

1625-2

Earth/Ground Tester

Manual de uso

GARANTÍA LIMITADA Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Se garantiza que todo producto de Fluke no tendrá defectos en los materiales ni en la mano de obra en condiciones normales de utilización y mantenimiento. El periodo de garantía es de 2 años y comienza en la fecha de despacho. Las piezas de repuesto, reparaciones y servicios son garantizados por 90 días. Esta garantía se extiende sólo al comprador original o al cliente final de un revendedor autorizado por Fluke y no es válida para fusibles, baterías desechables o productos que, en opinión de Fluke, hayan sido utilizados incorrectamente, modificados, maltratados, contaminados o dañados ya sea accidentalmente o a causa de condiciones de funcionamiento o manejo anormales. Fluke garantiza que el software funcionará substancialmente de acuerdo con sus especificaciones funcionales durante 90 días y que ha sido grabado correctamente en un medio magnético sin defectos. Fluke no garantiza que el software no tendrá errores ni que operará sin interrupción.

Los revendedores autorizados por Fluke podrán extender esta garantía solamente a los Compradores finales de productos nuevos y sin uso previo, pero carecen de autoridad para extender una garantía mayor o diferente en nombre de Fluke. La asistencia técnica en garantía estará disponible únicamente si el producto fue comprado a través de un centro de distribución autorizado por Fluke o si el comprador pagó el precio internacional correspondiente. Fluke se reserva el derecho a facturar al Comprador los costos de importación de reparaciones/repuestos cuando el producto comprado en un país es enviado a reparación a otro país.

La obligación de Fluke de acuerdo con la garantía está limitada, a discreción de Fluke, al reembolso del precio de compra, reparación gratuita o al reemplazo de un producto defectuoso que es devuelto a un centro de servicio autorizado por Fluke dentro del periodo de garantía.

Para obtener el servicio de la garantía, comuníquese con el centro de servicio autorizado por Fluke más cercano a usted, solicite la información correspondiente a la autorización de la devolución y luego envíe el producto a dicho centro de servicio con una descripción del fallo y los portes y el seguro prepagados (FOB destino). Fluke no asume ningún riesgo por daño durante el tránsito. Después de la reparación de garantía, el producto será devuelto al Comprador, con los fletes prepagados (FOB destino). Si Fluke determina que el fallo fue causado por maltrato, mala utilización, contaminación, modificación o por una condición accidental o anormal presentada durante el funcionamiento o manejo, incluidos los fallos por sobretensión causados por el uso fuera de los valores nominales especificados para el producto, o por el desgaste normal de los componentes mecánicos, Fluke preparará una estimación de los costos de reparación y obtendrá su autorización antes de comenzar el trabajo. Al concluir la reparación, el producto será devuelto al Comprador con los fletes prepagados y al Comprador le serán facturados la reparación y los costos de transporte (FOB en el sitio de despacho).

ESTA GARANTÍA ES EL ÚNICO Y EXCLUSIVO RECURSO DEL COMPRADOR Y SUBSTITUYE A TODAS LAS OTRAS GARANTÍAS, EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, PERO SIN LIMITARSE A, TODA GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIABILIDAD O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO DETERMINADO. FLUKE NO SE RESPONSABILIZA DE PÉRDIDAS NI DAÑOS ESPECIALES, INDIRECTOS, IMPREVISTOS O CONTINGENTES, INCLUIDA LA PÉRDIDA DE DATOS, QUE SURJAN POR CUALQUIER TIPO DE CAUSA O TEORÍA.

Como algunos países o estados no permiten la limitación de los términos de una garantía implícita, ni la exclusión ni limitación de daños incidentales o consecuentes, las limitaciones y exclusiones de esta garantía pueden no ser válidas para todos los Compradores. Si una cláusula de esta Garantía es considerada inválida o inaplicable por un tribunal o por algún otro ente de jurisdicción competente y responsable de la toma de decisiones, dicha consideración no afectará la validez o aplicabilidad de cualquier otra cláusula.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

Para registrar su producto en línea, visite <http://register.fluke.com>.

Tabla de materias

Título	Página
Introducción.....	1
Cómo ponerse en contacto con Fluke	2
Información de seguridad	3
Almacenamiento	4
Modelos y accesorios	5
Accesorios adicionales	6
Características	7
Pantalla	9
Configuración	13
Baterías	13
Descripción de funciones.....	15
Funcionamiento.....	16
Operación avanzada.....	16
Funciones de encendido.....	16
Bucle de control.....	17
Bucle de medición	19
Comprobación de la corrección de conexión para medición (Asignación de toma)	19
Interferencia: medida de tensión y frecuencias.....	19
Medición de resistencias de conexión a masa	20
Medición de la resistencia de la conexión a masa de 3 y 4 polos	21
La medición de resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas de conexión a masa operados en conjunto usando el método de pinza selectiva	23
La medición de 3 o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales.....	24
Mediciones en torres de alta tensión	26
Corrección de errores del Transformador de enganche	29
Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa.....	31
Medición de la resistividad del terreno	32
Medición de resistencias	34
Medición de la resistencia (R~).....	34
Medición de la resistencia (R \rightarrow).....	35
Compensación de la resistencia del conductor de medición	36
Cómo cambiar todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado	37
Exportación de los datos almacenados a una computadora	39
Eliminar datos almacenados.....	40
Mantenimiento.....	41
Calibración	41
Mantenimiento.....	41
Especificaciones	42

Lista de tablas

Tabla	Título	Página
1.	Símbolos.....	4
2.	Modelos y accesorios.....	5
3.	Características y funciones.....	8
4.	Elementos de la pantalla.....	9
5.	Descripción de la pantalla.....	10
6.	Parámetros de bucle de control.....	18
7.	Ajuste de datos.....	37
8.	Muestra de archivo .CSV para datos registrados.....	39
9.	Cálculo de error de operación.....	43

Lista de figuras

Figura	Título	Página
1.	Transformador de corriente externo EI-162BN	6
2.	Inserción de la batería	14
3.	Método de medición de resistencias de conexión a masa	20
4.	Proceso de medición de resistencia de conexión a masa de 3 polos y 4 polos	21
5.	Medición de resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas operados de forma combinada.....	23
6.	Medición de 3 polos /4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales.....	24
7.	Resistencia de conexión a masa sin desconectar el cable de masa aéreo	26
8.	Corrección de errores en el transformador de enganche	29
9.	Conexión del transformador de enganche	30
10.	Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa.....	31
11.	Medición de la resistividad del suelo.....	32
12.	Medición de la resistencia (R_{\sim}).....	34
13.	Medición de la resistencia ($R_{\text{---}}$).....	35
14.	Compensación de la resistencia del conductor de medición	36

Introducción

El controlador (o producto) Earth Ground Tester 1625-2 es un instrumento compacto, resistente para el trabajo en terreno, que realiza los cuatro tipos de mediciones de masa/tierra. En específico, el controlador es capaz de medir la resistencia del bucle de tierra usando solamente pinzas, algo que se denomina Prueba sin estacas. Este método no requiere del uso de estacas de masa/tierra ni la desconexión de las varillas de conexión a tierra física.

Características del controlador:

- Concepto de mediciones con un botón
- Mediciones de masa/tierra de 3 y 4 polos
- Comprobación de la resistividad de suelos, con 4 polos
- Pruebas selectivas, sin desconexión del conductor de tierra (1 pinza)
- Pruebas sin estacas, prueba rápida de bucle de tierra (2 pinzas)
- Frecuencia de medición 94, 105, 111, 128 Hz

El controlador utiliza las siguientes funciones de tecnología de punta:

- Control de frecuencia automático (AFC), que identifica la interferencia existente y selecciona una frecuencia de medición (94, 105, 111, 128 Hz) para reducir sus efectos a un mínimo, lo que proporciona un valor de masa/tierra más exacto.
- Medición R*: calcula la impedancia de la tierra física a 55 Hz para reflejar con mayor exactitud la resistencia de tierra física que detectaría una conexión de falla a masa/tierra
- Límites ajustables: para comprobación rápida del resultado de la prueba.

En los lugares implicados en la generación, distribución y consumo de energía eléctrica, se deben tomar determinadas medidas de seguridad para proteger la vida humana. En muchos casos, estas medidas de seguridad son normas nacionales e internacionales que se deben actualizar con frecuencia. La puesta a tierra, o conexión de partes conductoras expuestas a masa en caso de avería, representa la medida de seguridad más esencial. Existe una serie de requisitos para la conexión a masa de transformadores, torres de alimentación de alta y media tensión, vías de ferrocarriles, depósitos, cubas, cimientos y sistemas de protección contra rayos.

La efectividad de los sistemas de conexión a tierra se deben comprobar usando un controlador masa/tierra, como por ejemplo, el modelo 1625-2 que comprueba la efectividad de las conexiones a tierra física. El modelo 1625-2 ofrece la solución perfecta al combinar tecnología de vanguardia en un instrumento compacto y resistente para el trabajo en terreno. Además de realizar las mediciones de resistencia de tierra normales de 3 y 4 polos, un innovador proceso mide de forma exacta las resistencias de cada electrodo de masa y los sistemas conectados a masa de forma individual y combinada sin desconectar ningún electrodo paralelo. Una aplicación específica de esta función es la posibilidad de realizar una medición rápida y exacta de las conexiones a tierra de las torres de energía eléctrica. Por otro lado, el modelo 1625-2 cuenta con un mecanismo de control automático de frecuencia (AFC) para reducir las interferencias a un mínimo. Antes de realizar la medición, el instrumento identifica las interferencias existentes y selecciona la frecuencia de la medición para minimizar su efecto.

Notas

- *Los términos "masa" y "conexión a masa" son sinónimos a los de "tierra" y "conexión a tierra", y se usan indistintamente en este manual.*
- *Para realizar mediciones de resistencia de masa sin estacas, se debe adquirir el conjunto de pinzas selectiva/sin estacas (EI-1623). (El Kit 1625-2 incluye este conjunto de pinzas).*
- *Las mediciones selectivas se describen en la sección principal de este manual.*

Cómo ponerse en contacto con Fluke

Para ponerse en contacto con Fluke, llame a uno de los siguientes números telefónicos:

- EE. UU.: 1-800-760-4523
- Canadá: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japón: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- Desde cualquier otro país: +1-425-446-5500

O bien, visite el sitio web de Fluke en www.fluke.com.

Vaya a www.fluke.com para registrar el producto, descargar manuales y obtener más información.

Para ver, imprimir o descargar el último suplemento del manual, visite <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

Información de seguridad

Una **Advertencia** identifica condiciones y procedimientos que son peligrosos para el usuario. Una **Precaución** identifica condiciones y procedimientos que pueden causar daños en el Producto o en el equipo que se prueba.

⚠️⚠️ Advertencia

Para evitar posibles choques eléctricos, fuego o lesiones personales:

- **Lea toda la información de seguridad antes de usar el Producto.**
- **Utilice el Producto únicamente de acuerdo con las especificaciones; en caso contrario, se puede anular la protección suministrada por el Producto.**
- **No utilice el Producto si no funciona correctamente.**
- **No utilice el Producto si está dañado.**
- **No utilice conductores de prueba si están dañados. Compruebe que los conductores de prueba no tienen daños en el aislamiento ni metal expuesto, o si se muestra el indicador de desgaste. Verifique la continuidad de los conductores de prueba.**
- **No utilice el Producto cerca de gases o vapores explosivos, o en ambientes húmedos o mojados.**
- **No aplique una tensión mayor que la nominal entre los terminales o entre cualquier terminal y la toma de tierra.**
- **Utilice sólo las sondas de corriente, los conductores de prueba y los adaptadores que se suministran con el producto.**
- **No realice una medición de corriente como indicador de que sea seguro tocar un determinado circuito. Hay que realizar una medición de tensión si se sabe que un circuito es peligroso.**
- **La tapa de la batería debe estar cerrada y bloqueada antes de poner en funcionamiento el producto.**
- **Sustituya las baterías cuando se muestre el indicador de nivel de baterías bajo para evitar que se produzcan mediciones incorrectas.**
- **No conectar directamente a la red eléctrica.**
- **No toque las tensiones de > 30 V CA rms, picos de 42 V CA o 60 V CC.**

En la Tabla 1 se incluye una lista de los símbolos utilizados en el controlador y en este manual.

Tabla 1. Símbolos

Símbolo	Descripción
	Peligro. Información importante. Consulte el manual.
	Tensión peligrosa. Riesgo de descarga eléctrica.
	Indicador de la batería
	Cumple la normativa de la Unión Europea.
	Cumple con los Estándares EMC surcoreanos.
	Cumple los requisitos australianos pertinentes sobre compatibilidad electromagnética (EMC)
	Este Producto cumple la Directiva WEEE (2002/96/EC) sobre requisitos de marcado. La etiqueta que lleva pegada indica que no debe desechar este producto eléctrico o electrónico con los residuos domésticos. Categoría de producto: según los tipos de equipo del anexo I de la Directiva WEEE, este producto está clasificado como producto de categoría 9 "Instrumentación de supervisión y control". No deseche este producto mediante los servicios municipales de recogida de basura no clasificada. Para obtener información sobre el reciclaje, visite el sitio web de Fluke.

Almacenamiento

Si el controlador estará guardado o sin uso durante un periodo prolongado, debe quitar las baterías.

Modelos y accesorios

Con el controlador se incluyen los siguientes accesorios de serie:

- 6 baterías alcalinas tipo AA (LR6)
- 2 conductores de medición de 1,5 m
- 1 cable de conexión (para medición de 2 polos RA)
- 2 pinzas de caimán
- 1 CD de documentación con el Manual de usuario
- Guía de referencia rápida
- Información de seguridad

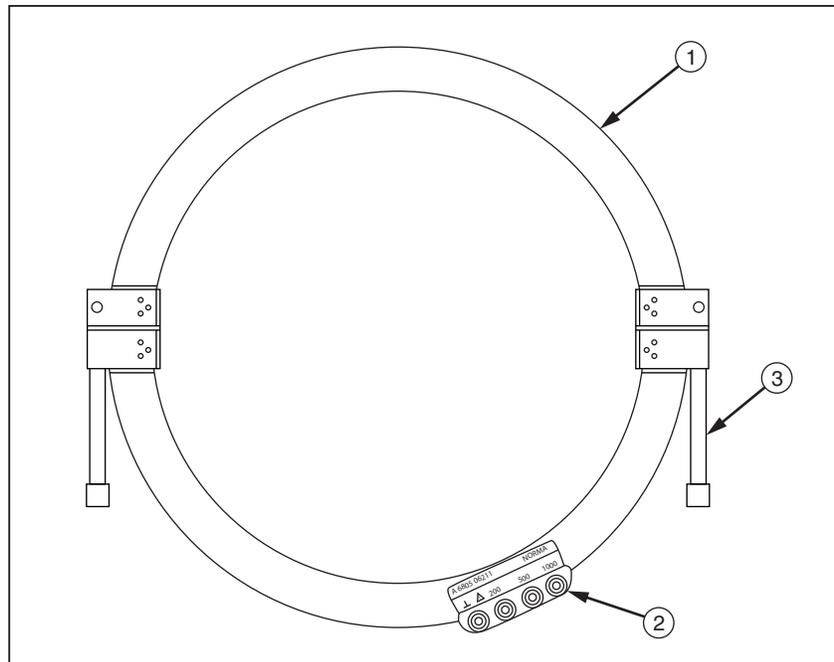
La Tabla 2 es una lista de modelos y accesorios.

