

**FLUKE®**

# 1625

Earth/Ground Tester

**Manual de uso**

January 2006 (Spanish)

© 2006 Fluke Corporation, All rights reserved.

All product names are trademarks of their respective companies.

## **GARANTÍA LIMITADA Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Todo producto de Fluke está garantizado contra defectos en los materiales y en la mano de obra en condiciones normales de utilización y mantenimiento. El periodo de garantía es de dos años y comienza en la fecha de despacho. Las piezas de repuesto, reparaciones y servicios están garantizados por 90 días. Esta garantía se extiende sólo al comprador original o al cliente usuario final de un revendedor autorizado por Fluke y no es válida para fusibles, baterías desechables ni para ningún producto que, en opinión de Fluke, haya sido utilizado incorrectamente, modificado, maltratado, contaminado, o sufrido daño accidental o por condiciones anormales de funcionamiento o manipulación. 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 contenga errores ni que operará permanentemente.

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. El soporte técnico en garantía está disponible sólo si el producto se compró a través de un centro de distribución autorizado por Fluke o si el comprador pagó el precio internacional correspondiente. Cuando un producto comprado en un país sea enviado a otro país para su reparación, Fluke se reserva el derecho de facturar al Comprador los gastos de importación de las reparaciones/repuestos.

La obligación de Fluke de acuerdo con la garantía está limitada, a elección de Fluke, al reembolso del precio de compra, la reparación gratuita o el reemplazo de un producto defectuoso que sea devuelto a un centro de servicio autorizado de Fluke dentro del período de garantía.

Para obtener servicio de garantía, póngase en contacto con el centro de servicio autorizado por Fluke más cercano para obtener la información correspondiente a la autorización de la devolución, después envíe el producto a ese centro de servicio, con una descripción del fallo, con los portes y seguro prepagados (FOB destino). Fluke no se hace responsable de los daños ocurridos durante el transporte. Después de la reparación de garantía, el producto se devolverá al Comprador con los fletes ya pagados (FOB destino). Si Fluke determina que el problema fue debido a negligencia, mala utilización, contaminación, modificación, accidente o una condición anormal de funcionamiento o manipulación, incluidas las fallas por sobretensión causadas por el uso fuera de los valores nominales especificados para el producto, o al desgaste normal de los componentes mecánicos, Fluke preparará una estimación de los costes de reparación y obtendrá la debida autorización antes de comenzar el trabajo. Al concluir la reparación, el producto se devolverá al Comprador con los fletes ya pagados, facturándosele la reparación y los gastos de transporte (FOB en el sitio de despacho).

**ESTA GARANTÍA CONSTITUYE LA ÚNICA Y EXCLUSIVA COMPENSACIÓN DEL COMPRADOR Y SUBSTITUYE A TODAS LAS DEMÁS GARANTÍAS, EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, TODAS LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS 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 la duración de una garantía implícita ni la exclusión ni limitación de los daños contingentes o resultantes, las limitaciones y exclusiones de esta garantía pueden no regir para todos los Compradores. Si una cláusula de esta Garantía es conceptuada no válida o inaplicable por un tribunal u otra instancia de jurisdicción competente, tal concepto no afectará la validez o aplicabilidad de cualquier otra cláusula.

Fluke Corporation  
P.O. Box 9090  
Everett, WA 98206-9090  
EE.UU.

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

# Contenido

Título	Página
Introducción.....	1
Modelos y accesorios.....	3
Instrucciones de seguridad.....	4
Personal autorizado.....	5
Configuración.....	5
Desembalaje.....	5
Comprobación de la entrega.....	5
Datos generales.....	6
Accesorios adicionales.....	6
Montaje.....	7
Descripción de las funciones.....	7
Medición de voltaje de interferencias ( $U_{ST}$ ).....	8
Frecuencia de medición de interferencias ( $F_{ST}$ ).....	8
Medición de la resistencia de la conexión a masa ( $R_E$ ).....	9
Medición selectiva de resistencia de la conexión a masa ( $R_E > C$ ).....	9
Medición de la resistencia ( $R_{\sim}$ ).....	9
Medición de resistencia baja ( $R_{\overline{\sim}}$ ).....	9
Comprobación de la conexión de medición correcta.....	9
Señal acústica.....	9
LO-BAT (batería baja).....	10
Especificaciones.....	10
Medición de voltaje de interferencias CD + CA ( $U_{ST}$ ).....	13
Frecuencia de medición de interferencias ( $F_{ST}$ ).....	13
Resistencia de la conexión a masa ( $R_E$ ).....	13
Medición selectiva de resistencia de la conexión a masa ( $R_E > C$ ).....	17
Medición de la resistencia ( $R_{\sim}$ ).....	18
Medición de la resistencia ( $R_{\overline{\sim}}$ ).....	19
Compensación de la resistencia del cable ( $R_K$ ).....	20
Descripción de todos los elementos de operación.....	21
Descripción de los elementos de la pantalla.....	23
Procedimiento de las mediciones.....	24
Funciones de ENCENDIDO.....	25
Operación.....	26
Comprobación de si es correcta la conexión de medición (asignación de toma).....	30

Mediciones de control de seguridad .....	31
Medición de interferencias - Voltajes y frecuencias .....	31
Medición de resistencia de la conexión a masa .....	32
Medición de 3 y 4 polos de la resistencia de la conexión a masa .....	33
La medición de resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas de conexión a masa operados en conjunto usando el método de pinza selectiva.....	36
La medición de tres o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales .....	37
Mediciones en torres de alto voltaje .....	39
Corrección de errores de los transformadores de enganche .....	42
Compensación del cable de conexión del electrodo de masa.....	44
Medición de la resistividad del terreno.....	45
Medición de resistencias.....	48
Medición de la resistencia ( $R_{\sim}$ ).....	48
Medición de la resistencia ( $R_{\rightarrow}$ ).....	49
Compensación de la resistencia del cable de medición .....	50
Cambio de todas las configuraciones de datos el CÓDIGO personalizado.....	51
Almacenamiento de un código .....	53
Eliminación de un código.....	54
Descripción de las pantallas .....	55
Cuidado y mantenimiento.....	60
Cambio de las baterías.....	61
Recalibración.....	62
Almacenamiento.....	62
Especificaciones .....	64
Principio de operación.....	65
Finalidad.....	65
Operación .....	68
Configuración del comprobador .....	69
Aplicaciones .....	70
Descripción de las pantallas .....	72

## ***Lista de tablas***

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Modelos y accesorios .....	3
2.	Especificaciones de las mediciones eléctricas .....	14
3.	Descripción de las pantallas .....	55



# Lista de figuras

Figura	Título	Página
1.	Comprobador de masa/tierra Fluke 1625 .....	2
2.	Descripción de las funciones .....	8
3.	Pantalla.....	10
4.	Elementos de operación .....	21
5.	Elementos de la pantalla.....	23
6.	Modos operativos .....	27
7.	Medición de interferencias - Voltajes y frecuencias.....	32
8.	Medición de la resistencia de la conexión a masa - Método.....	33
9.	Medición de resistencia de la conexión a masa de tres y cuatro polo - Proceso.....	34
10.	Resistencia de tierra - Valor máximo permisible.....	35
11.	Medición resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas de conexión a masa operados de forma combinada .....	36
12.	Medición de tres o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales .....	37
13.	Medición de la resistencia de la conexión a masa sin desenganchar el cable de masa aéreo .....	40
14.	Corrección de errores de los transformadores de enganche.....	43
15.	Compensación del cable de conexión del electrodo de masa.....	44
16.	Medición de la resistividad del terreno.....	45
17.	Medición de resistencia ( $R_{\sim}$ ) .....	48
18.	Medición de resistencia ( $R_{\sim}^{\text{m}}$ ) .....	49
19.	Evaluación del valor medido.....	50
20.	Compensación de la resistencia del cable de medición .....	51





# **Earth/Ground Tester**

## **Introducción**

En los lugares implicados en la generación, distribución y consumo de energía eléctrica, deben tomarse determinadas medidas de seguridad para proteger la vida humana. En muchos casos, estas medidas de seguridad son normas nacionales e internacionales que deben actualizarse 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. Existen una serie de requisitos para la conexión a tierra de transformadores, torres de alimentación de alto y medio voltaje, vías de ferrocarriles, depósitos, cubas, cimientos y sistemas de protección de alumbrado.

La eficacia de los sistemas de conexión a tierra deben comprobarse usando instrumentos de prueba de toma de tierra como el 1625, que verifica la eficacia de este tipo de conexiones. El 1625 proporciona la solución perfecta, combinando la tecnología más avanzada en un instrumento compacto, absolutamente resistente y muy fácil de usar. Además de realizar las mediciones de resistencia de tierra estándar 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. Además, el 1625 incorpora un mecanismo de control automático de frecuencia (AFC) para minimizar las interferencias. Antes de realizar la medición, el instrumento identifica las interferencias existentes y selecciona la frecuencia de la medición para minimizar su efecto. El 1625 incorpora mediciones automáticas controladas mediante microprocesador que incluyen la comprobación de la conexión de la sonda para asegurar que las mediciones se toman correctamente. Mide todas las resistencias de tierra de la sonda para asegurar unos resultados fiables y repetibles. También se miden y visualizan la resistencia de la sonda y resistencia de tierra auxiliar.

## 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 mediciones de resistencia de tierra sin estacas, debe comprarse el EI-1625. (El EI-1625 se entrega de serie con el kit 1625). Consulte el apéndice A para ver un conjunto completo de información sobre funcionamiento que incluye las especificaciones.
- Las mediciones selectivas se describen en la sección principal de este manual.

La figura 1 muestra el comprobador de masa/tierra Fluke 1625:

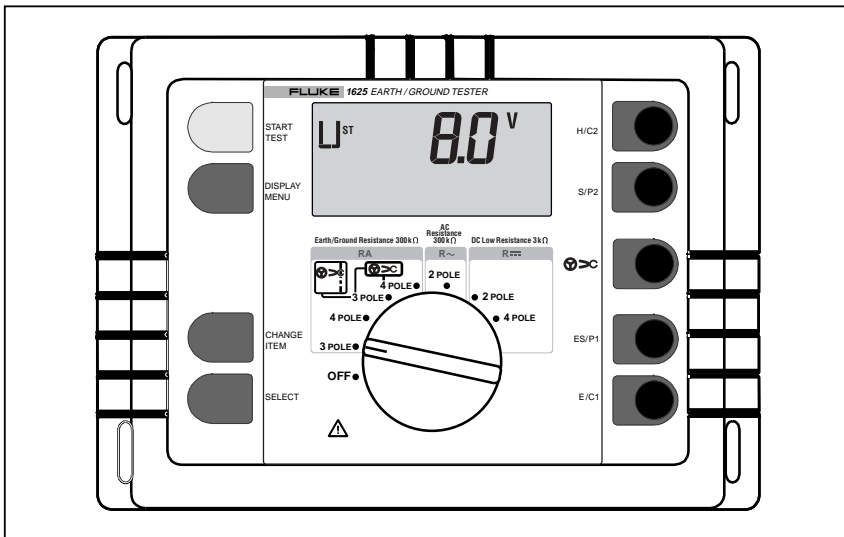


Figura 1. Comprobador de masa/tierra Fluke 1625

edw001.eps

## **Modelos y accesorios**

La tabla 1 muestra los modelos y accesorios.

**Tabla 1. Modelos y accesorios**

<b>Descripción</b>	<b>Artículo/Nº. de pieza</b>
Comprobador de conexión a tierra – Básico (Incluye manual, dos puntas y dos pinzas)	Fluke -1625
Comprobador de conexión a tierra - Carga completa (Incluye manual, dos puntas y dos pinzas, ES162P4, EI-1623)	Kit Fluke-1625
Kit de repuestos de servicio (Incluye dos puntas y dos pinzas)	Fluke-162x-7001
Juego de estacas para medición de 3 polos (Incluye tres estacas, un carrete de cable de 25 m y uno de 50 m)	ES-162P3
Juego de estacas para medición de 4 polos (Incluye cuatro estacas, dos carretes de cable de 25 m y uno de 50 m)	ES-162P4
Juego de pinzas selectoras /sin estacas para 1625. (Incluye los EI-162X y EI-162AC, y cable adaptador de cableado 2-3)	EI-1625
Transformador de corriente de broche (sensor) con juego de cable blindado	EI-162X
Cable blindado (se usa con la pieza EI-162X)	2539195
Transformador de corriente de broche (inducido)	EI-162AC
Transformador de núcleo dividido de 320 mm (12,7 pulg.)	EI-162BN
Cable adaptador de cableado 2-3 del 1625 para el transformador de corriente EI-162AC	2577171
Estaca de masa	2539121
Carrete de cable con cableado de 25 m	2539100
Carrete de cable con cableado de 50 m	2539117
Manual de uso del 1625	2560348

## **Instrucciones de seguridad**

### **⚠ Advertencia**

**Este equipo de medición sólo debe operarlo personal autorizado y se acuerdo con sus datos técnicos, de conformidad con las precauciones de seguridad y las instrucciones que se indican más abajo. Además, el uso de este equipo requiere la conformidad con las instrucciones legales y de seguridad relativas a cada aplicación específica. Precauciones similares se aplican al uso de accesorios.**

### **Precaución**

**La operación de equipos eléctricos hace inevitablemente que determinadas partes del equipo contengan un voltaje peligroso. La no conformidad con las precauciones definidas puede provocar daños físicos graves o daños en el material.**

Una operación sin averías y fiable de este instrumento requiere un transporte y almacenamiento adecuados, además de un buen montaje e instalación, así como tener cuidado en la operación y mantenimiento.

Si hay alguna razón para creer que no puede operarse sin riesgos, debe apagarse inmediatamente el instrumento y protegerse contra una puesta en marcha accidental. Se debe considerar que existen riesgos si el instrumento

- muestra daños visibles,
- deja de funcionar a pesar de que baterías están cargadas,
- se ha expuesto durante algún tiempo a condiciones desfavorables (como un almacenamiento fuera de los límites climáticos permisibles sin adaptación al clima ambiente, rocío, etc.),
- se ha expuesto a grandes esfuerzos durante el transporte (por ejemplo, se ha dejado caer desde cierta altura y no hay daños externos visibles, etc.), o
- muestra “E1 ... E5 ” en la pantalla.

## ***Personal autorizado***

Es una persona que conoce los procedimientos de configuración, montaje y puesta en marcha del producto y posee las cualificaciones requeridas para esas actividades, como

- adiestramiento, instrucción y/o autorización para realizar las siguientes operaciones en circuitos y equipos de acuerdo con las normas del diseño de seguridad: encendido y apagado, desconexión, conexión a masa/tierra, etiquetado;
- adiestramiento o instrucciones de acuerdo con las normas de diseño de seguridad para el cuidado y mantenimiento del equipo de seguridad adecuado.
- adiestramiento en primeros auxilios.

## ***Configuración***

### ***Desembalaje***

Compruebe la entrega para verificar si se han producido daños durante el transporte. Conserve el embalaje del accesorio para un posible transporte posterior y compruebe la entrega.

### ***Comprobación de la entrega***

Tras el desembalaje, revise inmediatamente los accesorios por si faltan piezas. Los accesorios que se incluyen se indican en la página 2.


### **Precaución**

**Aunque el instrumento es fácil de operar, lea estas instrucciones de operación detenidamente por razones de seguridad y para realizar un uso óptimo del instrumento.**

Las funciones de medición sólo se activan por completo cuando el instrumento está conectado.

## Datos generales

Medidor universal de resistencia de tierra controlado por microprocesador con proceso de selección de medición de frecuencia completamente automatizada así como comprobación automática de sonda y resistencias de electrodo de masa auxiliares y posibles voltajes de interferencias según las normas DIN IEC61557-5/EN61557-5.

- Medición de voltaje de interferencias ( $U_{ST}$ ).
- Frecuencia de medición de interferencias ( $F_{ST}$ ).
- 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 pinza para la medición selectiva de derivaciones de conexiones a masa individuales en sistemas de conexión a masa operados de forma combinada .
- Medición de resistencia de dos polos con voltaje de CA ( $R_{\sim}$ ).
- Medición de resistencia con los voltaje de CD de dos 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 medición de voltaje 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.

