Short}$ entre SENSE A y SENSE B. Por ello, no puede lograrse el pseudoestado de conexión de 0 Ω y no puede ejecutarse la calibración correctamente.

Tabla 1: Métodos de conexión

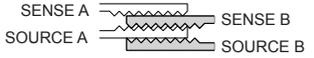
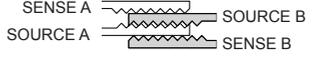
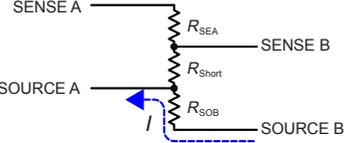
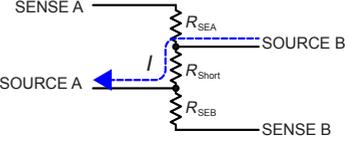
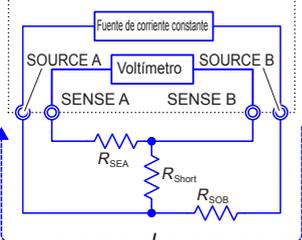
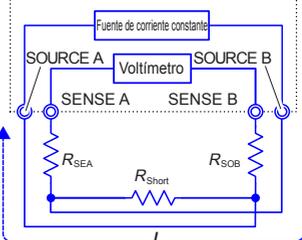
Métodos de conexión	 <p>(a) Utilice una punta entre SENSE y SOURCE para la conexión</p>	 <p>(a) Utilice una punta entre cada A y B para la conexión</p>
Resistencia entre SENSE A y SENSE B	$R_{SEA} + R_{SEB}$	$R_{SEA} + R_{Short} + R_{SEB}$
Ruta de flujo de la corriente de medición de I	$R_{SOB} \rightarrow R_{SOA}$	$R_{SOB} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOA}$
Voltaje entre SENSE A y SENSE B	0	$I \times R_{Short}$
Como método de conexión para la calibración	Correcto	Equivocado

Para ejecutar una calibración con una punta de prueba

Cuando ejecute una calibración con una punta de prueba, puede efectuar sin esperarlo la conexión mostrada en la Tabla 1 (b). Por lo tanto, cuando ejecute una calibración, necesita prestar suficiente atención al estado de conexión de cada terminal.

En este caso, se utiliza una puntas tipo clip L2107 como ejemplo para explicar la conexión. La Tabla 2 muestra el estado de conexión del extremo de la punta y el circuito equivalente con las respectivas conexiones correcta e incorrecta. La Tabla 1 (a) indica el método de conexión correcto, lo que resulta en el flujo de 0 V entre SENSE A y SENSE B. Sin embargo, la Tabla 1 (b) muestra el método de conexión incorrecto, lo que resulta en que no se obtienen 0 V entre SENSE A y SENSE B.

Tabla 2: Métodos de conexión de puntas tipo clip para la calibración

Método de conexión	Correcto	Equivocado
Extremo de la punta		
Circuito equivalente		
Circuito equivalente deformado		
Como método de conexión para la calibración	Correcto	Equivocado

Para ejecutar la calibración con una tabla de calibración 9454

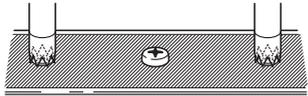
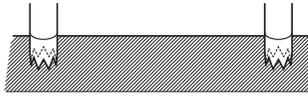
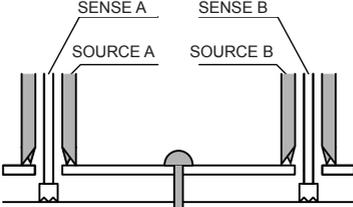
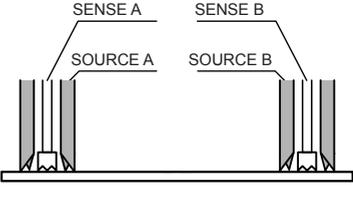
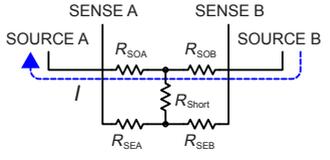
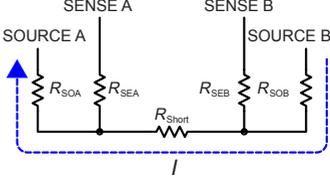
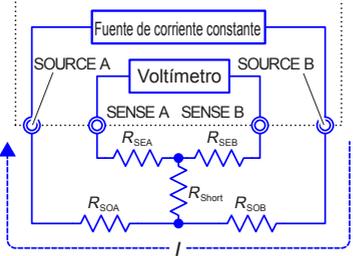
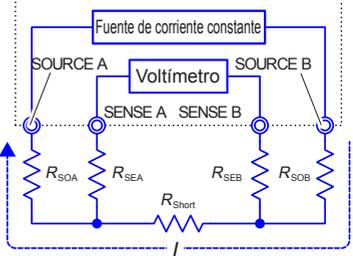
Cuando ejecute la calibración, no puede emplear una tabla metálica u objeto similar como sustituto de la tabla de calibración 9454.

La tabla de calibración 9454 no es solo una tabla metálica. Su estructura se compone de dos capas de tablas metálicas atornilladas en un punto. La tabla de calibración se emplea para ejecutar la calibración de una puntas tipo pin 9465-10.

La tabla 3 muestra diagramas transversales y circuitos equivalentes de los dos métodos de conexión: conectar una punta tipo pin a la tabla de calibración o conectarla a una tabla metálica u objeto similar. La tabla 1 (a) (p. Apéndice 13) indica la

conexión con la tabla de calibración, lo que resulta en el flujo de 0 V entre SENSE A y SENSE B. Sin embargo, la tabla 1 (b) (p. Apéndice 13) muestra la conexión con una tabla metálica u objeto similar, lo que resulta en que no se obtienen 0 V entre SENSE A y SENSE B.

Tabla 3: Métodos de conexión de puntas tipo pin para la calibración

<p>Método de conexión</p>	 <p>Si la conexión se efectúa con una tabla de calibración 9454</p>	 <p>Si la conexión se efectúa con una tabla metálica u objeto similar</p>
<p>Extremo de la punta</p>		
<p>Circuito equivalente</p>		
<p>Circuito equivalente deformado</p>		
<p>Como método de conexión para la calibración</p>	<p>Correcto</p>	<p>Equivocado</p>

Si la calibración es difícil cuando se emplea una punta de prueba casera para efectuar la medición

Cuando ejecute la calibración con una punta de prueba casera para la medición, conecte el extremo de la punta de prueba casera como se indica en la Tabla 1 (a). (p. Apénd. 13) Sin embargo, si esa conexión es difícil, puede probar con los siguientes métodos.