Tabla 2. Modelos y accesorios

Descripción	Número de pieza
Earth Ground Tester modelo 1625-2 (incluye Manual de usuario, información de seguridad, QRG, cable de sonda Geox, 2 pinzas, conjunto de conductores)	4325162
Kit de Earth Ground Tester 1625-2 (incluye Manual de usuario, información de seguridad, QRG, cable de sonda Geox, 2 pinzas, conjunto de conductores, 4 estacas de conexión a tierra, 3 rollos de cables, estuche de transporte C1620, EI-162X, EI-162AC)	4325181
Kit de servicio de reemplazo 162x-7001 (incluye conjunto de conductores y 2 pinzas)	2577167
Estaca de masa	4325492
Conjunto de estacas ES-162P3-2 para mediciones de 3 polos (incluye 3 estacas de masa, 1 rollo de cable de 25M azul, 1 rollo de cable de 50M rojo)	4359377
Conjunto de estacas ES-162P4-2 para mediciones de 4 polos (incluye 4 estacas de masa, 1 rollo de cable de 25M azul, 1 rollo de cable de 25M verde, 1 rollo de cable de 50M rojo)	4359389
Conjunto de pinzas selectivas/sin estacas EI-1623 para 1623-2/1625-2 (incluye EI-162X, EI-162CA)	2577115
Transformador de corriente EI-162X de enganche (sensor) con juego de cable blindado	2577132
Transformador de corriente EI-162AC de enganche (inducción)	2577144
Transformador de núcleo partido EI-162BN, para prueba de torres (12,7 pulgadas - 320 mm)	2577159
Cable blindado (se usa con la pieza EI-162X)	2630254
Rollo de cable de 25M, cable azul	4343731
Rollo de cable de 25M, cable verde	4343746
Rollo de cable de 50M, cable rojo	4343754
Estuche de transporte C1620	4359042

Accesorios adicionales

De manera opcional, hay disponible un **transformador de corriente externo**, consulte la Figura 1. El transformador tiene un factor de transformación de entre 80 y 1200:1 para la medición de sistemas de conexión a masa de derivación única operada en red. Esto permite al usuario medir torres de alta tensión sin necesidad de separar los cables de masa aéreos o las bandas de tierra en la base de las torres. También se utiliza para medir sistemas de protección contra rayos sin necesidad de separar los cables individuales de protección contra rayos.



evx01.eps

Figura 1. Transformador de corriente externo EI-162BN

- ① Mitad del transformador (2)
Las superficies de los extremos del transformador tienen pernos que hacen pivote para ayudar a separar las mitades del Transformador. Una de las superficies frontales del transformador tiene un orificio de perno ranurado que permite que el perno gire y se pueda extraer desde la superficie frontal.
- ② Conexiones de factor de transformación: \perp , 200, 500, y 1000
- ③ Sujetador (2)

Características

El controlador Earth/Ground 1625-2 es un instrumento de medición de resistencia con proceso de selección de frecuencia completamente automatizado. El controlador incluye prueba automática de sonda y resistencias de electrodo de masa auxiliar y posibles tensiones de interferencia de conformidad con la norma DIN IEC61557-5/EN61557-5:

- Medición de tensión de interferencia (U_{ST})
- Medición de frecuencia de interferencia (F_{ST})
- Medición de resistencia de sonda (R_S)
- Medición de resistencia de electrodo de masa auxiliar (R_H)
- Medición de la resistencia de la conexión a masa de 3 y 4 polos, (R_E) utilizando o sin utilizar transformador de corriente externo de enganche para la medición selectiva de derivaciones de conexiones a masa individuales en sistemas $\gg C$ de conexión a masa operados de forma combinada.
- Medición de resistencia de 2 polos con tensión alterna (R_{\sim})
- Medición de resistencia con la tensión continua de 2 y 4 polos, ($R_{\text{---}}$)

Con las diversas posibilidades de medición y de control de secuencia de medición completamente automatizado (incl. control automático de frecuencia AFC), este instrumento ofrece la tecnología de medición más avanzada en el campo de las mediciones de resistencia de la conexión a masa. Por medio de la entrada de un límite seleccionable con confirmación visual y acústica, y mensaje de error, y con las funciones especiales definidas por el cliente y programables mediante códigos, como la medida de tensión de 20 V (para sistemas agrícolas), impedancia de conexión a masa R^* (medición de frecuencia 55 Hz) encendido y apagado mediante conmutador, estos instrumentos se pueden programar individualmente para uso como un simple medidor y como dispositivo de medición avanzado completamente automatizado.

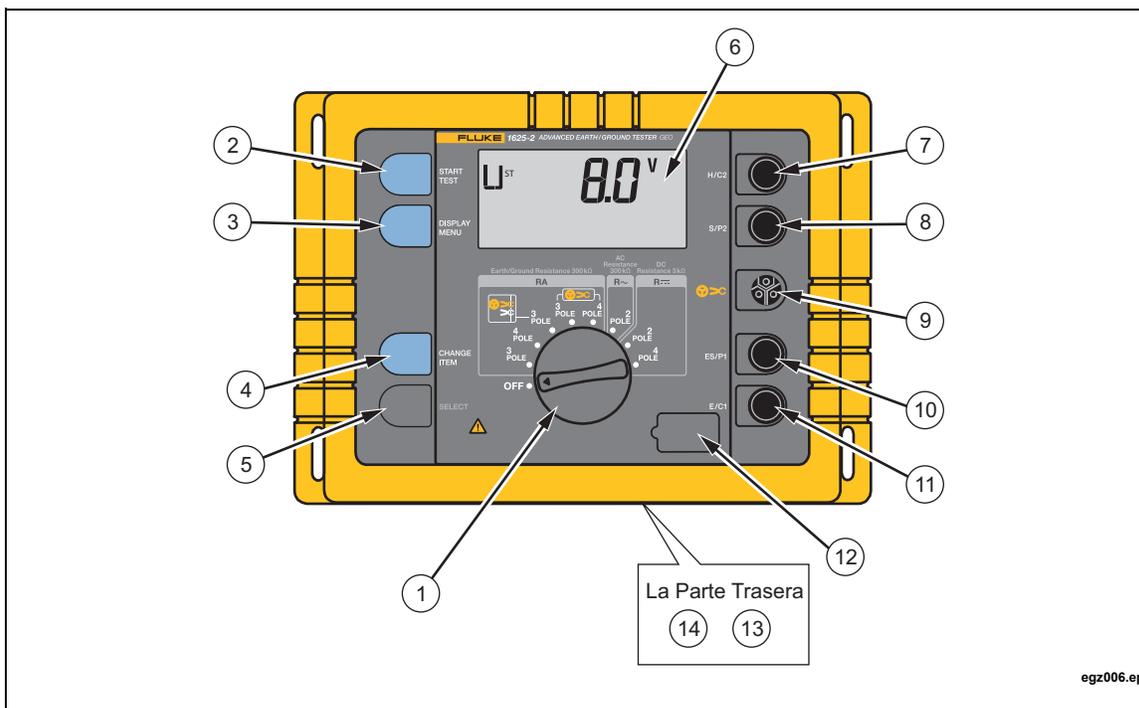
El controlador incluye prueba automática de sonda, resistencias de electrodo de masa auxiliar y posibles tensiones de interferencia.

Consulte la Tabla 3 para ver una lista de las características y funciones.

Advertencia

- Sin tensión permisible para tomas .
- ¡No forzar el instrumento para abrir o cerrar!
- ¡Desconecte todos los conductores antes de abrir el instrumento!

Tabla 3. Características y funciones

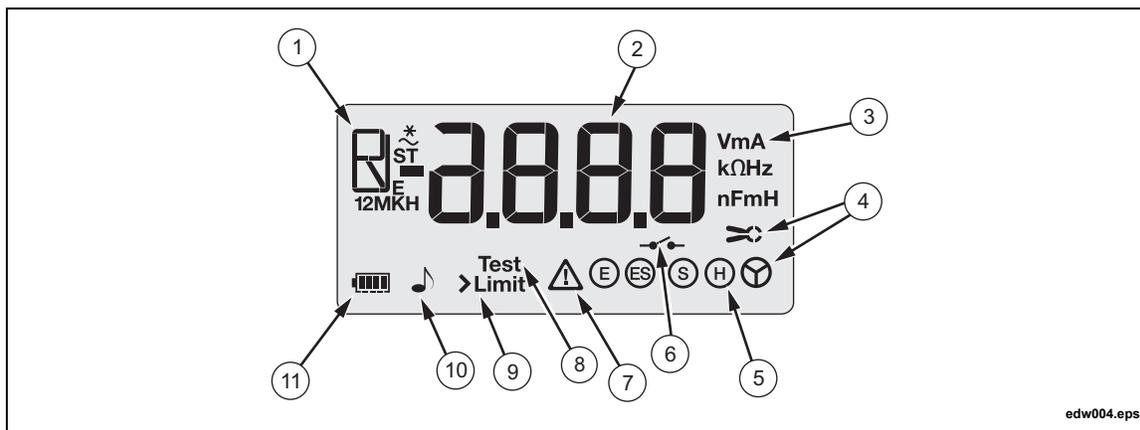


Nro.	Descripción
①	Interruptor giratorio para alternar las funciones de medición y de Encendido/Apagado
②	Botón "INICIO" para iniciar la función de medición seleccionada
③	Botón "MOSTRAR MENÚ" para seleccionar el ajuste o mostrar los datos de la prueba
④	Botón "CAMBIAR ELEMENTO" para alternar el valor del ajuste seleccionado
⑤	Botón "SELECCIONAR" para confirmar el valor del ajuste
⑥	Pantalla de cristal líquido (LCD)
⑦	Conexión "H/C2" para masa auxiliar (4 mm ø)
⑧	Conexión "S/P2" para sonda (4 mm ø)
⑨	Conexión  para detectar pinza de corriente de prueba
⑩	Conexión "ES/P1" para sondas de electrodos de masa (4 mm ø)
⑪	Conexión "E/C1" para el electrodo de masa/tierra que se va a medir, (4 mm ø)
⑫	Puerto USB tipo B
⑬	Compartimento para baterías con capacidad para 6 baterías alcalinas (tipo AA, LR6)
⑭	Tornillos para fijar la batería en el compartimento

Pantalla

La pantalla es un visor de 4 dígitos (dígito 2999), pantalla de cristal líquido de 7 segmentos (Tabla 4).

Tabla 4. Elementos de la pantalla



edw004.eps

Elemento	Descripción	
①	Tipo de prueba	
	U ST	Tensión de interferencia (CA + CC)
	F ST	Frecuencia de la tensión de interferencia
	F _M	Frecuencia de medición de tensión
	U _M	Límite de medición de tensión 20/48 V
	R _E	Resistencia de la conexión a masa
	R _H	Resistencia de electrodo de masa auxiliar
	R _S	Resistencia de la sonda
	R _K	Resistencia de compensación
	R ₁ , R ₂	Medida de tensión baja con indicación de polaridad
	R _~	CA- resistencia
	R [*]	Impedancia de la conexión a masa (medición de frecuencia 55 Hz)
②	Medición	
③	Unidad de medición: V, Ω, kΩ, Hz	
Clave de símbolos		
④	Reconocimiento de la toma del transformador de corriente	
⑤	Reconocimiento de toma	
⑥	Circuito de medición (E-D, E-A) interrumpido o valores medidos inestables	
⑦	Error	
⑧	Medición de secuencia en proceso	
⑨	Valor límite/Valor límite excedido	
⑩	Advertencia de límite excedido	
⑪	Indicador del nivel de carga en la batería	

La Tabla 5 muestra lo que verá en la pantalla mientras opera el controlador.

Tabla 5. Descripción de la pantalla

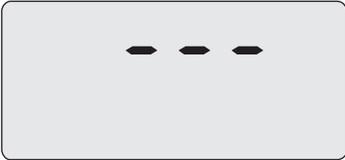
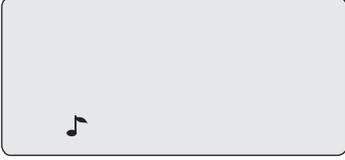
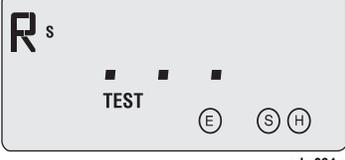
Función	Pantalla	Condición	Nota
Antes de "INICIO"	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw027.eps</p>	Posición de espera para reducir el consumo de energía	Gire el selector giratorio o presione el botón. Todos los valores medidos permanecen almacenados.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw028.eps</p>	Sin conexión del conductor de medición, o conexión incorrecta	Aparte de la medida de tensión, todas las funciones de medición están bloqueadas.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw030.eps</p>	Señal acústica activa	Advertencia acústica si se excede un límite.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw031.eps</p>	Tensión alterna peligrosa > 50 V	Excepto la medida de tensión, todas las funciones de medición están bloqueadas.
Después de "INICIO"	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw034.eps</p>	Se está probando la resistencia de la sonda	Espere los resultados de la prueba.

Tabla 5. Descripción de la pantalla (cont.)

