

Instituto Tecnológico Nacional de México
Campus Apizaco

Nombre del Proyecto

“Manual de procedimientos de Equipos de Pruebas Básicas a Transformadores”

(DTR, MICROHMETRO, MEGOHMETRO)

Alumna: Nataly Guadalupe González Jiménez

Matricula: 19371494

Carrera: Ing. en Administración

Periodo de realización: 11 de enero al 11 de junio del 2024

Empresa:

OLG Energy Projects



Capítulo I

Agradecimientos

A mis padres **Antonio González Hernández** y **Alicia Jiménez Rodríguez** que con su apoyo incondicional en cada uno de mis días he podido lograr esto, a su esfuerzo que todos los días de lunes a domingo han hecho para poder darme esa mano cuando más la necesito, el no dejar que mis ánimos decayeran en ningún momento motivándome para ser mejor cada día.

El darme todas las facilidades que existieran para poder estar en este momento y cada uno de sus sacrificios. Sin duda alguna no hay manera de pagarles todo lo que ellos han hecho por mí,

Papi, Mami TE AMO, MUCHAS GRACIAS.

A mi hermana **Dulce Yamilet González Jiménez**, que me enseñó de forma inesperada a como ser una persona responsable y coherente al ver que ella sigue mis pasos me motivo a ser mejor persona cada día. Este reto de estar lejos nos enseñó que no hay mejor confidente y amiga que ella.

De igual forma a la empresa **OLG ENERGY PROJECTS**, que me abrió las puertas para formar parte de su equipo, enseñándome a resolver como una buena ingeniera, no cabe duda que siempre tendré muy presente cada una de las palabras que el Ing. Alejandro Olguin me compartió durante mi estancia en su empresa.

Y por último a todas esas personas que formaron parte de mi formación académica y personal a lo largo de mi vida. ¡Muchas Gracias!

Resumen

Entender los principios básicos de la electricidad es crucial para comprender cómo funcionan los dispositivos y sistemas eléctricos, así como para aprovechar de manera segura y eficiente la energía. A través del estudio de la electricidad, podemos explorar conceptos como **voltaje, corriente, resistencia**.

La electricidad se basa exclusivamente en la teoría electrónica, la cual establece que todos los efectos eléctricos y electrónicos obedecen al desplazamiento de los electrones de un lugar a otro o a que hay una cantidad demasiado grande o demasiado pequeña de electrones en una zona determinada.

Para obtener o mantener una diferencia de carga entre dos puntos se necesita energía. Cuando se conecta un conductor entre estos dos puntos, fluirá una corriente. Al gasto de energía se le llama trabajo y tiene una medida como la mayoría de las cosas. Constituyéndose en 2 principales tipos de energía: **Corriente variable** y **Corriente continua**.

Al conocer los componentes básicos de la electricidad y cómo funciona se podrá conocer más a fondo el trabajo que realiza un transformador de la energía ya que, son componentes esenciales en los sistemas eléctricos que están directamente relacionados con el voltaje, la corriente, la resistencia y la potencia de la electricidad, y permiten la adaptación, transmisión y distribución eficientes de la energía eléctrica.

Los transformadores se pueden clasificar en diferentes tipos según varios criterios, como su aplicación, diseño o configuración.

En este contexto la transmisión y distribución de energía eléctrica, los transformadores juegan un papel fundamental al facilitar la conversión y el transporte eficiente de la energía eléctrica a través de diferentes niveles de voltaje. Dada su importancia en el suministro eléctrico, es esencial garantizar que los transformadores funcionen de manera segura, confiable y eficiente en todo momento. En este sentido, las pruebas básicas a transformadores desempeñan un papel crucial al proporcionar una evaluación completa de su rendimiento y estado operativo.

Estas pruebas abarcan una variedad de aspectos fundamentales del transformador, desde la integridad del aislamiento hasta la precisión de la relación de transformación, pasando por la resistencia de los devanados y la eficiencia energética. (Endesa, 2023).

El tema principal del presente manual de procedimientos en donde se conocerá el paso a paso de la utilización, para optimizar los tiempos de trabajo y proporciona una guía completa para la realización de pruebas eléctricas, mecánicas y dieléctricas, con el objetivo de garantizar la seguridad, confiabilidad y eficiencia operativa de los transformadores en el sistema eléctrico. Al seguir estas recomendaciones y procedimientos, los técnicos y profesionales en el campo eléctrico pueden asegurar una operación segura y eficiente de los transformadores, contribuyendo así al funcionamiento confiable y continuo de las redes eléctricas

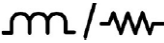
Índice

Capítulo I	1
Agradecimientos.....	1
Resumen	2
Índice.....	4
Capitulo II Generalidades del proyecto	9
Introducción	9
Descripción de la empresa	11
Problemas a resolver	12
Objetivos.....	12
<i>General</i>	12
<i>Específicos</i>	12
Justificación	13
Capitulo III Marco teórico	13
Capitulo IV Desarrollo	31
Capitulo V Resultados.....	33
I. Introducción.....	33
II. Objetivo	33
III. Procedimiento.....	35
1. Medidor de Relación de Trasformación (DTR) Md.8510	35
1.1 <i>Propósito del procedimiento</i>	35
1.2 <i>Alcance</i>	35
1.3 <i>Referencias</i>	36
1.4 <i>Definiciones</i>	36
1.5 <i>Método de trabajo</i>	36
1.5.1 <i>Políticas y lineamientos</i>	37
1.6. <i>Presentación de equipo</i>	37
1.6.1 <i>Descripción de equipo</i>	37
1.6.3 <i>Características</i>	41
1.6.4 <i>Funcionamiento</i>	42
1.7 <i>Configuración del instrumento</i>	42
1.7.1 <i>Fijar reloj</i>	42
1.7.2 <i>Seleccionar placa</i>	43

1.7.3	Introducir placa de identificación	44
1.7.4	Selección del tipo de prueba.....	45
1.7.5	Selección del modo de prueba	46
1.7.6	Selección modo de registro	46
1.7.7	Selección de filtro.....	46
1.7.8	Borrar memoria.....	47
1.7.9	Selección de idioma	48
1.7.10	Restauración de parámetros por defecto	48
1.8	Retornar datos.....	49
1.9	Utilización.....	50
1.9.1	Puesta bajo tensión.....	50
1.9.2	Ejecución de una prueba	51
1.9.2.1	Prueba TV/TP.....	51
1.9.2.2	Registro de los resultados de las medidas (modo manual/automático). 54	
1.9.2.2.1	Modo manual.....	54
1.9.2.2.2	Modo automático	55
1.9.3	Corriente de excitación TV/TP	55
1.9.4	Prueba de continuidad TV/TP	55
1.9.5	Prueba TC	56
1.10	Consejo para realizar medidas de relación precisas.....	58
1.11	Prueba de relación 1:1.....	58
1.12	Conexiones.....	59
1.13	Instalación de DATAVIEW	61
14	Abrir el panel de control.....	63
1.15	Utilización del panel de control.....	65
1.16	Configurar el DTR	67
1.17	Ejecución de una prueba.....	69
1.18	Descargar una prueba	70
1.19	Guardar los resultados de las medidas.....	71
1.20	Creación de informe.....	72
1.21	Creación de informe.....	73
1.22	Mantenimiento.....	74
1.22.1	Carga de la batería.....	74
1.22.2	Limpieza	77

1.22.3 Anexos (Mensajes visualizados)	77
2. Medidor de Resistencia de Aislamiento Megóhmetro 6550	81
2.1 Propósito del procedimiento.....	81
2.2 Alcance.....	81
2.3 Referencias	81
2.4 Definiciones	82
2.5 Método de trabajo	82
2.5.1 Políticas y lineamientos	82
2.6 Presentación de equipo.....	83
1.7 Configuración.....	88
1.7.1 Ajuste de brillo y contraste	88
1.7.1 Seleccionar idioma	88
1.7.1 Selección de la compensación del cable de medida	89
1.7 medida de tensión AC/ DC.....	89
2.9 Medida de aislamiento	90
2.9.1 Descripción del principio de medida.....	91
2.9.2 Con una tensión fija.....	91
2.9.3 Con una tensión variable.....	92
2.9.4 Con una rampa de tensión	93
2.9.5 Con una tensión en escala.....	94
2.9.6 Conexión	95
2.9.7 Antes de la medida	97
1.9.6 Durante la medida.....	98
2.9.9 Después de la medida	100
2.10 indicación de errores	102
2.11 DAR (Relación de Absorción Dieléctrica) Y PI (Índice de Polarización).....	102
2.11.1 Medida	103
2.12 Interpretación de los resultados.....	105
2.13 DD (Índice de Descarga Dieléctrica).....	105
2.13.1 Medida.....	106
2.13.2 Interpretación de los resultados	108
2.14 Medida de capacidad.....	108
2.15 Medida de corriente residual.....	108

2.16	Funciones complementarias	108
2.16.1	Tecla TEMP	108
2.17	Tecla ALARM	111
2.18	Tecla CONFIG	111
2.18.1	Antes de la medida	111
2.18.2	Durante la medida	117
1.11	Tecla Display	118
1.12	Tecla Graph	118
2.21	Tecla Filter	120
2.22	Tecla HELP	122
2.23	Configuración (SET- UP).....	123
2.23.1	Volver a la configuración por defecto	123
2.23.2	Parámetros generales	124
10.23.1	Parámetros de medida	125
2.23.4	Programaciones de las tensiones de prueba	126
2.24	Función memoria	128
2.24.1	Registro de las medidas	128
2.24.2	Lectura de los valores guardados	131
2.24.3	Borrar la memoria	134
2.24.3.1	Borrar un registro.	135
2.24.3.2	Borrar todos los registros	136
2.25	Lista de los errores codificados	137
2.26	Software de transferencia de datos.....	138
2.27	Condiciones de referencia	140
2.28	Alimentación	147
2.29	Limpieza.....	148
3.	Resistencia de devanados Micróhmetro Md. 6225.....	150
3.1	Propósito del procedimiento.....	150
3.2	Alcance.....	150
3.3	Referencias	150
3.4	Definiciones.....	151
3.5	Método de trabajo	151
3.5.1	Políticas y lineamientos	151

3.6	Presentación de equipo.....	152
3.6.1	Descripción de equipo.....	152
3.7	Uso / Modo Operativo.....	158
3.7.1	Conexiones	158
3.7.2	Secuencia de uso	158
3.8	Selección del Modo de Resistencia Sélfica 	159
3.8.1	Medida en modo de resistencia sélfica	159
3.8.2	Medida en modo des resistencia asélfica.....	161
3.9	Compensación de la temperatura: $R(\Theta)$	163
3.9.1	Principio	163
3.9.2	Modo Operatorio	164
3.10	Activación de alarmas.....	164
3.11	Memorización y relectura de las mediciones.....	165
3.11.1	Memorización de los resultados (MEM)	165
3.11.2	Relectura de los resultados memorizados (MR).....	166
3.12	Configuración del aparato: SET – UP.	167
3.12.1	Menú programación	168
3.12.2	Borrado de memoria.....	170
3.13	Impresión de los resultados (PRINT/PRINT MEM).....	170
3.13.1	Impresión inmediata de la medida (PRINT).....	171
3.13.2	Impresión de los resultados memorizados (PRINT MEM)	171
3.14	Lista de errores codificados	172
3.15	Características	173
3.16	Alimentación	174
3.17	Condiciones ambientales	174
3.17	Limpieza.....	175
Capítulo VI		176
	Conclusiones	176
	Recomendaciones	176
	Experiencia personal profesional	177
Capitulo VII		177
	Competencias desarrolladas.....	177
Bibliografía		178

Capítulo II Generalidades del proyecto

Introducción

La electricidad es la forma de energía que surge a partir de los fenómenos físicos asociados a las cargas eléctricas estáticas o en movimiento. Esta constituye una forma de energía que está presente en casi todas las actividades del hombre de una sociedad desarrollada, ya que gran parte de los aparatos y máquinas que usamos funcionan con electricidad, se manifiesta a través de la carga eléctrica, ya sea en forma de corriente eléctrica, que es el movimiento de electrones a través de un conductor, o en forma de campos electromagnéticos.

Entender los principios básicos de la electricidad es crucial para comprender cómo funcionan estos dispositivos y sistemas eléctricos, así como para aprovechar de manera segura y eficiente esta valiosa forma de energía. A través del estudio de la electricidad, podemos explorar conceptos como **voltaje, corriente, resistencia**, circuitos eléctricos y generación de energía eléctrica, entre otros, lo que nos permite aplicar estos conocimientos en diversos campos como la ingeniería, la medicina, la comunicación y la investigación científica.

Pero ¿cómo llega la electricidad a cada casa? Para poder hacer uso común de la energía eléctrica consta a grandes rasgos de 5 etapas:

1. **Generación:** La electricidad se produce en centrales eléctricas, donde se convierte la energía primaria (como la energía hidroeléctrica, nuclear, eólica, solar, térmica, etc.) en energía eléctrica. Las centrales eléctricas pueden estar ubicadas lejos de los lugares donde se consume la electricidad.
2. **Transmisión:** Una vez generada, la electricidad se transmite a larga distancia a través de redes de alta tensión, utilizando torres de transmisión y cables de alta capacidad. Este proceso se realiza con voltajes muy altos para reducir las pérdidas de energía durante el transporte con corrientes reducidas.

3. Subestaciones o transformadores: En puntos estratégicos del sistema de transmisión, la electricidad pasa por subestaciones / transformadores donde se realizan **subidas o descensos** de voltaje junto con ajustes necesarios para la distribución local.
4. Distribución: Desde las subestaciones/transformadores, la electricidad se distribuye a través de redes de distribución aéreas o subterráneas a las áreas residenciales, comerciales e industriales. Estas redes operan a voltajes más bajos y están diseñadas para llevar la electricidad a las cercanías de las instalaciones de los usuarios finales.
5. Medidores y paneles de control: Una vez que la electricidad llega a un área de clase doméstica, industrial o comercial, se conecta a un medidor eléctrico ubicado fuera del inmueble. Este medidor cuantifica la cantidad de electricidad consumida por el domicilio. Desde el medidor, la electricidad pasa a través de un panel de control, donde se distribuye a los distintos circuitos eléctricos y dispositivos.

El funcionamiento de los transformadores es una parte clave para poder hacer uso de la energía eléctrica, para lograr esto el equipo primario (TR) debe mantenerse en las mejores condiciones operativas para reducir probabilidades de falla; mejorando así la continuidad del servicio. Los resultados obtenidos en las pruebas deben cumplir con valores aceptables siendo la base para decidir la puesta en servicio de un equipo o si este se encuentra en operación se debe considerar un posible mantenimiento.

Descripción de la empresa

Empresa: OLG Energy Projects, perteneciente a la razón social **OLGUIN - LOYOLA GROUP S.A DE C.V.**

Ubicación: Valle de las Salinas #307, Col. Cd del Sol. C.P 76116. Querétaro, Qro.

Razón Social: Olguin - Loyola Group S.A de C.V

RFC: OGL190123EIA **Número de REPSE:** 82307

Tel. Oficina: 442-589-8781 **Cel.:** 442-197-1490

Correo Electrónico: proyectos@olg.com.mx **Sitio Web:** www.olg.com.mx

Misión: Ofrecer a nuestros clientes soluciones técnicas integrales con la máxima calidad, cumpliendo con los más altos requerimientos, en proyectos de mantenimiento, suministro de equipos, materiales, mano de obra, servicio al cliente y asesoría técnica.

Visión: Obtener el reconocimiento a nivel nacional basado en nuestro compromiso al Ofrecer un servicio de calidad, gestión ética y responsable.

Área de trabajo: La labor a desempeñar dentro de la empresa se encuentra en el área administrativa de obra, realizando actividades como

- Supervisión de EHS en área de campo
- Trato con el cliente en obra y supervisores
- Administración de la documentación del personal
- Cotizaciones de material

Organigrama



Ilustración 1 Organigrama empresarial

Problemas a resolver

En la empresa **OLG Energy Projects**, cuenta con distintos servicios entre los cuales se destaca pruebas a transformadores básicas como lo son; Medidor de relación de transformación digital (DTR), Micróhmetro, Megóhmetro.

No se cuenta con un manual de procedimientos para el uso y manejo de los equipos en campo, teniendo a cargo solo a una persona capacitada para realizar los mantenimientos correspondientes. Dificultando el poder realizar diversas pruebas de forma simultánea, aumentando el tiempo de realización de una prueba a otra, llevando más horas de trabajo e incrementando la probabilidad de algún error en las pruebas muestreadas.

Objetivos

General

Desarrollar un manual de procedimientos para el uso correcto de equipos para pruebas básicas a transformadores (DTR, MICROHMETRO, MEGOHMETRO) y estandarización de procesos que permitirá establecer una cultura en el uso de pruebas a transformadores más eficiente y coordinada.