## Accesorios adicionales

Un **transformador de corriente externa** con una tasa de transformación entre 80 y 1.200:1 para la medición de derivaciones individuales en sistemas de conexión a masa operados en combinación está disponible como opción y permite al usuario medir en torres de alto voltaje sin separar los cables de masa aéreos o las bandas de masa situadas en la parte inferior de las torres, además

de para y medir sistemas de protección de alumbrado sin separar los cables de protección de alumbrado individual.

## **Montaje**

El instrumento está compuesto por dos piezas:

1. La pieza base, que contiene los sistemas electrónicos de medición.
2. El alojamiento protector.

Las funciones se seleccionan con el selector giratorio central. Hay cuatro botones de goma, que permiten iniciar las mediciones, leer valores de medición suplementarios y seleccionar funciones especiales, en el lado izquierdo del panel frontal. Este diseño permite una operación rápida y fácil y con una sola mano.

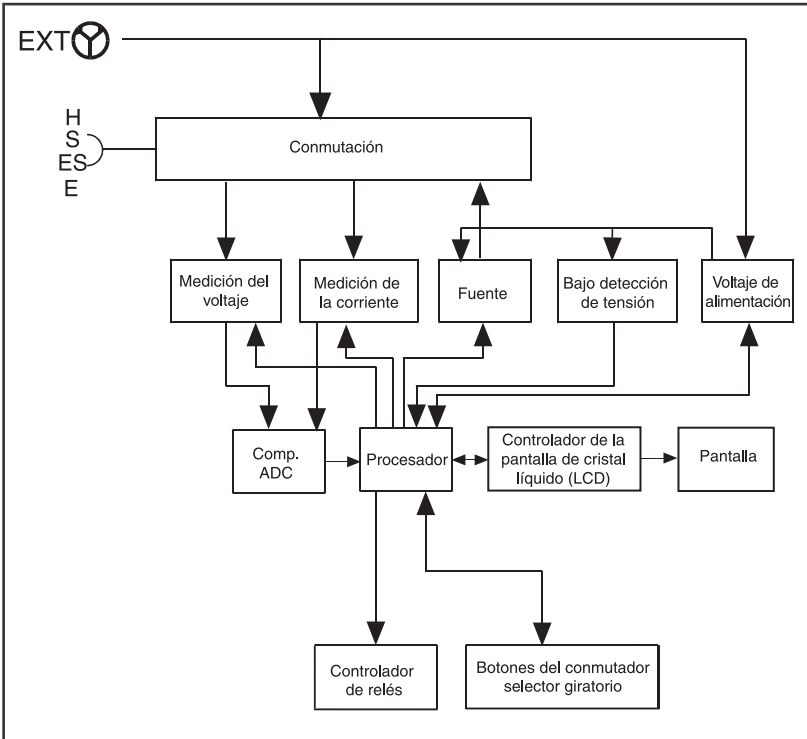
Los valores medidos aparecen en la pantalla de cristal líquido con las unidades y puntos decimales correctos. Diversos caracteres especiales adicionales indican el modo de medición, las condiciones de operación y mensajes de error.

La alimentación auxiliar está compuesta por 6 baterías de 1,5 V (IEC: R6 o LR6, o tipo AA).

Este dispositivo se ha desarrollado, diseñado y fabricado de conformidad con el sistema de calidad DIN ISO 9001.

## **Descripción de las funciones**

El siguiente diagrama de flujo presenta una descripción de las funciones del comprobador de masa/tierra 1625.



egz003.eps

**Figura 2. Descripción de las funciones**

### **Medición de voltaje de interferencias ( $U_{ST}$ )**

Rectificación de onda completa para CD y CA (CD sin señal operativa, el seno de la señal de CA calibrado para valores r.m.s.). Si se exceden los valores límite, no se iniciará ninguna medición.

### **Frecuencia de medición de interferencias ( $F_{ST}$ )**

Para voltaje de interferencias  $>1$  V, la frecuencia se deriva del tiempo del periodo.



### **Medición de la resistencia de la conexión a masa ( $R_E$ )**

La resistencia de la conexión a masa se determina mediante la medición de la corriente y el voltaje de 3 y 4 polos. El voltaje de medición es un voltaje de CA 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).

### **Medición selectiva de resistencia de la conexión a masa ( $R_E \supset C$ )**

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.

### **Medición de la resistencia ( $R_{\sim}$ )**

La resistencia de la conexión a masa se determina mediante la medición de la corriente y el voltaje de 3 y 4 polos. El voltaje de medición es un voltaje de CA de impulso cuadrado con 20 V y una frecuencia de 94, 105, 111, 128 o 128 Hz. La frecuencia se puede seleccionar manual o automáticamente (AFC).

### **Medición de resistencia baja ( $R_{\rightarrow}$ )**

La resistencia se determina mediante la medición de la corriente CD y la medición del voltaje. Se puede realizar la medición de dos 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 procesador comprueba si el cable de medición está conectado correctamente según la función seleccionada a través de unos contactos aislados de dos piezas, dentro de las cuales haya una toma de entrada de 4 mm (de tipo banana), en combinación con la circuitería de detección. Una conexión incorrecta o que falta se indica mediante una señal óptica o acústica.

### **Señal acústica**

La señal acústica interna tiene dos funciones:

1. Dar mensajes predeterminados si se excede el límite de los valores.
2. Indicar condiciones peligrosas o una avería.

El control se realiza por medio del microprocesador.

## LO-BAT (batería baja)

La supervisión del estado de cambio de la batería se realiza con un circuito comparador. A través del microprocesador, una caída de la capacidad de la batería por debajo del 10 % del valor especificado se inicia en la pantalla con el símbolo **LO-BAT**.

## Especificaciones

Datos generales:	Instrumento de medición de masa completamente automatizado, controlado por microprocesador con funciones adicionales.
Función de medición:	voltaje y frecuencia de interferencias, resistencia de la conexión a masa de 3 y 4 polos con o sin transformador de corriente sujeto, resistencia de dos polos con CA, dos y 4 polos con CD.
Pantalla (véase la figura 4):	4 dígitos (2.999 dígitos) - pantalla de cristal líquido de siete segmentos, dimensión del dígito de 18 mm con signos suplementarios e iluminación activa.

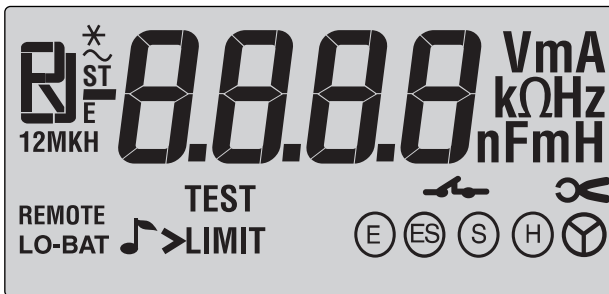


Figura 3. Pantalla

edw004.eps

Operación:	Selector giratorio central y teclas de función
Rango de temperaturas de trabajo:	-10 °C ... +50 °C
Rango de temperaturas de funcionamiento:	0 °C ... +35 °C
Rango de temperaturas nominales:	18 °C ... +28 °C
Rango de temperaturas de almacenamiento:	-30 °C ... +60 °C

*Nota*



*Hay un diagrama de los cuatro rangos de temperaturas para el instrumento con el fin de satisfacer los requisitos de las normas; el instrumento se puede usar en todo el rango de temperaturas de funcionamiento utilizando el coeficiente de temperatura para calcular la exactitud a la temperatura ambiente de uso.*

Coefficiente de temperatura:	$\pm 0,1$ % de rango / Kelvin
Errores de operación:	se refieren rango de temperaturas de funcionamiento a RH < 20 RE, RS < 100 RE

El porcentaje máximo de error de operación dentro del rango de medición no excede del  $\pm 30$  % con respecto al valor medido como valor fiduciario, según se determina de acuerdo con la tabla 1.

El error de operación se aplica en las condiciones de operación valoradas que se dan en la IEC1557-1 y las siguientes:

- inyección de voltajes de interferencias de serie con las frecuencias del sistema de 400, 60, 50,  $16 \frac{2}{3}$  Hz o con el voltaje de CD respectivamente en las terminales E (ES) y S. El valor r.m.s. del voltaje de interferencias de serie debe ser de 3 V;
- resistencia del electrodo de masa auxiliar y de las sondas: 0 a  $100 \times R_A$  sin  $\leq 50$  k $\Omega$ ;
- voltajes de sistema entre el 85 y el 110 % del voltaje nominal y entre el 99 y el 101 % de la frecuencia de sistema nominal del equipo de medición con un suministro de la red eléctrica y/o un equipo de medición que deriva la tensión de salida directamente desde el sistema de distribución.

Límites de error:	se refieren al rango de temperaturas nominales
Clase de clima:	C1 (IEC: 654-1), -5 °C...+45 °C, 5 %..0,95 % RH
Tipo de protección:	IP 56 para la caja, IP 40 para la tapa de la batería según la EN 60529
Voltaje máx.:	 toma  a toma (E) (ES) (S) (H) Urms = 0 V Tomas “ E ES D A ” a cada otra en cualquier combinación, máx. Urms= 250 V (pertenece a un uso incorrecto)
EMC (inmunidad de emisión):	IEC: 61326-1:1997 clase A
Estándar de calidad:	desarrollado, diseñado y fabricado para cumplir la norma DIN ISO 9001
Influencia de campo externa:	cumple la norma DIN 43780 (8/76)
Alimentación auxiliar:	6 x 1,5 V baterías alcalinas de magnesio (IEC LR6 o tipo AA)
Duración de la batería:	con IEC LR6/tipo AA: tipo 3.000 mediciones ( $R_E + R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ ) con IEC LR6/tipo AA: tipo 6.000 mediciones ( $R_E + R_H > 10 \text{ k}\Omega$ )
Dimensiones:	240 (A) x 220 (P) x 90 mm (Al)
Peso:	$\leq 1,1 \text{ kg}$ sin accesorios $\leq 5,5 \text{ kg}$ incluyendo accesorios, baterías y el estuche de carga
Material del estuche:	NORYL, producto termoplástico a prueba de impactos y ralladuras

### **Medición de voltaje de interferencias CD + CA ( $U_{ST}$ )**

Método de medición:           rectificación de onda completa

<b>Rango de medición</b>	<b>Rango de exhibición</b>	<b>Resolución</b>	<b>Rango de frecuencia</b>	<b>Límites de error</b>
1...50 V	0,0...50 V	0,1 V	Seno de CD/CA 45...400 Hz	± (5 % de lectura + 5 dígitos.)

Secuencia de medición:       aprox. 4 mediciones /s

Resistencia interna:           aprox. 1,5 MΩ

Sobrecarga máx.:              $U_{RMS} = 250$  V

### **Frecuencia de medición de interferencias ( $F_{ST}$ )**

Método de medición:       Medición del periodo de oscilación del voltaje de interferencias

<b>Rango de medición</b>	<b>Rango de exhibición</b>	<b>Resolución</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Límites de error</b>
16,0 ... 400 Hz	16,0...299,9...999 Hz	0,1 ... 1 Hz	1 V ... 50 V	± (1 % v. mV + 2 dígitos)

### **Resistencia de la conexión a masa ( $R_E$ )**

Método de medición:       medición de la corriente y el voltaje 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 máx.:              $U_{RMS} = 250$  V

Tabla 2. Especificaciones de las mediciones eléctricas

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	Tipo de prueba
Error intrínseco	Condiciones de referencia	A	Apartado 5, 6.1	R
Posición	Posición de referencia $\pm 90^\circ$	E1	Apartado 1, 4.2	R
Voltaje de alimentación	Con los límites establecidos por el fabricante	E2	Apartado 1, 4.2, 4.3	R
Temperatura	0 °C y 35 °C	E3	Apartado 1, 4.2	J
Voltaje de interferencias en serie	Véase 4.2 y 4.3	E4	Apartado 5, 4.2, 4.3	J
Resistencia de las sondas y electrodos de masa auxiliares	0 a 100 x sin $\leq 50 \text{ k}\Omega$	E5	Apartado 5, 4.3	J
Frecuencia del sistema	99 al 101 % de la frecuencia nominal	E7	Apartado 5, 4.3	J
Voltaje del sistema	85 al 110 % del voltaje nominal	E8	Apartado 5, 4.3	J
Error de operación	$B = \pm( A  + 1.15\sqrt{E_1^2 E_2^2 E_3^2 E_4^2 E_5^2 E_6^2 E_7^2 E_8^2})$		Apartado 5, 4.3	R

<p>A = error intrínseco En = variaciones R = prueba de enrutamiento J = prueba de tipo</p>	$B[\%] = \pm \frac{B}{\text{valor fiduci.}} \times 100\%$
--	---

Rango de medición	Rango de exhibición	Resolución	Error intrínseco	Error de operación máx.
0,020 Ω 300 kΩ	0,001 Ω...2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % de mV +2 dígitos)	± (5 % de mv + 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: tipo 8 seg. con una frecuencia fija  
30 seg. máx. con los 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:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_E} \times 1,25 \times 10^{-6} \% + 5 \text{dígitos}$$

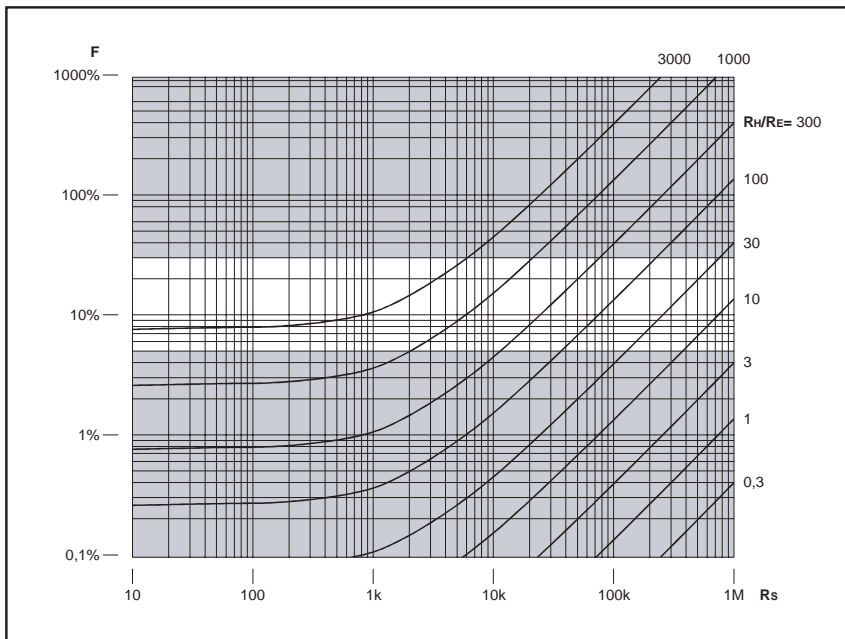
Error de medición de RH y RS: tipo 10 % de  $R_E + R_S + R_H$

Resistencia de sonda máx.:  $\leq 1 \text{ M } \Omega$

Resistencia de electrodo de masa auxiliar máx.:  $\leq 1 \text{ M } \Omega$

Comprobación automática si el error se mantiene dentro de los límites requeridos por la IEC61557-5.