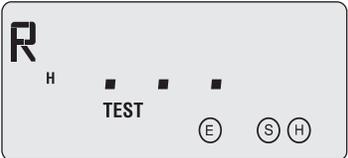
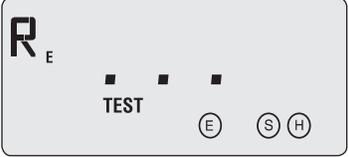
Función	Pantalla	Condición	Nota
		<p>Punta de corrientes auxiliar - se está probando la resistencia.</p>	<p>Espere los resultados de la prueba.</p>
		<p>Se está probando la resistencia de masa.</p>	<p>Espere los resultados de la prueba.</p>
		<p>Medición del circuito de masa; y electrodo de masa auxiliar desconectado.</p>	<p>Compruebe la conexión del conductor en las puntas de masa; el conductor de medición puede estar defectuoso.</p>
		<p>Medición del circuito de masa; y electrodo de sonda desconectado.</p>	<p>Compruebe la conexión del conductor en las puntas de masa; el conductor de medición puede estar defectuoso.</p>
		<p>Se ha excedido el error máximo permisible debido a una detección demasiado alta o a la resistencia de las puntas de masa auxiliar.</p>	<p>Intente humedecer el suelo o conecte en paralelo una segunda punta de masa auxiliar.</p>
<p>Después de "INICIO"</p>		<p>Rango de medición excedido.</p>	<p>El valor medido es mayor de 300 kΩ.</p>
		<p>El valor medido mostrado excede el LÍMITE.</p>	<p>El valor medido es mayor que el LÍMITE establecido.</p>

Tabla 5. Descripción de la pantalla (cont.)

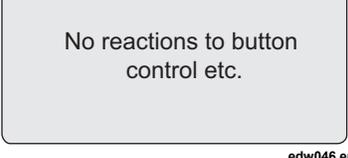
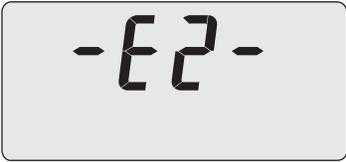
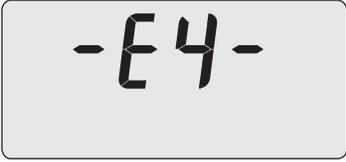
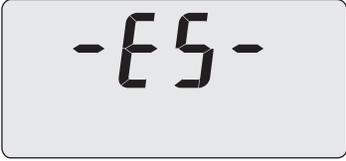
Función	Pantalla	Condición	Nota
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw042.eps</p>	Compensación más alta que el valor medido.	Elimine la compensación o apague y encienda el instrumento.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw043.eps</p>	Polaridad incorrecta en las tomas E y ES.	Invierta la polaridad.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw044.eps</p>	Valor medido inestable.	Tensión de ruido no constante. Intente una medición promedio de tiempo.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw045.eps</p>	Corriente en el transformador externo demasiado baja.	Reduzca la resistencia de las puntas de corriente auxiliar.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw046.eps</p>	Operación en condiciones defectuosas.	Compruebe las baterías. Apague y encienda si continúa la avería, póngase en contacto con el servicio técnico.
Después de "INICIO"	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw047.eps</p>	Invierta la orientación de la pinza de corriente o las corrientes "ascendentes".	Invertir pinza.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw048.eps</p>	Suma de comprobación de EE PROM incorrecta.	

Tabla 5. Descripción de la pantalla (cont.)

Función	Pantalla	Condición	Nota
	 edw049.eps	Avería del hardware (por ejemplo, sobrecarga de corriente).	Apague o encienda si la avería se mantiene. Puede que aparezca el símbolo cuando use medición sin estacas en circuitos de baja resistencia.
	 edw050.eps	Avería en el acceso a la memoria EE PROM.	Póngase en contacto con el servicio técnico.
	 edw051.eps	Avería de computación interna.	
	 edw052.eps	Sobrecarga térmica.	Enfríe completamente.
 destella en la pantalla			

Configuración

Baterías

Nota

Se pueden usar baterías de NiMH o de NiCad pero deben cargarse fuera del instrumento. El número de mediciones disponible con estas baterías será diferente normalmente de las disponibles con las alcalinas.

Este controlador está equipado con seis baterías de 1,5 V IEC RL6 tipo AA. Reemplace o recargue las baterías si el indicador de carga muestra 1 o 0 barras.

Para cambiar las baterías:

1. Apague el instrumento, consulte la Figura 2.
2. Desconecte todos los conductores de prueba.
3. Abra el compartimento de las baterías.
4. Inserte las baterías. Cambie siempre el juego completo de baterías.
5. Cierre el compartimento de las baterías.

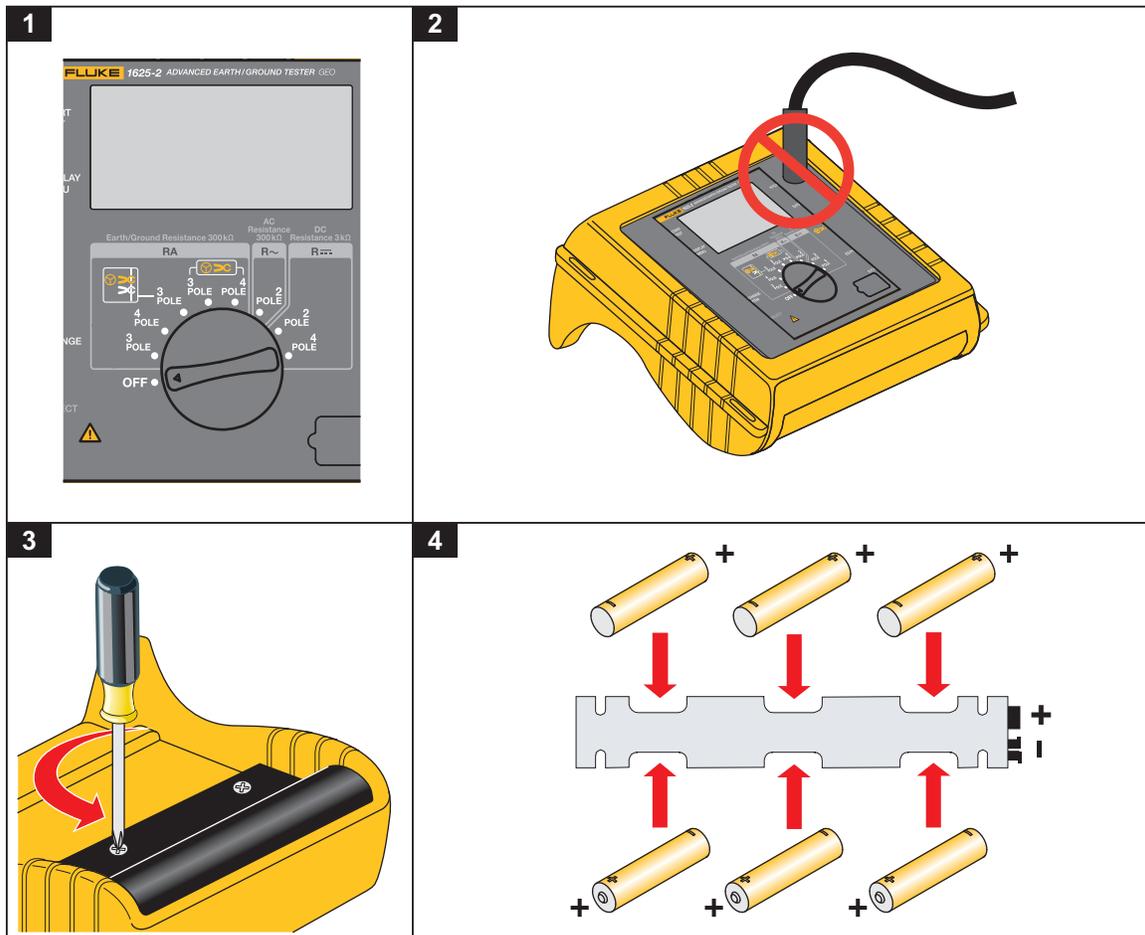


Figura 2. Inserción de la batería

edw070.eps

⚠⚠ Advertencia

Para evitar posibles choques eléctricos, fuego o lesiones personales:

- La tapa de la batería debe estar cerrada y bloqueada antes de poner en funcionamiento el producto.
- Sustituya las baterías cuando se muestre el indicador de nivel de baterías bajo para evitar que se produzcan mediciones incorrectas.
- Las baterías contienen sustancias químicas peligrosas que pueden producir quemaduras o explotar. Si entra en contacto con sustancias químicas, lave con agua y solicite ayuda médica.

⚠ Advertencia

Para lograr una operación segura del producto:

- Repare el Producto antes de usarlo si la batería presenta fugas.
- Asegúrese de que la polaridad de las baterías es correcta para evitar fugas.

Descripción de funciones

Las funciones se seleccionan con el selector giratorio central. Mediciones con cuatro botones de inicio, lectura de valores de medición complementarias, y selección de funciones especiales. Para obtener más información, consulte la tabla 6.

Los valores de medición se muestran en unidades en una pantalla de cristal líquido. Los caracteres especiales adicionales indican el modo de medición, las condiciones de operación y los mensajes de error.

El controlador incluye las siguientes funciones de medición:

- **Tensión de interferencia (U_{ST})** Rectificación de onda completa para cc y ca. Si se exceden los valores límite, no se iniciará ninguna medición.
- **Frecuencia de interferencia (F_{ST})** Para tensión de interferencias >1 V, la frecuencia se deriva del tiempo del periodo.
- **Resistencia de conexión a masa (R_E)** La resistencia de la conexión a masa se determina mediante la medición de la corriente y la medida de tensión de 3 polos o 4 polos. La tensión de medición es una tensión alterna de impulso cuadrado con 48 / 20 V y una frecuencia de 94, 105, 111 o 128 Hz. La frecuencia se puede seleccionar manual o automáticamente (AFC). 55 Hz en la función R*.
- **Medición selectiva de conexión a masa ($R_E \rightarrow C$)** Medición de un electrodo de masa individual en un sistema de conexión a masa operado en combinación (paralelo). El flujo de corriente a través del electrodo de masa sencillo se mide con un transformador de corriente externo.
- **Resistencia (R_{\sim})** La resistencia de la conexión a masa se determina mediante la medición de la corriente y la medida de tensión de 2 polos. La tensión de medición es una tensión alterna de impulso cuadrado con 20 V y una frecuencia de 94, 105, 111 o 128 Hz. La frecuencia se puede seleccionar manual o automáticamente (AFC).
- **Baja resistencia (R_{\rightarrow})** La resistencia se determina mediante la medición de la corriente continua y la medida de tensión. Se puede realizar la medición de 2 y 4 polos. La corriente en cortocircuito es > 200 mA. Se mide y almacena la resistencia de ambas direcciones de corriente.
- **Comprobación de la conexión de medición correcta** El controlador comprueba si el conductor de medición está conectado en la forma correcta según la función seleccionada, por medio de contactos aislados de dos piezas con toma de entrada de 4 mm (tipo banana) en cada una, en combinación con circuito de detección. Una conexión incorrecta o que falta se indica mediante una señal óptica y acústica.
- **Señal acústica** La señal acústica integrada tiene dos funciones:

 - Enviar mensajes predeterminados si se excede el límite de los valores.
 - Indicar condiciones peligrosas u operación defectuosa.
- **Indicador del nivel de carga en la batería** Un indicador de nivel de carga en la batería de 4 segmentos muestra el estado de la batería.

Funcionamiento

Advertencia

Para evitar las posibles descargas eléctricas, riesgo de incendios, o lesiones personales, use el instrumento solamente en sistemas sin tensión.

1. Defina la función de medición con el selector giratorio central.
2. Conecte al instrumento los conductores de medición.
3. Inicie la medición con el botón "INICIAR PRUEBA".
4. Lea los valores medidos.

Operación avanzada

Funciones de encendido

Al encender el instrumento con el selector giratorio central, es posible el acceso a determinadas condiciones operativas al presionar combinaciones específicas de botones:

a) Modo estándar

Si se pone en funcionamiento el dispositivo sin otro control de botón, pasa al modo de ahorro de energía (pantalla en espera "---") aproximadamente 50 segundos después de la finalización de una medición, después de presionar un botón o girar el selector giratorio. Al presionar "MOSTRAR MENÚ" se reactiva el instrumento y se pueden volver a ver los valores de medición "anteriores". Después de 50 minutos de espera la pantalla se apaga completamente. El instrumento se reactiva con las posiciones ON / OFF del selector giratorio

b) Desactivación del modo en espera

Presionar simultáneamente los botones "MOSTRAR MENÚ" y "CAMBIAR ELEMENTO" durante el encendido evita que el instrumento se apague automáticamente (pase a modo en espera). El modo de ahorro de energía se reactiva con las posiciones ON / OFF del selector giratorio central.

c) Prueba de pantalla prolongada

Al mantener presionado el botón "MOSTRAR MENÚ" durante el encendido, la visualización de la prueba se puede prolongar el tiempo que desee. Puede regresar al modo de operación estándar presionando cualquier botón o girando el selector giratorio central.

d) Número de versión del software

Al mantener presionado el botón "SELECCIONAR" durante la secuencia de encendido, se muestra en la pantalla la versión del software. Al presionar el botón "MOSTRAR MENÚ" se puede cambiar a la última fecha de calibración. Esta secuencia de presentación se finaliza girando el selector giratorio central o presionando el botón "INICIAR PRUEBA"

Formato de presentación: Versión del software: X. X X

Las funciones de medición tienen dos modos de operación inicial: el Bucle de control y el Bucle de medición.

Bucle de control

Tras girar el selector giratorio de función, se llega al modo de presentación de tensión. En ese modo, al presionar "MOSTRAR MENÚ" se accede al bucle de control. Según la función de medición seleccionada, se pueden ver y cambiar diferentes valores de configuración en el bucle de control. El botón "MOSTRAR MENÚ" cambia entre los distintos valores establecidos en el interior de un bucle continuo. El botón "SELECCIONAR" selecciona el ajuste que se va a cambiar. Presionando el botón "CAMBIAR ELEMENTO", el instrumento cambia entre determinados valores establecidos o aumenta el punto decimal seleccionado en 1 con "SELECCIONAR".

Una vez finalizada la configuración del parámetro, se puede acceder a la siguiente pantalla con "MOSTRAR MENÚ" o se puede iniciar la medición con "INICIAR PRUEBA".

Según la función seleccionada, los parámetros se pueden ver o cambiar: Consulte la tabla 6.