Específicos

- Indagar términos teóricos referentes a transformadores y lo relacionado a ello
- Identificar cada parte y función de los equipos a desarrollar en el manual de procedimientos
- Identificar las normas en las cuales se hace referencia a la utilización de pruebas básicas a TR
- Realizar pruebas de campo con los equipos de pruebas a Transformador
- Documentar sobre las normas de referencia para el uso de equipos a pruebas básicas.
- Elaborar procedimientos estandarizados en los equipos de pruebas, para el uso siendo así, más claro y conciso facilitando la práctica de la utilización al efectuar mantenimientos que con lleve algún tipo de pruebas a TR.
- Optimizar el uso de los equipos en pruebas de campo

Justificación

En el ámbito laboral eléctrico es de suma importancia contar con lineamientos y certificaciones para su óptimo desarrollo dentro del mercado y así brindar soluciones técnicas integrales con la máxima calidad, cumpliendo con los requerimientos necesarios para realizar mantenimientos eléctricos y garantizar a los clientes que las pruebas realizadas por el personal, con los equipos cuentan con la confiabilidad técnica y calidad en los procedimientos que aseguran la fiabilidad de sus resultados.

Al realizar la estandarización de procesos permitirá establecer una cultura del uso a pruebas a transformadores más eficiente y coordinada. El elaborar un estándar, a través de un manual de procedimientos donde se define las pautas para que todo el personal realice su trabajo de la misma forma.

Capítulo III Marco teórico

Los físicos coinciden con la idea de la existencia de cuatro diferentes tipos de fuerzas comunes en todo lo que está al alcance e interactúa con nosotros y, además, este compuesto por materia. Lo que vemos y tocamos es materia y está a su vez se combina en distintas configuraciones dando paso a la creación de moléculas simples: carbono, oxígeno, nitrógeno, hierro, cobre, silicio, hidrógeno, etc. Estos cuerpos, combinados entre sí, forman objetos tangibles, desde minerales y sales hasta la integración de seres vivos como el cuerpo humano. Los cuerpos simples son aquella parte de materia que está construida con una determinada familia de átomos que resulta diferente de cualquier otra posible.

El inicio de la energía proviene del átomo, que se equilibran entre sí formando un conjunto que es capaz de determinar el tipo de cuerpo simple a que pertenecen según el número de estas partículas.

No obstante, los electrones pueden escapar de sus órbitas y moverse a través del material, saltando de átomo en átomo. Este movimiento de electrones puede estimularse externamente, provocando un flujo de electrones por el material que los conduce y direcciona. A este fenómeno se conoce comúnmente como corriente eléctrica.

Los átomos se componen de un núcleo formado por partículas con carga positiva (protones), partículas con carga neutra (neutrones) y partículas con carga negativa (electrones). Además de los electrones que giran alrededor del núcleo, dependiendo del

átomo, pueden existir electrones libres de moverse. En función de la naturaleza de los materiales, habrá unos que poseen más electrones libres que otros, por lo que se pueden englobar en diferentes grupos. La electricidad se basa exclusivamente en la teoría electrónica, la cual establece que todos los efectos eléctricos y electrónicos obedecen al desplazamiento de los electrones de un lugar a otro o a que hay una cantidad demasiado grande o demasiado pequeña de electrones en una zona determinada.

De acuerdo con la teoría electrónica, todos los efectos eléctricos o electrónicos son producidos ya sea por el movimiento de los electrones de un lugar a otro o porque existe un exceso o deficiencia de ellos en un punto determinado en un momento dado (Van Valkenburgh Nooger, 1992).

Así, los conductores eléctricos (cobre, aluminio, plata, oro, etc.) que son materiales que poseen gran cantidad de cargas libres de moverse, permitiendo el desplazamiento libre y fluido de electrones de un punto a otro si se conectan a un punto de tensión; los aislantes (baquelita, madera, etc.) no poseen cargas eléctricas libres de moverse, se usan para impedir cortocircuitos y reducir la peligrosidad de la transmisión; por último están los semiconductores (silicio, germanio, etc.) que son materiales que se encuentran a mitad de camino entre los conductores y los aislantes, permiten conducir y modular la corriente eléctrica de acuerdo a los patrones necesarios, de forma que en función del entorno en el que trabajen, pueden hacerlo como aislantes o como conductores (Rangel, 2012).

Para obtener o mantener una diferencia de carga entre dos puntos se necesita energía. Cuando se conecta un conductor entre estos dos puntos, fluirá una corriente. Al gasto de energía se le llama trabajo y tiene una medida como la mayoría de las cosas. Constituyéndose en 2 principales tipos de energía

Corriente continua (CC): Es a aquella que se mantiene constante, donde los electrones circulan en la misma cantidad y sentido. Su polaridad es invariable y hace que fluya la corriente de forma continua sin variaciones.

Corriente alterna (CA): La electricidad a través de esta es lo contrario a CC, Su objetivo es transportar una mayor cantidad de energía a mayor distancia, por lo que es utilizada como base de las redes de transporte y distribución de la energía.

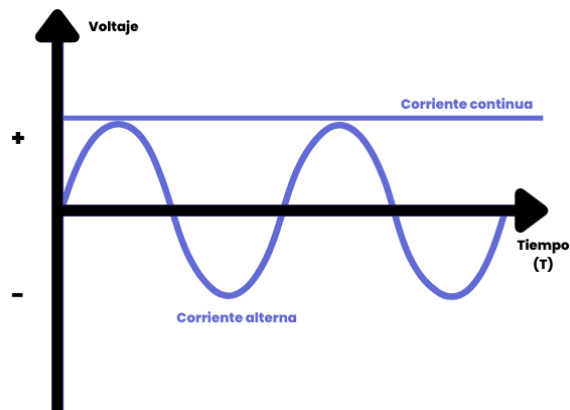


Ilustración 2 Tipos de corriente

En donde la electricidad se basa en tres componentes fundamentales:

Voltaje: La presión que ejercen los electrones cuando circulan por un conductor. La unidad para medir la diferencia de tensión, se mide con un **VOLT o VOLTIO (V)**. En honor a Alejandro Volta, creador en el siglo XVII de la pila voltaica.

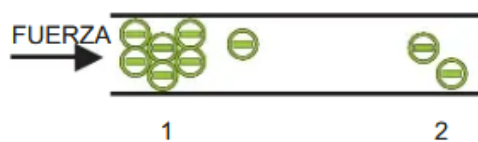


Ilustración 3 Ejemplo de fuerza

Intensidad: Es la cantidad de electrones que se desplazan por un conductor. La unidad de medida de la corriente es el **AMPERIO (A)**. Denominada así por el francés André Marie Ampère.

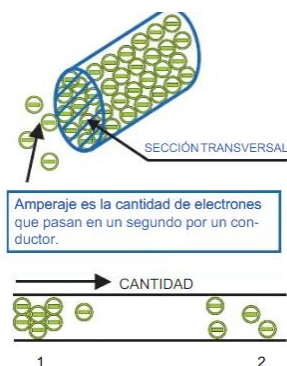


Ilustración 4 Amperes

Resistencia: Es la oposición resistiva de un conductor o componente, que ejerce sobre la circulación de los electrones. La unidad de medida de la resistencia es el **OHM (Ω)**, por el científico alemán Georg Simon Ohm. (D'Addario, 2015)

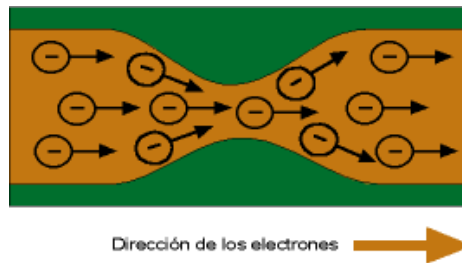


Ilustración 5 Electrones

La ley de Ohm, permite relacionar la intensidad con la fuerza electromotriz y la resistencia. Debido a la existencia de materiales que dificultan más el paso de la corriente eléctrica que otros, cuando el valor de la resistencia varía, el valor de la intensidad de corriente en amperes también varía de forma inversamente proporcional.

Es decir, *si la resistencia aumenta, la corriente disminuye y, viceversa, si la resistencia disminuye la corriente aumenta*, siempre y cuando, en ambos casos, el valor de la tensión o voltaje se mantenga constante.

$$i = \frac{v}{r}$$

Donde: i= intensidad v= voltaje r= resistencia

Por otro lado, de acuerdo con la propia Ley, el valor de la tensión es directamente proporcional a la intensidad de la corriente; por tanto, si el voltaje aumenta o disminuye el amperaje de la corriente que circula por el circuito aumentará o disminuirá en la misma proporción, siempre y cuando el valor de la resistencia conectada al circuito se mantenga constante. (D'Addario, 2015, pág. 23)

El método más común para producir la electricidad que se utiliza como corriente eléctrica es el que emplea el magnetismo. La fuente de electricidad debe ser capaz de mantener una diferencia de potencial grande debido a que esa carga se emplea para suministrar corriente eléctrica.

Los factores que determinan la resistencia:

Longitud: A mayor longitud de un conductor es mayor su resistencia, esto se debe a que los electrones se desplazan a mayor distancia por el conductor.

Diámetro: Entre más grande sea el diámetro del conductor menor será su resistencia ya que los electrones tienen más libertad de movimiento, la resistencia del conductor es inversamente proporcional a su sección transversal, es decir si se duplica la sección transversal, se reduce la resistencia.

Temperatura: Al existir un aumento de temperatura causa instantáneamente resistencia a mayor escala y viceversa al tener una disminución de temperatura.

Al conocer los componentes básicos de la electricidad y cómo funciona se podrá conocer mas a fondo el trabajo que realiza un transformador de la energía ya que, son componentes esenciales en los sistemas eléctricos que están directamente relacionados con el voltaje, la corriente, la resistencia y la potencia de la electricidad, y permiten la adaptación, transmisión y distribución eficientes de la energía eléctrica.

Un transformador es un dispositivo eléctrico que se utiliza para aumentar o disminuir el voltaje de la corriente alterna (CA) en un sistema eléctrico, manteniendo la frecuencia de la señal. Consiste en dos o más bobinas de alambre enrolladas alrededor de un núcleo magnético.

Componentes del transformador eléctrico

Los transformadores están compuestos por diferentes elementos entre los que destacan como principales el núcleo y los devanadores.

El núcleo de los transformadores está formado por chapas de acero al silicio aisladas entre ellas. Están compuestos por dos partes principales: las columnas, que es la parte donde se montan los devanados, y las culatas, que es la parte donde se realiza la unión entre las columnas. El núcleo se utiliza para conducir el flujo magnético, ya que es un gran conductor.

Por su parte el devanado es un hilo de cobre enrollado a través del núcleo en uno de sus extremos y recubierto por una capa aislante, que suele ser barniz. Está compuesto por dos bobinas, la primaria y la secundaria. La relación de vueltas del hilo de cobre entre el devanado primario y el secundario indicará la relación de transformación. (Endesa, 2023)

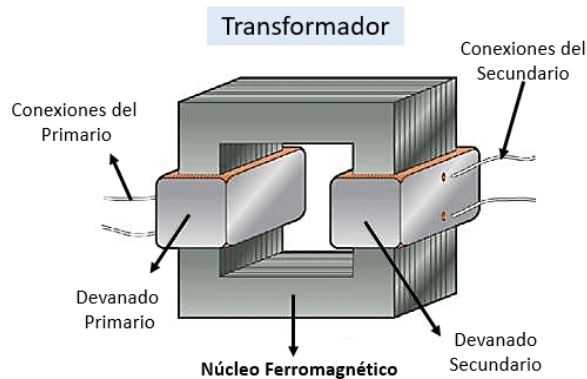


Ilustración 6 Componentes de TR

El principio de funcionamiento de un transformador se basa en la inducción electromagnética. Cuando se aplica un voltaje a la bobina primaria (también conocida como devanado primario), se genera un campo magnético variable alrededor de ella. Este campo magnético variable induce un voltaje en la bobina secundaria (devanado secundario) de acuerdo con la ley de Faraday. La relación entre el voltaje en el devanado primario y el voltaje en el devanado secundario está determinada por la relación del número de vueltas en cada bobina, y se puede calcular utilizando la fórmula:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Donde:

V_p y V_s son los voltajes en los devanados primario y secundario respectivamente

N_p y N_s son el numero de vueltas en los devanados primario y secundario respectivamente

Además de cambiar el voltaje, los transformadores también pueden alterar la corriente en un sistema eléctrico. Si el voltaje se aumenta, la corriente se reduce, y viceversa, de acuerdo con la ley de conservación de la energía.

Principio de inducción electromagnética

Como se sabe la electricidad produce magnetismo en un núcleo electro-imán, que es distinto de un imán permanente, ya que el campo magnético se produce solo cuando las espiras de alambre enrolladas al redor del núcleo magnético. Transportan corriente eléctrica

para determinar la polaridad de un electroimán se puede usar la llamada regla de la mano izquierda.

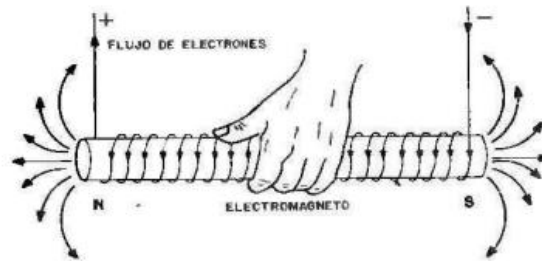


Ilustración 7 regla de mano izquierda

El electromagnetismo que determina el movimiento de un conductor que está inmerso en un campo magnético o el sentido en el que se genera la fuerza dentro de él. Creando inducción magnética que es el proceso mediante el cual campos magnéticos generan campos eléctricos. Al generarse un campo eléctrico en un material conductor, los portadores de carga se verán sometidos a una fuerza y se inducirá una corriente eléctrica en el conductor. (Harper, 2004)

Otro aspecto importante de la inducción electromagnética, es a lo que se le conoce como la autoinducción de una bobina que es, la propiedad de un circuito o componente, particularmente una bobina o inductor, para generar una fuerza electromotriz (FEM) inducida debido a un cambio en la corriente que fluye a través de él.

Cuando hay un cambio en la corriente que fluye a través de una bobina, el campo magnético asociado también cambia. Según la ley de Faraday ("La fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual y de signo opuesto a la rapidez con que varía el flujo magnético que atraviesa un circuito, por unidad de tiempo".) la inducción electromagnética, cualquier cambio en el campo magnético dentro de un circuito cerrado induce una FEM. En el caso de la autoinducción, este cambio es causado por el propio circuito. La FEM inducida en una bobina, debido a la autoinducción, se opone al cambio en la corriente que la causó, un fenómeno descrito por la Ley de Lenz. ("La corriente inducida crea un campo magnético que se opone siempre a la variación de flujo magnético que la ha producido".)

Los transformadores se pueden clasificar en diferentes tipos según varios criterios, como su aplicación, diseño o configuración

Transformadores de potencia: Son utilizados principalmente en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para cambiar los niveles de voltaje entre los sistemas de generación y los usuarios finales. Pueden ser monofásicos o trifásicos y tienen una alta eficiencia en la transmisión de energía a largas distancias.

Transformadores de distribución: Se utilizan para reducir los voltajes de transmisión a niveles más seguros y utilizables para la distribución a hogares, negocios e industrias. Son más pequeños y livianos que los transformadores de potencia y se instalan en postes o en estaciones de distribución.

Transformadores de instrumentos: También conocidos como transformadores de medida o transformadores de corriente y tensión, se utilizan para proporcionar señales de corriente o voltaje proporcionales para su medición y control en sistemas de protección, control y medición de energía eléctrica.

Autotransformadores: Son transformadores en los que una parte del devanado primario es común con el devanado secundario. Se utilizan para modificar los niveles de voltaje de una manera más económica y compacta que los transformadores convencionales.

Transformadores de potencia variable: Son utilizados en aplicaciones donde se requiere ajustar la relación de transformación para variar el voltaje de salida, como en sistemas de control de velocidad de motores o en sistemas de regulación de voltaje.

Transformadores de aislamiento: Se utilizan para proporcionar aislamiento galvánico entre el circuito primario y el secundario, lo que protege equipos sensibles y proporciona seguridad adicional en aplicaciones donde se requiere un alto nivel de aislamiento. (Castillo, 2018)

- *Transformadores eléctricos por tipo de sistema eléctrico*

Monofásico: el sistema de distribución eléctrica se realiza a través de un único conductor (cable) o fase.

Trifásico: el sistema de distribución más usado y formado por tres conductores o fases. De esta forma, la corriente trifásica que circula está compuesta por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud.

- *Transformadores eléctricos por tipología constructiva*

Sumergidos en aceite: se caracterizan en que su circuito magnético y arrollamientos están completamente sumergidos en aceite. Éste es utilizado como líquido aislante, puede ser de silicona, mineral, éster o vegetal y su elección dependerá de las necesidades del cliente y del tipo de instalación.

Secos: Utilizan circulación natural o asistida por ventilador a través de aberturas de ventilación para mantener los requisitos de temperatura. (Harper, 2004).

Componentes de los TR

Bobinas: Están compuestas por hilos de cobre enrollados alrededor del núcleo. Son las que producen el cambio de voltaje. El número de vueltas (espiras) de cada bobina tiene relación directa con el voltaje; mientras más espiras, más voltaje.

Un transformador bifásico tiene, dos bobinas: una primaria, por donde entra la corriente, conocida como devanado primario; y una secundaria, por donde sale la corriente, conocida como devanado secundario. La cantidad de espiras de la bobina primaria corresponde al voltaje de entrada, y la cantidad de espiras de la bobina secundaria corresponde al voltaje de salida del transformador. Los devanados se encuentran enrollados uno encima del otro el de mayor tensión sobre el de menor tensión para aprovechar mejor el campo magnético y evitar pérdidas.