Si, tras una medición de sonda, electrodo de masa auxiliar y resistencia de la conexión a masa, se asume un error de medición superior al 30 % debido a las condiciones que influyen en ella (véase el diagrama), la pantalla muestra un símbolo de advertencia  $\Delta$  y un aviso de que la RS o la RH son demasiado altas.



edw005.eps

Cambio automático de la resolución de medición en función de la resistencia de electrodo de masa auxiliar  $R_H$ :

RH con Umeas = 48 V	RH con Umeas = 20 V	Resolución
< 300 $\Omega$	< 250 $\Omega$	1 m $\Omega$
< 6 k $\Omega$	< 2,5 k $\Omega$	10 m $\Omega$
< 60 k $\Omega$	< 25 k $\Omega$	100 m $\Omega$
< 600 k $\Omega$	< 250 k $\Omega$	1 $\Omega$



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

Método de medición:	Medición de la corriente y el voltaje con sonda según la EN61557-5 y medición de corriente en la derivación individual con transformador de corriente adicional (patente aplicada).
Tensión de circuito abierto:	20 / 48 V CA
Corriente de cortocircuito:	250 mA CA
Frecuencia de medición:	94, 105, 111, 128 Hz seleccionada manual automáticamente (AFC), 55 Hz ( $R^*$ )
Rechazo del ruido:	120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)
Sobrecarga máx.:	Urms máx. = 250 V (la medición no se iniciará)

Rango de medición	Rango de exhibición	Resolución	Error intrínseco *	Error de operación *
0,020 $\Omega$ ... 30 k $\Omega$	0,001...2,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	$\pm$ (7 % de m.v. + 2 dígitos)	$\pm$ (10 % de m.v. + 5 dígitos)
	3,00...29,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$		
	30,0...299,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$		
	0,300...2,999 k $\Omega$	1 $\Omega$		
	3,00...29,99 k $\Omega$	10 $\Omega$		

\* Con pinza amperimétrica / transformadores recomendados

Error adicional debido a la sonda y al tipo de masa auxiliar. Resistencia del electrodo:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_{ETOTAL}} \times 1,25 \times 10^{-6} \% + 5 \text{dígitos}$$

Error de medición de RH y RS: Tipo de 10 % de  $R_{ETOTAL} + R_S + R_H$

Tiempo de medición: Tipo 8 seg. con una frecuencia fija 30 seg. máx. con los 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 máx. 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 el voltaje

Medición 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 exhibición	Resolución	Error intrínseco	Errores de operación
0,020 Ω... 300 kΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % de m.v. + 2 dígitos)	± (5 % de m.v. + 5 dígitos)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30 Ω ... 299,9 Ω	0.1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		
	3,0 kΩ ... 29,99 kΩ	10 Ω		
	30,0 kΩ ... 299,9 kΩ	100 Ω		

Tiempo de medición: tipo 6 seg.

Voltaje de interferencias máx.: 24 v, con los mediciones de voltaje superiores no se iniciará

Sobrecarga máx.: Urms máx. = 250 V


## Medición de la resistencia ( $R_{\rightarrow}$ )

- Método de medición: Se puede medir la corriente y el voltaje según la norma IEC61557-4
- Tensión de circuito abierto: 20 V CD
- Corriente de cortocircuito: 200 mA CD
- Formación de valores medidos: con cables de medición de 4 polos en H, S, ES se puede ampliar sin error adicional.
- Una resistencia  $>1 \Omega$  en cable E puede causar un error adicional de  $5 \text{ m} \Omega/\Omega$ .

Rango de medición	Rango de exhibición	Resolución	Error intrínseco	Error de operación
0,020 $\Omega$ 3 k $\Omega$	0,001 $\Omega$ ... 2,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	$\pm(2 \%$ de m.v. $+ 2$ dígitos)	$\pm(5 \%$ de m.v. $+ 5$ dígitos)
	3,0 $\Omega$ ... 29,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$		
	30,0 $\Omega$ ... 299,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$		
	300 $\Omega$ ... 2999 $\Omega$	1 $\Omega$		

- Secuencia de medición: aprox. 2 mediciones/s
- Tiempo de medición: tipo 4 seg. incl. inversión de polaridad (2 ó 4 polos)
- Voltaje de interferencias máx.:  $\leq 3 \text{ V CA}$  o CD, con voltajes superiores la medición no se iniciará
- Inductividad máx.: 2 Henry
- Sobrecarga máx.: Urms = 250 V

## Compensación de la resistencia del cable ( $R_K$ )

La compensación de la resistencia del cable (R) se puede activar en funciones  $R_E$  3 polos, R 4 polos, ,  $R_{\sim}$ , y  $R_{\equiv}$  dos polos

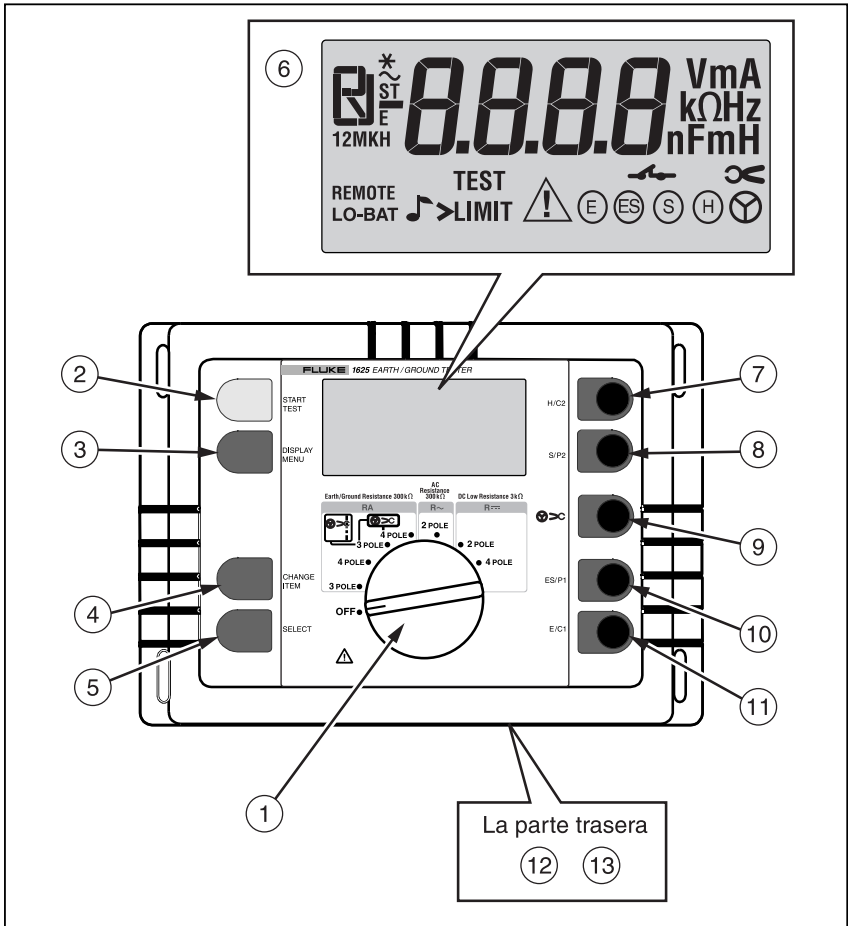
Formación de valores medidos:

$$R_{\text{mostrado}} = R_{\text{medido}} - R_{\text{compensado}}^*$$

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

## Descripción de todos los elementos de operación



La figura 4 muestra los elementos de operación descritos más abajo.



egz006.eps



Figura 4. Elementos de operación

- ① Selector giratorio central para seleccionar la función de medición o activarla/desactivarla.
- ② Botón “STAR TEST” (Iniciar prueba) para iniciar la función de establecer medición.

- ③ Botón “DISPLAY MENU” (Menú de presentación) para ver valores suplementarios correspondientes.
- ④ Botón “CHANGE ITEM” (Cambiar artículo) para cambiar el conjunto de valores de entrada de punto.
- ⑤ Botón “SELECT” (Seleccionar) para seleccionar los dígitos que van a cambiarse.
- ⑥ Unidad mostrada, dígitos sobre cristal líquido, 18 mm de alto con punto decimal automático e iluminación activa.
- ⑦ Toma de conexión  (electrodo de masa auxiliar) (4 mm  $\varnothing$ ), también utilizable con cables de medición de seguridad.
- ⑧ Toma de conexión  (sonda) (4 mm  $\varnothing$ ), también utilizable con cables de medición de seguridad.
- ⑨ Toma de conexión para un transformador de corriente ext. con enganche (opcional).

### Advertencia

**Sin voltaje permisible para tomas    .**

- ⑩ Toma de conexión  (sonda de conexión a masa) (4 mm  $\varnothing$ ), también utilizable con cables de medición de seguridad. Separación potencial con medición de conexión a masa de 4 polos.
- ⑪ Toma de conexión  (electrodo de masa) (4 mm  $\varnothing$ ), también utilizable con cables de medición de seguridad.

### Atención

**¡No forzar el instrumento para abrir o cerrar!**

- ⑫ Compartimiento de batería para: 6 baterías IEC LR6 o tipo AA.

### Advertencia

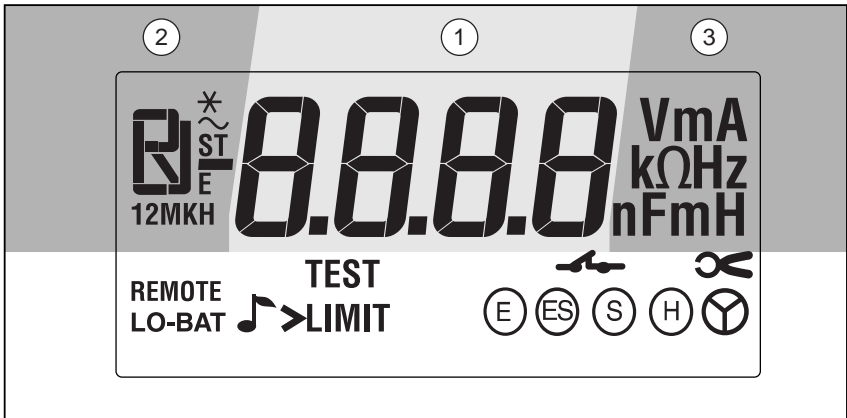
**¡Desconectar todos los cables antes de abrir el instrumento!**

- ⑬ Tornillos para sujetar la batería al compartimiento.

## Descripción de los elementos de la pantalla

La pantalla (figura 5) está dividida en cuatro elementos:

1. Presentación digital de valores medidos.
2. Campo de función de medición para mostrar la función de medición.
3. Campo de unidad: V,  $\Omega$ , k $\Omega$ , Hz.
4. Caracteres especiales para guiar al operador.

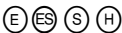





edw008.eps

**Figura 5. Elementos de la pantalla**

Descripción de los símbolos que aparecen en pantalla:

$U_{ST}$	Voltaje de interferencias (CA + CD)
$F_{ST}$	Frecuencia de voltaje de interferencias
$F_M$	Frecuencia de medición de voltaje
$U_M$	Límite de medición de voltaje 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
$R_1, R_2$	Medición de bajo voltaje con indicación de polaridad

R ~	CA- resistencia
R*	Impedancia de la conexión a masa (medición de frecuencia 55 Hz)
AFC	Control automático de frecuencia
TEST	Medición de secuencia en proceso
LIMIT	Valor límite
> LIMIT	Valor lí-mite excedido
	Reconocimiento de toma
	Reconocimiento de la toma del transformador de corriente
	El mensaje de que se ha excedido un límite será una señal acústica
LO-BAT (batería baja)	Voltaje de la batería demasiado bajo, reemplazar batería.
REMOTE	Interfaz (opcional) activo - Botón de operación bloqueado
	Circuito de medición (E-S, E-H) interrumpido o valores medidos inestables

### Advertencia

**Consulte las instrucciones de operación.**

## **Procedimiento de las mediciones**

### Advertencia

**Use el instrumento sólo en sistemas sin de voltaje.**

1. Defina la función de medición con el selector giratorio central 1.
2. Conecte el instrumento sin cable de medición conectado INICIO se omite.
3. Inicie la medición con el botón “START TEST” (Iniciar prueba).
4. Lea los valores medidos.

Para obtener un rendimiento óptimo y utilizar de forma correcta el dispositivo, observe los siguientes puntos:



## **Funciones de ENCENDIDO**

Durante el encendido del instrumento con el selector giratorio central, es posible acceder a determinadas condiciones operativas presionando una determinada combinación de botones:

### **a) Modo estándar**

Si se pone en funcionamiento el dispositivo sin un posterior 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. Presionando el “DISPLAY MENU” se reactiva el instrumento y se pueden volver a ver los valores de medición “antiguos”. Después de 50 minutos de estar la pantalla en espera se apaga completamente. El instrumento se reactiva con las posiciones ON / OFF del selector giratorio.

### **b) Desactivar espera**

Una presión simultánea de los botones “DISPLAY MENU” y “CHANGE ITEM” durante el encendido evita que el instrumento se apague automáticamente (espera). La el modo de ahorro de energía se reactiva con las posiciones ON / OFF del selector giratorio central.

### **c) Prueba mostrada de forma prolongada**

Manteniendo el botón “DISPLAY MENU” presionado durante el encendido, la presentación en pantalla de la prueba se puede prolongar el tiempo que se desee. Puede regresar al modo de operación estándar presionando cualquier botón o girando el selector giratorio central.

### **d) Número de versión del software**

Manteniendo presionado el botón “SELECT” durante la secuencia de encendido, aparece en pantalla el número de versión del software. Presionando el botón “DISPLAY MENU” se puede cambiar a la última fecha de calibración. Esta secuencia de presentación se finaliza girando el selector giratorio central o presionando el botón “START TEST”.

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

Fecha de calibración:      M M . J J

#### *Nota*

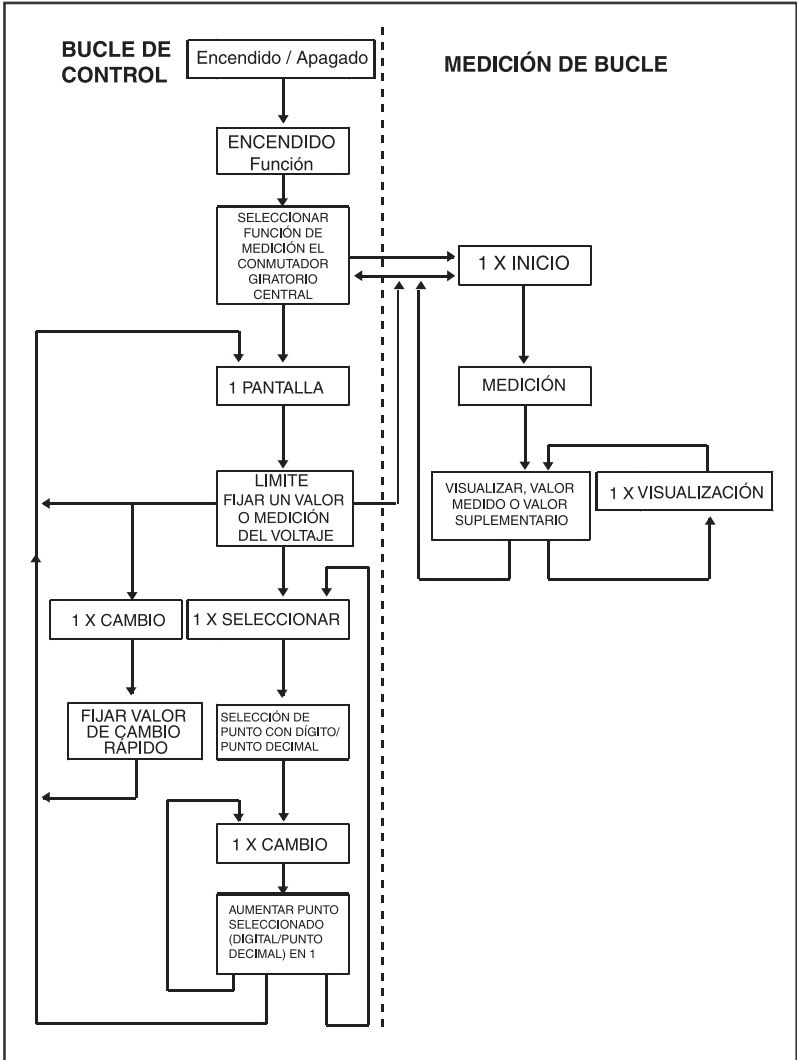
*En el momento de la entrega, la fecha de calibración se pone en 0,00.  
Sólo tras la primera recalibración se indica una fecha correcta.*

**e) Activación de la iluminación de la pantalla**

Manteniendo presionado el botón “CHANGE ITEM” durante la secuencia de encendido se activa la iluminación de la pantalla. La iluminación se apaga automáticamente si el instrumento cambia al modo de espera y se enciende, junto con el instrumento, si se presiona cualquier botón. El instrumento se apaga exclusivamente con la posición ON/OFF del selector giratorio central.

***Operación***

Las funciones de medición tienen dos modos operativos iniciales: el bucle Control y el bucle Medición (véase la figura 6).



egz009.eps

**Figura 6. Modos operativos**

## Bucle de control


Tras girar el selector giratorio de función, se llega al modo de presentación de voltaje. En ese modo, al presionar “DISPLAY MENU” 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 “DISPLAY MENU” cambia entre los distintos valores establecidos en el interior de un bucle continuo. El botón “SELECT” selecciona el punto decimal que se va a cambiar. Presionando el botón “CHANGE ITEM”, el instrumento cambia entre determinado juego de valores o aumenta en un valor 1 el punto decimal seleccionado con “SELECT”.