Tabla 6. Parámetros de bucle de control

Función	Parámetro	Rango de configuración	Comentarios
RE 3 polos y RE 4 polos	U ST		solo visualizar
	F ST		solo visualizar
	F _M	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	U _M	48 V/20 V	seleccionable a 20 V con CÓDIGO
	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	en posición RE solamente 3 polos ^[1]
	LÍMITE DE RE	0,000 Ω ... 999 kΩ	solo si se activa con CÓDIGO
	♪(Sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	está activado con CÓDIGO
	R ^[1]	Encendido/Apagado	solo si se activa con CÓDIGO
RE	U ST		solo visualizar
	F ST		solo visualizar
∞	U _M	48 V/20 V	seleccionable a 20 V con CÓDIGO
y RE 4 polos ∞	R _K	0.000 Ω ... 29.99 Ω	en posición RE solamente 3 polos ^[1]
	I (tasa)	80 ... 1.200	solo visualizar
	LÍMITE DE RE	0,000 Ω ... 999 kΩ	solo si se activa con CÓDIGO
	♪ (sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	solo si LÍMITE RE está activado con CÓDIGO
	R*	Encendido/Apagado	solo si se activa con CÓDIGO
	U ST		solo visualizar
R~	F ST		solo visualizar
	F _M	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	R _K	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R ~ LÍMITE	0,000 Ω ... 999 kΩ	solo si se activa con CÓDIGO
	♪(Sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	solo si LÍMITE R ~ está activado con CÓDIGO
R _∞ 2 polos	U ST		solo visualizar
	F ST		solo visualizar
y 4 polos	R _K	0.000 Ω ... 29.99 Ω	
	R LÍMITE	0,000 Ω ... 9,99 kΩ	solo si se activa con CÓDIGO
	♪(Sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	solo si LÍMITE R está activado con CÓDIGO
[1] Consulte <i>Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa.</i>			

Bucle de medición

El bucle se introduce presionando el botón "INICIAR PRUEBA". Después de soltarlo, el último valor medido permanece en la pantalla. Se pueden ver todos los valores complementarios presionando repetidamente el botón "MOSTRAR MENÚ". Si un valor medido excede o cae por debajo del límite predefinido, también se puede ver dicho límite (con "MOSTRAR MENÚ"). En ese caso, el valor medido se muestra con un destello intermitente "LÍMITE" mientras que el valor límite se muestra con un símbolo fijo "LÍMITE".

Dentro del bucle de medición no se pueden cambiar los parámetros.

Otras posibilidades de operación con los botones:

Cancelar el sonido de advertencia (🔊) con "MOSTRAR MENÚ" (con cambio de pantalla) o con los botones "CAMBIAR ELEMENTO" o "SELECCIONAR" (sin cambio de pantalla).

Comprobación de la corrección de conexión para medición (Asignación de toma)

El instrumento realiza una comprobación automática correspondiente a la medición seleccionada, para ver si se usa la toma de entrada correcta.

Los símbolos de la pantalla     y   se asignan a una toma específica, tal como se muestra en la Figura 4.

Por la forma como se presentan los símbolos, se puede determinar la validez del cableado de conexión por las siguientes características:

- toma con cableado incorrecto (o, por error, sin cableado): destello del símbolo correspondiente.
- toma con cableado correcto : el símbolo correspondiente se mantiene activo
- toma sin conexión: el símbolo correspondiente está en blanco

Interferencia: medida de tensión y frecuencias

Esta función de medición detecta posibles tensiones de interferencias y sus frecuencias. Esta función se activa automáticamente en cada posición del selector antes de una medición de conexión a masa o de resistencia. Si se sobrepasan los límites predefinidos, la tensión de interferencia se indica como demasiado alta y se evita la medición de manera automática. La frecuencia de una tensión de interferencia solo se puede medir si el nivel de dicho voltaje de interferencia es mayor que 1 V.

Coloque el selector giratorio central en la posición que desee, lea el valor medido de la tensión de interferencia; el valor medido aparecerá presionando "MOSTRAR".

Medición de resistencias de conexión a masa

Este instrumento está equipado con un sistema de medición de resistencias de 3 polos así como también de 4 polos, que entrega mediciones de resistencia de conexión a masa de todos los sistemas posibles, así como mediciones de resistividad de tierra de los estratos geológicos. Más adelante en este manual se ofrece una descripción de las distintas aplicaciones. Como función especial, el instrumento ofrece mediciones con un transformador de corriente externo, con las que se pueden realizar medición de derivaciones de resistencia individuales en redes interconectadas (protección contra rayos y torres de alta tensión con cableado) sin separar partes del sistema. Consulte la Figura 3.

Para asegurar una supresión de interferencias más viable durante las mediciones, el instrumento está equipado con cuatro frecuencias de medición (94, 105, 111 y 128 Hz), con cambio automático si es necesario (AFC - control automático de frecuencia). La frecuencia de medición correspondiente usada para una medición específica se puede recordar y mostrar con el botón "MOSTRAR MENÚ" tras la medición. Además, se puede seleccionar una de las cuatro frecuencias de medición y establecer como permanente en casos especiales. En ese caso, para estabilizar la pantalla, se puede realizar una medición promedio de hasta 1 minuto manteniendo presionado el botón INICIAR PRUEBA.

Para determinar la impedancia de la conexión a masa (R) se realiza una medición con una frecuencia cercana a la de corriente eléctrica (55 Hz). En la activación de R^* mediante el código de usuario, esta frecuencia de medición se activa automáticamente.

Para mantener el instrumento lo más sencillo posible en el momento de la entrega, todas las funciones especiales, como la entrada del LÍMITE, la programación de la SEÑAL ACÚSTICA, la medición de la impedancia de la conexión a masa (R), no están activadas en el momento de la entrega. Se pueden activar mediante el uso de códigos de usuario personalizados (consulte *Cambio de todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado*).

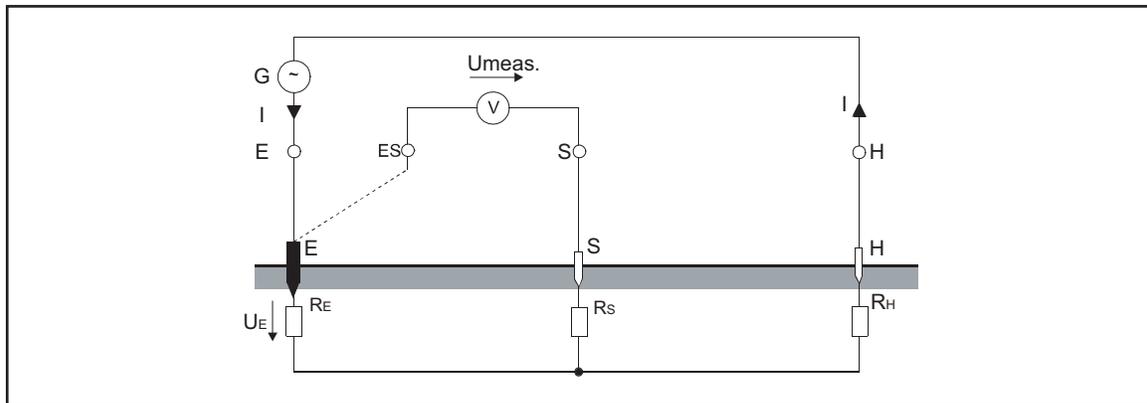


Figura 3. Método de medición de resistencias de conexión a masa

edw011.eps

Medición de la resistencia de la conexión a masa de 3 y 4 polos

Esta función de medición mide la conexión a masa y la resistencia de disipación de la masa de electrodos de masa individuales, electrodos de masa de cimientos y otros sistemas de conexión a masa usando dos puntas de masa. Consulte la Figura 4.

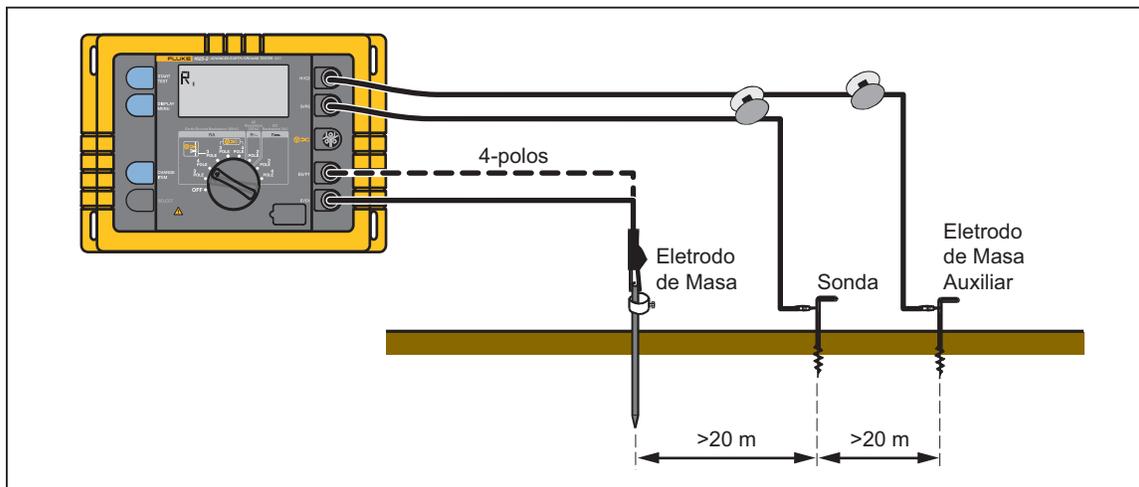


Figura 4. Proceso de medición de resistencia de conexión a masa de 3 polos y 4 polos

1. Gire el selector giratorio central a la posición "R_E 3 polos" o "R_E 4 polos"

El cableado del instrumento se debe tender de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparecen en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión (E) (S) (H) o >C señala una conexión incorrecta o incompleta del conductor de medición.

2. Presione el botón "INICIAR PRUEBA".

A continuación se realiza una secuencia de pruebas completamente automatizada de todos los parámetros relevantes, como el electrodo de masa auxiliar, y la resistencia de la sonda y el electrodo de masa, que acaba mostrando el resultado de R_E.

3. Lea el valor R_E medido.
4. Seleccione R_S y R_H en "MOSTRAR MENÚ".

Observaciones para la configuración de las puntas de masa:

Antes de realizar los ajustes de las puntas de masa para la sonda y el electrodo de masa auxiliar, cerciórese de que la sonda se defina fuera del área de gradiente de potencial del electrodo de masa y del electrodo de masa auxiliar. Esa condición se consigue normalmente dejando una distancia de > 20 m entre el electrodo de masa y las puntas de masa, así como entre las puntas de masa entre sí.

Se realiza una prueba de la exactitud de los resultados con otra medición después de la reubicación del electrodo de masa auxiliar o de la sonda. Si el valor es el mismo, la distancia es suficiente. Si el valor medido cambia, la sonda o el electrodo de masa auxiliar se deben reubicar hasta que el valor medido de R_E permanezca constante.

Los cables de las puntas deben estar situados muy cerca unos de otros.

Mediciones de 3 polos con conductores de conexión de electrodo de masa más largos

Use uno de los tambores de cable de accesorios como cable de conexión del conductor. Desenrolle completamente el cable y compense la resistencia de línea según lo descrito en *Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa*.

Medición promedio del tiempo:

Si aparece una advertencia de "VALOR MEDIDO INESTABLE" (consulte la Tabla 5, tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencia, como por ejemplo, una tensión de ruido inestable. Sin embargo, Para obtener valores fiables, el instrumento ofrece la posibilidad de hacer un promedio de un período más largo.

1. Seleccione una frecuencia fija (consulte *Bucle de control*).
2. Mantenga presionado el botón "INICIAR PRUEBA" hasta que desaparezca el mensaje de "valor medido inestable". El tiempo promedio máximo es de aproximadamente 1 minuto.

La medición de resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas de conexión a masa operados en conjunto usando el método de pinza selectiva

Este método de medición se ha creado para medir electrodos de masa individuales en sistemas de cableado permanente u operados de forma combinada (por ejemplo, en sistemas de protección contra rayos con varios electrodos o en torres de alta tensión con cableado a masa). Midiendo el flujo de corriente real a través del electrodo de masa, este método de medición especial proporciona la única posibilidad de medir selectivamente solo esta resistencia concreta por medio de un transformador de enganche (accesorio). Consulte la Figura 5. Otras resistencias en paralelo aplicadas no se tienen en cuenta y no distorsionan el resultado de la medición.

Por tanto, ya no es necesario desconectar el electrodo de masa antes de la medición.

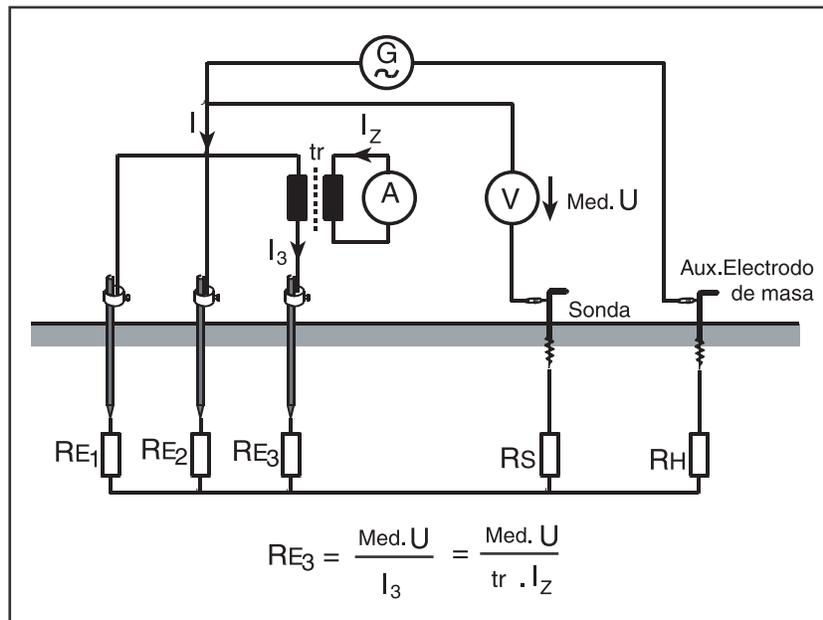


Figura 5. Medición de resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas operados de forma combinada

egz014.eps

Los errores en el transformador de corriente se pueden corregir de acuerdo con lo descrito en.

La medición de 3 o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales

Gire selector giratorio central hasta la posición "☒CRE 3 polos" o "☒CRE 4 polos" El cableado del instrumento se debe tender de acuerdo con la Figura 6 y los mensajes que aparecen en la pantalla.