Cuando se utilice un medidor de resistencia CC

El principal propósito de ejecutar una calibración es eliminar el offset del instrumento de medición. Por ello, el valor que restar como resultado de la calibración prácticamente no depende de la punta de prueba. Por lo tanto, después de utilizar la punta de prueba estándar para efectuar la conexión mostrada en la tabla 1 (a) (p. Apénd. 13) y ejecutar la calibración, puede cambiarla por una punta de prueba casera para efectuar la medición sin el offset del instrumento de medición.

Para un medidor de resistencia CA (como 3561, BT3562 o BT3563 de Hioki)

Además de eliminar el offset del instrumento de medición, el otro propósito básico de ejecutar la calibración es eliminar la influencia de la forma de la punta de prueba. Por ello, cuando ejecute la calibración, intente colocar la forma de la punta de prueba casera lo más cerca posible del estado de medición. A continuación, necesita efectuar la conexión como se muestra en la tabla 1 (a) (p. Apénd. 13) y ejecutar la calibración.

Sin embargo, en la medición de resistencia CA con un instrumento Hioki, si la resolución necesaria excede los $100 \mu\Omega$, puede que sea suficiente el mismo método de calibración empleado con el medidor de resistencia CC.

Apéndice 8 Valores de medición inestables

Si el valor de medición es inestable, compruebe lo siguiente.

1 Efectos del ruido inducido

Una gran cantidad del ruido lo generan cables de alimentación, fluorescentes, válvulas electromagnéticas, pantallas de ordenador, etc. Las fuentes de ruido que afectarán a la medición de la resistencia son las siguientes:

1. acoplamiento electrostático de una línea de alto voltaje y
2. acoplamiento electromagnético de una línea de alto voltaje.

Para este tipo de ruido, apantallar o retorcer el cable ayuda a reducir el ruido.

Acoplamiento electrostático de una línea de alto voltaje

La corriente que entra de una línea de alto voltaje está afectada por una capacitancia electrostática acoplada a ella. Por ejemplo, si una línea de suministro eléctrico comercial de 100 V y unas líneas de medición de resistencia están acopladas electrostáticamente con una capacitancia de 1 pF, se inducirá una corriente de aprox. 38 nA.

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \cdot 60 \cdot 1\text{pF} \cdot 100\text{V}_{\text{RMS}} = 38\text{nA}_{\text{RMS}}$$

Cuando un resistor de 1 Ω se mide a 100 mA, el efecto será solo de 0,4 ppm y puede ser despreciable.

Sin embargo, si se mide 1 M Ω con 0,5 μA , la influencia será de 8%, lo que muestra que, cuando se efectúa una medición de alta resistencia, debe prestarse más atención al acoplamiento electrostático de una línea de alto voltaje. Ayudará proteger las líneas y el objetivo de medición con apantallamiento electrostático. (Fig. 1)

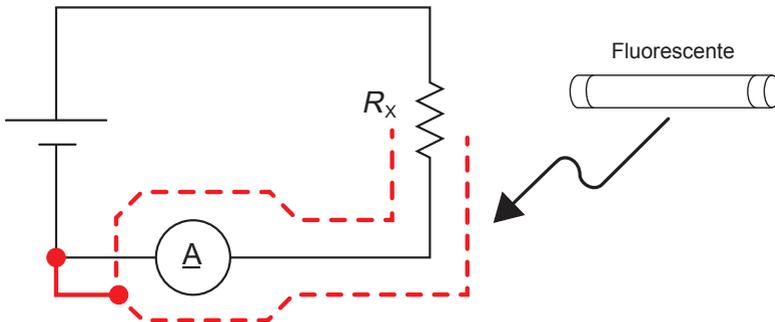


Fig. 1 Utilización de pantallas electrostáticas cerca de una línea de alto voltaje

Acoplamiento electromagnético de una línea de alto voltaje

Una línea de alta corriente genera un campo magnético. Los transformadores y las bobinas de reactancia con un gran número de giros generan un campo magnético más grande. El voltaje inducido por un campo magnético se ve afectado por la distancia y el área. Se genera un voltaje de 0,75 μV sobre un bucle de 10 cm^2 a 10 cm de una línea de suministro eléctrico comercial de 1 A.

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I S}{2\pi r} \right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} f I}{r}$$

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 60\text{Hz} \cdot 0,001\text{m}^2 \cdot 1\text{A}_{\text{RMS}}}{0,1\text{m}} = 0,75 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$$

Cuando un medidor de resistencia de 1 $\text{m}\Omega$ se mide con 1 A, la influencia será del 0,07%. En una medición con mayor resistencia, el voltaje de detección puede aumentarse con facilidad y su influencia es despreciable.

La influencia de un acoplamiento electromagnético puede reducirse si se mantiene la línea generadora de ruido apartada de la línea de detección de voltaje y se retuercen sendos cables. (Fig. 2)

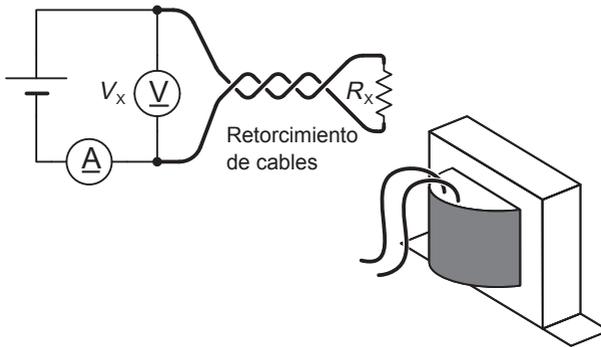


Fig. 2 Retorcimiento de cables cerca de una línea de alta corriente

Reducción de ruido inducido por el instrumento

En general, retuerza los cuatro cables apantallados y, a continuación, conecte el objetivo de medición con la pantalla al terminal SOURCE B, como se muestra en la Fig. 3. La Fig. 3 muestra un ejemplo de cableado para puntas cuya estructura sea distinta a la de las puntas tipo clip L2107, pero no es algo que afecte a la medición. Además del instrumento, es importante reducir el ruido de posibles fuentes de ruido de forma similar. Si retuerce una línea de alta corriente alrededor del instrumento, puede suponer una fuente de ruido y será más eficaz apantallar una línea de alto voltaje.

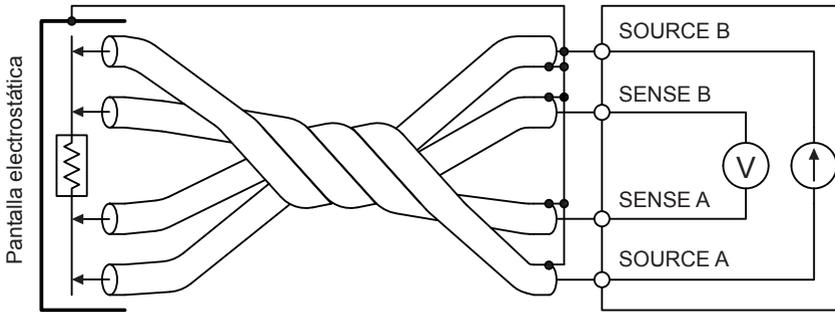


Fig. 3 Reducción del ruido del instrumento

Cuando una fuente de alimentación comercial es una fuente de ruido inducido

El ruido inducido provocado por una fuente de alimentación comercial puede generarse por fluorescentes o aparatos eléctricos, además de por líneas de suministro eléctrico comerciales o tomas de corriente. El ruido provocado por una fuente de alimentación comercial depende de la frecuencia que tenga y se genera a una frecuencia de 50 Hz o 60 Hz.