Una vez finalizada la configuración del parámetro, se puede acceder a la siguiente pantalla con “DISPLAY MENU” o se puede iniciar la medición con “START TEST”.

Según la función seleccionada, se pueden ver o cambiar los siguientes parámetros:

Función	Parámetro	Rango de configuración	Observaciones
RE 3pole  y  RE 4pole	U ST		sólo pantalla
	F ST		sólo pantalla
	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	UM	48 V/20 V	seleccionable a 20 V con CODE
	RK	0,000 $\Omega$ ... 29,99 $\Omega$	en posición RE 3 polos sólo *
	R LIMIT	0,000 $\Omega$ ... 999 k $\Omega$	sólo si se activa con CODE
	♪(Sonido - advertencia)	Encendido/Apagado	sólo si RE LIMIT está activado con CODE
R*	Encendido/Apagado	sólo si se activa con CODE	
RE	U ST		sólo pantalla
	F ST		sólo pantalla
<b>&gt;C</b>	UM	48 V/20 V	seleccionable a 20 V con CODE

**Earth/Ground Tester**  
*Procedimiento de las mediciones*

y  RE 4pole 	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	en posición RE 3pole sólo *
	I (tasa)	80 ... 1200	sólo pantalla
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	sólo si se activa con CODE
	♪(Sonido- advertencia)	Encendido/Apagado	sólo si RE LIMIT está activado con CODE
	R*	Encendido/Apagado	sólo si se activa con CODE

\* (véase Compensación del cable de conexión del electrodo de masa)

<b>Función</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Rango de configuración</b>	<b>Observaciones</b>
R~	U ST		sólo pantalla
	F ST		sólo pantalla
	F <sub>M</sub>	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	sólo si se activa con CODE
	♪(Sonido- advertencia)	Encendido/Apagado	Sólo si R ~ LIMIT está activado con CODE
	R <sub>...</sub> 2pole y 4pole	U ST	
F ST			sólo pantalla
RK		0,000 Ω ... 29,99 Ω	
R LIMIT		0,000 Ω ... 9,99 kΩ	sólo si se activa con CODE
	♪(Sonido- advertencia)	Encendido/Apagado	sólo si R LIMIT está activado con CODE

## Bucle de medición

El bucle se introduce presionando el botón “STAR TEST”. Después de soltarlo, el último valor medido permanece en la pantalla. Se pueden ver los valores suplementarios presionando repetidamente el botón “DISPLAY MENU”. Si un valor medido excede o cae por debajo del límite predefinido, también se puede ver dicho límite (con “DISPLAY MENU”). En ese caso, el valor medido se muestra con un destello intermitente “LIMIT” mientras que el valor límite se muestra con un símbolo fijo “LIMIT”.

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

Otras posibilidades de operación con los botones:

Cancelar el sonido de advertencia (🔊) con “DISPLAY MENU” (con cambio de pantalla) o con los botones “CHANGE ITEM” o “SELECT” (sin cambio de pantalla).

## *Comprobación de si es correcta la conexión de 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 en pantalla (E) (ES) (S) (H) y (Y) ➤ C están asignados a una toma específica como se indica 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 cableada de forma incorrecta (o, por error, no cableada): el símbolo correspondiente destella.
- toma cableada correctamente: el símbolo correspondiente aparece fijo.
- toma sin conexión: el símbolo correspondiente está en blanco.

### **Mediciones de control de seguridad**

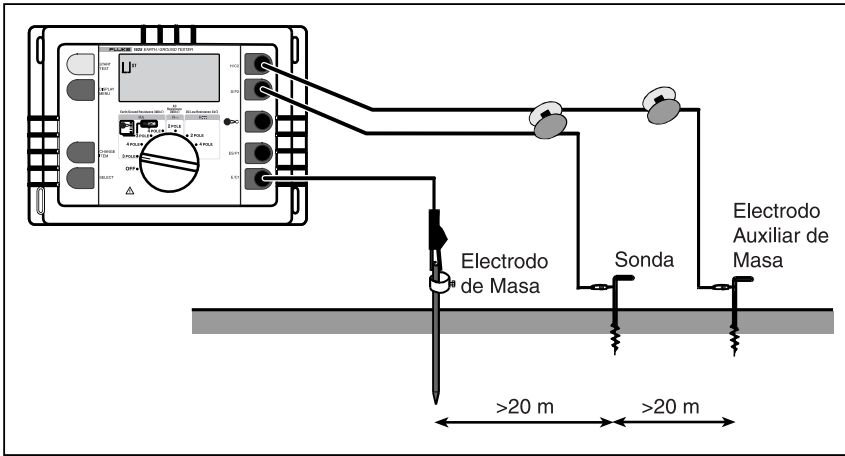
Antes de cada medición, el instrumento comprueba automáticamente las condiciones para la medición y, simultáneamente muestra la clase de error e impide el inicio de las mediciones en las siguientes condiciones:

- voltaje excesivo en la toma (> 24 V en RE y R~; > 3 V en R<sup>---</sup>)
- conexión incorrecta o incompleta
- Problemas durante la secuencia de medición (aparece “E1 ... E5” en pantalla), consulte la descripción de la pantalla en la sección ‘Procedimiento para las mediciones’.
- Voltaje de la batería demasiado bajo (aparece LO-BAT en pantalla)

### **Medición de interferencias - Voltajes y frecuencias**

Esta función de medición detecta posibles voltajes 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 exceden los valores límite predefinido, el voltaje de interferencias se indica como demasiado alto y se evita, automáticamente, cualquier medición. La frecuencia de un voltaje de interferencias sólo se puede medir si el nivel de dicho voltaje es superior a 1 V. Véase la figura 7.

Coloque el selector giratorio central en la posición que desee, lea el valor medido del voltaje de interferencias; el valor medido aparecerá presionando “DISPLAY”.



egz010.eps

**Figura 7. Medición de interferencias - Voltajes y frecuencias**

### **Medición de resistencia de la conexión a masa**

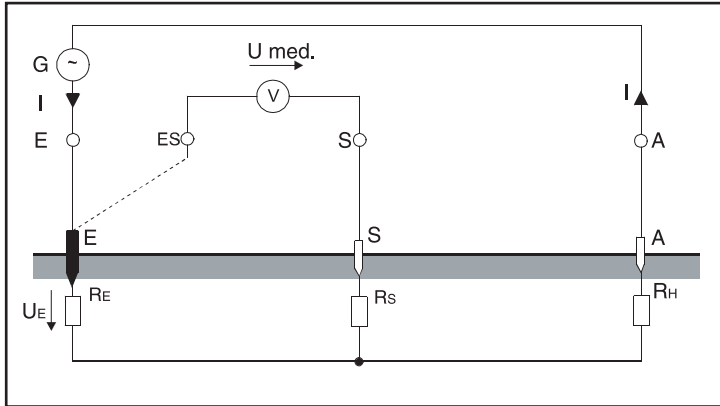
Este instrumento está equipado con un sistema de medición de resistencias de 3 y 4 polos que proporciona mediciones de resistencia de conexión a masa de todos los sistemas posibles, así como mediciones de resistividad de tierra de los estratos geológicos. Más adelante en este manual se ofrece una descripción 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 de alumbrado y torres de alto voltaje con cableado) sin separar partes del sistema.

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 "DISPLAY MENU" 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 un minuto manteniendo presionado el botón "START TEST".

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) etc., no están activadas en el momento de la entrega. Se pueden activar con el código de usuario personalizado (vea “Cambio de todos los datos predeterminados con código personalizado”). Consulte la figura 8.

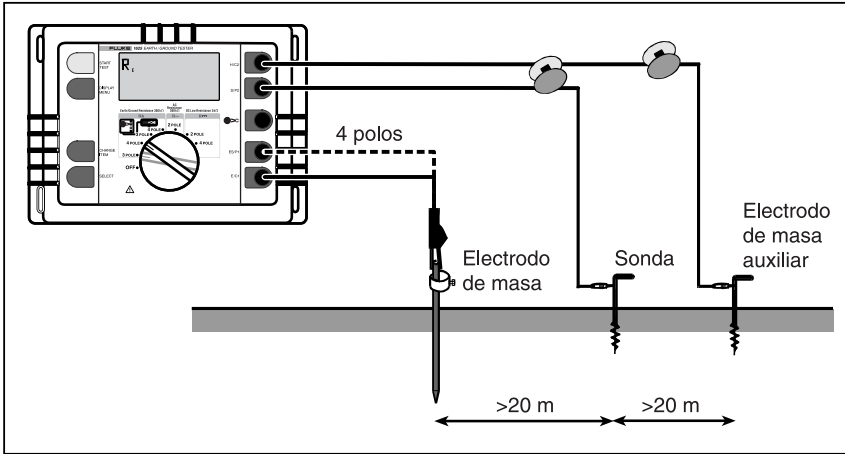


egz011.eps

**Figura 8. Medición de la resistencia de la conexión a masa - Método**

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

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 picos de masa. Vea la figura 9.



egz012.eps

**Figura 9. Medición de resistencia de la conexión a masa de tres y cuatro polo - Proceso**

1. Gire selector giratorio central hasta la posición “ $R_E$  3pole” o “ $R_E$  4pole”.

El cableado del instrumento debe realizarse de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparezcan en la pantalla.

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

2. Presione el botón “START TEST”.

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  $R_E$ .

3. Lea el valor medido de  $R_E$ .
4. Vuelva a mostrar  $R_S$  y  $R_H$  con “DISPLAY MENU”.

### Observaciones para la configuración de las puntas de masa:

Antes de configurar las puntas de masa para el electrodo de la sonda y de masa, compruebe que la sonda está configurada fuera de la zona de gradiente potencial del electrodo de masa y del electrodo de masa auxiliar (vea también “La influencia de las zonas de gradiente potencial en la medición de la resistencia de tierra”). 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 deben reubicarse 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 cables de conexión de electrodo de masa más largos**

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

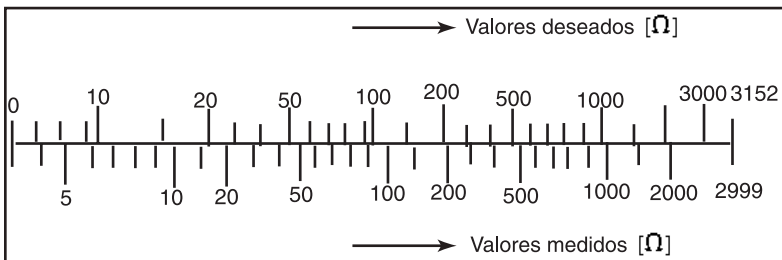
#### **Medición promedio del tiempo:**

Si aparece una advertencia de “valor medido inestable” (vea “Procedimientos de medición”, “Descripción de la pantalla”) tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencias (por ejemplo, un voltaje de ruido inestable). Sin embargo, Para obtener valores fiables, el instrumento ofrece la posibilidad de hacer u promedio de un período más largo.

1. Seleccione una frecuencia fija (vea “Bucle de control” en “Operación”)
2. Mantenga presionado el botón “START TEST” hasta que desaparezca la advertencia de “valor medido inestable”. El tiempo máximo para realizar el promedio es de 1 minuto, aproximadamente.

#### **Evaluación del valor medido:**

La figura 10 muestra el valor máximo permisible de la resistencia de tierra que no excederá el valor límite permisible, teniendo en cuenta el error de uso máximo.



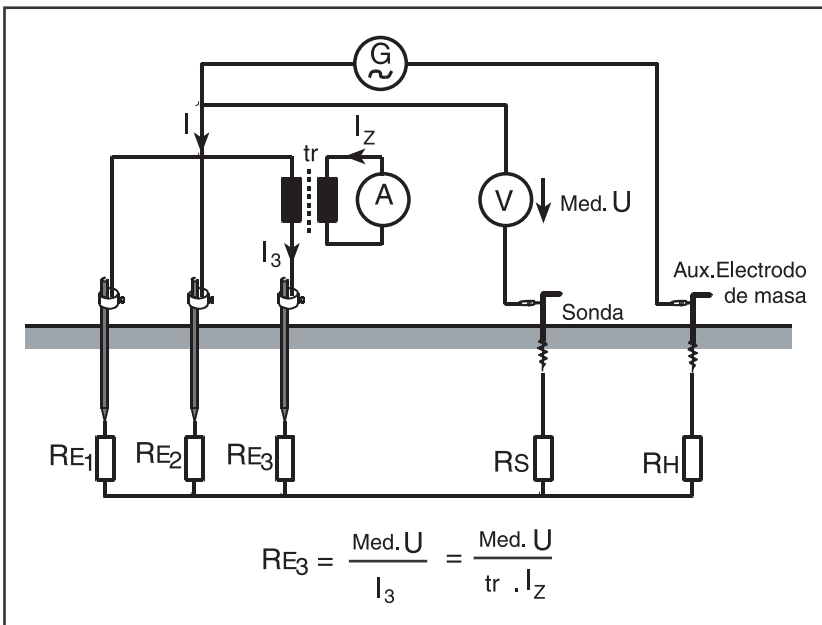
**Figura 10. Resistencia de tierra - Valor máximo permisible**

egz013.eps

## **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 cableados u operados de forma combinada (por ejemplo, en sistemas de protección de alumbrado con varios electrodos o en torres de alto voltaje con cableado a masa etc.). Midiendo el flujo de corriente real a través del electrodo de masa, este método de medición especial proporciona la única posibilidad de medir selectivamente sólo esta resistencia concreta por medio de un transformador de enganche (accesorio). 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.



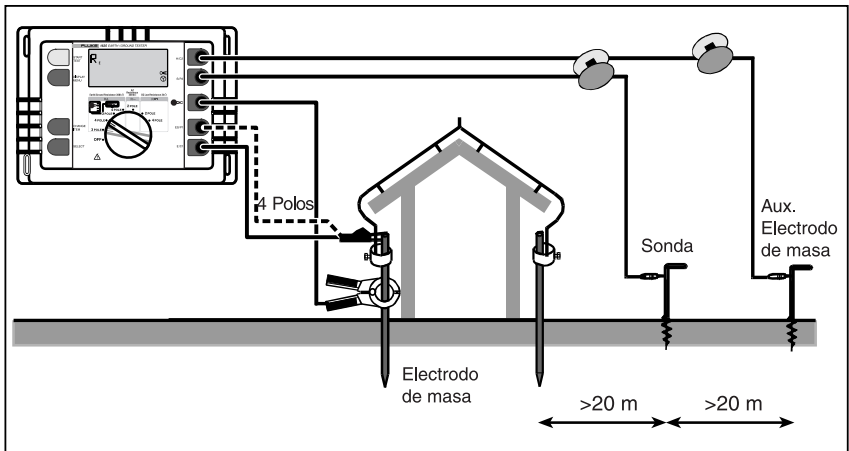
egz014.eps

**Figura 11. Medición resistencias de electrodos de masa individuales en sistemas de conexión a masa operados de forma combinada**

Los errores del transformador de corriente se pueden corregir según lo descrito en “Corrección de errores del transformador de enganche”.

### **La medición de tres o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales**

Vea la figura 12.



egz015.eps

**Figura 12. Medición de tres o 4 polos de resistencias de electrodos de masa individuales**

Gire el selector giratorio central hasta la posición “ $\infty$  RE 3pole” o “ $\infty$  RE 4pole”. El cableado del instrumento debe realizarse de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparezcan en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión (E) (ES) (S) (H) o  $\infty$ , señala una conexión incorrecta o incompleta del cable que se está midiendo.

**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 está corregida por la pinza detectora EI162X*

**Presione el botón “START TEST”.**

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  $R_E$ .

1. Lea el valor medido de  $R_E$
2. Vuelva a mostrar  $R_S$  y  $R_H$  con “DISPLAY ITEM”.

**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 (vea también el apartado 12.5). 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 deben reubicarse 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 cables de conexión de electrodo de masa más largos**

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

**Medición promedio del tiempo**

Si aparece una advertencia de “valor medido inestable” (vea “Descripción de la pantalla”, Procedimientos de medición) tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencias (por ejemplo, un voltaje de ruido inestable). Sin embargo, Para obtener valores fiables, el instrumento ofrece la posibilidad de hacer u promedio de un período más largo.