Los transformadores trifásicos tienen tres bobinas para el devanado primario y tres bobinas para el devanado secundario. También se puede entender que el transformador trifásico está compuesto por tres transformadores monofásicos, uno para cada fase, cuyos campos electromagnéticos no interfieren entre sí.

Núcleo

El núcleo del transformador se utiliza para proporcionar una vía controlada para el flujo magnético generado en el transformador. El núcleo no es una barra sólida de acero, sino que consiste de muchas capas (laminaciones) de láminas de acero delgadas. Es formado en láminas para ayudar a reducir el calor que crea pérdidas de potencia

Existen dos tipos generales de núcleos:

Tipo de Núcleo: Los devanados primario y secundario están envueltos alrededor del lado del núcleo, con la bobina de baja tensión que lleva a la parte superior y la bobina de alta tensión que lleva a la parte inferior. Este tipo se utiliza habitualmente en el caso de los transformadores de distribución.



Tipo de Anillo: En este tipo, el núcleo rodea los devanados. Todas las bobinas primaria y secundaria están ensambladas aisladas una de la otra después de lo cual todo el ensamble de bobinas es sumergido en un barniz aislante y horneado. Este tipo se utiliza habitualmente en transformadores muy grandes con altas tensiones (Feito, 2002)



Refrigeración

Los tipos de enfriamiento de transformadores son muy importantes, ya que la disipación del calor, influye mucho en su tiempo de vida y capacidad de carga, así como en el área de su instalación y su costo. (Huerta, 2020)

Tipo	Descripción
AA	Transformadores tipo seco con enfriamiento propio, estos transformadores no contienen aceite ni otros líquidos para enfriamiento, el aire es también el medio aislante que rodea el núcleo y las bobinas.
AFA	Transformadores tipo seco con enfriamiento por aire forzado, se emplea para aumentar la potencia disponible de los tipo AA. Su capacidad se basa en la posibilidad de disipación de calor por medio de ventiladores o sopladores.

AA / AFA	Transformadores tipo seco con enfriamiento natural y con enfriamiento por aire forzado, es básicamente un transformador tipo AA al que se le adicionan ventiladores para aumentar su capacidad de disipación de calor.
OA	Transformador sumergido en aceite con enfriamiento natural, en estos transformadores el aceite aislante circula por convección natural dentro de una tanque que tiene paredes lisas o corrugadas o bien provistos con tubos radiadores. Esta solución se adopta para transformadores de más de 50 kVA con voltajes superiores a 15 kV.
OA / FA	Transformador sumergido en líquido aislante con enfriamiento propio y con enfriamiento por aire forzado, es básicamente un transformador OA con la adición de ventiladores para aumentar la capacidad de disipación de calor en las superficies de enfriamiento.
OA / FOA	Transformador sumergido en líquido aislante con enfriamiento propio/con aceite forzado – aire forzado/con aceite forzado/aire forzado. Con este tipo de enfriamiento se trata de incrementar el régimen de carga de transformador tipo OA por medio del empleo combinado de bombas y ventiladores.
FOA	Sumergido en líquido aislante con enfriamiento por aceite forzado y de aire forzado. Estos transformadores pueden absorber cualquier carga de pico a plena capacidad ya que se usa con los ventiladores y las bombas de aceite trabajando al mismo tiempo.
OW	Sumergido en líquido aislante con enfriamiento por agua, en estos transformadores el agua de enfriamiento es conducida por serpentines, los

	cuales están en contacto con el aceite aislante del transformador y se drena por gravedad o por medio de una bomba independiente, el aceite circula alrededor de los serpentines por convección natural.
FOW	Transformador sumergido en líquido aislante con enfriamiento de aceite forzado y con enfriadores de agua forzada. Este tipo de transformadores es prácticamente igual que el FO, sólo que el cambiador de calor es del tipo agua – aceite y se hace el enfriamiento por agua sin tener ventiladores. Los transformadores de gran tamaño y otras máquinas tienen radiadores y ventiladores

Los diferentes tipos de enfriamiento pueden requerir diferentes niveles de mantenimiento. Por ejemplo, los transformadores enfriados por aceite pueden necesitar inspecciones y cambios periódicos de aceite, mientras que los transformadores enfriados por aire pueden requerir limpieza regular de los radiadores de enfriamiento. Conocer el tipo de enfriamiento permite planificar y llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada. Conocer el tipo de enfriamiento de un transformador es esencial para garantizar su operación segura, eficiente y confiable a lo largo del tiempo.

Aislantes

El aislamiento de un transformador es un aspecto fundamental del diseño y funcionamiento de dicho dispositivo eléctrico. Consiste en el uso de materiales dieléctricos (aislantes) entre las diferentes partes conductoras del transformador para evitar cortocircuitos y pérdidas de energía no deseadas. El aislamiento tiene varios propósitos principales:

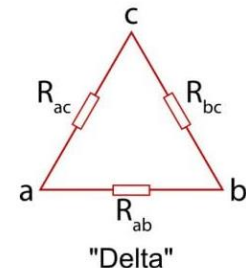
Prevención de cortocircuitos: El aislamiento evita que las partes conductoras del transformador entren en contacto directo, lo que podría provocar cortocircuitos y daños en el equipo.

Seguridad: El aislamiento reduce el riesgo de descargas eléctricas y protege a las personas y equipos circundantes de posibles accidentes eléctricos.

Reducción de pérdidas: Al mantener un aislamiento adecuado entre las bobinas del transformador y entre las bobinas y el núcleo magnético, se reducen las pérdidas de energía por efectos de corrientes parásitas y fugas eléctricas.

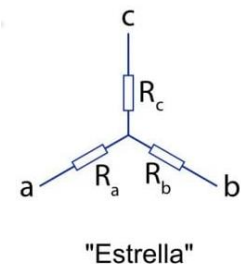
Aumento de la eficiencia: Un buen aislamiento contribuye a una operación más eficiente del transformador, ya que minimiza las pérdidas de energía y maximiza la transferencia de potencia.

Los materiales dieléctricos utilizados para el aislamiento pueden variar dependiendo de la aplicación y las especificaciones del transformador, pero algunos de los más comunes incluyen papel impregnado con aceite, plásticos reforzados con fibra de vidrio (FRP), resinas epoxi y materiales cerámicos.



Polaridad de un Transformador

La polaridad de un transformador es identificar el terminal por el cual entra la corriente de la fuente y por cual terminal sale la corriente hacia la carga, entendiéndose como polaridad a la dirección relativa de la FEM inducida en cada devanado.



Es importante determinar la polaridad del transformador cuando se realiza acoplamientos en paralelo, cuando se realizan conexiones trifásicas, o cuando se realizan bancos de transformadores.

Conexiones de un Transformador

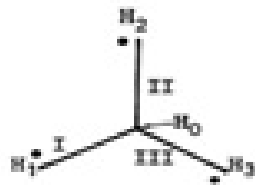
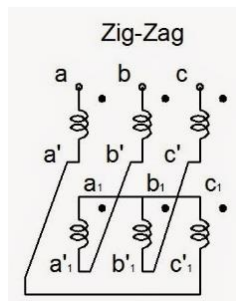
- **Triángulo:** También llamado "conexión Delta". Cada terminal de una fase se conecta a un terminal de la fase adyacente, formando un diagrama cerrado. La tensión entre fases se mide en los extremos de cada arrollado.
- **Estrella:** Los arrollados se conectan a un punto común que opera como neutro, y el otro extremo de cada fase se conecta a la red. Permite obtener tensiones entre dos fases, o entre cada fase y el neutro.

- **Zig-Zag:** Es una configuración que se usa cuando un arrollado (primario o secundario) tiene cada columna dividida en dos sub-arrollados. Una mitad de cada arrollado en cada columna, está conectado en serie, no al arrollado siguiente en la misma columna, sino en la columna adyacente.

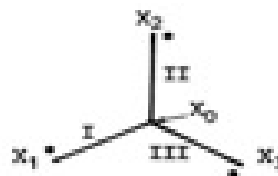
Conexiones típicas de los Transformadores

Estrella – Estrella: En una conexión Y -Y , el voltaje primario de cada fase se expresa por $V_{FP}=V_{LP}/\sqrt{3}$. El voltaje de la primera fase se enlaza con el voltaje de la segunda fase por la relación de espiras del transformador. El voltaje de fase secundario se relaciona, entonces, con el voltaje de la línea en el secundario por $V_{LS}=\sqrt{3} * V_{FS}$. Por tanto, la relación de voltaje en el transformador es

$$V_{LP} / V_{LS} = (\sqrt{3} * V_{FP}) / (\sqrt{3} * V_{FS}) = a$$

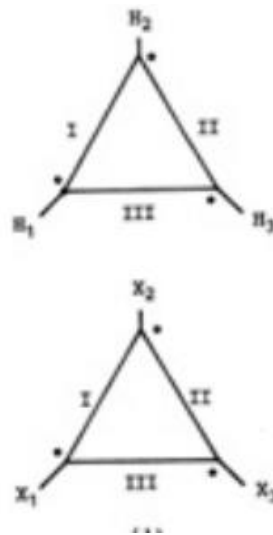


(1)



Delta – Delta: Esta conexión se utiliza frecuentemente para alimentar sistemas de alumbrado monofásicos y carga de potencia trifásica simultáneamente, presenta la ventaja de poder conectar los devanados primario y secundario sin desfaseamiento, y no tiene problemas de cargas desbalanceadas o armónicas. La relación entre los voltajes de línea primario y secundario es

$$V_{LP} / V_{LS} = V_{FP} / V_{FS} = a$$



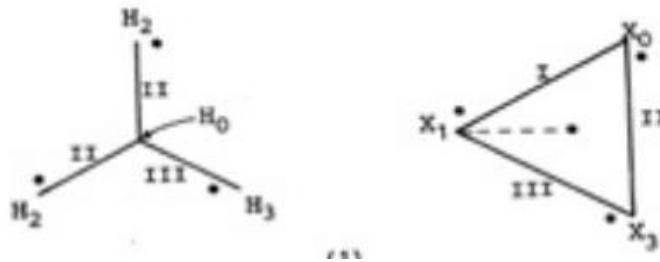
Estrella - Delta: En esta conexión el voltaje primario de línea se relaciona con el voltaje primario de fase mediante $V_{LP} = \sqrt{3} * V_{FP}$, y el voltaje de línea secundario es igual al voltaje de fase secundario $V_{LS} = V_{FS}$. La relación de voltaje de cada fase es

$$V_{FP} / V_{FS} = a$$

De tal manera que la relación total entre el voltaje de línea en el lado primario del grupo y el voltaje de línea en el lado secundario del grupo es

$$V_{LP} / V_{LS} = (\sqrt{3} * V_{FP}) / V_{FS}$$

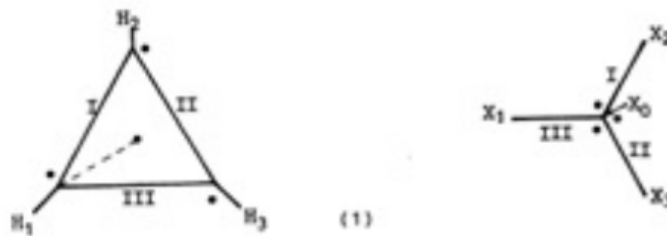
$$V_{LP} / V_{LS} = (\sqrt{3} * a)$$



Delta-Estrella: En una conexión D - Y, el voltaje de línea primario es igual al voltaje de fase primario, $V_{LP}=V_{FP}$, en tanto que los voltajes secundarios se relacionan por $V_{LS}=\sqrt{3} * V_{FS}$, por tanto, la relación de voltaje línea a línea de esta conexión es:

$$V_{LP} / V_{LS} = V_{FP} / (\sqrt{3} * V_{FS})$$

$$V_{LP} / V_{LS} = a / \sqrt{3}$$



Una vez conociendo los componentes, las conexiones de lo que es un transformador eléctrico. En este contexto la transmisión y distribución de energía eléctrica, los transformadores juegan un papel fundamental al facilitar la conversión y el transporte eficiente de la energía eléctrica a través de diferentes niveles de voltaje. Dada su importancia en el suministro eléctrico, es esencial garantizar que los transformadores funcionen de manera segura, confiable y eficiente en todo momento. En este sentido, las pruebas básicas a transformadores desempeñan un papel crucial al proporcionar una evaluación completa de su rendimiento y estado operativo.

Estas pruebas abarcan una variedad de aspectos fundamentales del transformador, desde la integridad del aislamiento hasta la precisión de la relación de transformación, pasando por la resistencia de los devanados y la eficiencia energética. (Endesa, 2023)

En México no existe aún alguna norma que obligue a todo aquel que haga uso de un transformador a hacer pruebas de mantenimiento de forma regulada, solo se utilizan hasta el momento normas de referencia como lo es la **Maintenance Testing Specifications for Electrical Power Equipment & Systems (NETA 2015)**, en donde se recomienda hacer en los siguientes casos pruebas de mantenimiento.

Pruebas de puesta en marcha de transformadores

Las pruebas de puesta en marcha se realizan antes de energizar un transformador eléctrico, esto con la finalidad de tener un reporte de resultados de referencia para conocer a futuro la tendencia de los parámetros del transformador y con ello, poder comparar a lo largo del tiempo los valores de las pruebas de rutina con los de la puesta en marcha. Así, se conocerá si la maquina eléctrica requiere o no de algún servicio o atención.

Pruebas de transformadores de rutina

Son el tipo de pruebas que ocurren con mayor frecuencia en la industria. Se llevan a cabo para saber, de primera mano, como se encuentran en la actualidad los transformadores. Se recomienda realizarlas una vez al año, dentro de las actividades de libranza anual de mantenimiento a subestaciones eléctricas.

El objetivo principal de las pruebas básicas a transformadores es garantizar la seguridad, confiabilidad y eficiencia operativa de estos dispositivos eléctricos fundamentales. Estas pruebas se diseñan para evaluar diversos aspectos clave del transformador y su funcionamiento, con el fin de identificar posibles problemas o defectos que puedan afectar su rendimiento.

El tipo de pruebas eléctricas son procedimientos realizados en equipos eléctricos, como transformadores, para evaluar su funcionamiento, integridad y rendimiento eléctrico. Estas pruebas se llevan a cabo para garantizar que el equipo cumpla con las especificaciones de diseño, normas y estándares de seguridad eléctrica. Las pruebas eléctricas son esenciales para detectar posibles defectos, problemas de aislamiento o fallas eléctricas que podrían comprometer la seguridad o el rendimiento del equipo. Algunas pruebas eléctricas comunes realizadas en transformadores incluyen:

- Prueba de resistencia de aislamiento

Las mediciones de la resistencia del aislamiento ponen un valor cualitativo en el estado del aislamiento de los conductores y el aislamiento interno de los diferentes equipos eléctricos. Cuando comienza una prueba de resistencia de aislamiento, se aplica una tensión de corriente continua (CC) al conductor o al equipo sometido a prueba. Algunas corrientes fluyen fuera del equipo de prueba hacia el conductor y comienzan a cargar el aislamiento. Esta corriente se denomina corriente de carga capacitiva y se puede observar en el medidor.

A medida que la corriente de carga empieza a acumularse, la lectura de la resistencia en el medidor indica un valor bajo. Piense que se trata de los electrones que comienzan a fluir y a almacenarse en el aislante. Mientras más corriente fluye hacia fuera del conjunto de prueba, menor es la lectura de megaohmios. El aislamiento se carga rápidamente y la indicación del medidor comienza a asentarse en un mayor valor de megaohmios, siempre que la calidad del aislamiento sea buena.

La segunda corriente que fluye es la corriente de absorción o polarización. La cantidad de corriente de absorción depende de la contaminación del aislamiento. Por ejemplo, si hay humedad en el aislamiento, la corriente de absorción será alta, por lo que indicará un menor valor de resistencia. Sin embargo, es importante comprender que esta corriente de absorción tarda más tiempo en acumularse que la corriente de carga capacitiva. Por lo tanto, un medidor de aislamiento que se usa un período muy corto, solo observará la corriente de carga capacitiva y no comenzará a demostrar la presencia de contaminantes en el aislamiento.

Por último, la corriente que se filtra por el aislamiento deteriorado y fluye hacia los componentes metálicos que no transportan corriente es la corriente de fuga. Esta corriente se considera con más frecuencia en una prueba de resistencia de aislamiento. Sin embargo, para lograr una mayor precisión en la solución de problemas y el mantenimiento, la corriente de absorción o polarización también se debe tener en cuenta. Algunos medidores de resistencia de aislamiento se pueden programar para realizar las pruebas necesarias, con el fin de considerar todas las corrientes.

Medición de la corriente de polarización

Dado que la corriente de polarización tarda más tiempo en acumularse, el medidor de resistencia de aislamiento debe funcionar durante un mayor período. El estándar del sector

para esta prueba es de diez minutos. Para ayudar a determinar la contaminación y el estado general del aislamiento, realice una lectura en el medidor de resistencia de aislamiento en un minuto y otra lectura en diez minutos. La lectura de diez minutos se divide por la lectura de un minuto para proporcionar el índice de polarización. Como parte de un programa de mantenimiento de rutina, se deben anotar tanto los valores de la prueba de lectura como los valores del índice de polarización. Compare siempre las lecturas más recientes con las lecturas anteriores. El índice de polarización nunca debe ser inferior a 1.0.