Para reducir los efectos del ruido, el instrumento utiliza un tiempo de integración que se compone de un múltiple integral de 50 Hz (20 ms) / 60 Hz (16,6 ms). (Fig. 4) Para un entorno con ruido de otros componentes de frecuencia, tome medidas adecuadas de reducción de ruido y utilice la función de promedio.

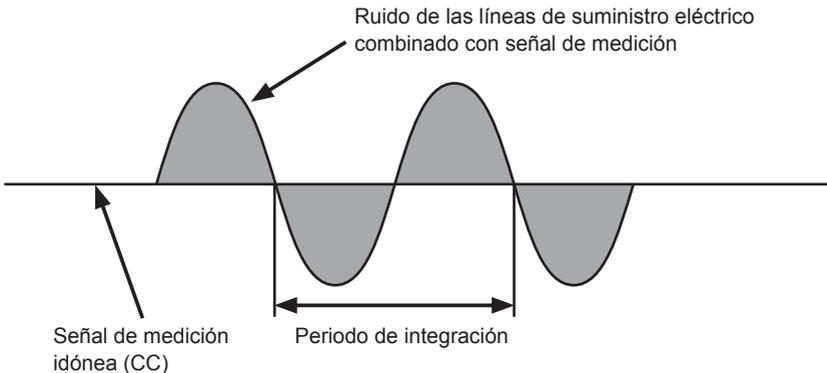


Fig. 4 Ruido de una fuente de alimentación comercial

2 Contactos multipunto con puntas tipo clip

Las condiciones idóneas para la medición de cuatro terminales se muestran en la Fig. 5: la corriente fluye desde la sonda lejana y el voltaje se detecta con una distribución de corriente uniforme.

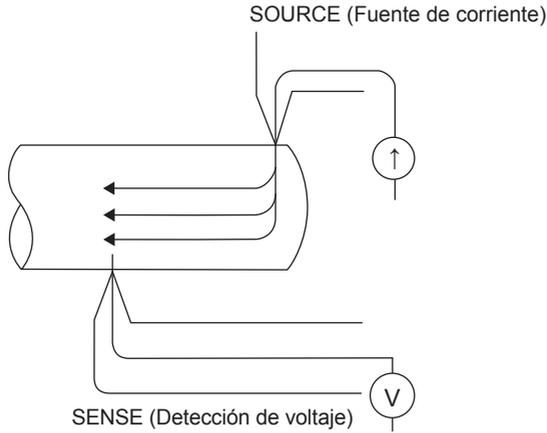


Fig. 5 Método idóneo de cuatro terminales

Para facilitar la medición, las puntas de la sonda de cuatro terminales L2107 están dentadas. Cuando se amplía un clip, como se muestra en la Fig. 6, la corriente de medición fluye desde varios puntos y el voltaje se detecta en varios puntos. En estos casos, el valor de medición varía según el área de contacto total.

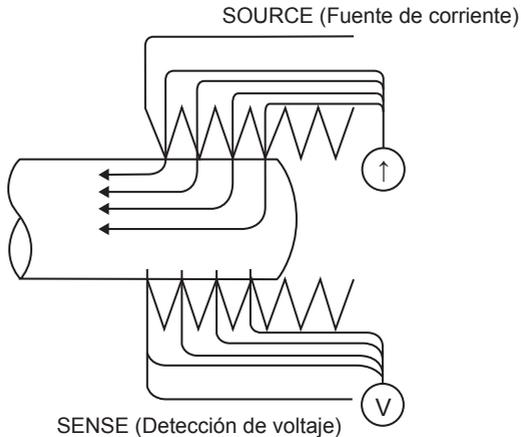


Fig. 6 Medición con la sonda de cuatro terminales L2107

Adicionalmente, como se muestra en la Fig. 7, cuando se mide la resistencia de una longitud de 100 mm de cable, la longitud entre los bordes más cercanos de los clips es de 100 mm, pero la longitud entre los bordes más lejanos de los clips es de 110 mm. Esto significa que la longitud real de medición (y el valor) presenta una incertidumbre de 10 mm (10%). Si los valores medidos son inestables por esta misma razón, mida con contactos de punto todo lo posible.

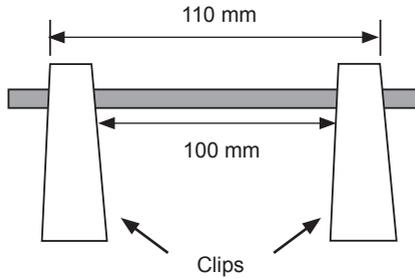


Fig. 7 Medición de resistencia de un cable conductor de aprox. 100 mm

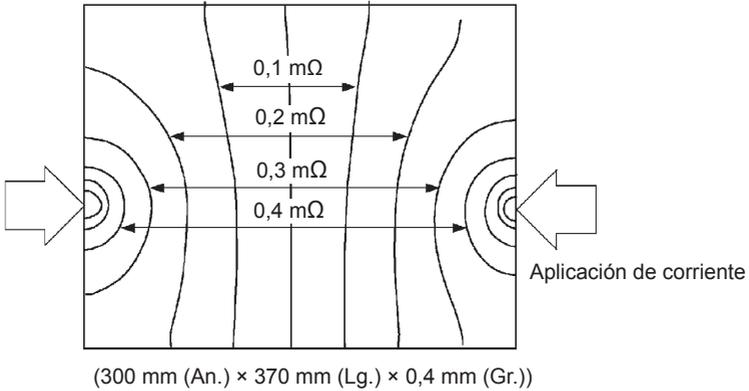
3 Objetivos de medición más anchos/más gruesos

Si el objetivo de medición cuenta con cierto ancho o grosor, como tablas o bloques, será difícil medir con precisión con puntas tipo clip o puntas tipo pin. Al utilizar estas sondas de medición, puede darse una fluctuación de varios percentiles a varias decenas de percentiles del valor medido por la presión de contacto o el ángulo de contacto.