1. Seleccione una frecuencia fija (vea “Bucle de control”, Operación).
2. Mantenga presionado el botón “START TEST” hasta que desaparezca la advertencia de: “valor medido inestable”. El tiempo máximo para realizar el promedio es de 1 minuto, aproximadamente.

### **Mediciones en torres de alto voltaje**

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

La medición de la resistencia de tierra de una torre de alto voltaje individual requiere que se desenganche (separe) el cable de masa aéreo o la separación del sistema de conexión a masa de la construcción de la torre. En caso contrario podrían producirse 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.

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 construcción 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 ( $I_1... I_4$ ) fluyen a través de los pedestales de cada torre.

La adición de todas las corrientes da como resultado una corriente  $I_E$  que pasa a través de la resistencia de la conexión a masa, es decir, la resistencia del electrodo de masa “compuesto” al terreno.

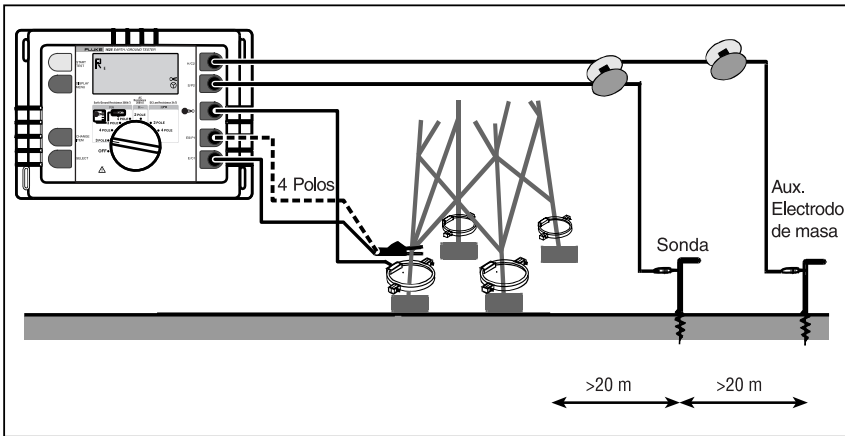
Si el transformador de corriente se sujeta a cada base de las torres, una después de la otra, deberán medirse cuatro resistencias que muestran un comportamiento inversamente proporcional a los componentes de la corriente correspondiente  $I_1... I_4$ . El punto de alimentación de la corriente de medición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

En consecuencia, estas resistencias equivalentes se muestran como:

$$R_{Ei} = \frac{U_{med.}}{I_i}$$

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

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



egz016.eps

**Figura 13. Medición de la resistencia de la conexión a masa sin desenganchar el cable de masa aéreo**

1. Gire selector giratorio central hasta la posición “ $\text{>C} R_E$  3pole” o “ $\text{>C} R_E$  4pole”. El cableado del instrumento debe realizarse de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparezcan en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión  $\text{E} \text{⊗} \text{⊙} \text{⊕} \text{⊖}$  o  $\text{⊗} \text{>C}$ , señala una conexión incorrecta o incompleta del cable que se está midiendo.

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 actual está usando. Cambie la configuración si fuese necesario (consulte “Cambio de todas las configuraciones de datos con CÓDIGO personalizado”).
3. Presione el botón “START TEST”.



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 medido de  $R_E$ .
5. Vuelva a mostrar  $R_S$  y  $R_H$  con “DISPLAY ITEM”.

**Observaciones para la configuración de las puntas de masa:**

Antes de configurar las puntas de masa para el electrodo de la sonda y de masa, compruebe que la sonda está configurada fuera de la zona de gradiente potencial del electrodo de masa y del electrodo de masa auxiliar (vea también “La influencia de las zonas de gradiente potencial en la medición de la resistencia de tierra”). 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 deben reubicarse hasta que el valor medido de  $R_E$  permanezca 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 deben dejarse sin cambiar.

Después de determinar los valores de  $R_{Ei}$  de todos los pedestales de torre, debe calcularse la resistencia de tierra  $R_E$  real:

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

*Nota*

*Si el valor R mostrado 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” (vea “Descripción de la pantalla”, Procedimientos de medición) tras una secuencia de prueba, lo más probable es que la causa sean unas fuertes señales de interferencias (por ejemplo, un voltaje de ruido inestable).

Sin embargo, Para obtener valores fiables, el instrumento ofrece la posibilidad de hacer u promedio de un período más largo.

1. Seleccione una frecuencia fija (vea “Bucle de control”, Operación).
2. Mantenga presionado el botón “START TEST” hasta que desaparezca la advertencia de “valor medido inestable”. El tiempo máximo para realizar el promedio es de 1 minuto, aproximadamente.

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

Para el cálculo de corrientes de cortocircuitos en plantas de potencia, 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:  $30^\circ \dots 60^\circ$  inductivo  
 electrodo de masa auxiliar (óhmico):  $>100 \cdot Z_E$

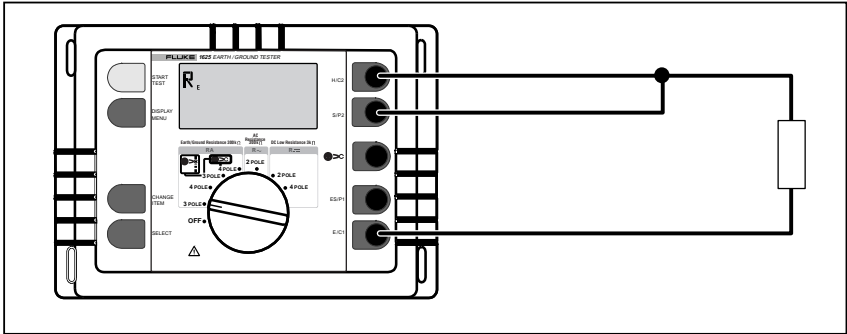
#### Proceso de medición:

La medición de la impedancia de la conexión a masa (R\*) sólo se puede realizar si se ha activado 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 RE, la impedancia de la conexión a masa R\* se muestra antes de los demás valores medidos.

### Corrección de errores de los transformadores 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. ESto error se puede corregir ajustando de forma precisa 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.

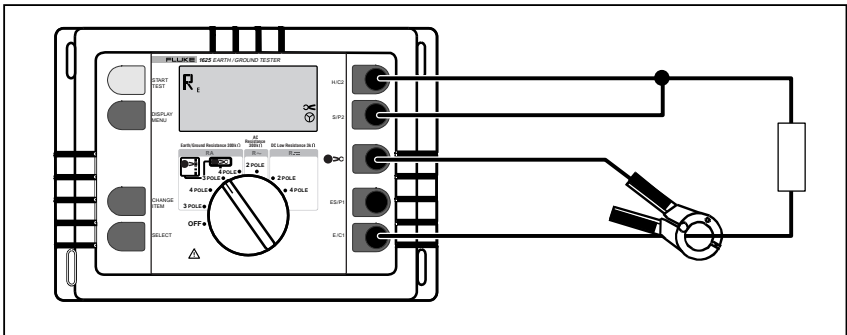
1. Conecte un resistor de ohmios bajo (aprox. 1 ohmio - en el rango que desee corregir) según se describe en la imagen siguiente.



edw017.eps

**Figura 14. Corrección de errores de los transformadores de enganche**

2. Gire el selector giratorio central hasta la posición “ $\infty$  Re 3pole”.
3. Presione el botón “START TEST” n y anote el resultado del valor  $R_E$ .
4. Conecte el transformador de enganche.



edw018.eps

5. Gire el selector giratorio central hasta la posición “ $\infty$  Re 3pole”.
6. Presione de nuevo el botón “START TEST”.

Si el valor así medido  $R$  se desvía del valor  $R_E$  determinado sin transformador de enganche en más del 5 %, ajuste la tasa de transformación de enganche ( $tr$ ) en consecuencia:

$$tr_{new} = tr_{old} \times \frac{R_E(\text{con transform. de enganche})}{R_E(\text{sin transform. de enganche})}$$

Ejemplo:

El transformador de enganche tiene una tasa de transformación de  $tr = 1.000:1$ . La medición sin transformador de enganche da un valor  $R = 0,983 \Omega$ . Con un transformador de enganche se mide un valor de  $R_E = 1,175 \Omega$ .

Así, 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:

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

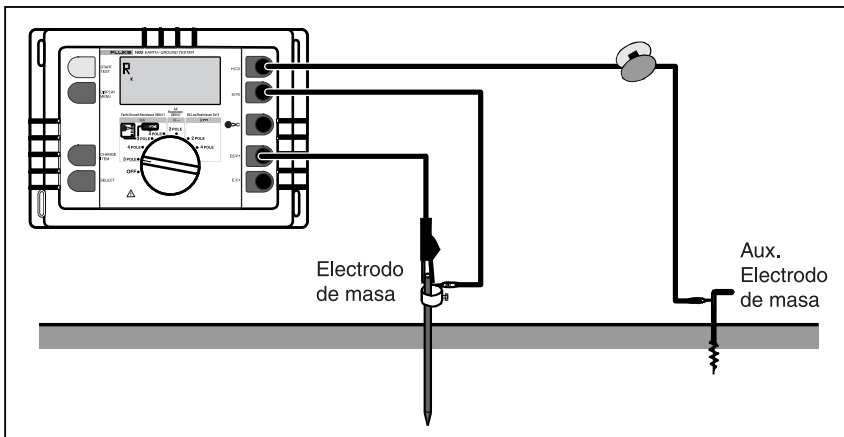
La nueva tasa de transformación que debe establecerse se calcula:

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

### Compensación del cable de conexión del electrodo de masa 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 cable de conexión al electrodo de masa. Proceda como se describe más abajo:

#### Proceso de medición:



egz019.eps

**Figura 15. Compensación del cable de conexión del electrodo de masa**

1. Gire el selector giratorio central hasta la posición "R<sub>E</sub> 3pole".
2. Cablee el instrumento de acuerdo con la imagen.

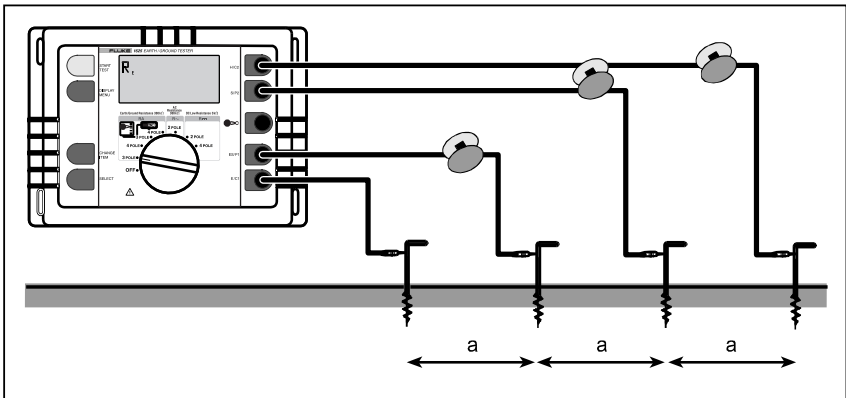
3. Llame a la pantalla  $R_x$  con el botón “DISPLAY MENU”.
4. Realice la compensación con el botón “START TEST”.

La resistencia de compensación sólo se muestra mientras está presionado el botón “START TEST”. Una vez soltado 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 “START TEST”. Después,  $R$  se sustrae del valor medido real.

Si hay q restablecer el valor de compensación a la configuración básica ( $0,000 \Omega$ ), la secuencia de compensación debe realizarse con un cable de medición abierto (desconectado) o colocar el conmutador en la siguiente posición y devolverlo a la anterior.

### **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 aplicado más abajo 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 16. Medición de la resistividad del terreno**

egz020.eps

1. Cuatro puntas de masa de la misma longitud se colocan en el terreno en línea recta y separados a distancias iguales entre sí. Las puntas de masa no deben enterrarse más profundamente que un máximo de máxima de  $1/3$  de “a”.

2. Gire el selector giratorio central hasta la posición “R<sub>E</sub> 4pole”.

El cableado del instrumento debe realizarse de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparezcan en la pantalla.

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

3. Presione el botón “START TEST”.
4. Lea el valor medido de R<sub>E</sub>.

A partir del valor de resistencia R<sub>E</sub>, se calcula la resistividad del terreno según la ecuación:

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

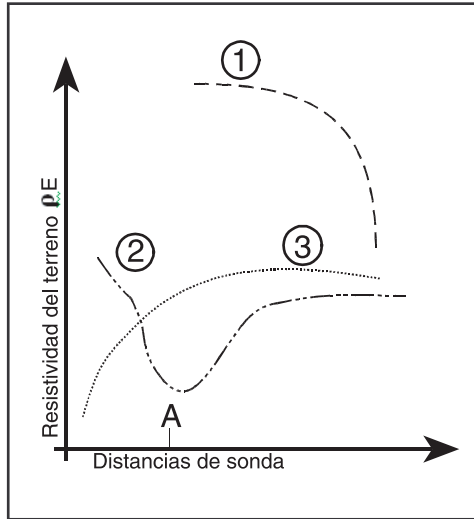
$\rho_E$  ..... valor medio de resistividad del terreno ( $\Omega\text{m}$ )

R<sub>E</sub> ..... resistencia medida ( $\Omega$ )

a ..... distancia de 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 pueden 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.



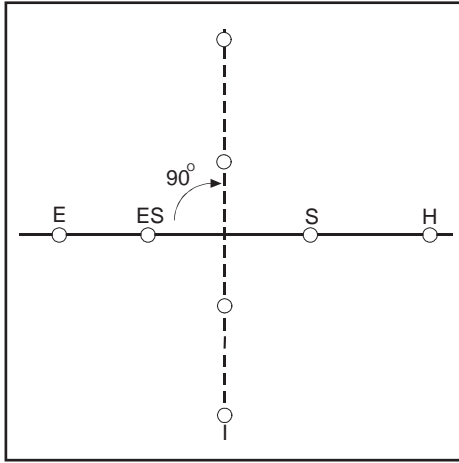
021.eps  
egz

Curva 1: A medida que  $\rho E$  disminuye sólo en la profundidad, se aconseja <sup>usar</sup> un electrodo de masa profundo.

Curva 2: A medida que  $\rho E$  disminuye, sólo hasta el punto A, un aumento en <sup>la</sup> profundidad superior a A no mejora los valores.

Curva 3: Con un aumento de la profundidad  $\rho E$  no disminuye: es aconsejable un conductor electrodo de banda.

Puesto que los resultados de la medición a veces están distorsionados y dañados por partes invisibles de metal, agua no visible, etc., siempre es aconsejable realizar una segunda medición, en la que el eje de las puntas e <sup>sté</sup> girado un ángulo de  $90^\circ$  (vea la imagen).

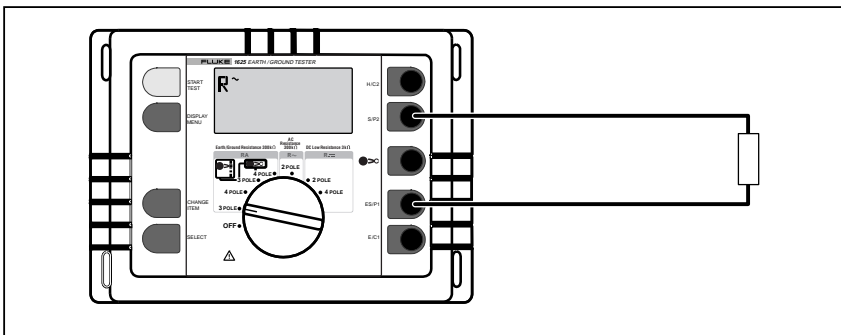


edw022.eps

## Medición de resistencias

### Medición de la resistencia ( $R\sim$ )

Esta función de medición determina la resistencia óhmica entre 0,001  $\Omega$  y 300 k $\Omega$ . La medición se realiza con voltaje de CA. Para mediciones de muy baja resistencia, se sugiere realizar una compensación de los cables de conexión (vea “Compensación de la resistencia del cable de medición”).



edw023.eps

Figura 17. Medición de resistencia ( $R\sim$ )

1. Gire el selector giratorio central hasta la posición “ $R\sim$ ”.

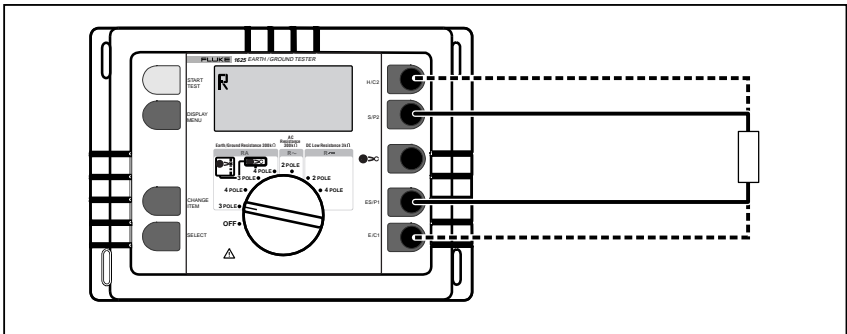


2. Conecte el instrumento de acuerdo con la imagen.
3. En este modo, todos los valores de configuración y límites disponibles se pueden mostrar con “DISPLAY ITEM” y se puede establecer la frecuencia de medición.
4. Presione el botón “START TEST”.
5. Lea los valores medidos.