- Prueba de relación de transformación
- Prueba de resistencia de devanados

Este tipo de pruebas será el tema principal del presente manual de procedimientos en donde se conocerá el paso a paso de la utilización, para optimizar los tiempos de trabajo y proporciona una guía completa para la realización de pruebas eléctricas, mecánicas y dieléctricas, con el objetivo de garantizar la seguridad, confiabilidad y eficiencia operativa de los transformadores en el sistema eléctrico. Al seguir estas recomendaciones y procedimientos, los técnicos y profesionales en el campo eléctrico pueden asegurar una operación segura y eficiente de los transformadores, contribuyendo así al funcionamiento confiable y continuo de las redes eléctricas.

Capítulo IV Desarrollo

El procedimiento a realizar para el desarrollo del “Manual de procedimientos de Equipos de pruebas básicas a transformadores” (DTR, MICROHMETRO, MEGOHMETRO) se llevará a cabo de forma experimental en campo y documental.

Asistiendo a cada servicio de pruebas de mantenimiento, para poder realizar un reporte de forma escrita y reconociendo cada proceso a realizar para poder generar una medición de forma exitosa, corroborando dicha información con las normas de referencia aplicables para cada uno de los casos siguiendo un orden cronológico de cada uno de los datos organizando de forma lógica y estructurada.

Para así redactar de forma clara y concisa, utilizando un lenguaje sencillo y directo para poder ser entendible en cada una de las instrucciones sin dejar de un lado las notas importantes como lo son las medidas de seguridad.

Creando un contenido digerible para la persona apta y capacitada que leerá el manual para el uso de los equipos para asegurar la comprensión y aplicación del mismo.

Capítulo V Resultados

I. Introducción.

El presente manual de pruebas básicas de transformadores tiene como propósito proporcionar una guía exhaustiva y práctica para llevar a cabo pruebas esenciales en transformadores eléctricos. Estas pruebas son fundamentales para garantizar el funcionamiento adecuado, la seguridad y la confiabilidad de los transformadores en diversas aplicaciones industriales, comerciales y residenciales.

Los transformadores desempeñan un papel crucial en la transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Por lo tanto, es de vital importancia realizar pruebas periódicas en estos equipos para detectar posibles fallas o problemas de funcionamiento y tomar medidas correctivas a tiempo.

Este manual abordará una serie de pruebas básicas que deben realizarse en transformadores, incluyendo la prueba de resistencia de aislamiento, la prueba de relación de transformación y la prueba de resistencia óhmica de devanados. Cada prueba será detalladamente explicada, junto con las herramientas necesarias, los procedimientos de ejecución y la interpretación de los resultados.

II. Objetivo

Este manual proporcionará una visión general del funcionamiento de las pruebas básicas a transformadores, así como instrucciones detalladas sobre cómo llevar a cabo correctamente las mediciones. Además, se abordarán temas relacionados con la seguridad, la calibración, el mantenimiento y la interpretación de resultados.

MEDIDOR DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN



III. Procedimiento

1. Medidor de Relación de Transformación (DTR) Md.8510

1.1 Propósito del procedimiento

Proporcionar una guía detallada para el uso adecuado y efectivo del medidor de relación de transformación en el contexto de pruebas y mantenimiento de transformadores eléctricos; para servir como una referencia práctica y útil para técnicos, ingenieros y personal encargado de llevar a cabo mediciones de relación de transformación en transformadores de potencia y de instrumentos.

1.2 Alcance

1. *Descripción del medidor:* Se proporcionará una descripción detallada del medidor de relación de transformación, incluyendo sus componentes, características técnicas y modos de operación.
2. *Levantamiento técnico:* Se ofrecerá la información necesaria y detallada con la cual debe de contar el técnico o personal que realizará el estudio de información para la planificación, diseño y ejecución
3. *Procedimientos de operación:* Se incluirán instrucciones paso a paso sobre cómo configurar y operar correctamente el medidor durante las mediciones de relación de transformación. Esto incluirá la conexión del medidor al transformador, la configuración de parámetros, la aplicación de la tensión de prueba y la toma de medidas.
4. *Procedimientos de seguridad:* Se establecerán protocolos y precauciones de seguridad importantes que deben seguirse durante la operación del medidor para garantizar la seguridad del personal y la integridad del equipo.
5. *Calibración y mantenimiento:* Se proporcionarán pautas para la calibración periódica del medidor y los procedimientos de mantenimiento recomendados para garantizar su precisión y confiabilidad a lo largo del tiempo.
6. *Interpretación de resultados:* Se ofrecerá orientación sobre cómo interpretar los resultados de las mediciones de relación de transformación y cómo determinar si los valores obtenidos están dentro de los límites aceptables.

1.3 Referencias

- Manual de procedimientos para equipo primario de subestaciones de distribución
- Curso de uso y manejo de FONKEL
- NOM-029-STPS-2011
- NMX-J-169-ANCE-2015
- NMX-J-118/2-ANCE-2007
- ANSI/NETA MTS-2015
- NFPA 70B – 2019

1.4 Definiciones

- Calibración: Utilizar un estándar de medición, para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero.
- EPP: Equipo de Protección Personal.
- Aislante: Material que dificulta la transmisión del calor, la electricidad, el sonido, etc.
- TC: Transformador de corriente
- TV: Transformador de potencia
- Vrms: método de denotar una forma de onda senoidal de voltaje
- Test Prueba destinada a evaluar conocimientos o aptitudes, en la cual hay que elegir la respuesta correcta entre varias opciones previamente fijadas.
- Corriente de excitación: Corriente que circula por el primario de un transformador de potencia en vacío, y sirve para inducir el campo magnético en su núcleo y suministrar la energía de pérdidas correspondiente.
- Disyuntores: Dispositivo que corta automáticamente la corriente eléctrica cuando esta sobrepasa una determinada intensidad.
- Bucle: Guarnición de metal redondeada situada en el centro de un escudo'; literalmente 'boquita
- TR: Transformador

1.5 Método de trabajo

1.5.1 Políticas y lineamientos

Las políticas y lineamientos de uso de un medidor de relación de transformación son importantes para garantizar su correcto funcionamiento, así como la seguridad del personal y la integridad del equipo.

- **Procedimientos de operación:** Se deben establecer procedimientos detallados para la configuración, calibración y operación del medidor.
- **Capacitación del personal:** Todo el personal que utilizará el medidor de relación de transformación debe recibir una capacitación adecuada sobre su funcionamiento, procedimientos de operación segura y técnicas de medición.
- **Pruebas de seguridad:** Antes de realizar cualquier prueba de mantenimiento, se deben realizar verificaciones de seguridad para garantizar que el equipo esté en condiciones seguras de operación. De forma externa verificar que el medidor y los cables de conexión estén en buen estado y no tengan algún detalle.
- **Protección personal:** Se deben proporcionar y requerir el uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados durante la operación del medidor, como guantes aislantes, gafas de seguridad y calzado protector.
- **Registro y documentación:** Se debe mantener un registro completo y preciso de todas las pruebas realizadas con el medidor, incluyendo los resultados de las mediciones, las condiciones del equipo y cualquier observación relevante

1.6. Presentación de equipo

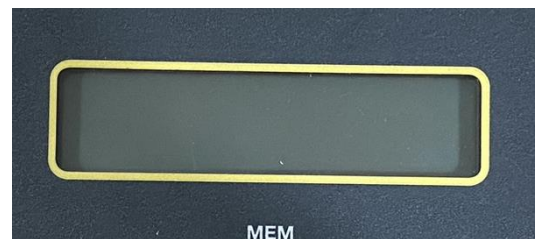
El DTR-8510 es un medidor de relación de espiras de transformador, digital y portátil, desarrollado para medición en campo de transformadores de tensión, potencia y corriente. Cuando está conectado a un transformador no-energizado, el equipo mide con exactitud la relación de espiras, exhibiendo simultáneamente la polaridad y la corriente de excitación.

1.6.1 Descripción de equipo

Está construido en una maleta de material plástico de alta rigidez dieléctrica, robusto, liviano y resistente para trabajos de campo.



Tiene un display LCD alfanumérico de dos líneas con backlight. Es alimentado por una batería interna recargable.





1. Cable de alimentación para el cargador, a 110 volts



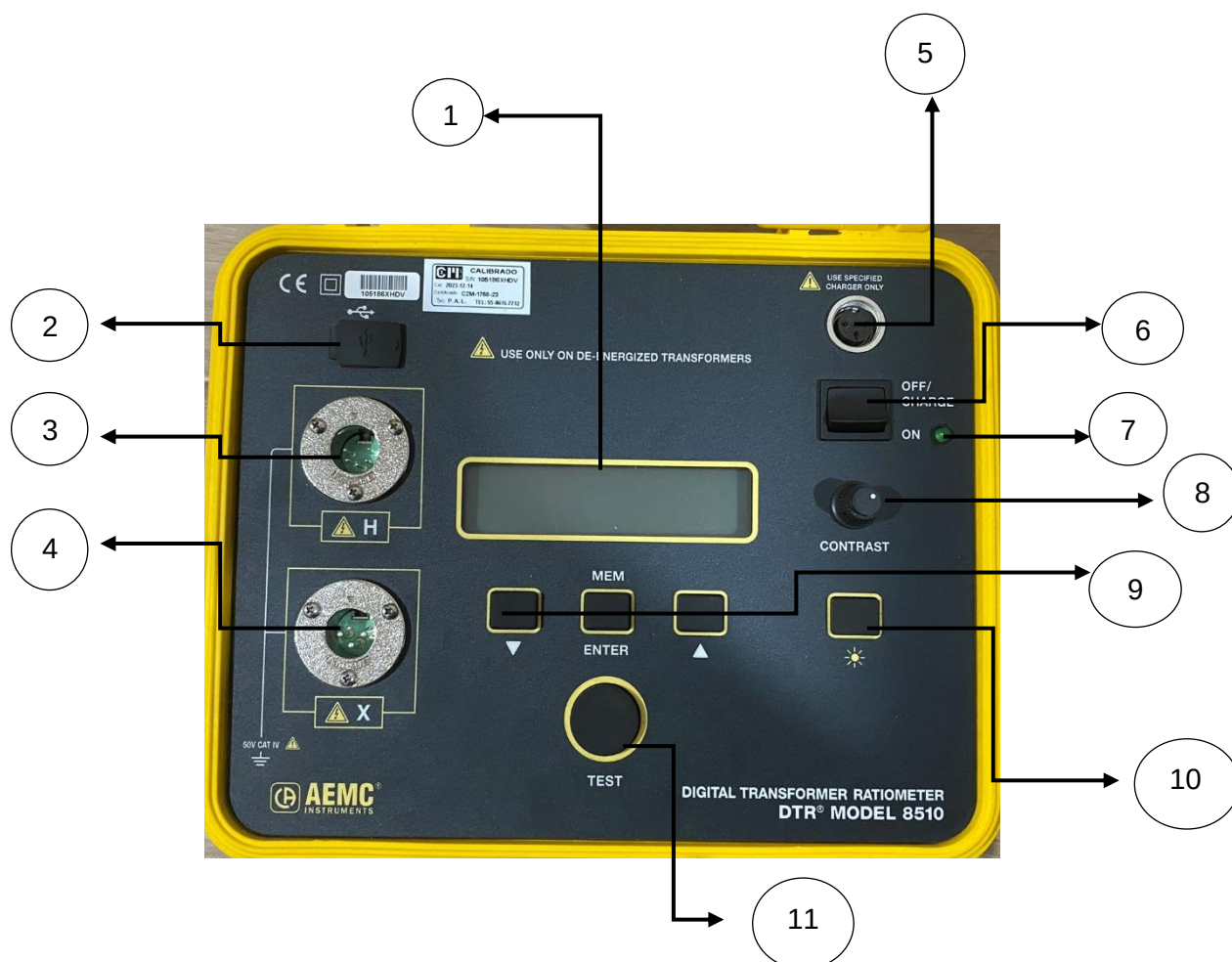
2. Juego de dos cables de prueba para H y X de 4.5 m (15 ft)



3. Cable de comunicación óptico USB



4. Cuatro caimanes de conexión (2 rojos y 2 negros).



1. Pantalla: Muestra los resultados de las mediciones, el estado y las funciones de control del dispositivo.
2. Conector USB: Permite la conexión a un ordenador para configurar el dispositivo y comprobar su estado, descargar los resultados registrados usando el software DataView y comience a ejecutar una prueba.
3. Conector de cable superior "H" (primario): Conexión del devanado primario del transformador.
4. Pantalla: Muestra los resultados de las mediciones, el estado y las funciones de control del dispositivo.
5. Conector USB: Permite la conexión a un ordenador para configurar el dispositivo y comprobar su estado, descargar los resultados registrados usando el software DataView y comience a ejecutar una prueba.
6. Conector de cable superior "H" (primario): Conexión del devanado primario del

transformador.

7. Conector de cable inferior "X" (secundario): Conexión del devanado secundario del transformador.
8. Conector de entrada de carga de baterías: Permite que el cargador cargue las baterías.
9. Interruptor: Enciende o apaga el dispositivo (si el cargador no está enchufado). Si el cargador está enchufado, las baterías cargar en la posición APAGADO/CARGAR.
10. Luz indicadora de funcionamiento y batería baja: el LED verde indica que el dispositivo está funcionando y parpadea cuando el voltaje de la batería cae por debajo de 12 V. La unidad se apagará por completo cuando el voltaje de la batería es inferior a 8,7 V.
7. Ajuste del contraste de la pantalla: le permite ajustar el contraste de la pantalla.
8. Teclas de función: permite navegar por los menús y funciones del dispositivo.
9. Botón de control de retroiluminación (): Enciende (ON) o apaga (OFF) la retroiluminación de la pantalla.
10. Botón de prueba: ejecuta la prueba seleccionada al presionarlo y soltarlo

1.6.3 Características

- Precisión de lectura 0.5% en TC y 0.02% en TP
- Puede almacenar 900 pruebas
- Mide relaciones desde 0.80:1 hasta 8,000:1 para transformadores de voltaje-potencial y desde 0.80:1 hasta 1,000:1 para transformadores de corriente.
- Opción de prueba de continuidad
- Mide transformadores de potencia (PT) y transformadores de Voltaje (VT) de instrumentos de medición o de equipo de protección, así como de transformadores de Corriente (CT) dependiendo de la relación de vueltas.
- Mide y muestra la relación de vueltas, polaridad de Bobinado y corriente de excitación – simultáneamente, además del porcentaje de Desviación respecto a la placa de datos.
- Fuente de alimentación y batería recargable Voltaje auxiliar de alimentación universal de 90 a 240 V, 50/60Hz a través de cargador de baterías en menos de 4 horas. Baterías recargables NIMH provee hasta 10 hrs. de operación continua.
- Advierte y protege sobre conexiones incorrectas, inversión de polaridad, circuitos

abiertos o cortacircuitos.

1.6.4 Funcionamiento

- Para obtener la relación de transformación, el equipo aplica principalmente el método de tensión.
- En el modo TV/TP aplica tensión máxima de 32 Vrms de tensión (en transformadores deseenergizados)
- En el modo TC aplica una tensión máxima de hasta 45 Vrms

1.7 Configuración del instrumento

- Fijar hora: permite justar la fecha y la hora
- Introducir placa de identificación: seleccionar y cambiar las tensiones en la placa de identificación.
- Selección de tipo de prueba: seleccionar si el tipo es **TV/TP** o **TC**
- Seleccionar el modo de prueba
- Selección del modo de registro
- Seleccionar el filtro
- Borrar memoria
- Seleccionar el idioma

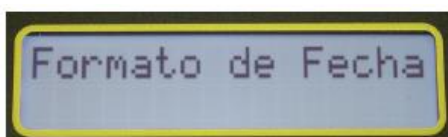
1.7.1 Fijar reloj

A partir de configurar instrumento pulse la tecla ▲ o ▼, hasta que aparezca en pantalla **fijar reloj** y presione enter.



Formato fecha, se permite ajustar en los siguientes formatos

- Fecha: (MM/DD/AA o AA/MM/DD)



- Hora: Permite establecer en 12 o 24 hrs (si se opta por el formato de 12 horas se visualizara en la indicación **AM** o **PM**)



Para pasar de una de las configuraciones a otra de ajuste de hora siga los siguientes pasos

1. A partir del nivel superior *configura el instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca fijar el reloj y continuación pulse ENTER.
2. Utilice la tecla ▲ o ▼ para posibles selecciones. Pulse ENTER para realizar la selección, una vez seleccionado el formato de la pantalla vuelva a fecha y hora
3. Utilice la tecla ▲ o ▼ para visualizar posible selecciones. Pulse ENTER para realizar la selección o pulse las teclas ▼ o ▲ para volver al nivel superior.

1.7.2 Seleccionar placa

A partir de configurar instrumento pulse la tecla ▲ o ▼, hasta que aparezca en pantalla **fijar reloj** y presione enter.