Por ejemplo, cuando se mida una tabla metálica de 300 (An.) × 370 (Lg.) × 0,4 mm (Gr.), los valores medidos son bastante distintos, aunque se midan los mismos puntos, como se indica a continuación:

Puntas tipo pin paso de 0,2 mm:	1,1 mΩ
Puntas tipo pin paso de 0,5 mm:	De 0,92 a 0,97 mΩ
L2107 Puntas tipo clip:	De 0,85 a 0,95 mΩ

Esto no depende de la resistencia de contacto entre las sondas y el objetivo de medición, sino de la distribución de corriente del objetivo de medición.



(Aplicación de una corriente de 1 A a los puntos de los bordes y trazado de líneas de potencial eléctrico equivalentes a cada nivel de 50 μ V)

Fig. 8 Líneas de potencial eléctrico

La Fig. 8 muestra un ejemplo de cómo trazar las líneas de potencial eléctrico equivalentes de una tabla metálica. De forma similar a la relación entre la distribución de presión atmosférica y el viento en un diagrama de previsión del tiempo, la densidad de corriente es mayor en lugares en que las líneas de potencial eléctrico equivalentes están poco separadas y menor en lugares donde están muy separadas. Con este ejemplo, se muestra que la pendiente de potencial eléctrico es mayor alrededor de los puntos de aplicación de corriente. Este fenómeno se debe a la densidad de la alta corriente mientras la corriente se expande en la tabla metálica. Por este fenómeno, los valores medidos deberían ser bastante distintos, incluso si la diferencia de la posición conectada es más bien escasa, cuando los terminales de detección de voltaje (de las sondas de medición) se colocan cerca de los puntos de aplicación de corriente.

Para evitar los efectos de este fenómeno, se recomienda detectar el voltaje del interior de los puntos de aplicación de corriente. En general, cuando el punto de detección del voltaje está más adentro del punto de aplicación de corriente que el ancho del objetivo de medición (*An.*) y el grosor (*Gr.*), la distribución de corriente puede considerarse uniforme. Como se muestra en la Fig. 9, los terminales SENSE deben ser de 3 (*An.*) o 3 mm (*Gr.*) o más dentro de los terminales SOURCE.

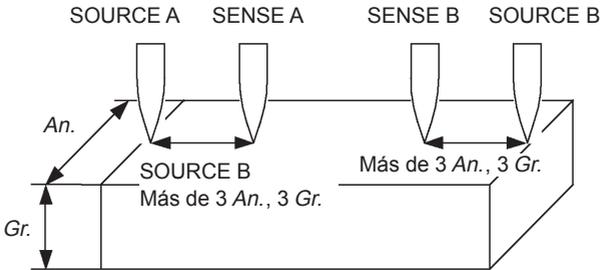


Fig. 9 Posiciones de las sondas sobre un objetivo de medición más ancho/groeso

4 Temperatura inestable del objetivo de medición

El cable de cobre presenta un cociente de temperatura de aprox. $0,4\%/^{\circ}\text{C}$. Solo con sostener un cable de cobre con la mano sube su temperatura, lo que hace que la resistencia también aumente. Cuando se quita la mano del cable, disminuyen la temperatura y la resistencia. La temperatura de bobinados con barniz reciente es extremadamente alta, con lo que la resistencia tiende a ser relativamente alta. Si las temperaturas de un objetivo de medición y de una sonda son distintos, la fuerza termo-electromotriz generada pueden provocar un error de medición. Para evitar estos errores, permita que la temperatura del objetivo de medición se estabilice a temperatura ambiente.

5 El objetivo de medición se calienta

La potencia máxima aplicada a un objetivo de medición por este instrumento se determina como se muestra en la tabla siguiente.

La resistencia de los objetivos de medición con pequeña capacidad de calor puede cambiar por el calentamiento.

Rango [Ω]	3 m	30 m	300 m		3	30	300	3 k	30 k	300 k	3 M
Corriente de medición [A]	1		300 m	100 m	10 m	1 m		100 μ	5 μ	500 n	
Potencia máxima [W]	3,5 m	35 m	31,5 m	3,5 m	35 m	3,5 m	0,35 m	3,5 m	350 μ	8,75 μ	875 n

6 Medición de transformadores y motores

Si entra ruido en un terminal sin conectar de un transformador o si se mueve el rotor de un motor, las mediciones pueden ser inestables por el voltaje inducido del bobinado medido. Preste atención al tratamiento de terminales sin conectar sobre transformadores y sobre la vibración de un motor.

7 Medición de transformadores y motores grandes

Cuando mida objetivos de medición de gran inductancia (gran-Q), como transformadores y motores grandes, los valores medidos pueden ser inestables. El instrumento efectúa la medición con un flujo de corriente constante a través del objetivo de medición, pero produce una corriente constante imposible conforme la inductancia se acerca al infinito. Para obtener estabilidad en una fuente de corriente constante con gran inductancia se sacrifica el tiempo de respuesta. Si ve que los valores de resistencia son muy dispersos cuando mide transformadores y motores grandes, contacte con su distribuidor local de Hioki para obtener más asistencia.

8 Mediciones que no son con cuatro terminales

El método de los cuatro terminales necesita que se conecten cuatro sondas al objetivo de medición. Al medir como se muestra en la Fig. 10, la resistencia medida incluye la de los contactos entre las sondas y el objetivo de medición.

La resistencia de contacto típica es de varios $m\Omega$ con baño de oro y de varias decenas de $m\Omega$ con baño de níquel.

Con valores de medición de varios $k\Omega$ no parece ser un problema, pero si la punta de una sonda está oxidada o sucia, no es raro hallar una resistencia de contacto del orden de un $k\Omega$.

Para aprovechar al máximo la oportunidad de efectuar mediciones adecuadas, emule el método de cuatro terminales todo lo que pueda a los puntos de contacto del objetivo de medición. (Fig. 11)

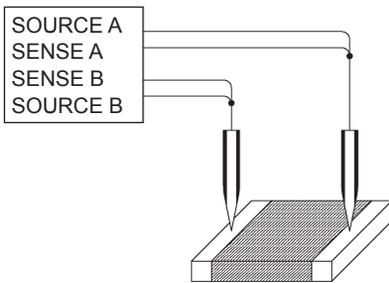


Fig. 10 Medición de dos terminales

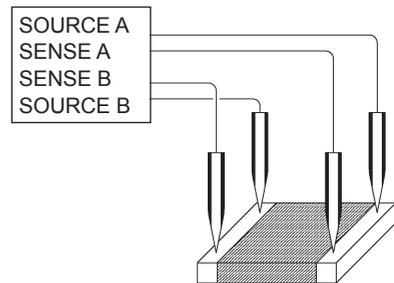


Fig. 11 Medición de cuatro terminales

9 Medición de un resistor sensor de corriente (resistencia en paralelo)

Cuando coloque un resistor sensor de corriente de dos terminales en una placa de circuito impreso, es habitual separar la línea de corriente y la línea de detección de voltaje como se muestra en la Fig. 12 para evitar los efectos de la resistencia del cableado.