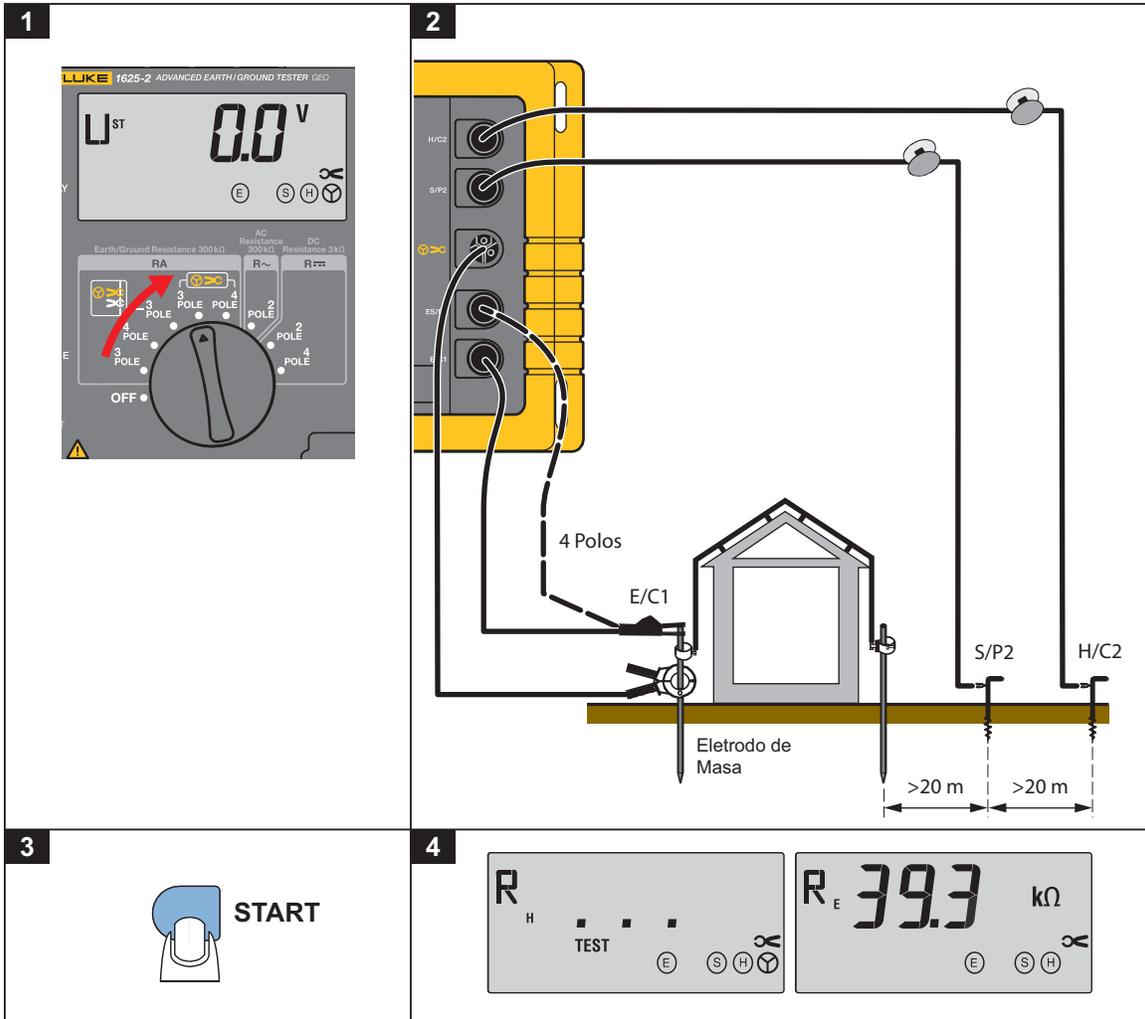


Figura 6. Medición de 3 polos /4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales

Un destello de los símbolos de conexión (E)(S)(H) o ☒ señala una conexión incorrecta o incompleta del conductor de medición.

Sujete el transformador de enganche alrededor del electrodo de masa que se va a medir.

Compruebe que la tasa de transformación de enganche definida en el instrumento corresponde al transformador de enganche que está usando. Cambie la configuración si fuese necesario (consulte *Cambio de todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado*).

Nota

La tasa predefinida de fábrica es correcta para la pinza detectora EI162X.

Presione el botón "INICIAR PRUEBA".

A continuación se realiza una secuencia de pruebas completamente automatizada de todos los parámetros relevantes, como el electrodo de masa auxiliar, y la resistencia de la sonda y el electrodo de masa, que acaba mostrando el resultado de R_E .

1. Lea el valor R_E medido.
2. Invoque a R_S y R_H en "MOSTRAR MENÚ".

Observaciones para la configuración de las puntas de masa

Antes de configurar las puntas de masa de sonda y el electrodo de masa auxiliar, asegúrese de que la sonda está configurada fuera del gradiente potencial del electrodo de masa y del electrodo de masa auxiliar. Esa condición se consigue normalmente dejando una distancia de > 20 m entre el electrodo de masa y las puntas de masa, así como entre las puntas de masa entre sí. Se realiza una prueba de la exactitud de los resultados con otra medición después de la reubicación del electrodo de masa auxiliar o de la sonda. Si el valor es el mismo, la distancia es suficiente. Si el valor medido cambia, la sonda o el electrodo de masa auxiliar se deben reubicar hasta que el valor medido de R_E permanezca constante.

Los cables de las puntas no deben estar demasiado cerca.

Mediciones de 3 polos con conductores de conexión de electrodo de masa más largos

1. Use uno de los tambores de cable de accesorios como cable de conexión del conductor.
2. Desenrolle completamente el cable y compense la resistencia de línea según lo descrito en "Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa".

Medición promedio del tiempo

Si aparece una advertencia de "VALOR MEDIDO INESTABLE" (consulte la Tabla 5), tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencia, (por ejemplo, una tensión de ruido inestable). Para obtener valores fiables, el instrumento ofrece la posibilidad de promediar un período más prolongado.

1. Seleccione una frecuencia fija (consulte *Bucle de control*).
2. Mantenga presionado el botón "INICIAR PRUEBA" hasta que desaparezca el mensaje de "VALOR MEDIDO INESTABLE". El tiempo promedio máximo es de aproximadamente 1 minuto.

Mediciones en torres de alta tensión

Medición de la resistencia de la conexión a masa sin desenganchar el cable de masa superior aéreo usando el método de pinza selectiva

La medición de la resistencia de tierra de una torre de alta tensión individual requiere que desenganche (separe) el cable de masa aéreo o la separación del sistema de conexión a masa de la estructura de la torre. En caso contrario se podrían producir lecturas falsas de la resistencia del electrodo de masa de la torre debido al circuito paralelo de las demás torres conectadas entre sí por un cable de masa aéreo.

El nuevo método de medición empleado en este instrumento, con su transformador de corriente externo para medir el flujo de corriente verdadero a través del electrodo de masa, permite realizar mediciones de resistencia del electrodo de masa sin desconexión del sistema de conexión a masa o desenganchando el cable de masa aéreo. Consulte la Figura 7.

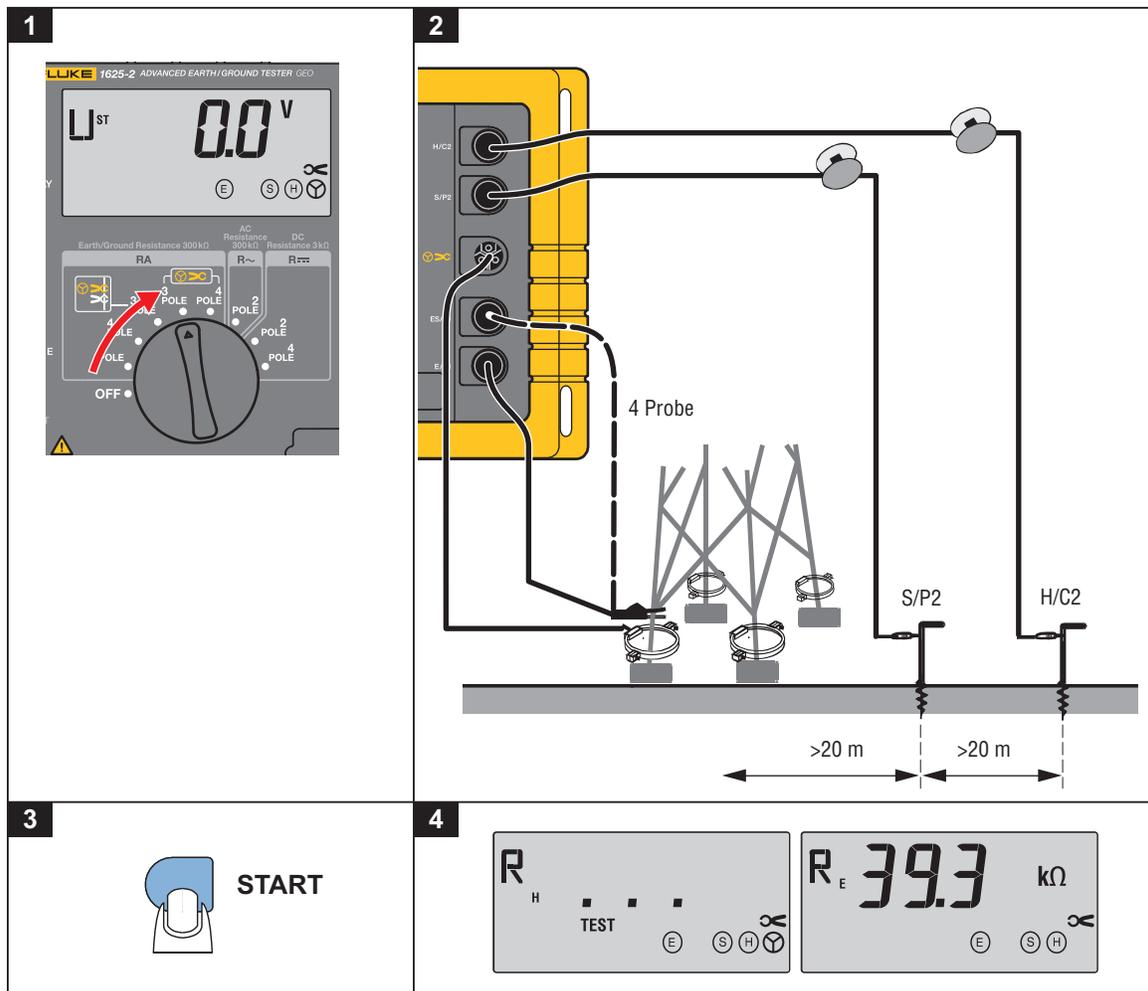


Figura 7. Resistencia de conexión a masa sin desconectar el cable de masa aéreo

edw016.eps

Cuando están conectados los cuatro refuerzos de la torre a la masa de los cimientos de dicha torre, la corriente de medición I_{med} se divide en cinco componentes de acuerdo con las resistencias presentes implicadas.

Una parte fluye a través de la estructura de la torre hasta el cable de masa aéreo y después hasta las resistencias de la conexión a masa de la torre conectada al circuito.

Los otros cuatro componentes de la corriente ($I_1... I_4$) corren cada uno por cada pedestal individual de la torre.

Agregar todas las corrientes da como resultado una corriente I_E que pasa a través de la resistencia de la conexión a masa, por ejemplo, la resistencia del electrodo de masa al suelo.

Si el transformador de corriente se sujeta a cada base de las torres, una después de la otra, se deberán medir cuatro resistencias que muestran un comportamiento inversamente proporcional a los componentes de la corriente $I_1 ... I_4$ correspondiente. El punto de alimentación de la corriente de medición se dejará sin cargar para evitar un cambio en la distribución actual.

En consecuencia, estas resistencias equivalentes se muestran como:

$$R_{Ei} = \frac{U_{meas}}{I_i}$$

Así, la resistencia de la conexión a masa R_E de la torre se determina como circuito paralelo de la resistencia individual equivalente:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Gire el selector giratorio central a la posición "➤ R_E 3 polos" o "➤ R_E 4 polos". El cableado del instrumento se hace conforme a la Figura 7 y a los mensajes mostrados en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión $\text{E} \text{S} \text{S} \text{H}$ o $\text{Y} \text{➤}$ señala una conexión incorrecta o incompleta del conductor de medición.

2. Aplique el transformador de corriente a la base de la torre. Compruebe que la tasa de transformación de enganche definida en el instrumento corresponde al transformador de corriente que está usando. Cambie la configuración si fuese necesario (consulte "Cambio de todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado").
3. Presione el botón "INICIAR PRUEBA".

A continuación se realiza una secuencia de pruebas completamente automatizada de todos los parámetros relevantes, como el electrodo de masa auxiliar, o la resistencia de la sonda y el electrodo de masa, que acaba mostrando el resultado de R_E .

4. Lea el valor R_E medido.
5. Seleccione R_S y R_H en "MOSTRAR MENÚ".

Observaciones para la configuración de las puntas de masa:

Antes de realizar los ajustes de las puntas de masa para la sonda y los electrodos de masa auxiliar cerciórese de que la sonda se defina fuera de la gradiente de potencial del electrodo de masa y del electrodo de masa auxiliar. Esa condición se consigue normalmente dejando una distancia de > 20 m entre el electrodo de masa y las puntas de masa, así como entre las puntas de masa entre sí. Se realiza una prueba de la exactitud de los resultados con otra medición después de la reubicación del electrodo de masa auxiliar o de la sonda. Si el resultado es el mismo, la distancia es suficiente. Si el valor medido cambia, la sonda o el electrodo de masa auxiliar se deben reubicar hasta que el valor medido de R_E se mantenga constante. Los cables de las puntas no deben estar demasiado cerca.

1. Aplique el transformador de corriente a la siguiente base de la torre.
2. Repita la secuencia de medición.

El punto de alimentación de corriente de la corriente de medición (pinzas cocodrilo) y la polaridad del transformador de corriente de núcleo dividido se deben dejar sin cambiar.

Una vez determinados los valores de R_{Ei} de cada pedestal de torre, se calcula la resistencia de masa R_E :

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

Nota

Si el valor R_E que se muestra es negativo a pesar de que el transformador de corriente está en la orientación correcta, una parte de la corriente de medición fluye hacia arriba al cuerpo de la torre. Así, entrando en efecto la resistencia de la conexión a masa, el sistema calcula correctamente si las resistencias equivalentes individuales (bajo observación de su polaridad) están insertadas en la ecuación anterior.

Medición promedio del tiempo:

Si aparece una advertencia de "VALOR MEDIDO INESTABLE" (consulte la Tabla 5) tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencias como por ejemplo, una tensión de ruido inestable.