Formato fecha, se permite ajustar en los siguientes formatos

- Fecha: (MM/DD/AA o AA/MM/DD)
- Hora: Permite establecer en 12 o 24 hrs (si se opta por el formato de 12 horas se visualizará en la indicación **AM** o **PM**)

Para pasar de una de las configuraciones a otra de ajuste de hora siga los siguientes pasos

1. A partir del nivel superior *configura el instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca fijar el reloj y continuación pulse ENTER.
2. Utilice la tecla ▲ o ▼ para posibles selecciones. Pulse ENTER para realizar la selección, una vez seleccionado el formato de la pantalla vuelva a fecha y hora
3. Utilice la tecla ▲ o ▼ para visualizar posible selecciones. Pulse ENTER para realizar la selección o pulse las teclas ▼ o ▲ para volver al nivel superior.

1.7.3 Introducir placa de identificación

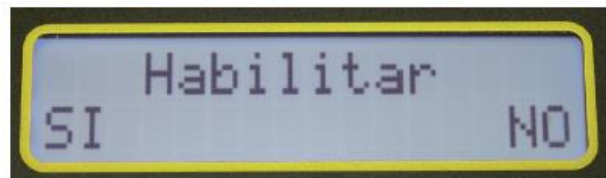
Los valores de la placa de identificación son las tensiones del bobinado primario y del secundario (o las relaciones) asociados a un transformador dado. Esta información figura en la placa de identificación del transformador. Los resultados medidos se comparan con los valores seleccionados (editados) de la placa de identificación y la diferencia se visualizará y guardará en % con respecto a los valores.

Configuración de los parámetros de las placas de identificación

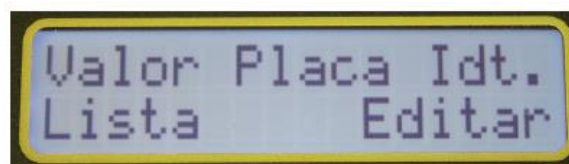
1. A partir del nivel superior de *configuración instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *configurar placa idt*, en pantalla y pulse a continuación ENTER



2. Se visualiza en pantalla *Activar* con las opciones *Si* y *No*. Pulse la tecla ▼ para seleccionar *Si* (activar la función de placa de identificación).



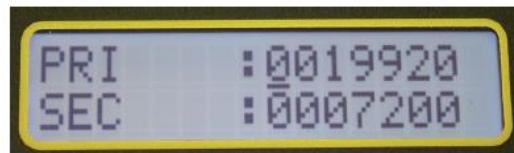
3. A continuación, aparecerá la siguiente pantalla



4. Seleccione lista pulsando la tecla ▼. La lista de las placas de identificación de 0 a 9 puede recorrerse con la tecla ▼ o ▲. Seleccione la placa de identificación deseada pulsando ENTER. La pantalla volverá a indicar *Configurar placa Idt.*

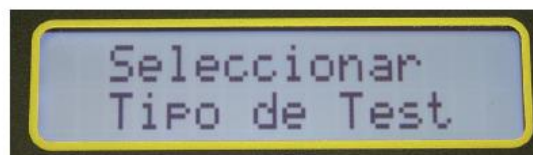


5. Pulse ENTER y, continuación Si (▼) en Activar.
6. Seleccione *editar* pulsando la tecla ▼. Los valores de la placa de identificación presente pueden cambiarse cifra por cifra seleccionando cada cifra con las teclas ▼ y ▲ pulsando tecla ENTER. Cuando se haya seleccionado la última cifra del bobinado secundario, la placa volverá a *Configurar placa Idt.*



1.7.4 Selección del tipo de prueba

1. A partir del nivel superior de *configura instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *seleccionar el tipo de test* en pantalla y pulse ENTER.



2. Seleccione TV/TP o TC mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. La pantalla indicara seleccionar el tipo de test

i. NOTA: una vez secciona el tipo de prueba se mantendrá hasta que el

usuario lo cambie. Si se paga y vuelva a encender, se conservará el ultimo tipo de prueba seleccionado

1.7.5 Selección del modo de prueba

1. A partir del nivel superior de *configura el instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *seleccionar el modo de test* en pantalla y pulse a continuación ENTER.
2. Seleccione Ratio o CONT/Ratio mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. La pantalla volverá a seleccionar el modo de test

CONT/Ratio: Efectúa una prueba de continuidad y luego una prueba de relación solo en modo TV/TP. La prueba de continuidad no está (N/A) disponible en modo TC .

Modo de test radio: efectúa solo la prueba de relación en modo TV/TP o TC

1.7.6 Selección modo de registro

1. A partir del nivel superior de *configura instrumento*, pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *seleccionar modo registro* en pantalla y pulse ENTER.
2. Seleccione *auto* o *manual* mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. La pantalla indicará *configura instrumento > Seleccionar modo registro*.
 - En el modo manual, el usuario puede finalizar la prueba guardar o no los resultados de las medidas, ubicación del registro guardado.
 - En modo auto el instrumento guardará los resultados de las medidas al finalizar cada prueba en la ubicación disponible.

1.7.7 Selección de filtro

1. A partir del nivel superior de *configura el instrumento* pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *seleccionar filtro* en pantalla y pulse ENTER.
2. Seleccione Rápido, Normal o Lento mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. La pantalla indicará *Configura instrumento > seleccionar filtro*

El equipo de medición DTR, mejora la calidad de las medidas de las siguientes maneras

- Circuitos electrónicos de ruido débil
- Circuitos electrónicos y cables blindados
- Medidas diferenciales para reducir los efectos del modo común
- Cálculos proporcionales para reducir errores dinámicos

TV/TP

	Rápido	Normal	Lento
Tiempo de medida aproximado	6.5 s	9 s	19 s
Uso	Entorno eléctricamente en calma	En la mayoría de las aplicaciones	Entorno eléctrico muy ruidoso

TC

	Rápido	Normal	Lento
Tiempo de medida aproximado	14 s	16s	43s
Uso	Entorno eléctricamente en calma	En la mayoría de las aplicaciones	Entorno eléctrico muy ruidoso

1.7.8 **Borrar memoria**

1. Pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *Borrar memoria* en pantalla y a continuación ENTER.



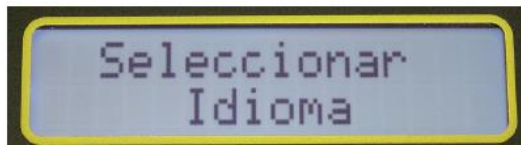
2. Seleccione *SI* o *No* mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. Aparecerá de nuevo en la pantalla Borrar memoria.

- **NOTA:** una vez borrada la memoria, ya no se pueden recuperar los datos

guardados.

1.7.9 Selección de idioma

1. Pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *Seleccionar idioma* en pantalla y a continuación ENTER



2. Seleccione *un idioma* mediante ▼ o ▲ y pulse ENTER. Aparecerá de nuevo en la pantalla seleccionar idioma. Estando disponible los siguientes idiomas.
 - a. Inglés
 - b. Francés
 - c. Alemán
 - d. Italiano
 - e. Español
 - f. Portugués

Una vez seleccionado el idioma, todos los menús, mensajes de error, etc. Se visualizaran en este idioma.

1.7.10 Restauración de parámetros por defecto

Los parámetros por defecto se indican en la siguiente tabla.

Parámetro	Valor por defecto
Modo de prueba	Relación
Tipo de prueba	TV/TP
Filtro	Normal
Modo de registro	Manual
Idioma	Inglés
Placa de identificación	Desactivada
Valores de la placa de identificación	19920:7200 19920:4800

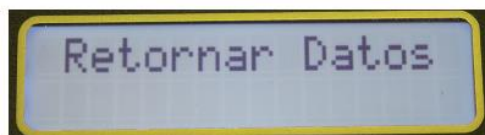
	19920:2400
	19920:2160
	19920:120
	7200:2400
	7200:2160
	7200:120
	2400:120
	2160:120

Para restaurar la configuración de fábrica por defecto:

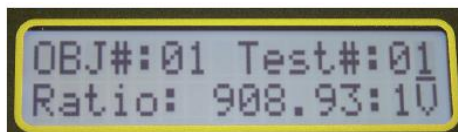
1. Apague el equipo
2. Mantenga presionado el botón ▲
3. Enciende el equipo
4. Suelte el botón ▲ cuando el equipo emita una señal acústica

1.8 Retornar datos

1. Pulse la tecla ▼ o ▲ hasta que aparezca *Retornar datos* en pantalla y a continuación ENTER



Se visualizará el registro de medida en OBJETO n°1 y el TEST n° 01 así como la relación.



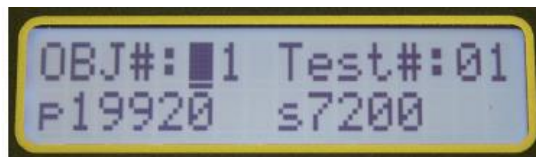
2. Pulse el botón de TEST para pasar a la segunda pantalla donde aparecerán la corriente y la diferencia en %.



3. Pulse el botón de TEST para pasar a la tercera pantalla donde aparecerán la fecha y hora



4. Pulse el botón de TEST para pasar a la cuarta pantalla donde aparecerán las tensiones del bobinado primario y secundario de la placa de características presente cuando se efectuó la medida.



5. Pulse se nuevo el botón de TEST para volver a la primera pantalla }
6. Seleccione un OBJETO y una PRUEBA cualquiera con la tecla ▼ o ▲ y la tecla ENTER para ver el resultado de medida de donde sea.

- **NOTA**

- El DTR puede guardar 99 OBJETOS. Cada OBJETO puede contar hasta con 99 PRUEBAS.
- El usuario puede seleccionar la ubicación en la que guarda el resultado de medida. No es necesario guardar de forma secuencial
- El usuario debe de tener presente la ubicación cada OBJETO

1.9 Utilización

1.9.1 Puesta bajo tensión

Coloque el interruptor en posición ON. El instrumento efectúa proceso de iniciación

- Emite señal acústica

- Indica “Iniciando.... Por favor espere” durante poco tiempo
- Indica el nombre de la marca y el número de versión del programa
- Indica la fecha y hora por poco tiempo
- El equipo se queda en la pantalla principal que indica el tipo de prueba, modo de prueba, el filtro, el modo de memoria y los valores de la placa de identificación presente (fig...)
- El piloto se queda encendido.



NOTA: Cuando las baterías no están cargadas

- El piloto parpadeará si la capacidad aun es insuficiente, el equipo seguirá siendo operativo
- Se visualizará en pantalla batería baja y el piloto verde parpadeará si el bloque de batería ya no es suficiente. Ya no se podrá utilizar el equipo.

1.9.2 Ejecución de una prueba

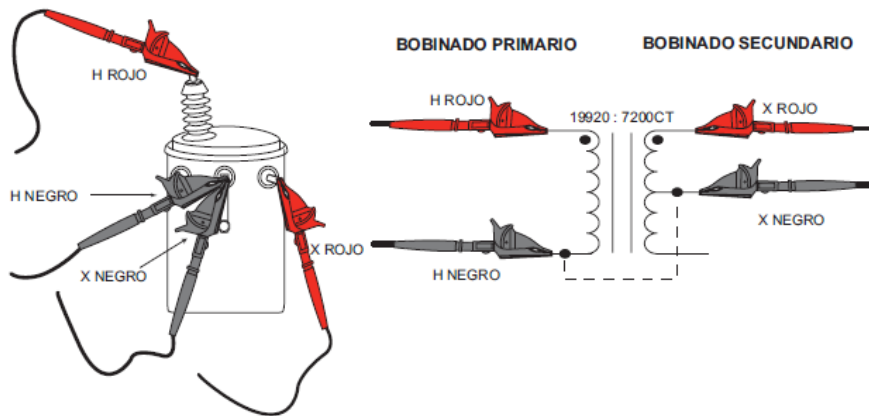
1.9.2.1 Prueba TV/TP

Este párrafo ilustra un ejemplo de ejecución de una prueba utilizando la siguiente información.

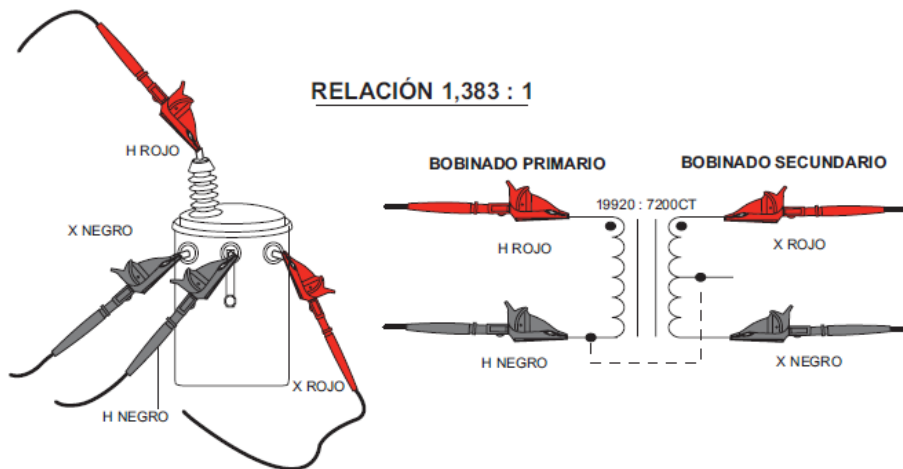
- Configurar día y hora
- Valores de la placa de identificación
 - Tensión primaria 19.920; tensión secundaria 7200
- Selección de tipo de prueba TV/TP
- Selección del modo de prueba: CONT/Ratio
- Modo de memoria: Manual
- Seleccione el filtro: Normal
- Selección de idioma: Español

Conexión típica

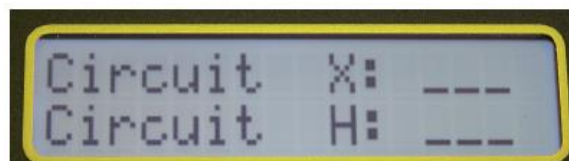
RELACIÓN 2,767 : 1



Otra conexión posible



1. Conecte los cables del bobinado primario (H) y el secundario (X) al equipo **DTR** y al transformador probado
2. Pulse el botón TEST. Se ejecutará primero la prueba de continuidad y luego la de relación de transformación.



!! Es importante asegurarse de que los cables del bobinado primario (H) y secundario (X) estén conectados correctamente **ANTES** de ejecutar la prueba, ya que pueden aparecer tensiones altas peligrosas en las terminales. **!!**

NOTA:

- La continuidad solo verifica el buen estado de las conexiones de los cables. No comprueba la polaridad H/X. Si la continuidad de las conexiones del bobinado primario cumple con los límites especificados, se visualizará con la pantalla ----- o el equivalente de los contactos cerrados.
Si la continuidad de las conexiones del bobinado primario sale de los límites especificados, se visualizará en la pantalla - - /- o el equivalente a contactos abiertos.
- Antes de realizar la prueba de relación de transformación, verifica la inversión de polaridad.

En este ejemplo, una pantalla similar aparecerá



Si las conexiones H/X están invertidas, aparecerá el siguiente mensaje de error en el instrumento que pondrá fin a la prueba



NOTA:

- Si existe una inversión de polaridad la relación se visualizará de forma negativa y parpadeará, esto significa que las conexiones están invertidos del lado dado o que el TR está bobinado a la inversa marcado.
- La prueba puede realizarse las veces que sean necesarias pulsando TEST
- Una prueba en curso puede cancelarse pulsando TEST
- Asegurar que el cable HROJO siga conectado par que no cortocircuite el cable XROJO O XNEGRO directamente o a través de la tierra.

1.9.2.2 Registro de los resultados de las medidas (modo manual/automático)

1.9.2.2.1 Modo manual

El modo registro depende del que se seleccionó durante la configuración del instrumento antes de realizar una prueba.

Cuando esta seleccionado el *modo manual*, el registro de los resultados de las medidas es una opción para el usuario.

1. Para guardar la medida activada con el modo manual, pulse el botón **MEM (ENTER)**.
En la pantalla se visualizará lo siguiente.



2. Seleccione el OBJ y la ubicación de prueba con la tecla ▼ o ▲ y pulse ENTER.
3. Pulse ENTER o TEST para guardar el resultado de la medida

NOTA:

- Después de realizar una prueba, la nueva ubicación se sitúa automáticamente justo después de la última ubicación del registro.
- Si una ubicación determinada no está disponible por el registro se visualizara en el campo Guardar N/A
- Para NO GUARADAR el resultado de la medida, pulse la tecla TEST cuando finalice la prueba.

1.9.2.2.2 Modo automático

Cuando esta seleccionado el *modo automático*, el instrumento el instrumento no necesita ninguna otra instrucción por el usuario.

Al finalizar la prueba, el resultado de la medida se guardará en la ubicación siguiente a la primera ubicación disponible y continuará así consecutivamente.

1.9.3 Corriente de excitación TV/TP

La corriente de excitación se representa en miliamperios (mA), es el valor eficaz de la corriente en el bobinado primario (H) debida alta excitación de prueba. La carga del bobinado secundario (X) causada por el DTR es insignificante.