Para asegurarse de que la corriente fluirá uniformemente, es necesario emplear líneas de corriente que sean del mismo ancho que los electrodos y para evitar que se doblen pistas cerca de los electrodos (Fig. 13).

Para probar un resistor sensor de corriente, se suelen emplear sondas de cable (Fig. 14). En este caso, la corriente de medición se reparte gradualmente dentro del resistor sensor de corriente desde el punto de entrada (SOURCE B) y, a continuación, vuelve al punto de la sonda (SOURCE A) (Fig. 15).

Cuando los terminales de voltaje (SENSE A y B) se coloquen cerca de los puntos de entrada de corriente (SOURCE A y B), en los que la densidad de corriente es alta, la lectura tenderá a ser mayor que el valor de resistencia en el estado montado (Fig. 16).

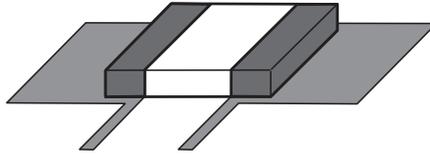


Fig. 12 Resistor sensor de corriente montado en una placa de PC

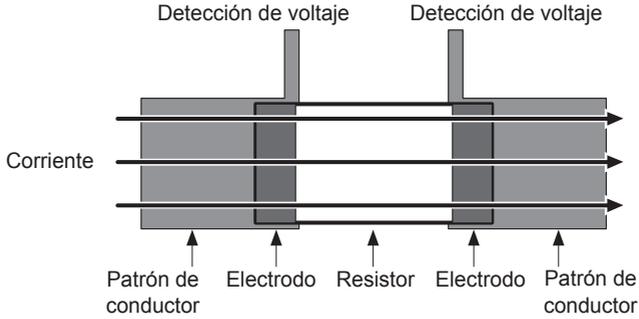


Fig. 13 Flujo de corriente en el estado de montaje

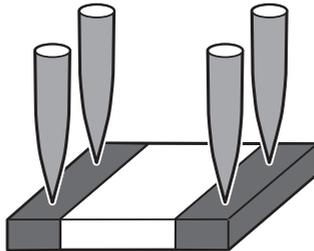


Fig. 14 Aplicación de sondas en el estado de prueba

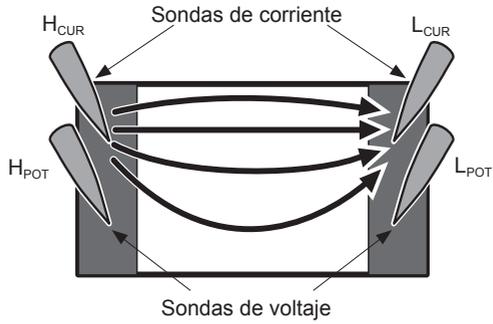


Fig. 15 Flujo de corriente en el estado de montaje

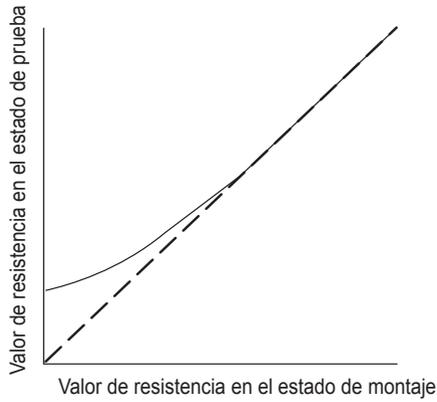


Fig. 16 Diferencia entre el estado de montaje y de prueba

Apéndice 9 Localización de cortocircuitos en una placa de PC

La comparación con valores de resistividad en varias zonas ayuda a localizar aproximadamente los cortocircuitos en una placa de PC (sin componentes instalados en él).

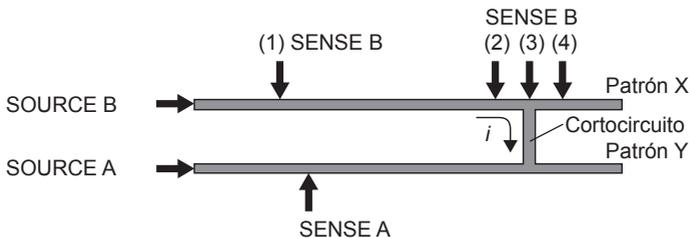
En el ejemplo siguiente se presupone que hay un cortocircuito entre los patrones X e Y.

- 1** Conecte SOURCE A y SOURCE B a cada patrón.
- 2** Conecte SENSE A a un punto cercano a SOURCE A y conecte SENSE B al punto (1).
- 3** Lea los valores medidos y mueva SENSE B a (1), a (2), a (3) y, a continuación, a (4). Un valor de resistencia más alto indica que el punto está más alejado del cortocircuito. Mueva los terminales SOURCE B y SENSE B para localizar el cortocircuito.

Ejemplo

- (1) 20 m Ω
- (2) 11 m Ω
- (3) 10 m Ω
- (4) 10 m Ω

Estos valores medidos implican que el cortocircuito está cerca del punto (3).



Apéndice 10 Puntas de prueba opcionales

El instrumento dispone de las opciones indicadas a continuación. Para solicitar una opción, contacte con su distribuidor o vendedor autorizado de Hioki. Las opciones están sujetas a cambios. Visite el sitio web de Hioki para ver la información más reciente.

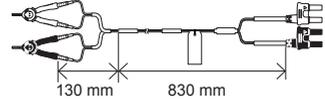
□ L2107 Puntas tipo clip

Estas puntas incluyen un borde con forma de clip. La medición de cuatro terminales puede efectuarse simplemente sujetando con los clips el objetivo de medición.

Longitud de bifurcación de la sonda: aprox. 130 mm

Longitud de enchufe a bifurcación: aprox. 830 mm

Diámetro apto para sujetar con clips: aprox. de 0,3 a 5,0 mm



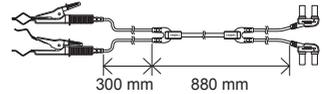
□ 9467 Puntas tipo clip grande

Estas puntas están diseñadas para conectarse al objetivo de medición con contactos de gran diámetro. La medición de cuatro terminales puede efectuarse simplemente sujetando con los clips el objetivo de medición.

Longitud de bifurcación de la sonda: aprox. 300 mm

Longitud de enchufe a bifurcación: aprox. 880 mm

Diámetro máximo para sujetar con clips: aprox. 28 mm

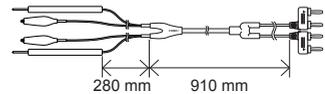


□ 9453 Puntas de cuatro terminales

Las puntas SOURCE de este conjunto de puntas de cuatro terminales incluyen clips de pinza tapados, mientras que las puntas SENSE incluyen sondas de prueba estándar. Utilícelos para medir la resistencia de un patrón de placa de circuito impreso y cuando las puntas SOURCE y SENSE deban conectarse por separado.