### **Medición de la resistencia ( $R_{\text{---}}$ )**

En este modo de medición, todas las resistencias de  $0,001 \Omega$  a  $3 \text{ k}\Omega$  se pueden medir con voltaje de CD 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 cable de extensión, debe realizarse una compensación.



edw024.eps

**Figura 18. Medición de resistencia ( $R_{\text{---}}$ )**

1. Conecte el instrumento de acuerdo con la imagen.
2. Gire el selector giratorio central hasta la posición “ $R_{\text{---}}$ ”.
3. En este modo, todos los valores de configuración y LIMIT disponible se pueden recordar con “DISPLAY ITEM”.

### **⚠ Advertencia**

**Antes de empezar una medición, desconecte o apague la planta o el objeto de la prueba, desenergícelo. Con un voltaje externo superior a 3 V, la medición no se iniciará.**

## ⚠ Advertencia

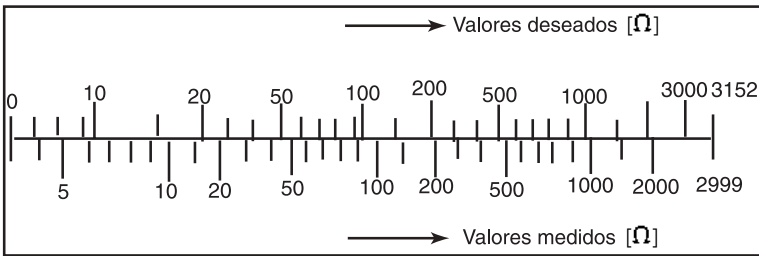
**Las altas cargas inductivas de corriente de medición pueden provocar voltajes inducidos letales durante la desconexión del circuito de medición.**

4. Inicie la medición con el botón “START TEST” (Iniciar prueba). En primer lugar, se mide “R1” con el voltaje positivo en el conector “E”. Tras soltar el botón “START TEST”, se mide “R” con voltaje negativo en el conector “E”. El valor medido respectivo más alto se muestra el primero.
5. El segundo valor medido se puede recordar con “DISPLAY ITEM”. Si se excede el valor límite definido (R LIMIT), también se puede ver dicho límite.

### Evaluación del valor medido:

Teniendo en cuenta el error operativo máximo, los diagramas muestran los valores de presentación máximos disponibles que se van a mostrar para no exceder la resistencia requerida.

Rango de medición 29,99 ... 299,9 ... 2999  $\Omega$



egz025.eps

**Figura 19. Evaluación del valor medido**

### *Compensación de la resistencia del cable de medición*

1. Pantalla de presentación de  $R_K$  con el botón “DISPLAY MENU”.
2. Cable de medición de cortocircuitos de acuerdo con la imagen.
3. Presione el botón “START TEST”. El valor  $R_K$  se guarda después de soltar el botón “START TEST”, la pantalla vuelve atrás a medición de voltaje. Después, se resta  $R_K$  del valor medido real. Girando el selector giratorio central de durante un breve instante se elimina de nuevo la compensación.



Función	Parámetro	Rango de configuración	Preconfiguración estándar
RE 3pole  y  RE 4pole	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	R $\kappa$	0,000 $\Omega$ ... 29,99 $\Omega$	0,000 $\Omega$
	LIMIT	Encendido/Apagado	Apagado
	RE LIMIT	0,000 $\Omega$ ... 999 k $\Omega$	999 k $\Omega$
	♪(Sonido - advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado
	R*	Encendido/Apagado	Apagado
RE 3pole  y  RE 4pole	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48V
	R $\kappa$	0,000 $\Omega$ ... 29,99 $\Omega$	0,000 $\Omega$
	I (tasa)	80 ... 1200	1000
	LIMIT	Encendido/Apagado	Apagado
	RE LIMIT	0,000 $\Omega$ ... 999 k $\Omega$	999 k $\Omega$
	♪(Sonido - advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado
R*	Encendido/Apagado	Apagado	
R~	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	R $\kappa$	0,000 $\Omega$ ... 29,99 $\Omega$	0,000 $\Omega$
	LIMIT	Encendido/Apagado	Apagado
	R ~ LIMIT	0,000 $\Omega$ ... 999 k $\Omega$	999 k $\Omega$
	♪(Sonido - advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado

<b>R</b> ∞			
<b>2pole</b>	R <sub>K</sub>	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
<b>y</b>	LIMIT	Encendido/Apagado	Apagado
<b>4pole</b>	R LIMIT	0,000 Ω ... 9,99 kΩ	9,99 kΩ
	♪(Sonido - advertencia)	Encendido/Apagado	Apagado

### Almacenamiento de 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. Introduzca ahora el número de CÓDIGO. Se puede introducir cualquier combinación de tres dígitos.

*Nota*

*Una vez introducido un CÓDIGO, todos los valores subsecuentes programados sólo se podrán cambiar tras introducir el número de CÓDIGO. Una vez introducido un “CÓDIGO”, no se puede borrar ni cambiar a no ser que sea conocido. Si se ha programado un “CÓDIGO” desconocido, sólo lo puede leer o borrar el autor o el fabricante. Por tanto, anote aquí el “CÓDIGO” personal.*

CODE . . .

3. La introducción del código se realiza por medio de las teclas “CHANGE ITEM” y “SELECT”.
4. Al presionar la tecla “DISPLAY MENU” se completa la entrada.  
 El CODE habrá quedado almacenado y la pantalla mostrará “C ON”.
5. Si se reconoce la pantalla “C ON” presionando “DISPLAY MENU”, se muestra el primer parámetro de la función de medición seleccionada y se puede cambiar con las teclas “CHANGE ITEM” y “SELECT”.

6. El valor cambiado se almacena presionando la tecla “DISPLAY MENU”.
7. Al presionar la tecla “START TEST” se sale del programa de configuración.

*Nota*


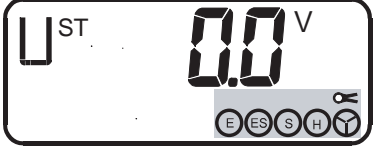


*Si los valores límite requeridos por la normativa legal se cambian de forma incorrecta, puede que se obtengan resultados de la pruebas erróneos.*


### **Eliminación de un código**


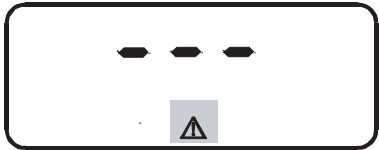
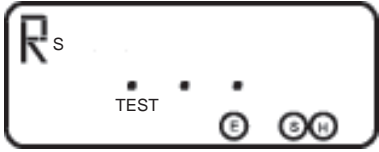
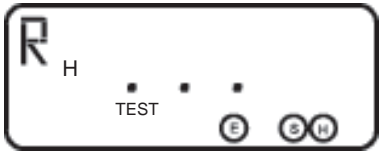
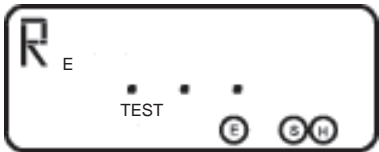
1. Presione simultáneamente las cuatro teclas y mueva el selector central de OFF (apagado) a la posición correspondiente a cualquier modo de medición.  
La pantalla muestra “C \_ \_ \_ ”.
2. Introduzca ahora el número de CODE existente.
3. La introducción del código se realiza por medio de las teclas “CHANGE ITEM” y “SELECT”. Al presionar la tecla “DISPLAY MENU” se completa la entrada.
4. La pantalla mostrará “C ON”. En el estado “C ON” se puede desactivar la función CODE presionando la tecla “CHANGE ITEM”. La pantalla mostrará “C OFF”.
5. Si se reconoce esta presentación presionando la tecla “DISPLAY MENU”, 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 puede programarse un nuevo CODE y usarse para configurar nuevos parámetros.


## Descripción de las pantallas

**Tabla 3. Descripción de las pantallas**

Función	Pantallas	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 cable de medición, o conexión incorrecta	Aparte de la de medición de voltaje, todas las funciones de medición están bloqueadas.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw029.eps</p>	Voltaje de la batería demasiado bajo	Cambie las baterías.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw030.eps</p>	Señal acústica activa	Advertencia acústica si se excede un límite.

Leyenda:  = se muestra destellando


Función	Pantallas	Condición	Nota
	 <p>edw031.eps</p>	Voltaje CA peligroso > 50 V	Aparte de la de medición de voltaje, todas las funciones de medición están bloqueadas.
Antes de "INICIO"	 <p>edw033.eps</p>	Selector giratorio en posición intermedia	Seleccione la posición correcta.
Después de "INICIO"	 <p>edw034.eps</p>	Se está probando la resistencia de sonda	Espere a los resultados.
	 <p>edw035.eps</p>	Punta de corrientes auxiliar - se está probando la resistencia.	Espere a los resultados.
	 <p>edw036.eps</p>	Se está probando la resistencia de masa.	Espere a los resultados.

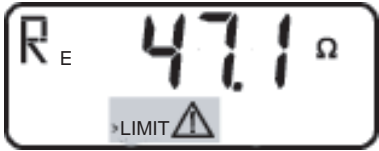
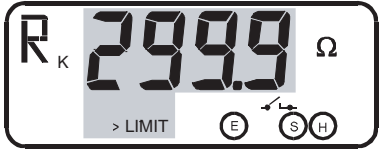



Legenda:  = se muestra destellando




**Earth/Ground Tester**  
Descripción de las pantallas


Función	Pantalla	Condición	Nota
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw037.eps</p>	Medición del circuito de masa; y el electrodo de masa auxiliar desconectado.	Compruebe la conexión del cable en las puntas de masa; el cable de medición puede estar defectuoso.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw038.eps</p>	Medición del circuito de masa; y el electrodo de sonda desconectado.	Compruebe la conexión del cable en las puntas de masa; el cable de medición puede estar defectuoso.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw039.eps</p>	Excedido el error máximo permisible debido a un sentido demasiado o a la resistencia de las puntas de masa auxiliares.	Intente humedecer el terreno o conectar una segunda punta de masa auxiliar en paralelo.
Después de "INICIO"	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw040.eps</p>	Rango de medición excedido.	El valor medido es mayor de 300 kΩ.

Legenda:  = se muestra destellando




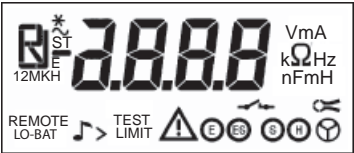
Función	Pantalla	Condición	Nota
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw041.eps</p>	El valor medido mostrado excede el LIMIT.	El valor medido es mayor que el LIMIT establecido.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw042.eps</p>	Compensación más alta que el valor medido.	Elimine 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.	Voltaje 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.


Leyenda:  = se muestra destellando

**Earth/Ground Tester**  
*Descripción de las pantallas*

Función	Pantalla	Condición	Nota
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>In reacciones al control de botón, etc.</p> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">egz046.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 amperimétrica o las corrientes "ascendentes".	Invierta la pinza o vea la nota de la página 28.
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>-E1-</p> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">edw048.eps</p>	Suma de comprobación de EE PROM incorrecta.	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>-E2-</p> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">edw049.eps</p>	Avería en el hardware (p. ej., sobrecarga de corriente).	Apague o encienda si continúa la avería; Puede que aparezca el símbolo cuando use medición sin estacas en circuitos de baja resistencia.

Leyenda: = se muestra destellando

Función	Pantalla	Condición	Nota
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw050.eps</p>	Avería en el acceso a la memoria EE PROM.	Póngase en contacto con el servicio técnico.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw051.eps</p>	Avería de computación interna.	
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw052.eps</p>	Sobrecarga térmica.	Enfríe completamente.
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">edw053.eps</p>	El voltaje de la batería decrece con la medición.	La resistencia interna de la batería es demasiado alta (desgastada, baja temperatura). Cambie la batería, caliente el instrumento.

Leyenda:  = se muestra destellando

## Cuidado y mantenimiento

Si se usa y trata adecuadamente, el instrumento no necesita mantenimiento. Para limpiarlo, use sólo un paño húmedo con algo de agua y jabón o un

detergente para el hogar o alcohol. No utilice productos de limpieza agresivos ni disolventes (trileno, cloretano, etc.).

Los trabajos de mantenimientos deben realizarlos personal autorizado y debidamente adiestrado.

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

### **Precaución**

**Antes de cualquier mantenimiento, reparación o cambio de piezas, el instrumento debe desconectarse de todas las fuentes de voltaje.**

## **Cambio de las baterías**

### *Nota*

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

Este instrumento está equipado con seis baterías de 1,5 V IEC RL 6 o tipo AA. Si después de presionar el botón START, todos los segmentos de la pantalla se encienden (reinicios del instrumento, pruebas en pantalla) o si aparece “LO-BAT” en la pantalla durante una medición, debe cambiarse la batería o recargarse los acumuladores.

### **Precaución**

**Para el cambio de las baterías, el cable de medición debe estar desconectado y el instrumento apagado. Ahora, se pueden aflojar los dos tornillos situados en la parte posterior del instrumento con una herramienta adecuada (destornillador) y retirar la cubierta de la batería. Cuando cambie las baterías, tenga en cuenta la polaridad correcta.**

Cambie siempre el juego completo de baterías.

### *Nota*

*Para protección de medio ambiente, deshágase de las baterías de forma adecuada.*

## **Recalibración**

Este instrumento excede las precisiones prescritas en el momento de salir de fábrica. Para que siga en este estado, recomendamos realizar comprobaciones periódicas a intervalos de un año. Para ello, póngase en contacto con el centro de ventas o de servicio más cercano.

Como característica extra del servicio le ofrecemos una comprobación y calibración periódicas de los medidores. Puede solicitar, abonando una tarifa, certificados de prueba de la compañía o del servicio de calibración público, lo que prefiera. Estas peticiones se realizarán de forma general o con registros de prueba adicionales (puntos de medición), según su solicitud.

## **Servicio**

Si sospecha que ha fallado el comprobador, revise este manual para asegurarse de que lo está operando correctamente. Si el medidor sigue funcionando incorrectamente, empaquételo de forma segura (si es posible, en el contenedor original) y envíelo, con gastos pagados, 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 localizar un centro de servicio autorizado, llame a Fluke a través de cualquiera de los teléfonos que se indican a continuación:

EE. UU.: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)

Canadá: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)

Europa: +31 402-678-2005

Japón: +81-3-3434-0181

Singapur: +65-738-5655

Desde cualquier otro país: +1-425-446-5500

O visítenos en Internet: [www.fluke.com](http://www.fluke.com).

Para registrar su producto, visite [register.fluke.com](http://register.fluke.com)

## **Almacenamiento**

Si el instrumento se va a almacenar o no se va a utilizar durante algún tiempo, debe retirarse la batería y guardarla por separado para protegerla de daños por fuga del electrolito.