Para obtener valores confiables, el instrumento promedia durante un periodo más prolongado:

1. Seleccione una frecuencia fija (consulte *Bucle de control*).
2. Mantenga presionado el botón "INICIAR PRUEBA" hasta que desaparezca el mensaje de "VALOR MEDIDO INESTABLE". El tiempo promedio máximo es de aproximadamente 1 minuto.

Medición de la impedancia de la conexión a masa con 55 Hz (R^*)

Para el cálculo de corrientes de cortocircuito en plantas de alimentación de corriente, es importante la impedancia de conexión a masa compleja. Se puede realizar una medición directa bajo las siguientes condiciones:

Ángulo de fase a 50 Hz: $30^\circ \dots 60^\circ$ inductiva

Electrodo de masa auxiliar (ohmios): $>100 \cdot Z_E$

Proceso de medición:

La medición de la impedancia de la conexión a masa (R) solo se puede realizar si se activó introduciendo un código de usuario personalizado (vea "Cambio de datos de configuración con código personalizado"). Si se activa esta función de medición, en cada medición de las cuatro posiciones de R_E , la impedancia de la conexión a masa R^* se muestra antes de los demás valores medidos.

Corrección de errores del Transformador de enganche

Si la medición de una resistencia de la conexión a masa por medio de un transformador de enganche provoca un valor significativamente diferente que si se mide sin el enganche, la desviación puede deberse a las tolerancias del transformador de corriente de enganche. Este error se puede corregir ajustando de forma exacta la tasa de transformación de enganche (configuración básica 1.000:1). Esta corrección se aplica al rango de corriente del transformador con el que se haya realizado. Para otros rangos puede ser necesaria una corrección diferente.

1. Conecte un resistor de ohmios bajo (aproximadamente 1 ohmio, en el rango que desee corregir) según se describe en la Figura 8.

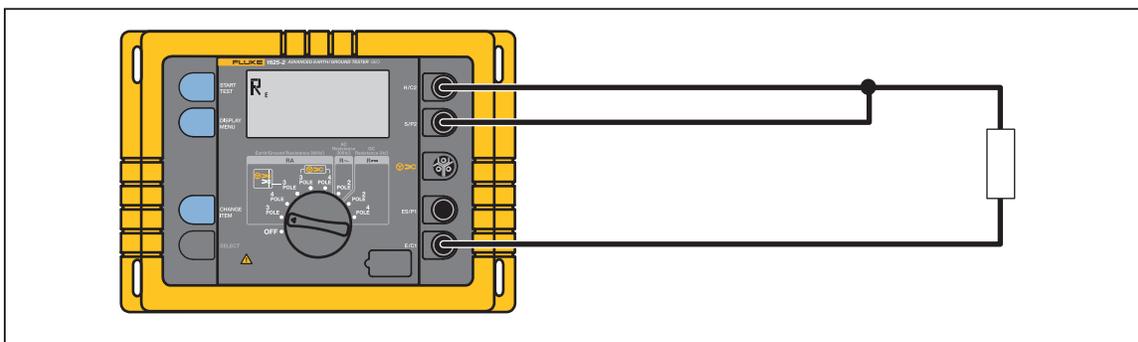


Figura 8. Corrección de errores en el transformador de enganche

edw017.eps

2. Gire el selector giratorio central hasta la posición " \rightarrow R_E 3 polos".

3. Presione el botón "INICIAR PRUEBA" y anote el resultado del valor R_E .
4. Conecte el transformador de enganche. Consulte la Figura 9.

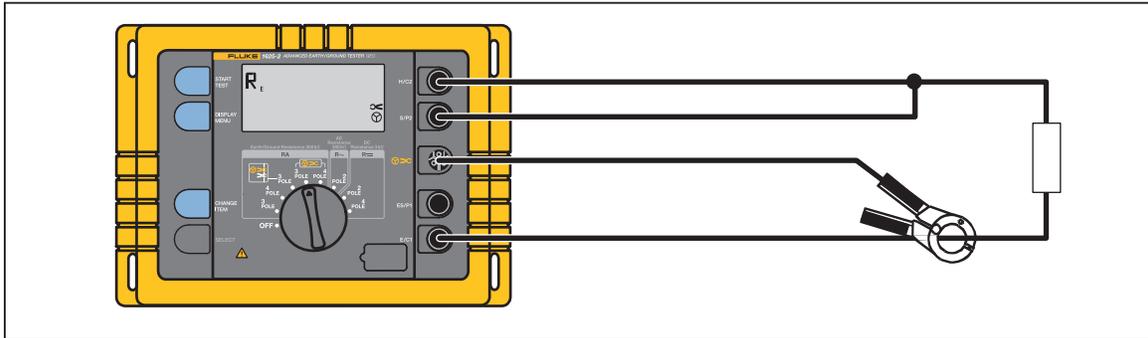


Figura 9. Conexión del transformador de enganche

edw018.eps

5. Gire el selector giratorio central hasta la posición "RE \rightarrow 3 polos".
6. Presione de nuevo el botón "INICIAR PRUEBA".

Si el valor así medido R_E se desvía del valor R_E determinado sin transformador de enganche en más del 5 %, ajuste el factor de transformación de enganche (tr) según corresponda:

$$tr_{new} = tr_{old} \times \frac{R_E(\text{withclip} - \text{ontransformer})}{R_E(\text{withoutclip} - \text{onTransformer})}$$

Ejemplo:

Su transformador de enganche tiene un factor de transformación de $tr = 1000:1$. La medición sin transformador de enganche da como resultado un valor $R_E = 0,983 \Omega$. Con un transformador de enganche, el valor medido será de $R_E = 1,175 \Omega$.

De esta manera la desviación es $(1,175 - 0,983) \Omega = +0,192 \Omega$ y en referencia a $R_E = 0,983 \Omega$ un error evoluciona de la siguiente forma:

$$100\% \times \frac{0,192\Omega}{0,983\Omega} = +19,5\%$$

La nueva tasa de transformación que se debe establecer calcula:

$$tr_{new} = 1000 \times \frac{1,175}{0,983} = 1195$$

Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa

Si no se puede ignorar la resistencia de línea en el electrodo de masa, se puede realizar una compensación de la resistencia del conductor de conexión al electrodo de masa.

Proceso de medición:

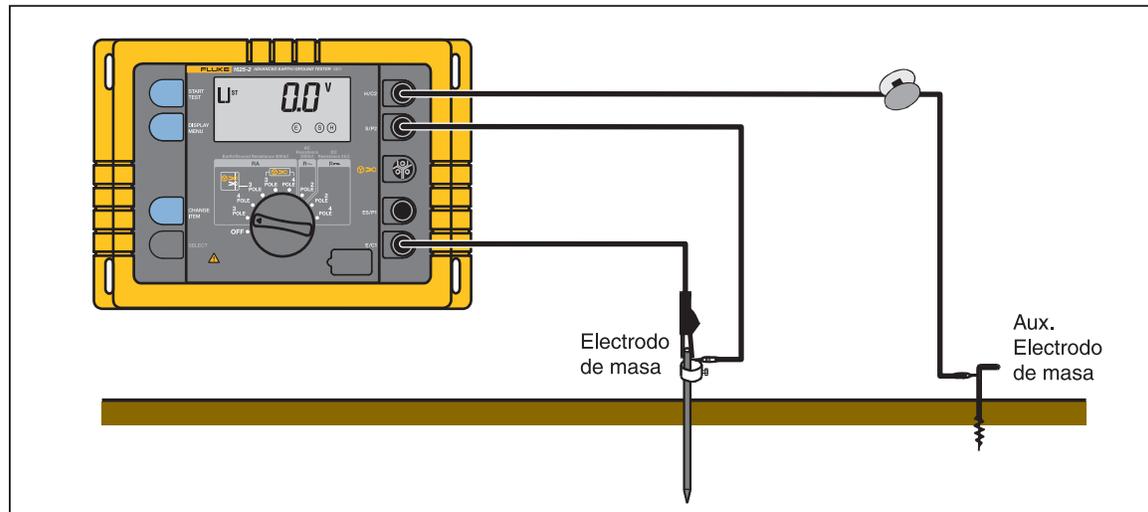


Figura 10. Compensación del conductor de conexión del electrodo de masa

egz019.eps

Para realizar una compensación:

1. Gire el selector giratorio central hasta la posición "R_E 3 polos".
2. Tienda el cableado del instrumento como se muestra en la Figura 10.
3. Seleccione la pantalla R_K con el botón "MOSTRAR MENÚ".
4. Realice la compensación con el botón "INICIAR PRUEBA".

La resistencia de compensación sólo se muestra mientras está presionado el botón "INICIAR PRUEBA". Una vez que suelte el botón, el valor medido se guarda y el instrumento de medición regresa a la configuración estándar al principio de la medición de modo que se pueda realizar una medición correcta de la resistencia de la conexión a masa presionando de nuevo "INICIAR PRUEBA". Después, se resta R_K del valor medido real.

Si el valor de compensación se debe restablecer con la configuración básica (0,000 Ω), se debe realizar la secuencia de compensación con un conductor de medición abierto (desconectado) o gire el selector giratorio hacia la siguiente posición y vuelva atrás.

Medición de la resistividad del terreno

La resistividad del terreno es la cantidad geológica y física para el cálculo y diseño del sistema de conexión a masa. El procedimiento de medición que se muestra en la Figura 11 usa el método desarrollado por Wenner (V.Wenner, A method of measuring earth resistivity (Un método para la medición de la resistividad de la masa; Bull. National Bureau of Standards, Bulletin 12 (4), Paper 258, S 478-496; 1915/16).

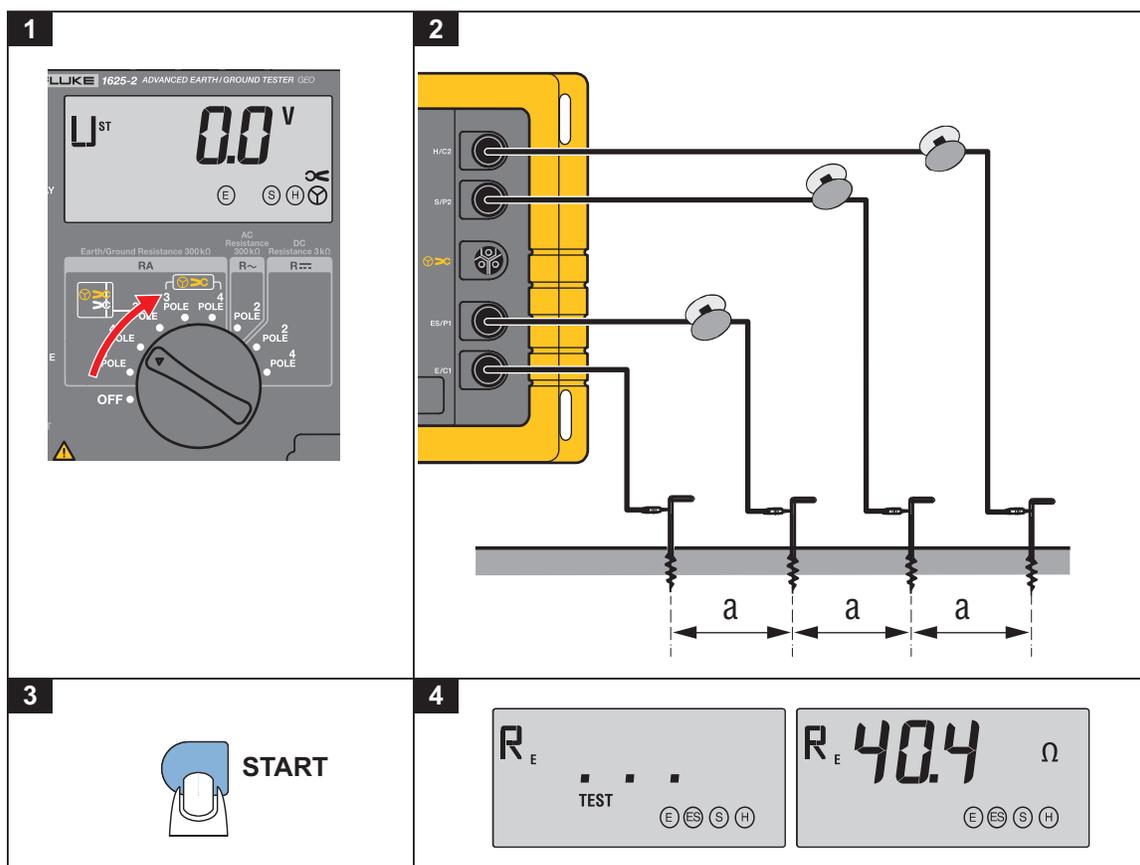


Figura 11. Medición de la resistividad del suelo

edw020.eps

1. Cuatro puntas de masa de la misma longitud se colocan en el terreno en línea recta y separadas a distancias iguales entre sí. Las puntas de masa no se deben enterrar a una profundidad mayor que 1/3 de "a".
2. Gire el selector giratorio central hasta la posición "R_E 4 polos".

El cableado del instrumento se debe tender de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparecen en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión $\text{E} \text{ES} \text{S} \text{H}$ o $\text{Y} \text{DC}$ señala una conexión incorrecta o incompleta del cable que se está midiendo.

3. Presione el botón "INICIAR PRUEBA".

4. Lea el valor R_E medido.

A partir del valor de resistencia R_E , se calcula la resistividad del terreno según la ecuación:

$$\rho_E = 2\pi \cdot a \cdot R_E$$

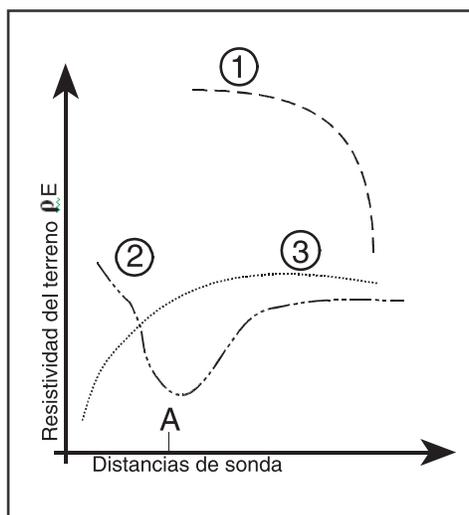
ρ_E valor medio de resistividad del suelo (Ωm)

R_E resistencia medida (Ω)

a distancia de la sonda (m)

El método de medición según Wenner determina la resistividad del terreno a una profundidad de aproximadamente la distancia "a" entre dos puntas de masa. Si se aumenta "a", se puede medir y comprobar la homogeneidad de estratos más profundos. Cambiando "a" varias veces, se puede medir un perfil a partir del cual es posible determinar un electrodo de masa adecuado.