Longitud de bifurcación de la sonda: aprox. 280 mm

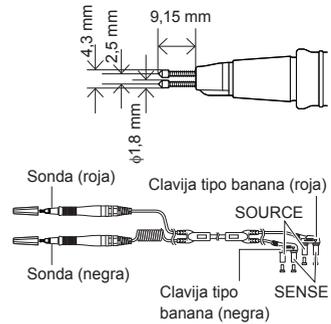
Longitud de enchufe a bifurcación: aprox. 910 mm



□ **9772 Puntas tipo pin**

La medición se puede llevar a cabo presionando esta punta sobre el objeto de medición. La punta tiene una forma en la que los pines están alineados en paralelo. Como hay un espacio mayor entre cada pin en comparación con el 9465-10, es más difícil que los pines se vean afectados por la distribución de corriente. Consulte “3 Objetivos de medición más anchos/más gruesos” (p.Apénd. 21).

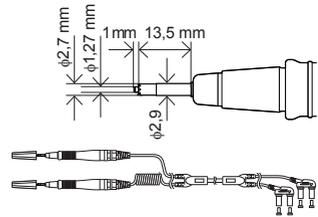
Longitud de bifurcación a sonda:
aprox. 100 mm (roja), 550 mm como máximo (negra)
Longitud de enchufe a bifurcación: aprox. 1660 mm
Presión de contacto inicial: aprox. 60 g
Presión de compresión total: aprox. 230 g (recorrido: 3 mm)



□ **9465-10 Puntas tipo pin**

La medición se puede llevar a cabo presionando esta punta sobre el objeto de medición. En una estructura coaxial, el central es el terminal SENSE, mientras que en la periferia está el terminal SOURCE.

Longitud de bifurcación a sonda: aprox. 100 mm (roja), 550 como máximo (negra)
Longitud de enchufe a bifurcación: aprox. 1660 mm
Presión de contacto inicial: aprox. 190 g
Presión de compresión total: aprox. 250 g (recorrido: 1 mm)



Apéndice 11 Calibración

Condiciones de calibración

- Temperatura ambiente y humedad: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 80% HR o menos
- Campo magnético externo: entorno cercano al campo magnético de la Tierra
- Inicialización por restauración

Equipo de calibración

Utilice el siguiente equipo de calibración:

Medición de resistencia

Equipo	Punto de calibración	Fabricante	Nombre de modelo estándar
Resistor estándar	1 m Ω	Alpha Electronics	CSR-1N0 o equivalente
Resistor estándar	10 m Ω	Alpha Electronics	CSR-10N o equivalente
Resistor estándar	100 m Ω	Alpha Electronics	CSR-R10 o equivalente
Calibrador multiproducto	3 Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	30 Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	300 Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	3 k Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	30 k Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	300 k Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Calibrador multiproducto	3 M Ω	FLUKE	5520A o equivalente
Punta de medición de resistencia		Hioki	9453 Puntas de cuatro terminales

Si no está disponible el FLUKE 5520 A, utilice el siguiente equipo.

Equipo	Punto de calibración	Fabricante	Nombre de modelo estándar
Resistor estándar	1 Ω	Alpha Electronics	CSR-1R0 o equivalente
Resistor estándar	10 Ω	Alpha Electronics	CSR-100 o equivalente
Resistor estándar	100 Ω	Alpha Electronics	CSR-101 o equivalente
Resistor estándar	1 k Ω	Alpha Electronics	CSR-102 o equivalente
Resistor estándar	10 k Ω	Alpha Electronics	CSR-103 o equivalente
Resistor estándar	100 k Ω	Alpha Electronics	CSR-104 o equivalente
Resistor estándar	1 M Ω	Alpha Electronics	CSR-105 o equivalente

Equipo	Punto de calibración	Fabricante	Nombre de modelo estándar
Resistor de tipo dial	30 Ω a 300 k Ω	Alpha Electronics	ADR-6105M o equivalente
Resistor de tipo dial	3 M Ω	Alpha Electronics	ADR-6106M o equivalente

Medición de temperatura (termistor)

Equipo	Punto de calibración	Fabricante	Nombre de modelo estándar
Calibrador multiproducto	25°C, 2186,0 Ω	FLUKE	5520A o equivalente

Si no puede utilizarse el FLUKE 5520 A, utilice en su lugar el siguiente equipo.

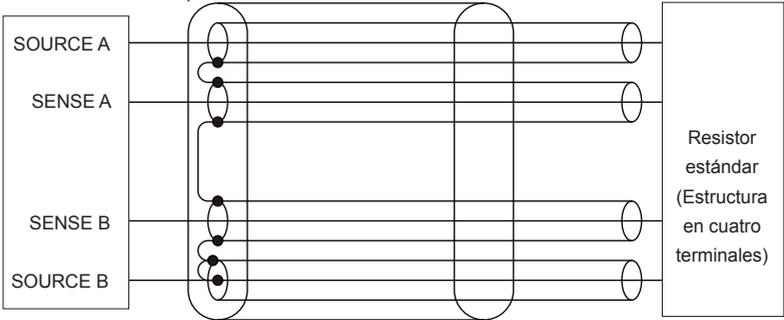
Equipo	Punto de calibración	Fabricante	Nombre de modelo estándar
Resistor de tipo dial	25°C, 2186,0 Ω	Alpha Electronics	ADR-6105M o equivalente

Punto de calibración

	Rango	Punto de calibración	OVC
Medición de resistencia	3 m Ω	0 Ω , 1 m Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	30 m Ω	0 Ω , 10 m Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	300 m Ω (300 mA)	0 Ω , 100 m Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	300 m Ω (100 mA)	0 Ω , 100 m Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	3 Ω	0 Ω , 1 Ω o 3 Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	30 Ω	0 Ω , 10 Ω o 30 Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	300 Ω	0 Ω , 100 Ω o 300 Ω	ACTIVADA, DESACTIVADA
	3 k Ω	0 Ω , 1 k Ω o 3 k Ω	DESACTIVADA
	30 k Ω	0 Ω , 10 k Ω o 30 k Ω	DESACTIVADA
	300 k Ω	0 Ω , 100 k Ω o 300 k Ω	DESACTIVADA
	3 M Ω	0 Ω , 1 M Ω o 3 M Ω	DESACTIVADA
Medición de temperatura (termistor)		Entrada de 2186,0 Ω a 25°C	