- El DTR utiliza una tensión eficaz de 32 V para la prueba. La corriente de excitación visualizada será casi siempre una pequeña fracción de la corriente de excitación en vacío del transformador a plena tensión (nominal).
- En caso de utilización de un medidor de relación de transformación que emplea una excitación del lado del bobinado secundario (X) en modo de elevación, la corriente puede ser mucho más alta que la que se visualiza en el equipo
- Es normal que la mayoría de los TR reductores el bobinado primario (H) tiene una impedancia más elevada que la del bobinado secundario (X) asociado

1.9.4 Prueba de continuidad TV/TP

1.9.5 Prueba TC

La función de prueba de continuidad del DTR constituye un medio útil para identificar los bobinados primarios y secundarios abiertos de alta resistencia, disyuntores abiertos y fusibles fundidos, verifica la continuidad de los cables del bobinado secundario (X) y primario (H).

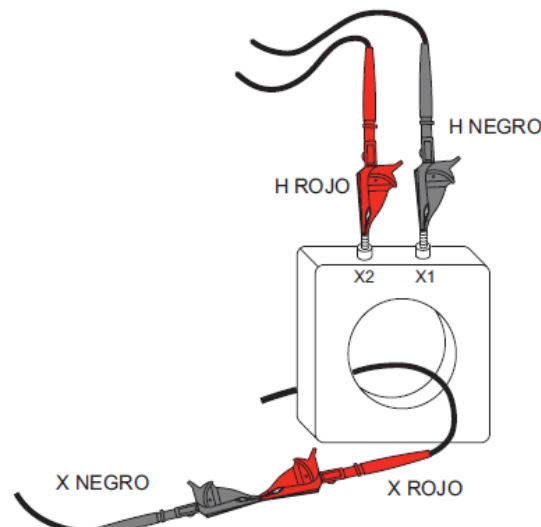
- El DTR indicara ABIERTO para circuitos $> 4k\Omega$ y CONT para circuitos $<4k\Omega$ compruebe estos valores. Una pequeña fracción de los transformadores (inductancia elevada o resistencia óhmica en corriente alta de los bobinados) puede aparecer abierta.
- El instrumento verifica primero los cables del bobinado secundario (X). Incluso si los encuentra abiertos, sigue con la verificación de las conexiones del bobinado primario (H). Independientemente del resultado, el instrumento efectúa una preprueba, si uno de los dos bobinados X y H o los dos se encuentran ABIERTOS, aparecerá el instrumento el mensaje de error apropiado. Si vuelve a pulsar la tecla TEST, se reiniciará una nueva prueba de continuidad, se ejecutará (suponiendo que el usuario haya corregido los errores de conexión). Si se logra realizar la prueba de continuidad, se ejecutará la prueba de relación de TR.
- Transformadores con varias disposiciones de bobinado, canales paralelos (p.ejm bobinados en triangulo) pueden indicar CONT aunque estén ABIERTOS uno o varios bobinados.

Este párrafo es un ejemplo de ejecución de una prueba utilizando la siguiente configuración.

- Configuración de día y hora
- Valores de placa de identificación TP:19.920; TS 7200
- Seleccionar el tipo de prueba: TC
- Selección el modo de prueba: Ratio
- Modo memoria: Manual
- Seleccione el filtro: Normal
- **Selección de idioma: Español**

NOTA: La prueba TC no ofrece la opción CONT/Ratio. Solo permite realizar la prueba de relación de transformación.

1. Conecte el cable del bobinado (H) primario a los conectores apropiados del DTR y del transformador probado. Conecte el cable del bobinado secundario (X) como un bucle a través de la abertura del transformador como se indica la figura.



2. Pulse el botón TEST. Antes de realizar la prueba de relación de transformación, el instrumento, el instrumento la inversión de polaridad H/X, la presencia de cortocircuito (corriente excesiva) etc.

NOTA:

- Si las conexiones H/X están invertidas aparecerá un mensaje de error en el instrumento
- Si existe una inversión de polaridad la relación parpadeará con una señal negativa. Esto significa que las conexiones están invertidas del lado dado o que el transformador está bobinado a la inversa marcado.
- una prueba puede cancelarse en cualquier momento pulsando la tecla TEST durante la operación.
- La prueba TC incrementa la tensión por niveles, al final de la prueba la tensión disminuye por niveles.
- Existe una cierta masa crítica de los TC de relación baja para los cuales puede que el DTR no pueda indicar una relación de transformación correcta. El mensaje de error será **“Corriente de excitación fuerte”**.

1.10 Consejo para realizar medidas de relación precisas

El DTR esta diseñado para transformación de reductores. Proporciona una baja tensión al bobinado primario. Empieza con una fracción de la tensión fuente al final y verifica la tensión del bobinado secundario.

Si esta tensión supera la del bobinado primario de un valor predeterminado, la función de seguridad detiene la medida. El procedimiento recomendado en estas circunstancias consiste en invertir los cables de modo que el bobinado primario del TR este conectado a los cables H y el bobinado secundario a los cables X.

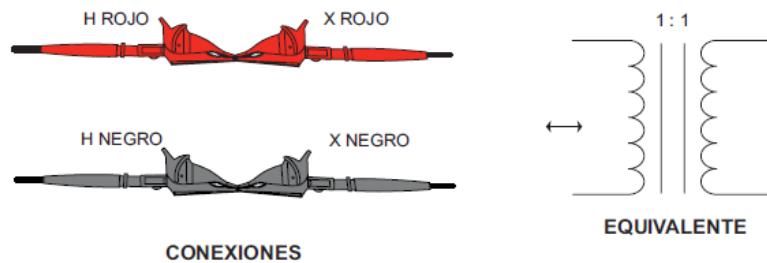
- Siempre compruebe la correcta colocación de las conexiones de los cables y vuelva a posicionar las pinzas en caso necesario para obtener conexiones de baja resistencia. Examine las terminales del TR para buscar trazas de fuga dieléctrica de moho, de polvo o corrosión.
- Resultará útil realizar una prueba de continuidad antes de una prueba de relación de transformación para verificar bobinados y conexiones.
- Durante la prueba de transformadores polifásicos, en ciertos casos las relaciones de medidas deben multiplicarse o dividirse por $\sqrt{3}$.

1.11 Prueba de relación 1:1

Se puede realizar una simple prueba para verificar la operatividad del DTR.

- 1- Conectar el cable H ROJO al cable X ROJO por una parte y el cable H NEGRO y el cable X NEGRO por otra. Esta conexión simula un transformador 1:1.
- 2- Ejecute la prueba TV/TP

En este modo, el resultado de la prueba debe de tener una relación casi igual al 1,0000. En caso de lo contrario, es posible que el DTR necesite una calibración o reparación



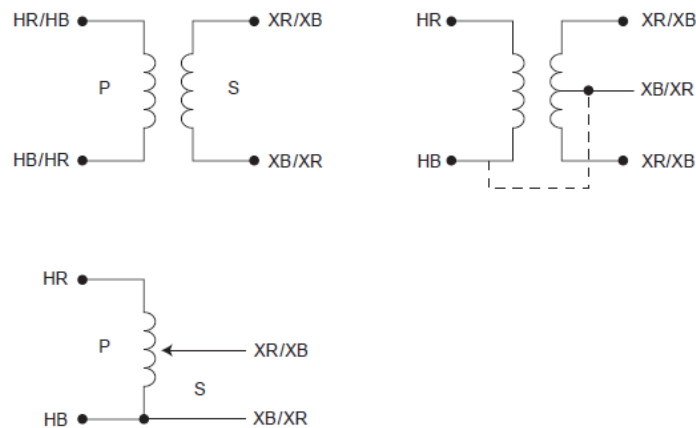
1.12 Conexiones

Asegurase que el cable H rojo siga conectado de forma que no este directamente conectado al cable X rojo o X negro, a traves de la conexión de tierra.

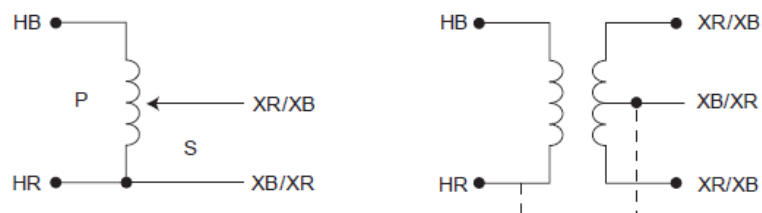
Ejem: entre los esquemas ilustrativos las tres primeras imágenes son correctas el ultimo debe evitarse.

Observación: HB/XB, significa H negro / X negro.

Medidas correctas



Medidas incorrectas



Conexiones Polifásicas

Nº de REF	- TRANSFORMADOR -		TIPO XFMR	FASE	BOBINADO ALTA TENSION	BOBINADO BAJA TENSION	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN
	BOBINADO ALTA TENSION	BOBINADO BAJA TENSION					
1			1 Ø STD	1 Ø	H ₁ - H ₂	X ₁ - X ₂	$\frac{V_H}{V_X}$
2			Δ - Δ STD	A	H ₁ - H ₃ (A)	X ₁ - X ₃ (a)	$\frac{V_H}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₁ (B)	X ₂ - X ₁ (b)	
				C	H ₃ - H ₂ (C)	X ₃ - X ₂ (c)	
3			Δ - Δ REV	A	H ₁ - H ₃ (A)	X ₁ - X ₃ (a)	$\frac{V_H}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₁ (B)	X ₂ - X ₁ (b)	
				C	H ₃ - H ₂ (C)	X ₃ - X ₂ (c)	
4			Δ - Y STD	A	H ₁ - H ₃ (A)	X ₁ - X ₀ (a)	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₁ (B)	X ₂ - X ₀ (b)	
				C	H ₃ - H ₂ (C)	X ₃ - X ₀ (c)	
5			Δ - Y REV	A	H ₁ - H ₃ (A)	X ₁ - X ₀ (a)	$\frac{V_H \cdot \sqrt{3}}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₁ (B)	X ₂ - X ₀ (b)	
				C	H ₃ - H ₂ (C)	X ₃ - X ₀ (c)	
6			Y - Y STD	A	H ₁ - H ₀ (A)	X ₁ - X ₀ (a)	$\frac{V_H}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₀ (B)	X ₂ - X ₀ (b)	
				C	H ₃ - H ₀ (C)	X ₃ - X ₀ (c)	
7			Y - Y REV	A	H ₁ - H ₀ (A)	X ₁ - X ₀ (a)	$\frac{V_H}{V_X}$
				B	H ₂ - H ₀ (B)	X ₂ - X ₀ (b)	
				C	H ₃ - H ₀ (C)	X ₃ - X ₀ (c)	
8			Y - Δ STD	A	H ₁ - H ₀ (A)	X ₁ - X ₂ (a)	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
				B	H ₂ - H ₀ (B)	X ₂ - X ₃ (b)	
				C	H ₃ - H ₀ (C)	X ₃ - X ₁ (c)	
9			Y - Δ REV	A	H ₁ - H ₀ (A)	X ₁ - X ₂ (a)	$\frac{V_H}{V_X \cdot \sqrt{3}}$
				B	H ₂ - H ₀ (B)	X ₂ - X ₃ (b)	
				C	H ₃ - H ₀ (C)	X ₃ - X ₁ (c)	

1.13 Instalación de DATAVIEW

NO SE DEBE DE CONECTAR EL INSTRUMENTO AL ORDENADOR ANTES DE INSTALAR EL SOFTWARE Y LO PILOTOS

Consideraciones mínimas para el ordenador

- Windows XP/ Windows Vista & Windows 7 (32/64 bits)
- 256 Mb de RAM para Windows XP
1 GB de RAM para Windows vista y Windows 7 (32 bytes)
2 GB de RAM para Windows vista y Windows 7 (64 bytes)
- 80 Mb de espacio libre en le disco duro
- Puerto USB

1. Inserte la memoria USB en el puerto correspondiente
2. Una ventana Set-Up, similar a la de abajo aparecerá

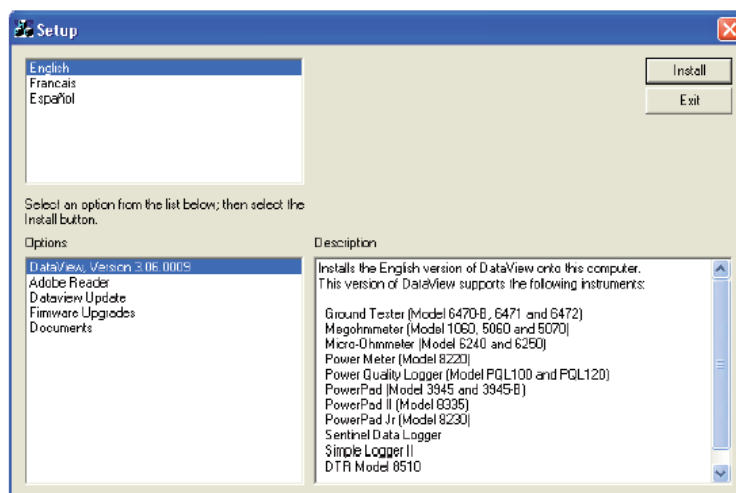


Figura 7.4

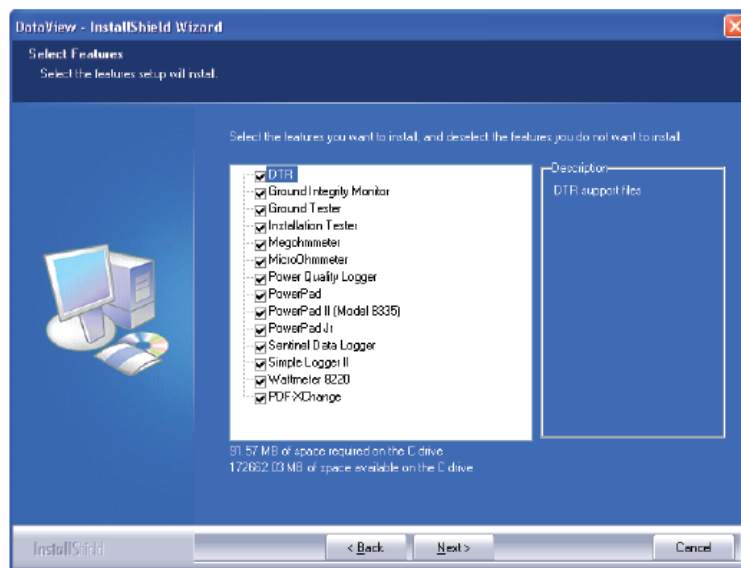
Existen varias opciones a elegir. Ciertas opciones requieren una conexión a internet.

- **DataView, Version x.xx.xxxx.** instala DataView en su PC
- **Adobe Reader**- enlace hacia la página web Adobe para descargar la versión mas reciente de Adobe Reader en el ordenador, es necesario para visualizar los documentos PDF suministrados por DataView.
- **DataView Updates** – enlaces hacia las actualizaciones de software, para buscar

nuevas versiones.

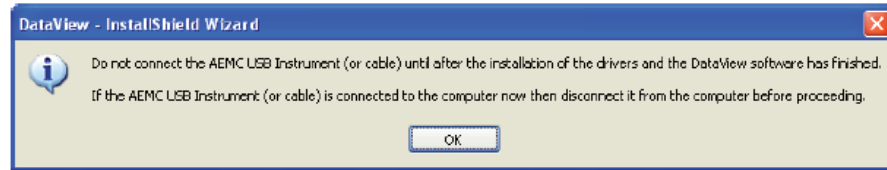
- **Firmware Upgrades** – Enlace hacia las actualizaciones del microprograma Chauvin- Arnoux para buscar nuevas versiones de este microsoftware.
 - **Documents**- proporciona una lista de documentos que tratan el instrumento y que se pueden visualizar.
3. DataView **Version x.xx.xxxx** debe de estar seleccionado por defecto. Seleccione el idioma deseado y haga clic luego en instalar.
 4. Aparecerá la ventana del asistente de instalación. Haga clic en siguiente
 5. Para seguir acepté los términos del contrato de licencia y haga clic en siguiente
 6. En la ventana datos del cliente, introduzca un nombre y una sociedad y haga clic luego en siguiente.
 7. En la ventana configurar tipo que aparece, marque la casilla de botones radio completo y luego haga clic en siguiente
 8. En la ventana seleccionar funciones que aparece, no marque la casilla del panel de control del instrumento cuya instalación no se quiere realizar, haga clic y luego siguiente.

NOTA: La opción **PDF-XChange** debe de estar seleccionada para poder crear informes con DataView.



9. En la ventana listo para instalar el programa haga clic en instalar.

10. Si el instrumento seleccionado para la instalación necesita utilizar un puerto USB, aparecerá un cuadro de dialogo de advertencia similar a la figura presente. Haga clic en aceptar.



Observación: la instalación de los pilotos puede tardar uno minutos. Puede incluso tardar unos minutos. Puede incluso que ventanas indiquen que no hay respuesta, sin embargo la instalación sigue efectiva, espere que finalice la instalación.

11. Cuando este terminada la instalación de los pilotos, aparecerá el cuadro de dialogo instalación correcta. haga clic en aceptar.
12. Aparecerá a continuación la ventana finalización del asistente para la instalación. Haga clic en Terminar.
13. Aparecerá luego un cuadro de dialogo Pregunta, haga clic en si para leer los pasos para la conexión del instrumento al puerto USB del ordenador.
14. Reinicie el ordenador y conecte luego el instrumento al ordenador
15. Una vez conectado el instrumento, aparecerá un cuadro de dialogo Nuevo Hardware detectado. Windows finalizara automáticamente el proceso de instalación piloto.
- Se han añadido en el escritorio accesos directos para el DataView y para cada panel de control de instrumento seleccionado durante el proceso de instalación.