# **Apéndice A**

## **Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas**

### **Introducción**

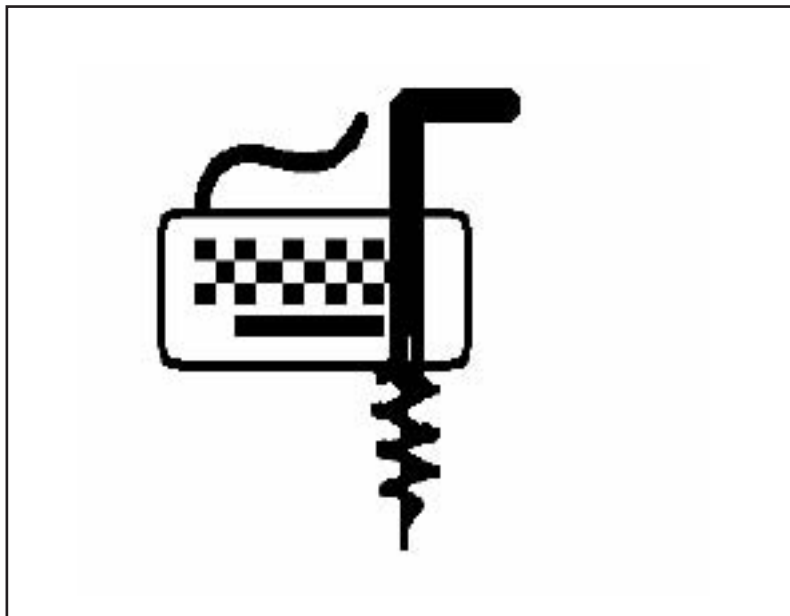
La comprobación sin estacas proporciona al comprobador de tierra la capacidad exclusiva de medir resistencias de individuales en sistemas con varias conexiones a tierra usando dos transformadores de corriente de enganche.

No es necesario usar estacas de tierra.

Antes de que estuviese disponible este método, los usuarios tenían que desconectar cada ruta de masa que fuese a comprobarse de otras conexiones a masa para eliminar la influencia de las rutas de masa paralelas.

Se trataba de un proceso, como mínimo, largo y, en muchos casos, peligroso.

Una vez desconectado, se usaba el método de comprobación estándar de 3 polos/terminales de tierra, que requiere una estaca de masa auxiliar. Además de requerir tiempo adicional, en muchos casos es difícil, a veces imposible, encontrar ubicaciones para de las estacas de tierra. El método de comprobación de la resistencia de tierra “sin estacas” elimina esos problemas y complementa de forma ideal a los métodos de comprobación del comprobador de tierra sin estacas.



edw060.eps

## Especificaciones

Datos generales: Unidad adaptadora para uso con los comprobadores de tierra en el modo:  $R_E$  3 polos (pedido nº EI-1625)

Toda la información contenida en esta sección se refiere exclusivamente a esta aplicación.

Principio:	Comprobación de tierra sin usar estacas de masa para la sonda y el electrodo de masa auxiliar.
Rango de temperaturas de trabajo	-10 °C ... +55 °C.
Rango de temperaturas de funcionamiento	0 °C ... +30 °C.
Rango de temperaturas de almacenamiento	-30 °C ... +70 °C.
Estándar de calidad:	Desarrollado, diseñado y fabricado para cumplir la norma DIN ISO 9001.



## **Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas**

### *Principio de operación*

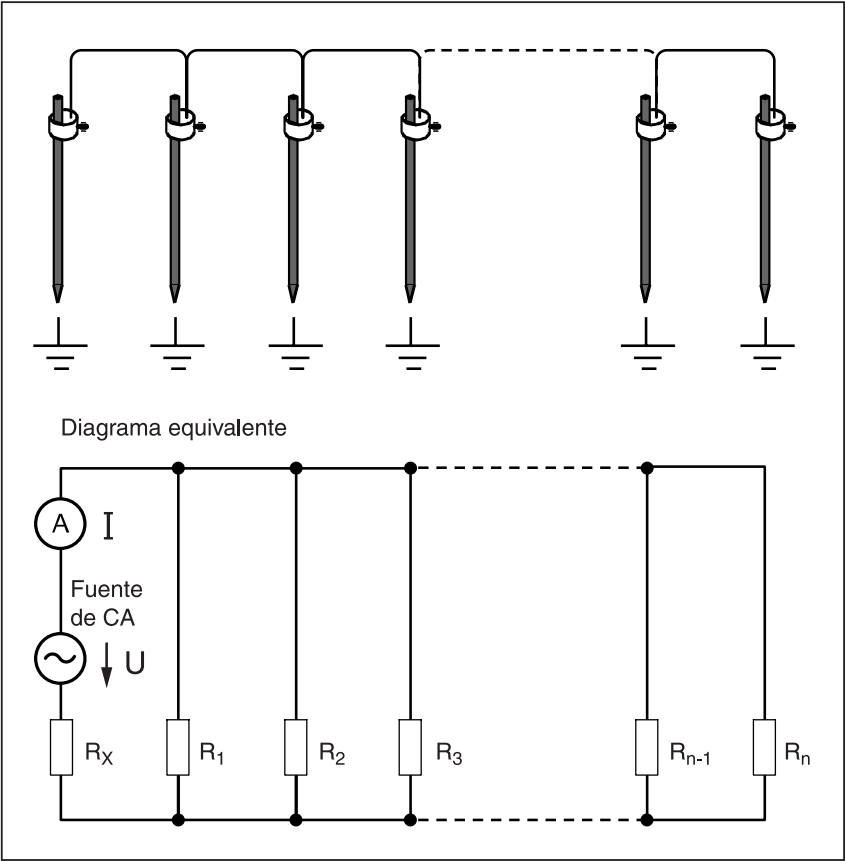
---

Dimensiones	Longitud total del cable adaptador de 1,8 m, longitud del cable blindado para CT de enganche de 1,5 m.
Error de operación*:	$\pm$ (10 % de m.v. + 5 dígitos).
Rango de exhibición*:	0,010 $\Omega$ ... 130 $\Omega$ .
Frecuencia de medición:	128 Hz.
Medición de tensión:	$U_m=48$ V CA (primario).
Rango de medición*:	0,020 $\Omega$ ... 100 $\Omega$ .
Resolución:	0,001... 0,1 ohm
*cuando se use:	CT EI-162AC para inducir voltaje y CT EI-162X para detectar corriente. Distancia recomendada entre CT: 10 cm

## ***Principio de operación***

### ***Finalidad***

Comprobación de las resistencias de conexiones de tierra individuales en sistemas con conexiones de tierra en paralelo (sistemas con varias conexiones a tierra).



egz061.eps

$$\frac{U}{I} = R_x + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

## Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas

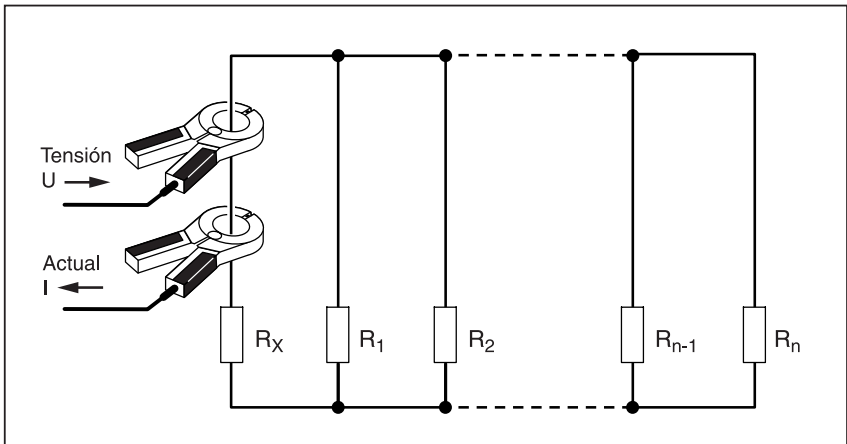
### Principio de operación

Si la conexión en paralelo de los resistores,  $R_1 \dots R_n$ , es considerablemente inferior que la conexión a tierra que se está probando  $R_x$ :

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \ll R_x$$

$R_x = \frac{U}{I}$  es un método razonable.

El voltaje de prueba ( $U$ ) se aplica sin desconectar la varilla de tierra o la conexión eléctrica directa por medio de un transformador de corriente de enganche y la corriente detectada por un segundo transformador de corriente.

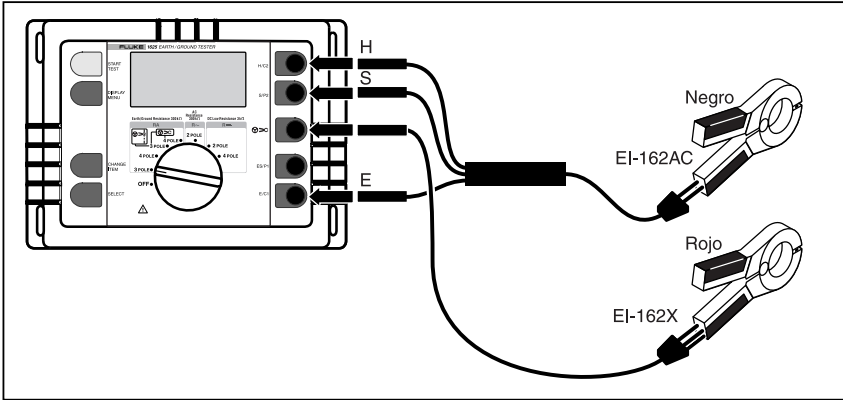


egz062.eps

Tras la rectificación sincrónica de la corriente y el voltaje, el comprobador muestra  $R_x$ .

## Operación

Conecte el adaptador de acuerdo con el diagrama y las designaciones E, S y H (C1, P1 y P2 para la versión de EE.UU.) al comprobador y a una pinza amperimétrica.



egz063.eps

Use el cable de prueba contenido en el juego para conectar la segunda pinza amperimétrica a la toma. Compruebe que las conexiones tienen la polaridad correcta. Gire el selector giratorio del comprobador hasta la posición  $R_E$  3 polos.

### Nota

*Use sólo transformadores de corriente que se indiquen en este manual.*

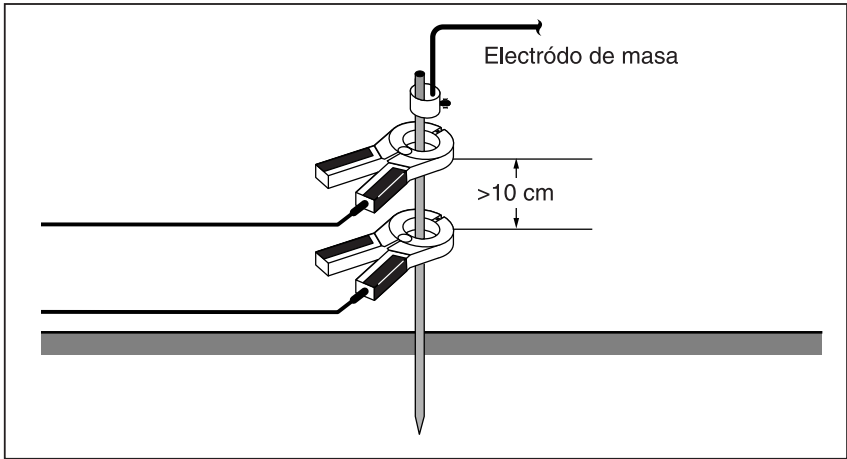
Sujete ambos transformadores alrededor del conductor de tierra que se va a comprobar.

### Nota

*Intente dejar una distancia > 10 cm entre las pinzas para obtener unos resultados óptimos.*

## Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas

### Principio de operación



egz064.eps

Si se presiona el botón START aparecerá el valor de  $R_E$

#### Nota

*En este modo en concreto, los valores de  $R_H$  y  $R_S$  no tienen significado.*

### Configuración del comprobador

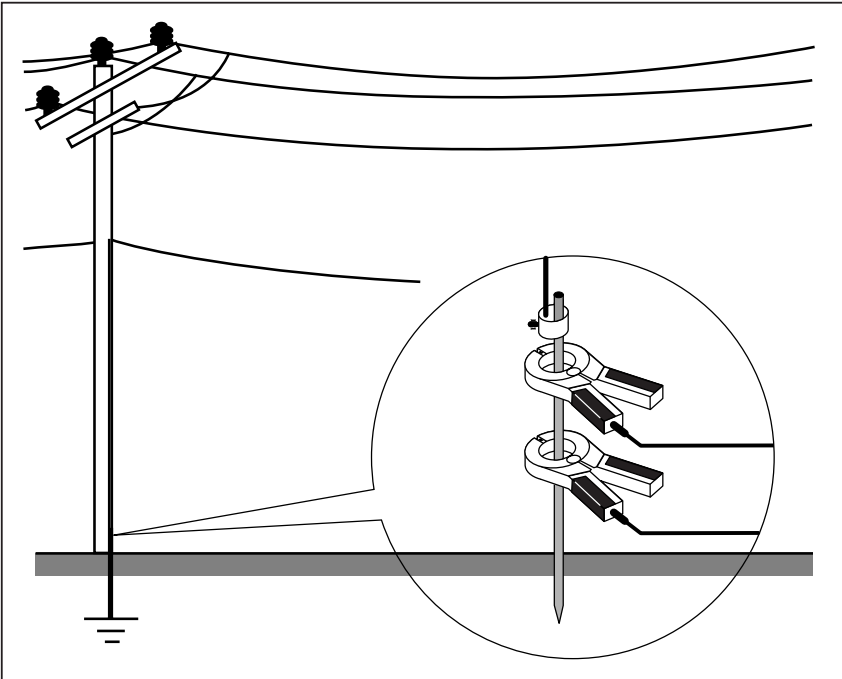
Consulte la sección Operación en el manual de instrucciones de los comprobadores.

El selector giratorio del comprobador debe estar en la posición  $R_E$  3pole.

- $U_m$  Configure el voltaje de prueba en 48 V (valor estándar)
- $R_k$  Configure la resistencia de compensación en 0,000 ohm
- I Configure la tasa del transformador en 1,000 (valor estándar)
- $R^*$  Configúrelo en OFF (sin significado en este modo).

## Aplicaciones

Ejemplo 1: Varilla de tierra en polos de alimentación.



edw065.eps

Ejemplo 2: Pruebas en sistemas con varias conexiones a tierra (interconectados):

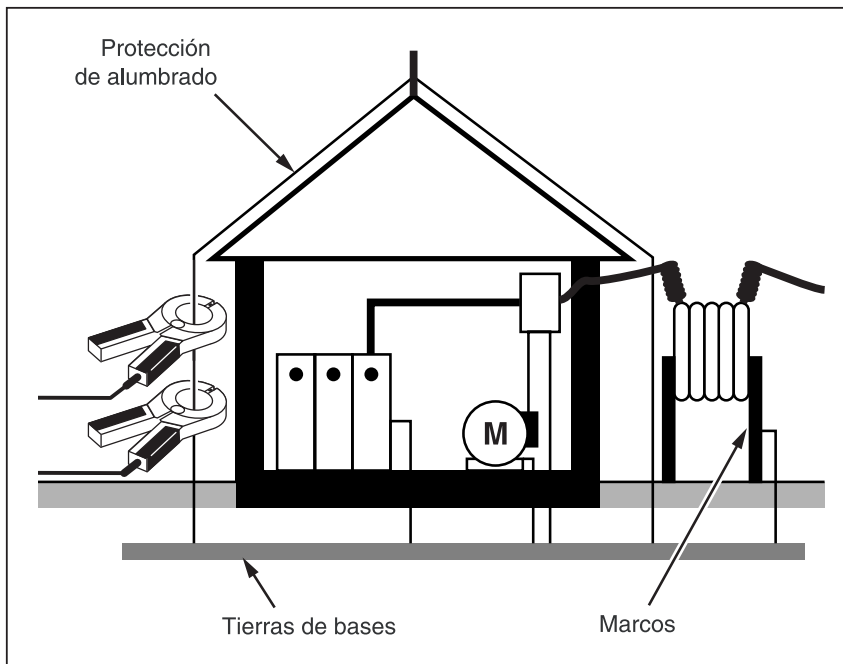
Por ejemplo, los conductores de tierra están unidos a rejillas o conexiones de tierra de bases de hormigón y otros elementos conductores, como los sistemas de protección de alumbrado o los marcos.

En este caso, carece de importancia la resistencia de cada ruta de tierra.

Debe probarse si la resistencia de la unión es suficientemente baja y fiable.

# Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas

Principio de operación




egz066.eps

### Descripción de las pantallas


Con las comprobaciones de tierra sin estacas, algunas combinaciones de pantallas tienen determinado significado.