Método de conexión

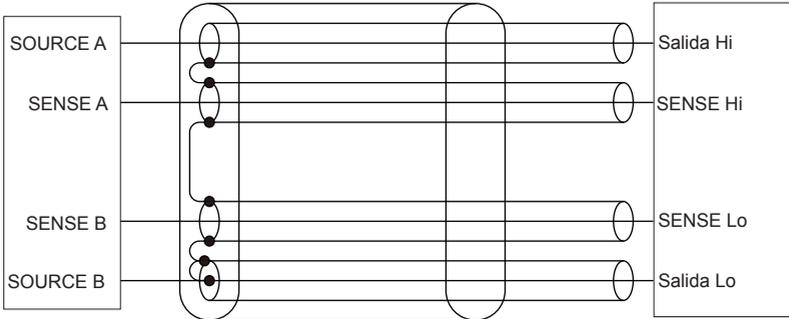
Hioki RM3548
(Rango de 3 mΩ a 300 mΩ)



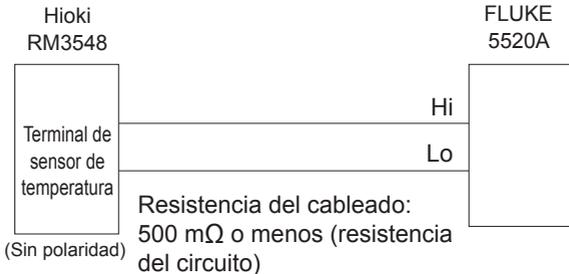
Puntas de cuatro terminales 9453 de Hioki

Hioki RM3548
(Rango de 3 Ω a 3 MΩ)

FLUKE
5520A



Puntas de cuatro terminales 9453 de Hioki

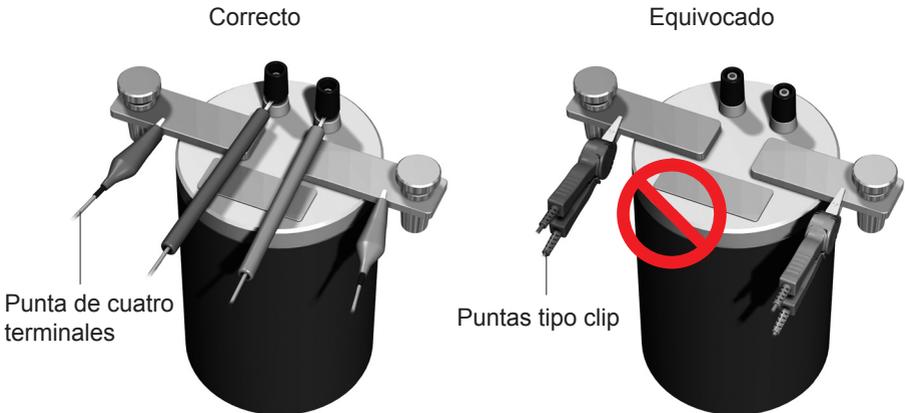


IMPORTANTE

- Para obtener información sobre el cableado para una calibración de 0Ω , consulte “Apéndice 7 Calibración” (p.Apéndice. 11).
- Antes de la calibración, tome las medidas adecuadas de reducción de ruido. En un entorno muy ruidoso, el valor medido puede volverse inestable o impreciso. Además, puede saltar la función de detección de errores y no mostrarse ningún valor medido. Consulte: “Valores de medición inestables” (p.Apéndice. 17)
- No utilice un clip de pinzas para el terminal de detección de voltaje. El valor medido puede volverse impreciso por la fuerza termo-electromotriz.

Cuando utilice el YOKOGAWA 2792 para calibrar

Utilice las puntas de cuatro terminales 9453 de Hioki, vendidas por separado. Tenga en cuenta que no puede efectuarse la conexión con las puntas tipo clip L2107.



Índice

Símbolos

-	18
ΔT	24, 69, Apéndice 7
+	18

Valores

0ADJ	19, 24, 48, 50
300 mA	24

A

A.HOLD	24
A.MEMORY	24
Acoplamiento electromagnético	Apéndice 18
Acoplamiento electrostático	Apéndice 17
Ahorro automático de energía (APS)	34
Ajustes predeterminados	94
Alimentación	33
Almacenamiento masivo USB	88
APS	22
Archivo CSV	90
AUTO	19, 24
Autocomprobación	33
AVG	18, 24

B

BEEPSET	18
Bloques de memoria	78
Bobina de reactancia	25
Borrado de memoria	19, 84, 93
Botones de funcionamiento	18

C

Caída del voltaje	Apéndice 2
Calibración	46, 109, Apéndice 11, Apéndice 30
Borrado	50
Ejecución	47
Carga del panel	75
Carga restante	22
Cociente de temperatura de la corrección de temperatura	24
COMP	18, 24
Comparador	62
No se ilumina	111
Condiciones de medición	45, 73

Cargado	75
Guardado	74
Conector	25
Contacto de potencia	25
Contacto de señal	25
contacto del relé	25
Conversión de longitud	23, 71
Conversión de temperatura	23, 24, 25, 69, Apéndice 7
Correa	28
Corrección de temperatura	25, 52, Apéndice 4
Corriente de medición	25, 57

D

DATE	18
DATOS	24
Datos de medición	84
Borrado	84
Desecho	119
Detección de fallo de corriente	43, 101
Detección de protección del circuito	101
Diagrama de bloque	Apéndice 1
Directrices del tiempo de retardo	56
Disposición de la pantalla	22

E

ELAPSED	24
ENTER	18
Errores de medición	42
ESC	18

F

Fallo de corriente	23
Fecha y hora	91
Filamento	25
Fuera de rango	23, 42
Fuerza termo-electromotriz	53, Apéndice 8
Función de Compensación de tensión offset	53
Función de detección de fuera de rango	43, 101
Función de protección	23
Fundido	42
Fusible	17, 23, 25, 118

G

Goma conductora 25
 Guardado del panel 74

H

Hi 24, 58, 62
 Hilo de masa de automóvil 25
 HOLD 24

I

IN 24, 62
 Inicialización 93
 Inspección 35
 Interruptor 25
 Intervalo 24
 Medición del intervalo 23, 26
 Memoria del intervalo 81

L

L2107 Punta tipo clip
 2, 3, 31, 40, 46, 47, Apéndice 13, Apéndice 19,
 Apéndice 20, Apéndice 21, Apéndice 28, Apéndice 33
 LENGTH 18, 24
 Límite inferior 22
 Límite superior 22
 Limpieza 109
 Lo 24, 58, 62
 Longitud del conductor 71

M

M.BLOCK SEL 18
 Material conductor de recubrimiento 25
 Mazo de cables 25
 Medición de cuatro terminales Apéndice 24
 Medición general de resistencia 25
 Memoria 19, 77
 Memoria automática 80
 Memoria manual 79
 Método CA Apéndice 3
 Método CC Apéndice 3
 Método de cuatro terminales Apéndice 2
 Métodos de valoración 62
 MODE 19
 Modo ABS 63, 65
 Modo REF% 63, 66

Motor 25, Apéndice 23

N

No es posible operar las botones 110

O

Objeto de medición 25, Apéndice 21
 La temperatura no se estabiliza
 Apéndice 23
 Se calienta Apéndice 23
 OVC 18, 24, 25, 53