Según la profundidad que se va a medir, se selecciona "a" entre 2 y 30 m. Este procedimiento produce curvas que se muestran en el gráfico siguiente.



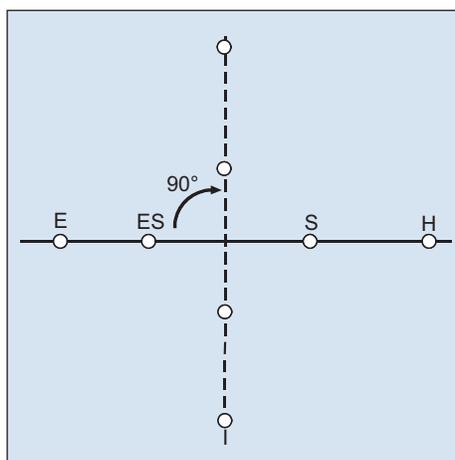
egz021.eps

Curva 1: a medida que disminuye ρ_E solo en la profundidad, se aconseja usar un electrodo de masa profundo

Curva 2: a medida que disminuye ρ_E solo hasta el punto A, un aumento en la profundidad más allá de A no produce mejoras en los valores.

Curva 3: si con el aumento de la profundidad ρE no disminuye: se recomienda el uso de un electrodo conductor de banda.

Puesto que los resultados de la medición se distorsionan con frecuencia y resultan con daños ocasionados por partes invisibles de metal y fuentes de agua subterránea, siempre es aconsejable realizar una segunda medición, en la que el eje de las puntas esté girado en un ángulo de 90° (consulte el gráfico, a continuación).

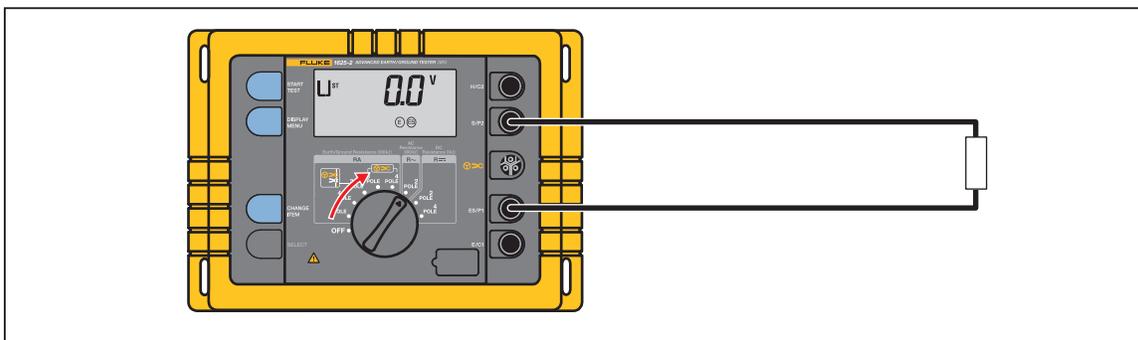


edw022.eps

Medición de resistencias

Medición de la resistencia ($R\sim$)

Esta función de medición determina la resistencia en ohmios entre $0,02 \Omega$ y $300 \text{ k}\Omega$. La medición se hace con tensión alterna. Para mediciones de muy baja resistencia, se sugiere realizar una compensación de los conductores de conexión (consulte *Compensación de la resistencia del conductor de medición*).



edw023.eps

Figura 12. Medición de la resistencia ($R\sim$)

1. Gire el selector giratorio central hasta la posición "R~".
2. Conecte el instrumento tal como se muestra en la Figura 12.

3. En este modo, todos los valores de configuración y LÍMITES disponibles se pueden mostrar con "MOSTRAR ELEMENTO" y se puede establecer la frecuencia de medición.
4. Presione el botón "INICIAR PRUEBA".
5. Lea los valores medidos.

Medición de la resistencia (R_{∞})

En este modo de medición, todas las resistencias de 0,02 Ω a 3 k Ω se pueden medir con tensión continua e inversión de polaridad automática, según la norma EN61557-5.

Para conseguir una mayor exactitud se pueden realizar mediciones de 4 polos. Para equilibrar el conductor de extensión, se debe realizar una compensación.

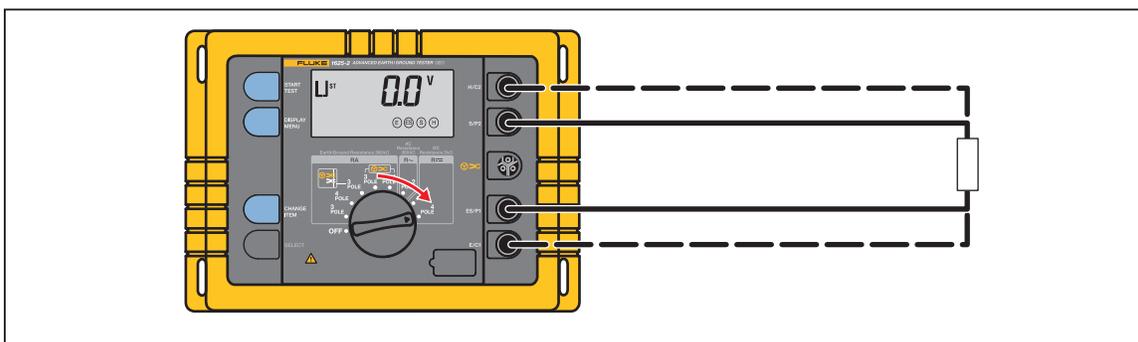


Figura 13. Medición de la resistencia (R_{∞})

edw024.eps

1. Conecte el instrumento tal como se muestra en la Figura 13.
2. Gire el selector giratorio central hasta la posición " R_{∞} ".
3. En este modo, todos los valores de configuración y LÍMITES disponibles se pueden invocar con "MOSTRAR ELEMENTO".

⚠️ Advertencia

Antes de empezar una medición, desconecte o apague la planta o el objeto de la prueba, o que la condición del circuito sea sin energía. Con una tensión externa >3 V, no se iniciará la medición.

⚠️ Advertencia

Las altas cargas inductivas de corriente de medición pueden provocar tensiones inducidas letales durante la desconexión del circuito de medición.

4. Inicie la medición con el botón "INICIAR PRUEBA". En primer lugar, se mide "R1" con la tensión positiva en el conector "E". Tras soltar el botón "INICIAR PRUEBA", se mide "R₂" con tensión negativa en el conector "E". El valor medido respectivo más alto se muestra el primero.
5. El segundo valor medido se puede recuperar con "MOSTRAR MENÚ". Si se excede el valor límite definido (LÍMITE R), también se puede ver dicho límite.

Compensación de la resistencia del conductor de medición

1. Seleccione la pantalla de R_K con el botón "MOSTRAR MENÚ".
2. Conductor de medición de cortocircuito, tal como se muestra en la Figura 14.
3. Presione el botón "INICIAR PRUEBA". El valor R_K se guarda después de soltar el botón "INICIAR PRUEBA", la pantalla vuelve atrás, a la medida de tensión. Después, se resta R_K del valor medido real. Al girar el selector giratorio central brevemente se elimina de nuevo la compensación.

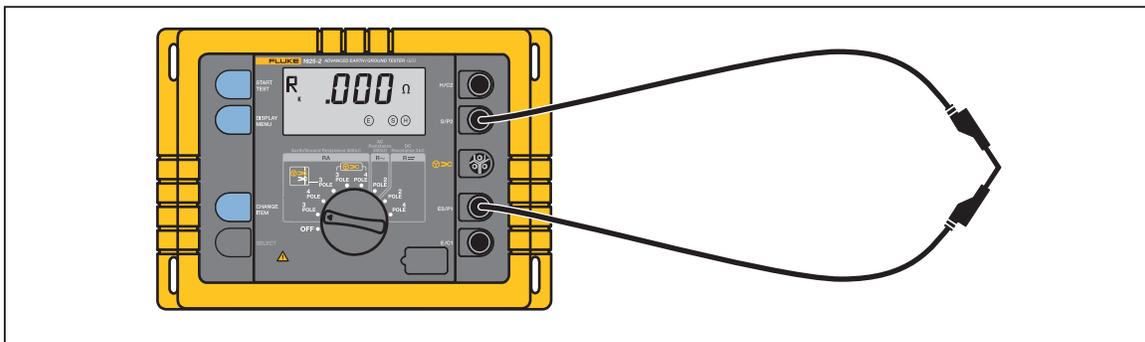


Figura 14. Compensación de la resistencia del conductor de medición

edw026.eps

Cómo cambiar todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado

Con esta función (FM, Límite UM, Límite, señal acústica, tasa, R*), se pueden programar los valores de límite y ajuste, lo que los mantiene en la memoria incluso si el instrumento se enciende o se apaga. Esta función permite al operador crear una configuración del instrumento con valores definidos por el cliente de acuerdo con las necesidades específicas.

La Tabla 7 muestra los ajustes que se pueden aplicar solamente en las funciones correspondientes:

Tabla 7. Ajuste de datos

Función	Parámetro	Rango de configuración	Configuración previa estándar
RE de 3 polos y RE de 4 polos	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0.000 Ω ... 29.99 Ω	0,000 Ω
	LÍMITE	Encendido/Apagado	Apagado
	LÍMITE DE RE	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪(Sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado
RE de 3 polos ∞ y RE de 4 polos ∞	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0.000 Ω ... 29.99 Ω	0,000 Ω
	I (tasa)	80 ... 1.200	1.000
	LÍMITE	Encendido/Apagado	Apagado
	LÍMITE DE RE	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪(sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado
R~	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	RK	0.000 Ω ... 29.99 Ω	0,000 Ω
	LÍMITE	Encendido/Apagado	Apagado
	R ~ LÍMITE	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪(sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado
R= 2 polos y 4 polos			
	RK	0.000 Ω ... 29.99 Ω	0,000 Ω
	LÍMITE	Encendido/Apagado	Apagado
	R LÍMITE	0,000 Ω ... 9,99 kΩ	9,99 kΩ
	♪(Sonido de advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado

Para guardar un código:

1. Presione simultáneamente las cuatro teclas y mueva el selector central de OFF (apagado) a la posición correspondiente al modo de medición deseado.
La pantalla muestra "C _ _ _".
2. Ingrese ahora el número del código. Se puede introducir cualquier combinación de tres dígitos.

Nota

Una vez ingresado el CÓDIGO, todos los valores que se programen en forma posterior solo se pueden cambiar luego de ingresar el número de CÓDIGO. Una vez ingresado el "CÓDIGO", este no se puede eliminar ni modificar a menos que conozca dicho código. Cerciórese de registrar su "CÓDIGO" personal y de conservarlo en un lugar seguro.

3. El ingreso del código se realiza por medio de las teclas "CAMBIAR ELEMENTO" y "SELECCIONAR".
4. Al presionar la tecla "MOSTRAR MENÚ" finaliza la entrada.
El CÓDIGO habrá quedado almacenado y la pantalla mostrará "C ON".
5. Si se reconoce la pantalla "C ON" al presionar "MOSTRAR MENÚ", aparece el primer parámetro de la función de medición seleccionada y se puede cambiar con las teclas "CAMBIAR ELEMENTO" y "SELECCIONAR".
 - a. El valor cambiado se almacena presionando la tecla "MOSTRAR MENÚ".
 - b. Al presionar la tecla "INICIAR PRUEBA" se sale del programa de configuración.

Nota

Si los valores límite requeridos por la normativa legal se cambian de forma incorrecta, puede que se obtengan resultados de la pruebas erróneos.

Para eliminar un código:

1. Presione simultáneamente las cuatro teclas y mueva el selector central de la posición Apagado a cualquier modo de medición.
La pantalla muestra "C _ _ _".
2. Ingrese ahora el número del código actual.
3. El ingreso del código se realiza por medio de las teclas "CAMBIAR ELEMENTO" y "SELECCIONAR". Al presionar la tecla "MOSTRAR MENÚ" se completa la entrada.

4. La pantalla mostrará "C ON". En el estado "C ON" se puede desactivar la función CÓDIGO presionando la tecla "CAMBIAR ELEMENTO". La pantalla mostrará "C OFF".
5. Si se reconoce esta presentación presionando la tecla "MOSTRAR ELEMENTO", se borrarán el código de usuario y todos los cambios de los valores límite. Los valores originales predeterminados se restaurarán en la memoria.
6. A continuación se puede programar un nuevo número de CÓDIGO y se puede usar para configurar nuevos parámetros.

Exportación de los datos almacenados a una computadora

Todos los datos de las pruebas se almacenan de manera automática en un archivo .csv. La Tabla 8 (continuación en la página 40) es un ejemplo de archivo .csv.

Para exportar datos desde un controlador a una computadora:

1. Conecte el cable USB del controlador a la computadora.
2. Use el explorador de Windows de la computadora para encontrar una nueva **unidad EGT** en la lista de dispositivos.
3. Ubique el archivo Data.csv file en la unidad EGT.
4. Use las herramientas habituales de la computadora para copiar el archivo en una nueva ubicación.

Tabla 8. Muestra de archivo .CSV para datos registrados

Medición	Hora de registro	Modo de medición	Tensión de medición Um	Frecuencia de medición Fm	Tensión de interferencia Ust
1	15 de octubre de 2013, 20:13:55	R _E de 3 polos	48 V	128 Hz	0,0 V
2	15 de octubre de 2013, 20:15:55	R _E de 4 polos	48 V	128 Hz	0,0 V
3	15 de octubre de 2013, 20:17:15	Selectivo de 3 polos	48 V	128 Hz	0,2 V
4	15 de octubre de 2013, 20:21:10	Selectivo de 4 polos	20 V	111 Hz	0,0 V
5	15 de octubre de 2013, 20:23:25	Resistencia de CA de 2polos	48 V	128 Hz	0,2 V
6	15 de octubre de 2013, 20:24:48	Resistencia de CC de 2polos	48 V	SA	0,2 V
7	10 de noviembre de 2013, 20:24:48	Re de 4polos	48 V	111 Hz	0,0 V
8	10 de noviembre de 2013, 20:28:48	Selectivo de 4 polos	48 V	128 Hz	0,0 V

Tabla 8. archivo .CSV para datos registrados (cont.)