Observación: Si el instrumento se conecta al ordenador antes de instalar el software y los pilotos, se tendrá que utilizar **agregar o quitar hardware** para eliminar el piloto del instrumento antes de volver a realizar el proceso.

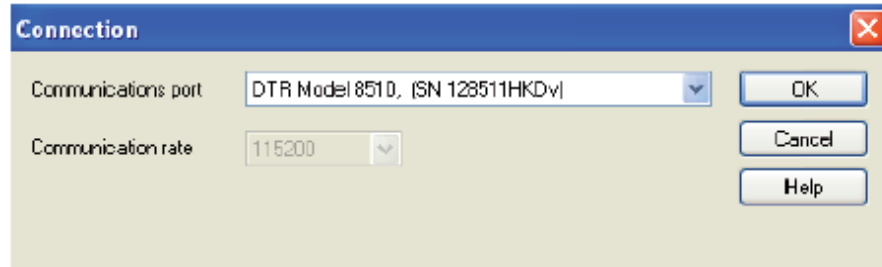
14 Abrir el panel de control

El panel de control puede abrirse partir del icono DTR o de DataView.

Para abrir el panel de control con el icono del escritorio:

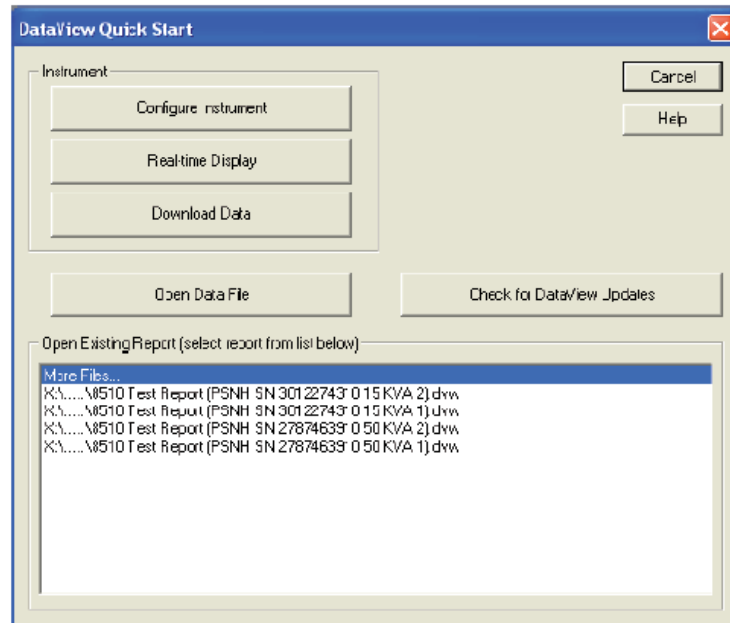
- Haga clic dos veces en el icono DTR creado durante la instalación que se encuentra en el escritorio.

Aparecerá la ventana **conexión**.

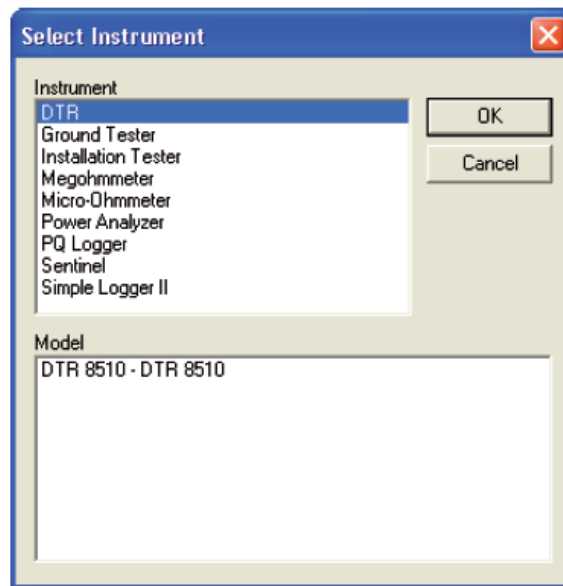


Para abrir el panel de control a partir de DataView.

Haga clic dos veces en el **icono DataView** para que aparezca el logotipo y la información correspondiente durante unos segundos, aparecerá también el cuadro de diálogo inicio rápido.



Seleccione configurar el instrumento. Aparecerá el cuadro de dialogo seleccionar instrumento.



Seleccione **DTR** y haga clic en aceptar. Aparecerá el cuadro de dialogo.

La ventana conexión determina el instrumento conectado en la lista desplegable de las comunicaciones.

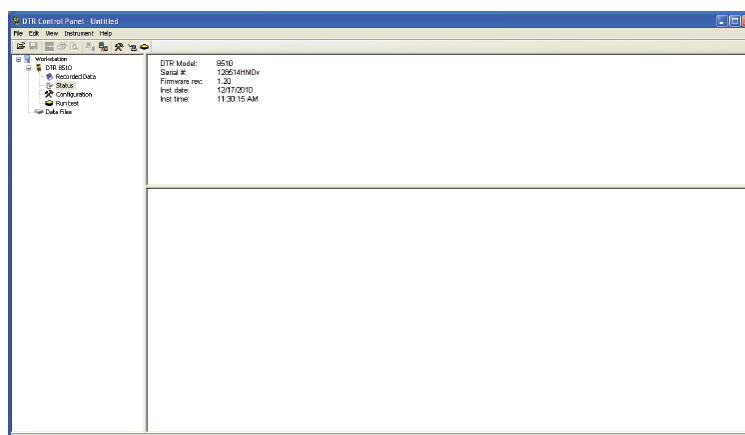
Si varios instrumentos están conectados, seleccione el instrumento deseado con su número asociado en la lista desplegable.

Una vez seleccionado el instrumento deseado, haga clic en **aceptar**. Se abrirá el panel de control del DTR y la ventana de configuración.

1.15 Utilización del panel de control

El panel de control se utiliza para hacer funcionar y configurar el instrumento

Para abrir el panel de control, remítase al párrafo 1.14



El menú principal en la parte superior de la pantalla proporciona la lista de los siguientes comandos.

Archivo

Abrir: abre un archivo DTR .icp

Guardar: guarda el archivo correspondiente al informe en la carpeta apropiada

Guardar como: Permite al usuario guardar el informe en la ubicación de su elección.

Crear informe DataView: Crea un informe para los resultados de prueba abierta

Imprimir prueba: Imprime el resultado de la prueba

Vista preliminar: Presenta una vista preliminar antes de imprimir la prueba seleccionada.

Configuración impresora: aparece una ventana de configuración de impresora que permite seleccionar una impresora de destino y modificar varias opciones de impresión.

Salir: Cierra el panel de control.

Edición

Editar: Edita la información relativa a la sesión para la prueba seleccionada en el archivo .icp abierto

Eliminar: Elimina la prueba selecciona del archivo .icp

Ver

Barra de herramientas: Permite elegir ver la barra de herramientas

Barra de estado: Permite elegir ver la barra de estado

Dividir: Permite dividir la pantalla para ver la información disponible

Instrumento

Conectar: Establece una conexión con el instrumento

Desconectar: Cierra la conexión con el instrumento

Configurar: Visualiza la ventana de configuración del instrumento

Descargar: Descargar los datos guardados en el DTR

Ejecutar test: Permite ejecutar una prueba desde el ordenador.

Ayuda

Seleccione ayuda: Visualiza las secciones de ayuda en el panel de control

Acerca del DTR: Visualiza un cuadro de dialogo que indica el número de versión actual del software del DTR y del DataView.

1.16 Configurar el DTR

Para configurar el DTR siga los siguientes pasos..

1. Abra el panel de control y conecte el instrumento
2. A continuación, seleccione **configurar** el menú **instrumento** o haga clic en el icono configurar. Aparecerá un cuadro de dialogo configurar el instrumento

The screenshot shows the 'DTR Model 8510 Configuration Panel' dialog box. It contains several sections for configuring the instrument's settings:

- Date Format:** Radio buttons for MM/DD/YY (selected), DD/MM/YY, and YY/MM/DD.
- Time Format:** Radio buttons for 24 hour clock (selected) and 12 hour clock.
- Default Test Type:** Radio buttons for VT / PT (selected) and CT.
- Default Test Mode:** Radio buttons for Ratio (selected) and Cont/Ratio.
- Default Storage Mode:** Radio buttons for Manual (selected) and Automatic.
- Defined Nameplate Values:** A table with 10 rows, each with a 'Primary Side' and a 'Secondary Side' value.

	Primary Side	Secondary Side
1	19920	7200
2	19920	4800
3	19920	2400
4	19920	2160
5	19920	120
6	7200	2400
7	7200	2160
8	7200	120
9	2400	120
10	2160	120
- Present Nameplate Values:** A single row with a 'Primary Side' value of 19920 and a 'Secondary Side' value of 7200.
- Buttons:** Set Clock, Erase Memory, Write to Instrument, Read from Instrument, and Cancel.
- Language:** A dropdown menu set to English.
- Test Filter:** Radio buttons for Fast, Normal (selected), and Slow.
- Deviation:** Radio buttons for Enable and Disable (selected).

Formato de fecha: Permite seleccionar el formato de fecha según MM/DD/AAA o DD/MM/AA o AA/MM/DD

Formato de la hora: Permite seleccionar el formato de la hora según el formato 24 hrs o 12 hrs

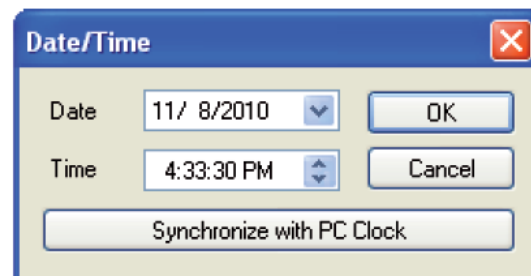
Modo test por defecto: Permite seleccionar el modo de prueba de relación únicamente o de Cont/Relacion (continuidad y relación)

Modo de registro por defecto: Permite seleccionar el modo manual o el modo automático de registro de cada resultado de medida.

Valor de la placa de identificación: Permite al usuario registrar los valores de la palca de identificación (o valores de relación) mas utilizados.

Valores de la placa de identificación presente: Permite seleccionar los valores de la placa de identificación presente. La diferencia (en %) se calculara según los valores de la placa de identificación presentes en cada medida.

Fijar reloj: Permite fijar el reloj del instrumento manualmente o sincronizarlo con el reloj



Borrar memoria: Permite borrar totalmente la memoria

Idioma: Permite seleccionar el idioma español, ingles, francés, alemán, italiano o portugués

Escribir en el instrumento: Permite escribir los valores de la configuración presente en el instrumento

Leer el instrumento: Permite leer la configuración presente

Cancelar: Cancela el proceso de modificación de la configuración y cierra el cuadro de dialogo

1.17 Ejecución de una prueba

1. Abra el panel de control y conecte el instrumento
2. A continuación seleccione **ejecutar test** en el menú de **instrumento** o haga clic en el icono de ejecutar test del menú lateral o superior

Run Test

Test Type
☒ VT / PT
☐ CT

Test Mode
☒ Ratio
☐ Cont/Ratio

Test Filter
☐ Fast
☒ Normal
☐ Slow

Primary: 13800
Secondary: 120

Object: 1
Test: 1

Test Result
Measurement Date: 11/8/2010 - 4:58:21 PM
Object: 1
Test: 1
Test type: VT/PT
Test mode: Ratio
Filter: Normal
Turns ratio: 115.05:1
Deviation: 0.04 %
Excitation current: 0 mA
Primary voltage: 13800 V
Secondary voltage: 120 V

Start
Save
Close

El usuario puede seleccionar **tipo de test, modo de test, filtro de test, valores de placa de identificación** presente y la ubicación de donde se guardara el **resultado de medida**.

3. Pulse **inicio** para iniciar la prueba (resultado de medida) de la placa se visualizara en el centro.

NOTA:

Si el DTR esta modo de registro automático, la conexión al ordenador desactivara el registro automático del resultado de la medida

Si se tiene que cancelar la prueba, pulse la tecla test del instrumento o el botón CANCELAR de la pantalla.

Si están seleccionados nuevos tipos de test, modo de test, filtro de test y/o valores de la placa de identificación presente, la configuración se modificará para reflejados en esta prueba y en las pruebas siguientes.

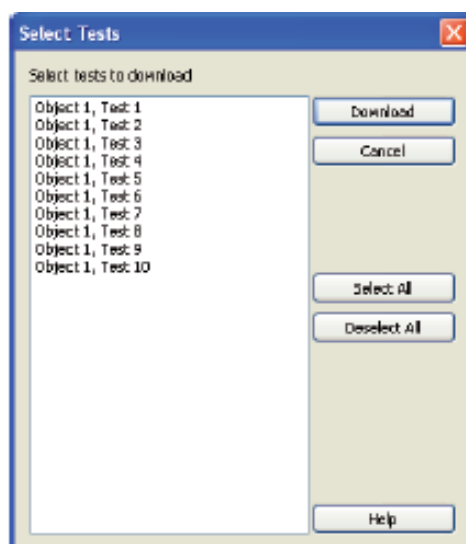
4. Pulse Guarda para guardar el resultado de medida en el objeto y en las ubicaciones seleccionadas y, a continuación pulse cerrar para cerrar el cuadro de dialogo.

1.18 Descargar una prueba

Esta selección permite descargar los resultados de medida guardados en el instrumento.

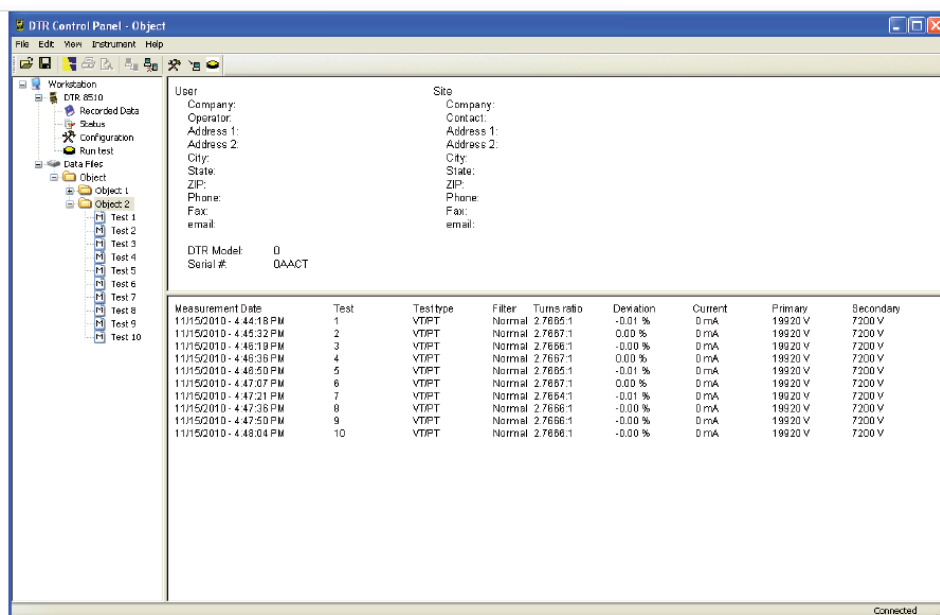
Para descargar una prueba:

Haga clic en el icono Descargar  de la barra de herramientas o en Datos guardados en el menú lateral. Aparecerá el cuadro de diálogo Seleccionar tests.



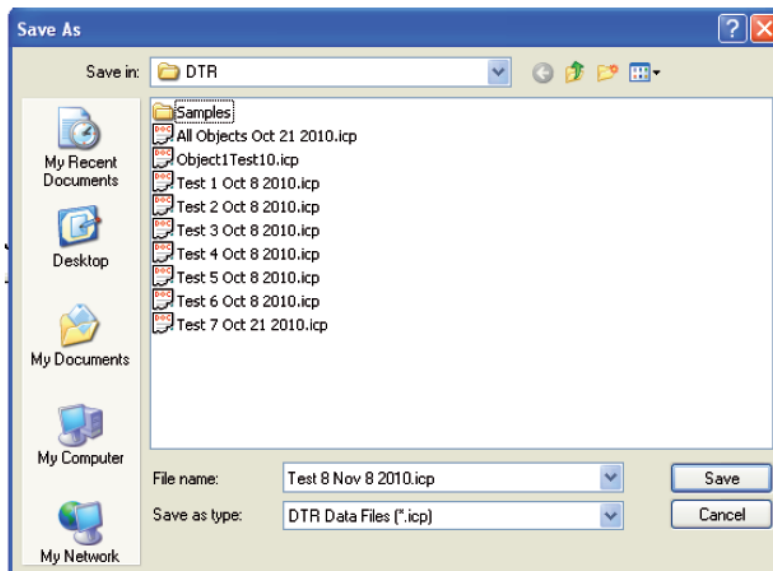
Este cuadro de diálogo visualiza el contenido de la memoria. Aún no se ha descargado ningún resultado de medida.

1. Seleccione los resultados de medida individualmente o pulse **Seleccionar todo**. Pulse **Descargar** para obtener datos en el ordenador.