P

Panel
 Borrado de contenido 76
 PANEL 18
 Pantalla de medición 22
 PC 88
 PERIOD 24
 Pila 17, 29
 Pila de respaldo 119
 Placa de PC Apéndice 27
 Precisión 98
 Medición de resistencia 95
 Medición de temperatura 97
 Preguntas y respuestas frecuentes 110
 Promedio 51
 Prueba de aumento de temperatura 25, 69
 Puntas de clip Apéndice 20
 Puntas de
 prueba 9, 11, 31, 40, Apéndice 28
 Conexión 31, 40

R

RANGE 19, 24
 Rango automático 39
 Rango de medición 38, 95
 Rango manual 38
 Rango permitido 66
 READ 19
 REF 19
 REF 24
 Reinicio 93
 Reloj
 Ajuste 92

Resistencia del sensor de corriente	
	Apéndice 24
Resistencia en paralelo	Apéndice 24
Resistor	25
Retardo.....	18, 55
Retención	44
Ruido	17, Apéndice 19

S

SAVE/CLEAR	18
Sistema.....	91
Soldadura	25
Solenoid.....	25
Sonido de valoración	67
START/STOP	19

T

TC.....	24, Apéndice 4
TC/ Δ T	18
Terminal COMP. OUT	17
Terminal TEMP.SENSOR	17
Terminal USB.....	17
Transformador	25, Apéndice 23

U

UPP	24
-----------	----

V

Valor de referencia	66
Valor medido	
Estabilización.....	51
Fallo de estabilización	113, Apéndice 17
Guardado.....	80
Lectura.....	41
Memorizar	44
No se muestra	114
Retención.....	44
Valoración.....	62
Valoración.....	62
Valoración de valor absoluto	63
Valoración de valor relativo	63
Valores del límite superior e inferior	65
VIEW	18, 22
Visualización de la memoria.....	83

Certificado de garantía

HIOKI

Modelo	Número de serie	Período de garantía Tres (3) años desde la fecha de compra (__ / __)
--------	-----------------	---

Nombre del cliente: _____
Dirección del cliente: _____

Importante

- Conserve este certificado de garantía. Los duplicados no pueden volver a emitirse.
- Complete el certificado con el número de modelo, el número de serie, la fecha de compra, su nombre y dirección. La información personal que proporcione en este formulario solo se utilizará para brindar el servicio de reparación e información sobre productos y servicios de Hioki.

Este documento certifica que el producto ha sido inspeccionado y verificado de conformidad con los estándares de Hioki. Comuníquese con el lugar de compra si se produce un mal funcionamiento y proporcione este documento; en ese caso, Hioki reparará o reemplazará el producto de conformidad con los términos de garantía que se describen a continuación.

Términos de garantía

1. El producto tiene garantía de funcionamiento adecuado durante el período de garantía (tres [3] años desde la fecha de compra). Si la fecha de compra se desconoce, el período de garantía se define como tres (3) años desde la fecha (mes y año) de fabricación (como se indica con los primeros cuatro dígitos del número de serie en formato AAMM).
2. Si el producto incluye un adaptador de CA, el adaptador tiene garantía de un (1) año desde la fecha de compra.
3. La precisión de los valores medidos y otros datos generados por el producto tienen garantía según se describe en las especificaciones del producto.
4. En el caso de que el producto o el adaptador de CA funcione mal durante su respectivo período de garantía debido a un defecto de fabricación o materiales, Hioki reparará o reemplazará el producto o el adaptador de CA sin cargo.
5. Los siguientes problemas y fallas no están cubiertos por la garantía y, en consecuencia, no quedan sujetos a la reparación o el reemplazo sin cargo:
 - 1. Fallas o daños de artículos agotables, piezas con una vida útil definida, etc.
 - 2. Fallas o daños de conectores, cables, etc.
 - 3. Fallas o daños producidos por envío, caída, reubicación, etc., después de la compra del producto.
 - 4. Fallas o daños producidos por un manejo inadecuado que viole la información del manual de instrucciones o la etiqueta de precauciones del producto.
 - 5. Fallas o daños producidos por no realizar las tareas de mantenimiento o inspección que requiere la ley o recomienda el manual de instrucciones.
 - 6. Fallas o daños producidos por incendios, tormentas o inundaciones, terremotos, relámpagos, anomalías eléctricas (que impliquen voltaje, frecuencia, etc.), guerra o disturbios, contaminación con radiación u otros eventos de fuerza mayor.
 - 7. Daños limitados a la apariencia del producto (defectos cosméticos, deformación del gabinete, decoloración, etc.).
 - 8. Otras fallas o daños por los cuales Hioki no es responsable.
6. La garantía se considerará anulada en los siguientes casos, donde Hioki no podrá brindar servicios de reparación o calibración:
 - 1. Si el producto ha sido reparado o modificado por una compañía, entidad o persona distinta de Hioki.
 - 2. Si el producto se ha incorporado en otra pieza de equipo para utilizar en una aplicación especial (uso aeroespacial, energía nuclear, uso médico, control vehicular, etc.) sin haber recibido una notificación previa de Hioki.
7. Si experimenta una pérdida debido al uso del producto y Hioki determina que es responsable del problema subyacente, Hioki brindará una compensación por un monto que no supere el precio de compra, con las siguientes excepciones:
 - 1. Daños secundarios que surjan del daño de un componente o dispositivo medido que se produjo por el uso del producto.
 - 2. Daños que surjan de los resultados de medición del producto.
 - 3. Daños en un dispositivo distinto del producto que se producen cuando se conecta el dispositivo al producto (incluso a través de conexiones de red).
8. Hioki se reserva el derecho de denegar la realización de reparaciones, calibraciones u otros servicios a productos para los que haya pasado un período determinado desde su fabricación, productos cuyas piezas hayan dejado de fabricarse y productos que no puedan repararse debido a circunstancias imprevistas.

HIOKI E. E. CORPORATION

<http://www.hioki.com>

18-08 ES-3

HIOKI

www.hioki.com/

HIOKI E.E. CORPORATION

81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192 Japan



**Información
de contacto
regional**

2309 ES

Editado y publicado por Hioki E.E. Corporation

Impreso en Japón

- Los contenidos están sujetos a cambios sin previo aviso.
- Este documento contiene contenido protegido por derechos de autor.
- Queda prohibido copiar, reproducir o modificar el contenido de este documento sin autorización.
- Los nombres de la compañía, los nombres de productos, etc. mencionados en este documento son marcas comerciales o marcas registradas de sus respectivas compañías.

Solo en Europa

- Puede descargar la declaración UE de conformidad desde nuestro sitio web.
- Contacto en Europa: HIOKI EUROPE GmbH
Helfmann-Park 2, 65760 Eschborn, Germany hioki@hioki.eu