Medición	Frecuencia de interferencia Fst	Corriente de interferencia	Impedancia de conexión a masa 55 Hz R*	Resistencia de masa/tierra Re	Resistencia R~ de CA	Resistencia R1 de CC
1	0,0 Hz	SA	SA	1,022 Ω	SA	SA
2	0,0 Hz	SA	1,02 Ω	1,022 Ω	SA	SA
3	100,0 Hz	0,0A	1,02 Ω	1,022 Ω	SA	SA
4	0,0 Hz	0,0A	SA	1006 Ω	SA	SA
5	100,0 Hz	SA	SA	SA	1,022 Ω	SA
6	100,0 Hz	SA	SA	SA	SA	1,023 Ω
7	0,0 Hz	SA	SA	SA	SA	SA
8	0,0 Hz	0,0A	SA	SA	SA	SA
Medición	Resistencia de CC R2	Resistencia de la sonda Rs	Resistencia auxiliar Rh	Resistencia de compensación Rk	Factor de transformador I	Estado de error
1	SA	0,1 kΩ	0,1 kΩ	0,025 Ω	SA	SA
2	SA	0,1 kΩ	0,1 kΩ	SA	SA	SA
3	SA	0,1 kΩ	0,1 kΩ	0,075 Ω	1.000	SA
4	SA	0,1 kΩ	0,5 kΩ	SA	1.000	SA
5	SA	SA	SA	0,025 Ω	SA	SA
6	1,022 Ω	SA	SA	0,025 Ω	SA	SA
7	SA	SA	SA	SA	SA	E & H abierto
8	SA	SA	SA	SA	1.000	Invertir pinza

Eliminar datos almacenados

Para eliminar los datos almacenados en el controlador:

1. Conecte el cable USB del controlador a la computadora.
2. Use el explorador de Windows de la computadora para encontrar una nueva **unidad EGT** en la lista de dispositivos.
3. Ubique el archivo Data.csv file en la unidad EGT.
4. Use las herramientas habituales de la computadora para eliminar el archivo de la unidad EGT o cambiar el archivo hacia una nueva ubicación.

Esta acción elimina del controlador todos los datos almacenados.

Mantenimiento

Si se usa y trata adecuadamente, el instrumento no necesita mantenimiento. Para limpiarlo, use solo un paño húmedo con algo de agua y jabón o un detergente para el hogar o alcohol. Evite el uso de productos de limpieza y solventes agresivos, tales como trileño o cloretileno.

Los trabajos de mantenimiento los debe realizar personal autorizado y debidamente capacitado.

En cualquier trabajo de mantenimiento se debe tener cuidado de no modificar los parámetros de diseño del instrumento en detrimento de la seguridad, de que las piezas montadas corresponden a las piezas de repuesto originales y de que se vuelvan a montar correctamente (estado de fábrica).

Advertencia

Para evitar posibles choques eléctricos, fuego o lesiones personales:

- Utilice únicamente las piezas de repuesto especificadas.
- Un técnico autorizado debe reparar el producto.
- La tapa de la batería debe estar cerrada y bloqueada antes de poner en funcionamiento el producto.
- Sustituya las baterías cuando se muestre el indicador de nivel de baterías bajo para evitar que se produzcan mediciones incorrectas.
- Las baterías contienen sustancias químicas peligrosas que pueden producir quemaduras o explotar. Si entra en contacto con sustancias químicas, lave con agua y solicite ayuda médica.
- Elimine las señales de entrada antes de limpiar el producto.

Advertencia

Para conseguir que el funcionamiento y el mantenimiento del Producto sean seguros:

- Repare el producto antes de usarlo si la batería presenta fugas.
- Asegúrese de que la polaridad de las baterías es correcta para evitar fugas.

Calibración

Se recomienda un intervalo de un año entre una calibración y la siguiente.

Mantenimiento

Si sospecha que el controlador falló, revise este manual para asegurarse de que lo está operando correctamente. Si el medidor sigue funcionando de forma incorrecta, embálelo de forma segura (en el contenedor original, si está disponible) y envíelo, con transporte pagado, al centro de servicio de Fluke más cercano. Incluya una breve descripción del problema. Fluke no asume ninguna responsabilidad por daños durante el transporte.

Para ubicar un centro de servicios autorizado, vaya a www.fluke.com.

Especificaciones

Rango de temperatura	
En funcionamiento:	0 °C a +35 °C (+32 °F a +95 °F)
En almacenamiento:	-30 °C a +60 °C (-22 °F a +140 °F)
Coefficiente de temperatura:	±0,1 % de la lectura / °C (bajo 18 °C y sobre 28 °C)
Humedad de funcionamiento:	< 95% de humedad relativa sin condensación;
Altitud de funcionamiento:	2.000 m
Clase climática:	C1 (IEC 654-1) -5 °C a +45 °C, 5% a 95% RH
Tipo de protección	
Estuche	IP56
Tapa de las baterías:	IP40
Compatibilidad electromagnética:	Cumple con IEC61326-1: Portátil
Seguridad:	Cumple con IEC 61010-1: CAT Ninguno, Contaminación de grado 2
Tiempo de medición:	6 segundos, normal
Sobrecarga máxima:	250 V _{rms} (corresponde a uso inadecuado)
Baterías:	:6 x 1,5 v, alcalinas AA LR6
Duración de la batería:	>3000 mediciones, normal, RH + RE < 1 kOhm >6000 mediciones, normal, RH + RE > 10 kOhm
Dimensiones:	240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 pulg x 7,1 pulg x 4,4 pulg)
Peso con baterías	1,52 kg (3,35 libras)
Memoria:	Almacenamiento de la memoria interna de hasta 1.500 registros se puede acceder a través del puerto USB

Medida de tensión de interferencia CC + AC (U_{ST})

Método de medición: rectificación de onda completa

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Rango de frecuencia	Exactitud
1...50 V	0,0...50 V	0,1 V	Seno de CC (corriente continua) 45...400 Hz	± (5% de la lectura +5 dígitos)

Secuencia de medición:	aproximadamente 4 mediciones/s
Resistencia interna:	aproximadamente 1,5 MΩ
Sobrecarga máxima:	U _{rms} = 250 V

Medición de frecuencia de interferencia (F_{ST})

Método de medición: Medición del periodo de oscilación de la tensión de interferencias

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Rango	Precisión
16,0 ... 400 Hz	16,0...299,9...999 Hz	0,1 ... 1 Hz	1 V ... 50 V	±(1% de la lectura + 2 d)

Resistencia de conexión a masa (R_E)

Método de medición: Medición de la corriente y la medida de tensión con una sonda según la norma IEC61557-5

Tensión de circuito abierto: 20/48 V ca

Corriente de cortocircuito: 250 mA CA

Frecuencia de medición: 94, 105, 111, 128 Hz seleccionada de forma manual o automática. (AFC) 55 Hz en función R*

Rechazo del ruido: 120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)

Sobrecarga máxima: U_{rms} = 250 V

Tabla 9. Cálculo de error de operación

Error intrínseco o cantidad de influencia	Condiciones de referencia o rango de operación especificado	Código de designación	Requisitos o prueba de acuerdo con las partes pertinentes de la norma IEC 1557	Tipo de prueba
Error intrínseco	Condiciones de referencia	A	Capítulo 5, 6.1	R
Posición	Posición de referencia 90°±	E1	Capítulo 1, 4.2	R
Tensión de alimentación	Con los límites establecidos por el fabricante	E2	Capítulo 1, 4.2, 4.3	R
Temperatura	0 °C y 35 °C	E3	Capítulo 1, 4.2	T
Tensión de interferencias en serie		E4	Capítulo 5, 4.2, 4.3	T
Resistencia de las sondas y electrodos de masa auxiliares	0 a 100 x R _A aunque ≤50 kΩ	E5	Capítulo 5, 4.3	T
Frecuencia del sistema	99 al 101 % de la frecuencia nominal	E7	Capítulo 5, 4.3	T
Tensión del sistema	85 al 110 % de la tensión nominal	E8	Capítulo 5, 4.3	T
Error de operación	$B = \pm(A + 1,15\sqrt{E_1^2 E_2^2 E_3^2 E_4^2 E_5^2 E_6^2 E_7^2 E_8^2})$		Capítulo 5, 4.3	R
A =	error intrínseco	$B[\%] = \pm \frac{B}{\text{fiducial value}} \times 100\%$		
En =	variaciones			
R =	prueba de rutina			
T =	prueba de tipo			

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Precisión	Error de operación
0,020Ω...300 kΩ	0,001 Ω...2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % de la lectura +2 dígitos)	± (5% de la lectura +5 dígitos)
	3,00 Ω...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300 kΩ...2,999 kΩ	1 Ω		
	3,00 kΩ...29,99 kΩ	10 Ω		
	30,0 kΩ...299,9 kΩ	100 Ω		

Tiempo de medición: normal de 8 segundos con frecuencia fija
máximo de 30 segundos con AFC y ciclo completo de todas las frecuencias de medición

Error adicional debido a la sonda y a la resistencia del electrodo de masa auxiliar: $\frac{R_H(R_S + 2000\Omega)}{R_E} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$

Error de medición de RH y SR: normal 10 % de $R_E + R_S + R_H$

Resistencia máxima de la sonda: $\leq 1 \text{ M } \Omega$

Resistencia máxima de electrodo de masa auxiliar $\leq 1 \text{ M } \Omega$

Si tras una medición de la sonda, del electrodo de masa auxiliar y de la resistencia de la conexión a masa, se asume un error de medición superior al 30 % debido a la influencia de las condiciones, la pantalla muestra un símbolo de advertencia Δ y un aviso de que R_S o R_H son demasiado altas.

R_H con Umeas = 48 V	R_H con Umeas = 20 V	Resolución
<300 Ω	<250 Ω	1 mΩ
6 kΩ	<2,5 kΩ	10 mΩ
<60 kΩ	<25 kΩ	100 mΩ
<600 kΩ	<250 kΩ	1 Ω

Medición selectiva de la resistencia de la conexión a masa ($R_E \rightarrow C$)

Método de medición:	Medición de la corriente y de la medida de tensión con sonda según la EN61557-5 y medición de corriente en la derivación individual con transformador de corriente adicional.
Tensión de circuito abierto:	ca de 20 / 48 V
Corriente de cortocircuito:	250 mA CA
Frecuencia de medición:	94, 105, 111, 128 Hz seleccionada manual o automáticamente (AFC), 55 Hz (R^*)
Rechazo del ruido:	120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)
Sobrecarga máxima:	Urms máximo = 250 V

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Precisión ^[1]	Error de operación ^[1]
0,020 Ω ...30 k Ω	0,001...2,999 Ω	0,001 Ω	$\pm(7\%$ de la lectura +2 dígitos)	$\pm(10\%$ de la lectura +5 dígitos)
	3,00...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300...2,999 k Ω	1 Ω		
	3,00...29,99 k Ω	10 Ω		
[1] Con pinza de corriente / transformadores recomendados.				

Error adicional debido a la sonda y a la resistencia del electrodo de masa auxiliar normal:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_{ETOTAL}} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$

Error de medición de RH y SR:

normal de 10% de $R_{ETOTAL} + R_S + R_H$

Tiempo de medición:

normal de 8 seg con una frecuencia fija de 30 seg. máximo con AFC y ciclo completo de todas las frecuencias de medición

Corriente mínima en la derivación individual que se va a medir:

0,5 mA con transformador (1.000:1)
0,1 mA con transformador (200:1)

Corriente de interferencia máxima a través del transformador:

3 A con un transformador (1.000:1)

Medición de la resistencia (R_~)

Método de medición:	medición de la corriente y de la medida de tensión
Medida de tensión:	20 V ca, impulso cuadrado
Corriente de cortocircuito:	>250 mA CA
Frecuencia de medición:	94, 105, 111, 128 Hz seleccionada manual o automáticamente (AFC)

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Exactitud	Error de operación
0,020 Ω...300 kΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	±(2 % de la lectura +2 dígitos)	±(5% de la lectura +5 dígitos)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2,999 Ω	1 Ω		
	3,0 kΩ ... 29,99 kΩ	10 Ω		
	30,0 kΩ ... 299,9 kΩ	100 Ω		

Tiempo de medición:	normal de 6 segundos
Tensión de interferencia máxima:	24 v, con las mediciones de tensión superiores no se iniciará
Sobrecarga máxima:	U_{rms} máximo = 250 V

Medición de la resistencia (R₋₋₋)

Tensión de circuito abierto:	20 V CC
Corriente de cortocircuito:	200 mA CC
Formación de valores medidos:	con cables de medición de 4 polos en (H)(S)(ES) se puede ampliar sin error adicional. Resistencias >1 Ω en cable (E) puede causar un error adicional de 5 m Ω/Ω

Rango de medición	Rango de la pantalla	Resolución	Exactitud	Error de operación
0,020Ω...3 kΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	±(2 % de la lectura +2 dígitos)	±(5% de la lectura +5 dígitos)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		

Secuencia de medición:	aproximadamente 2 mediciones/s
Tiempo de medición:	normal de 4 segundos, incluye inversión de polaridad (2 polos o 4 polos)
Tensión de interferencia máxima:	≤3 V ca o cc, con tensiones superiores la medición no se iniciará
Inductividad máxima:	2 Henry
Sobrecarga máxima:	$U_{rms} = 250 V$

Compensación de la resistencia del conductor (R_K)

La compensación de la resistencia del conductor (R_K) se puede conectar en las funciones R_E de 3 polos, R_E de 3 polos , R_{\sim} , y R_{\equiv} de 2 polos

Formación de valores medidos: $R_{mostrado} = R_{medido} - R_{compensado}^*$

* Valores de entrada de punto de control $R_K = 0.000 \Omega$, variable de 0,000...29,99 Ω medio de ajuste de medición.

Medición del bucle de tierra sin estaca

Resolución	Rango de medición	Exactitud	Error de operación
0,001 a 0,1 Ω	De 0,020 Ω a 199,9 Ω	$\pm(7\%$ de la lectura + 3 d)	$\pm(10\%$ de la lectura + 5 d)

Principio de medición: medición de resistencia sin estacas en bucles cerrados usando dos pinzas de corriente.

Medición de tensión:	= 48 V ca (primario)
Frecuencia de medición:	128 Hz
Corriente de ruido (I_{ext}):	máx $I_{ext} = 10 A$ (ca) ($R_a < 20 \Omega$) máx $I_{ext} = 2 A$ (ca) ($R_a > 20 \Omega$)

La información acerca de las mediciones de bucle de tierra sin estacas solo será válida cuando se use junto con las pinzas de corriente recomendadas a la distancia mínima especificada.