Pantallas	Significado	Nota
 <p>edw067.eps</p>	<p>La polaridad del CT está invertida.</p>	<p>Gire un CT</p>
 <p>edw068.eps</p>	<p>La resistencia durante la prueba está por debajo del rango de medición o el cable del adaptador está enchufado de forma incorrecta al comprobador de tierra.</p>	<p>Apague y encienda para la siguiente prueba</p>

Leyenda:  = se muestra destellando



**Comprobación de resistencia de tierra/masa sin estacas**  
*Principio de operación*

Pantallas	Significado	Nota
	<p>La resistencia durante la prueba está por encima del rango de medición.</p>	

Leyenda:  $\triangle$  = se muestra destellando



# **Apéndice B**

## **Resistencia de la conexión a masa**

### **Introducción**

Por definición, la resistencia de la conexión a masa está compuesta por varias resistencias individuales.

1. La resistencia del cable de conexión al electrodo de masa.
2. La resistencia del electrodo de masa real, varilla de conexión a masa, placa de conexión a masa, banda de conexión a masa, el electrodo de masa de malla, etc.
3. La resistencia de disipación, la resistencia entre el electrodo de masa y el potencial del terreno.

El cable de conexión y la resistencia del electrodo de masa son insignificamente pequeños tras un correcto dimensionamiento, por lo que la resistencia de la conexión a masa depende sobre todo de la resistencia de disipación. Esto revela que es necesario realizar una medición exacta de la resistencia de disipación para determinar las condiciones exactas de la conexión a masa para tomar medidas de protección. Puesto que la resistencia de disipación o sólo depende de la resistividad específica del terreno, es decir, de la resistencia del terreno real (grava, arcilla, granito), sino también y en gran medida de la forma del electrodo de masa, debe realizarse una comprobación metrológica incluso aunque se conozcan bien la posición del electrodo de masa y el estado del terreno.

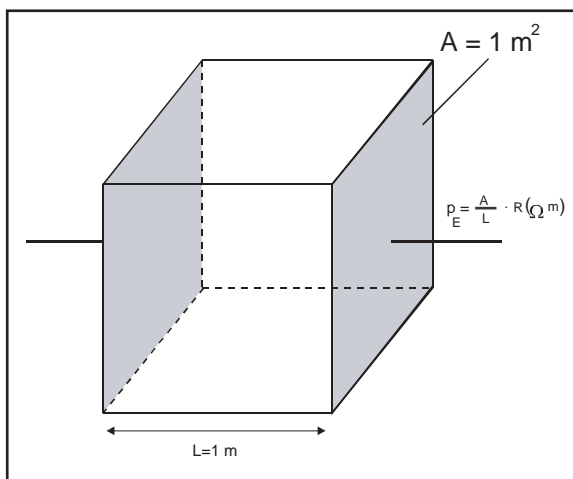
Para redimensionar un sistema de conexión a masa, p. ej., una protección de alumbrado, se puede realizar un cálculo aproximado de acuerdo con la tabla siguiente. Como base para este cálculo de la resistividad del terreno, debe saberse el punto en donde se va a instalar el electrodo de masa.

Tipo de terreno	Resistividad del terreno [ $\rho_e$ ]	Resistencia de la conexión a masa ( $\Omega$ )					
		Profundidad en metros de la varilla de conexión a masa			Banda de conexión a masa m		
	$\Omega.m$	3	6	10	5	10	20
Terreno de mantillo húmedo, terreno de páramo	30	10	5	3	12	6	3
Terreno de granja, arcilloso	100	33	17	10	40	20	10
Terreno arcilloso arenoso	150	50	25	15	60	30	15
Terreno arenoso húmedo	300	66	33	20	80	40	20
Terreno arenoso seco	1000	330	165	100	400	200	100
Hormigón 1: 5	400				160	80	40
Grava húmeda	500	160	80	48	200	100	50
Grava seca	1000	330	165	100	400	200	100
Terreno pedregoso	30000	1000	500	300	1200	600	300
Roca	$10^7$	-	-	-	-	-	-

\* para mezclas de hormigón 1: 7 los valores deben aumentarse en un 24 %

### Resistividad del terreno $\rho_E$

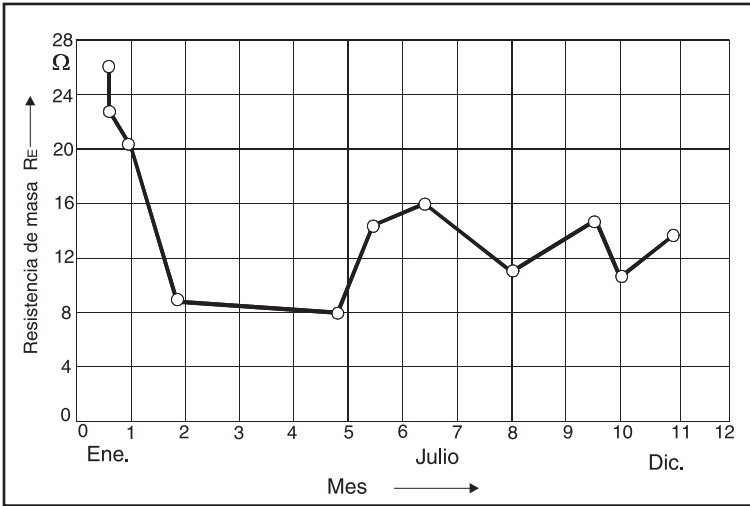
La resistividad del terreno es la resistencia medida entre dos superficies opuestas de un cubo formado por material de terreno homogéneo con una longitud lateral de un metro. La unidad está en  $\Omega\text{m}$  (vea la imagen).



edw054.eps

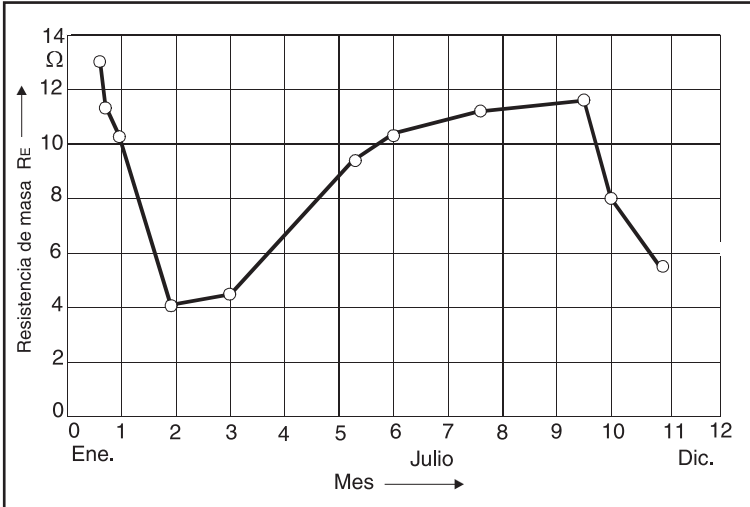
La resistividad del terreno depende en gran medida de la clase de material (terreno de granja, arena seca, arena húmeda, hormigón, grava, etc.), pero también de los cambios estacionales. Un terreno seco tiene una mayor resistividad que uno húmedo y la tierra congelada tiene más que la seca la arena seca y caliente (vea la imagen).

Los dos ejemplos siguientes muestran el cambio de resistividad durante el transcurso de un año.



egz055.eps

Cambio temporal de la resistencia de la conexión a masa de un electrodo de masa conductor (banda de masa, cable de masa).

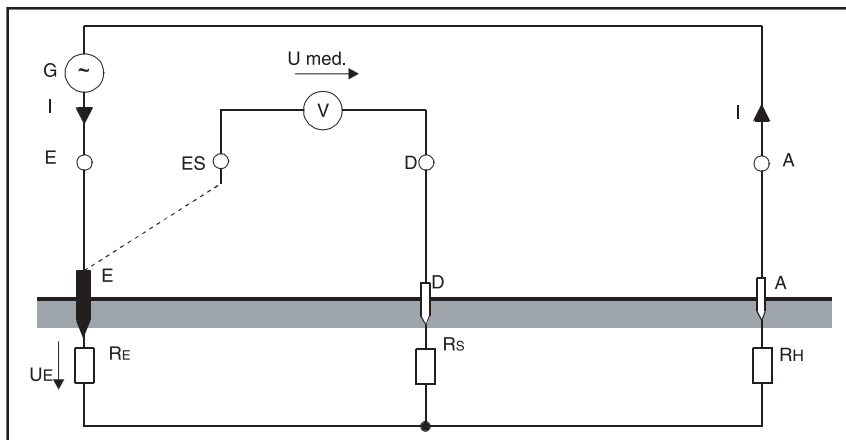


egz056.eps

Cambio temporal de la resistencia de la conexión a masa de un electrodo de masa enterrado (tubería de masa, placa de masa).

### **Método de medición**

El método de medición del voltaje de la corriente se basa en el circuito de diagrama de bloques representado en la figura siguiente.



egz057.eps

Un generador de CA  $G$  suministra corriente  $I$  a través del electrodo de masa  $E$  (resistencia de electrodo de masa  $R_E$ ) y del electrodo de masa auxiliar  $A$  (resistencia de electrodo de masa auxiliar  $R_H$ ).

El voltaje  $U_E$  cae en la resistencia de la conexión a masa  $R_E$  ( $U_E$  proporcional a  $R_E$ .) Este voltaje lo recoge y mide la sonda  $S$ . Con el conocido como circuito de tres cables, las tomas del instrumento  $E$  y  $ES$  se conectan entre sí. En un circuito de cuatro cables, se utiliza uno distinto para conectar la toma  $ES$  con el electrodo de masa.

Con eso, no se mide la caída del voltaje en el cable entre la toma  $E$  y el electrodo de masa. Puesto que el circuito de medición del voltaje tiene una impedancia tan alta, la influencia de la resistencia de sonda  $R_S$  es insignificante dentro de ciertos límites.

De esta forma, la resistencia de la conexión a masa evoluciona

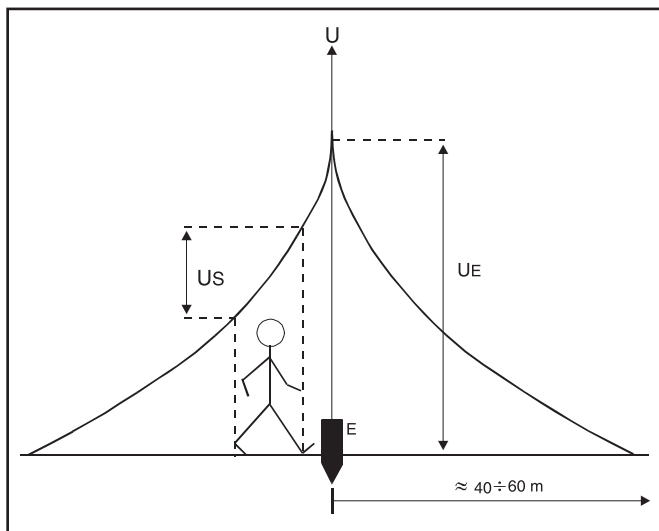
$$R_E = \frac{U_{med.}}{I}$$

y es independiente de la resistencia del electrodo de masa auxiliar  $R_H$ . El generador funciona a una frecuencia de entre 70 y 140 Hz.

Tiene que mantener una distancia mínima de 5 Hz a una de las frecuencias nominales entre 16 2/3, 50 ó 60 Hz y sus ondas armónicas. Se inserta un filtro selectivo de frecuencia ajustado a la del generador.

## Zona gradiente de potencial

Alrededor de cada electrodo de masa se desarrolla una zona conocida como de gradiente potencial durante el flujo de una corriente eléctrica (vea la imagen siguiente).



egz058.eps

Si se mide el voltaje entre el electrodo de masa y una sonda con una distancia “a” desde el electrodo de masa, el valor aumenta a medida que lo hace la distancia. Cuando el voltaje deja de aumentar, la sonda se nivela con el potencial de masa  $V$ ; es decir, fuera de la zona gradiente de potencial.

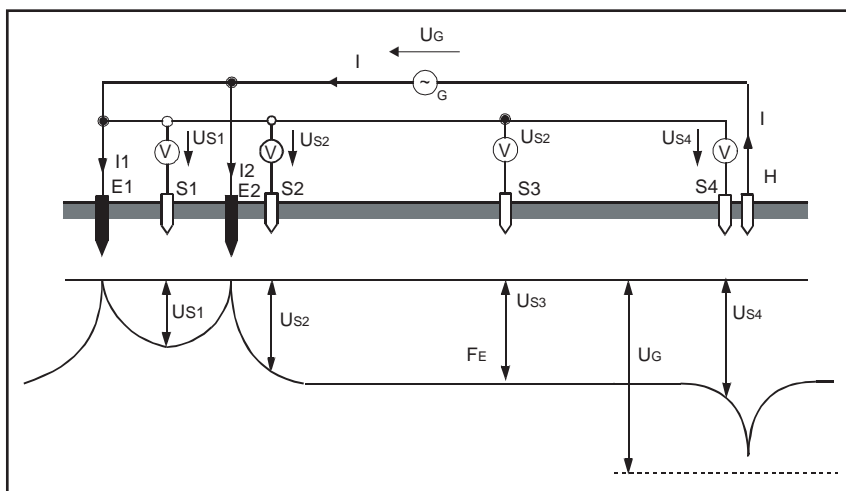
Es la resistividad del terreno la que afecta principalmente al diámetro de la zona gradiente de potencial. Esto significa que los diámetros en terrenos con una mala conductividad son, en consecuencia anchos (30 ... 60 m) y los que tienen una buena conductividad son estrechos (10 ... 15 m).

La determinación de la resistencia de la sonda y del electrodo de masa auxiliar proporciona información sobre el tamaño de una posible zona de gradiente potencial. Las altas resistencias conllevan grandes zonas de gradiente y viceversa. En este contexto, debe tenerse en cuenta que el terreno con una buena conductividad y, en consecuencia, con zonas de gradiente potencial pequeñas dan como resultado una forma de voltaje relativamente escalonada y, por tanto, un voltaje altamente escalonado, relativamente. Si fuese necesario, debe realizarse una comprobación del potencial de ese sistema.



### **La influencia de las zonas de gradiente potencial en la medición de la resistencia de tierra**

Para recoger la caída real de voltaje de la resistencia de la conexión a masa (= la resistencia entre el electrodo de masa y el potencial del terreno  $F_E$ ) debe asegurarse que la sonda está situada fuera de la zona de gradiente de potencial de todos los electrodos de masa conectados y el electrodo de masa auxiliar H.



edw059.eps

Una sonda colocada dentro de una zona de gradiente potencial produce resultados de medición incorrectos. Como se puede ver en la imagen anterior, los voltajes de sonda  $U_{S1}$  y  $U_{S2}$  de las sondas  $S_1$  y  $S_2$  suministran un valor demasiado bajo, lo que significa también que la resistencia de la conexión a masa parece ser inferior de lo que es realmente (baja resistencia). Por otra parte, la sonda  $S_4$  con  $U_{S4}$ , recoge un valor demasiado alto, lo que indica unas condiciones de conexión a masa peores (alta resistencia).

Sólo la sonda D recoge el voltaje correcto entre el electrodo de masa y el potencial del terreno  $F_E$ .

Por esa razón es aconsejable repetir cada medición con las sondas recolocadas y sólo mirar a una medición correcta y exacta si hay varios resultados de mediciones posteriores con los mismos valores.

Normalmente, es suficiente una distancia de 20 m al electrodo de masa y de las sondas entre sí.

### *Impedancia de masa ( $R^*$ ) en líneas de transmisión de alta tensión*

Las conexiones a masa de las torres de líneas de transmisión están interconectadas a través del cable de masa aéreo.

Este cable no sólo es óhmico. También hay inductividad y resistividad ( $L'$ ,  $R'$ ). Para el cálculo de la corriente de cortocircuitos debe determinarse esta impedancia a la frecuencia de la línea.

La inductividad y la resistividad se conocen en la mayoría de los casos. Por tanto, se puede calcular la impedancia real de cada punto de la línea mediante un cálculo complejo que tiene en cuenta resistencia individual de la torre. Este cálculo debe realizarse para cada torre.

Con este instrumento de masa se puede medir la impedancia.

La parte inductiva de la impedancia del cable aéreo depende de la frecuencia.

En consecuencia, la frecuencia de medición aplicada por el comprobador debe estar próxima a la frecuencia del suministro eléctrico principal para obtener lecturas correctas.

Por este motivo, los comprobadores normales que usan frecuencias entre 70 y 140 Hz muestran lecturas incorrectas. Este instrumento mide con 55 Hz para estar suficientemente cerca a la frecuencia de línea de 50 / 60 Hz pero poder evitar interferencias con ellas.