1.19 Guardar los resultados de las medidas

1. Seleccione **Guardar** o **Guardar como** en el menú Archivo. Aparecerá el cuadro de diálogo Guardar como:

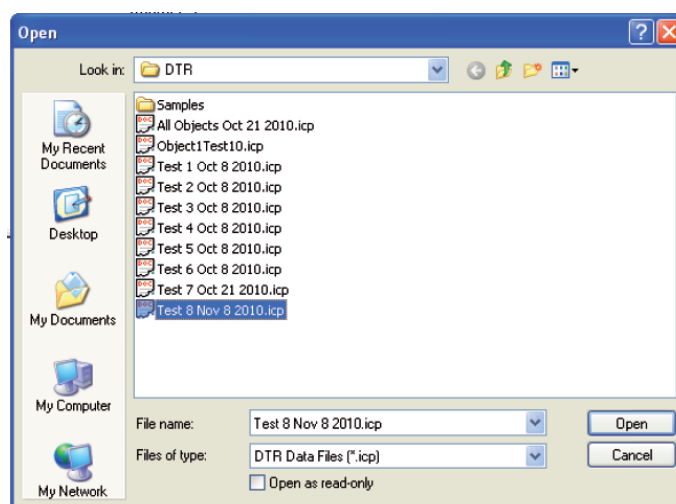


2. Guardar el archivo en la carpeta por defecto "Mis documentos\DataView\DataFiles\DTR" o seleccione otra carpeta.

1.20 Creación de informe

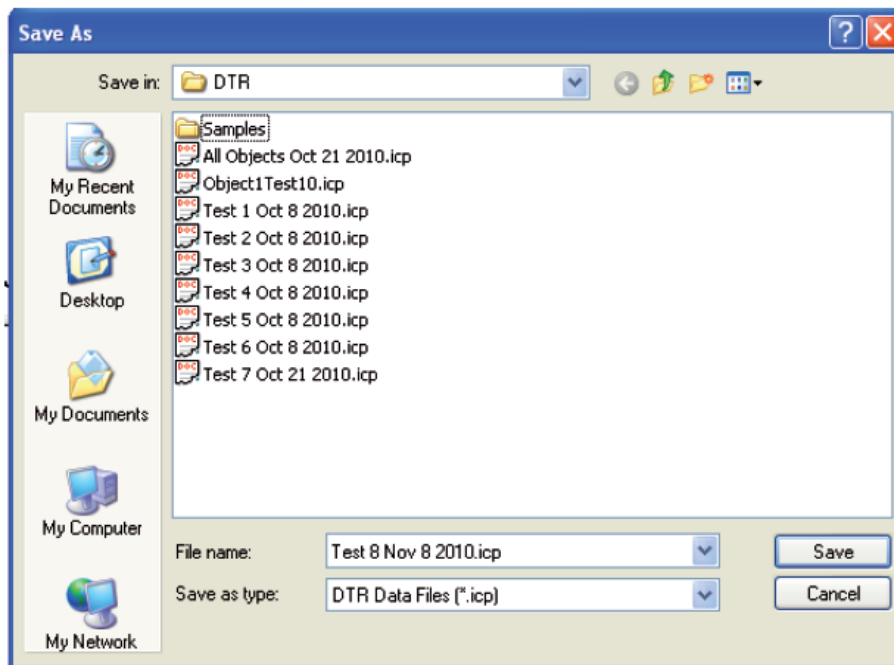
Para crear un informe, un archivo debe estar abierto.

1. Seleccione **Abrir** en el menú **Archivo**. En caso necesario, busque la carpeta donde se encuentra el archivo .icp, selecciónelo y pulse **Abrir**.



Una vez abierto el archivo, seleccione Crear informe DataView en el menú Archivo o haga clic en el icono Crear informe DataView. Aparecerá un informe en pantalla.

Index	Date	Time	Object Name	Name	Turns Ratio	Deviation	Current	Primary	Secondary
1	11/15/2010	4:44:18.000 PM	Object	Test 1	2.7665:1	-0.01 %	0 mA	19920 V	7200 V
2	11/15/2010	4:45:32.000 PM	Object	Test 2	2.7667:1	0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
3	11/15/2010	4:46:19.000 PM	Object	Test 3	2.7666:1	-0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
4	11/15/2010	4:46:36.000 PM	Object	Test 4	2.7667:1	0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
5	11/15/2010	4:46:50.000 PM	Object	Test 5	2.7665:1	-0.01 %	0 mA	19920 V	7200 V
6	11/15/2010	4:47:07.000 PM	Object	Test 6	2.7667:1	0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
7	11/15/2010	4:47:21.000 PM	Object	Test 7	2.7664:1	-0.01 %	0 mA	19920 V	7200 V
8	11/15/2010	4:47:36.000 PM	Object	Test 8	2.7666:1	-0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
9	11/15/2010	4:47:50.000 PM	Object	Test 9	2.7666:1	-0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V
10	11/15/2010	4:48:04.000 PM	Object	Test 10	2.7666:1	-0.00 %	0 mA	19920 V	7200 V



2. Guardar el archivo en la carpeta por defecto “Mis documentos\DataView\DataFiles\DTR” o seleccione otra carpeta.

1.21 Creación de informe

Para crear un informe, un archivo debe estar abierto.

1. Seleccione **Abrir** en el menú **Archivo**. En caso necesario, busque la carpeta donde se encuentra el archivo .icp, selecciónelo y pulse **Abrir**.

Nota

- Todos los archivos e informes descargados se guardarán en la carpeta por defecto “Mis documentos” o “Documentos” de cada usuario.
- DataView y Panel de control (PC) son programas totalmente integrados para el control de los instrumentos y la creación de análisis de datos y de informes. PC puede descargar los resultados de las medidas anteriormente guardados en la memoria del DTR. Estos resultados de medida pueden guardarse en formato *.icp. Los informes pueden crearse haciendo clic en el icono o en Crear Informe DataView en el menú Archivo. Cuando se crea un informe, se crea automáticamente un archivo de base de datos *.dwb.
- DataView también puede llamar el PC o el PC de otros instrumentos.

- DataView no puede abrir archivos *.icp.
- Cuando se crea un informe a partir del PC, se puede guardar un informe. Durante el proceso, se crea un archivo *.dvw.
- DataView también puede crear un informe a partir de archivos de base de datos disponibles. Un archivo *.dwb se crea automáticamente cuando el PC crea un informe a partir del archivo *.icp.
- Cuando se crea un informe, se crea también un archivo *.dvw. Este informe puede abrirse directamente en DataView.

1.22 Mantenimiento

1.22.1 Carga de la batería

El DTR se suministra con un cargador inteligente. Para cargar los bloques de baterías NiMH, el interruptor del instrumento debe estar en la posición OFF/CHARGE (CARGA).

Conecte el cable de salida del cargador al conector DIN de 3 contactos del frontal del instrumento y el cable de red a una toma de red en corriente alterna.

La carga empieza en cuanto se aplica la alimentación de la red eléctrica, el proceso es automático y finalizará al final de la carga.

Observación

- No se deben utilizar otros cargadores.
- No aplicar alimentación en corriente continua. Podría dañarse el instrumento.
- El DTR debe cargarse en interiores.
- Desenchufe el cargador en cuanto finalice el proceso de carga. Las baterías NiMH no permiten la carga de mantenimiento durante un largo periodo de tiempo de forma recurrente.

NOTA

- El interruptor del DTR debe estar en posición OFF/CHARGE para permitir la carga de las baterías.
- El DTR no se puede utilizar durante la carga de las baterías para realizar una prueba.
- El frontal no proporciona ninguna indicación sobre el estado de la carga o su

finalización. El piloto de estado se encuentra en el mismo cargador.



Ciclo de carga e indicación del LED de estado en el cargador	
LED	MODO
Naranja	Batería desconectada
Naranja	Inicialización y análisis del bloque de baterías
Rojo	Carga rápida
Verde alternando con una luz roja	Complemento de carga
Verde	Carga de mantenimiento
Alternando rojo- verde	Error

El cargador tiene las siguientes características

- **Métodos de detección de cargas múltiples -dV (típica) y dT/dt.**

Normalmente la recarga completa de la batería se detecta por una ligera caída de su tensión (-dV). Sin embargo, si las baterías no se utilizan durante un largo periodo de tiempo, pueden presentar la misma caída de tensión al inicio del ciclo de carga aunque no estén totalmente cargadas. Se trata por lo tanto de una indicación errónea.

Para prevenir el final del ciclo de carga debido a esta indicación errónea, existe un temporizador de integración incorporado al cargador que ignorará el valor $-dV$ durante los primeros minutos del ciclo de carga.

Los bloques de baterías tienen un termistor. El cargador inteligente vigila la temperatura del bloque de baterías permanentemente. Un control integrado de la temperatura de carga ($+dT/dt$) garantiza una carga óptima.

- **.Cronómetro de seguridad de final de carga.**

En el caso de que las baterías no presentasen un valor $-dV/dt$ suficiente para que el cargador lo detecte, existe un cronómetro interno de seguridad que el usuario puede programar para los bloques de baterías utilizados en el DTR® 8510.

- **Ciclo de carga rápida.**

Este ciclo de carga proporciona una corriente de carga máxima de 900 mA hasta que se detecte el valor $-dV$.

- **Cronómetro de integración de inicio para evitar la detección de un valor inicial $-dV$ erróneo.**

Ciertos bloques de baterías pueden presentar una caída de tensión ($-dV$) durante la primera parte del ciclo de carga. Especialmente para bloques de baterías que no se han utilizado durante un largo periodo de tiempo. Por ello, un temporizador de inicio de carga integrado al cargador impide la detección del valor $-dV$ durante los primeros minutos del ciclo de carga.

- **. Protección contra la inversión de polaridad/cortocircuito.**

El cargador está protegido contra las inversiones de polaridad en salida por un fusible que se rearma automáticamente.

- **Piloto de estado de LED**

- **Tensión de entrada universal**

El cargador puede enchufarse a una toma de alimentación de red de corriente alterna en cualquier parte del mundo sin necesidad de un transformador externo siempre y cuando utilice un cable de alimentación apropiado.

Función:

El ciclo de carga empieza cuando el cargador está conectado al DTR 8510 y el interruptor en posición OFF. El LED se encenderá en naranja antes de que la carga rápida empiece.

Se encenderá en rojo cuando el ciclo de carga rápida empiece. Cuando el bloque de baterías esté completamente cargado y la tensión empiece a caer (debido a la señal -dV procedente de las baterías), el cargador pasará a modo complemento de carga antes de pasar a modo de carga de mantenimiento.

Si se interrumpe la tensión de red, el cargador se reinicializará y un nuevo ciclo de carga. Durante la sesión de complemento de carga, el LED se encenderá en verde alternando con una breve luz naranja. Cuando finalice el complemento de carga, el cargador pasa a modo de carga de mantenimiento y el LED se enciende en verde. La corriente de carga se reduce entonces a un nivel de seguridad. No obstante, una carga de mantenimiento que supere las 12 horas en una base regular podría dañar las baterías NiMH.

Si el cronómetro de seguridad interrumpe la carga antes del valor -dV, el complemento de carga no se activará. El cargador pasará entonces directamente a modo de carga de mantenimiento y el LED se encenderá en verde. Si la tensión de las baterías

está muy por debajo del valor normal, el cargador interrumpirá la corriente de carga rápida y pasará a modo de carga de mantenimiento.

El LED indicará un error al alternar destellos en verde y en rojo. Puede que se tengan que sustituir los bloques de baterías y/o el cargador.

empezará en cuanto se restablezca dicha tensión

1.22.2 Limpieza

- Desconecte cualquier conexión del instrumento.
- Utilice un paño suave ligeramente empapado con agua y jabón. Aclare con un paño húmedo y seque rápidamente con un paño seco o aire inyectado. No utilice alcohol, solvente o hidrocarburo.}

1.22.3 Anexos (Mensajes visualizados)

- **Comprobar H<>X conexión cables**

Puede que el DTR haya detectado una posible condición de riesgo cuando ha intentado probar el transformador conectado. Compruebe las conexiones.

- **Alta corriente de excitación**

Compruebe que los cables de prueba no crean un cortocircuito accidental. Compruebe que los bobinados del transformador no hacen un cortocircuito.

- **Batería baja**

Al cabo de cierto tiempo de uso de las baterías, el LED verde empezará a parpadear cuando la tensión de las baterías alcance un umbral predeterminado. Las pruebas pueden seguir ejecutándose como siempre durante este tiempo, pero se deberán recargar las baterías en breve.

Cuando las baterías alcancen un umbral predeterminado, el mensaje BATERÍA BAJA aparecerá en pantalla. Ya no serán operativos los botones. Las baterías deberán recargarse antes de seguir con las pruebas.

- **Circuito X CONT o ABIERTO**

La indicación ----- corresponde a la CONTINUIDAD (contactos cerrados). Indica una conexión correcta.

La indicación --/-- corresponde a la ABERTURA (contactos abiertos). Indica una conexión incorrecta o abierta.

El mensaje «Comprobar conexión X» aparecerá.

- **Circuito H CONT o ABIERTO**

La indicación ----- corresponde a la CONTINUIDAD (contactos cerrados).

La indicación --/-- corresponde a la ABERTURA (contactos abiertos).

El mensaje «Comprobar conexión H» aparecerá.

OBSERVACIÓN: si las dos conexiones H y X están abiertas, el mensaje «Comprobar conexión H X» aparecerá.

- **Señal X baja**

Compruebe que los cables del bobinado secundario (X) no se encuentran accidentalmente en cortocircuito.

Compruebe que el cable del bobinado secundario (X) esté correctamente conectado al panel del instrumento.

El bobinado secundario (X) puede encontrarse en cortocircuito, el disyuntor del transformador abierto o la relación de transformación más alta de lo que puede medir el instrumento.

- **Señal H baja**

Compruebe que los cables del bobinado primario (H) no se encuentran accidentalmente en cortocircuito.

Compruebe que el cable del bobinado primario (H) esté correctamente conectado al panel del instrumento.

Puede que el bobinado primario (H) se encuentre en cortocircuito.

- **¡Memoria llena! Datos perdidos**

La memoria del instrumento está llena y no queda espacio para guardar más datos.

- **Error de memoria**

No se pueden guardar o leer resultados de medidas porque no se puede acceder a la memoria. Tiene que devolver el medidor a la fábrica. Sin embargo, se puede utilizar el DTR para realizar medidas normalmente

ΜΕΓΑΏΗΜΕΤΡΟ



2. Medidor de Resistencia de Aislamiento Megóhmetro 6550

2.1 Propósito del procedimiento

Proporcionar una guía detallada sobre cómo utilizar correctamente el equipo para llevar a cabo mediciones precisas y confiables de la resistencia de aislamiento en diversos dispositivos eléctricos y sistemas. Garantizando que los usuarios puedan utilizar el equipo de manera efectiva y segura para llevar a cabo mediciones precisas de la resistencia de aislamiento en instalaciones eléctricas y equipos, lo que ayuda a garantizar la seguridad y fiabilidad de los sistemas eléctricos.

2.2 Alcance

- *Descripción del equipo:* Descripción detallada del medidor de resistencia de aislamiento, incluyendo sus características técnicas, capacidades de medición, rangos de voltaje y corriente, y cualquier accesorio o función especial incluida..
- *Procedimientos de Prueba:* Descripción detallada de los pasos a seguir para llevar a cabo pruebas de resistencia en devanados, incluyendo la preparación del equipo, la conexión de los dispositivos de medición, la ejecución de las pruebas y la interpretación de los resultados.
- *Mantenimiento y calibración:* Pautas para el mantenimiento regular del equipo, como limpieza, inspección y calibración periódica para garantizar la precisión de las mediciones.
- *Interpretación de resultados:* Proporcionar directrices sobre cómo interpretar los valores de resistencia de aislamiento obtenidos durante las mediciones y cómo evaluar si cumplen con los estándares y requisitos aplicables.

2.3 Referencias

- Curso de uso y manejo de FONKEL
- NOM-029-STPS-2011
- NMX-J-169-ANCE-2015
- NMX-J-118/2-ANCE-2007
- ANSI/NETA MTS-2015
- NFPA 70B – 2019

2.4 Definiciones

- Cortocircuitos: fenómeno eléctrico que puede tener consecuencias graves en los sistemas eléctricos.
- Calibración: utilizar un estándar de medición, para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero.
- Conmutador: Dispositivo de los aparatos eléctricos que sirve para que una corriente cambie de conductor.
- Corriente capacitiva: Circuito de corriente alterna, la oposición que ofrece un condensador a la alimentación de corriente alterna.
- Umbral: Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado.
- Tensión: La diferencia existente en el potencial eléctrico que se registra entre dos puntos.
- Aislamiento multicapas: compuesto de múltiples capas de hojas delgadas
- Dieléctrica: materiales utilizados en sistemas eléctricos y electrónicos para actuar como aislantes o barreras entre componentes conductores
- Heterogéneo: Compuesto de partes de diversa naturaleza.
- Electromagnéticos: estudio de las cargas y la interacción entre electricidad y magnetismo.
- Conmutador: Dispositivo de los aparatos eléctricos que sirve para que una corriente cambie de conductor.
- TR: Transformador

2.5 Método de trabajo

2.5.1 Políticas y lineamientos

- **Política de seguridad:** Establecer la importancia de seguir procedimientos de seguridad eléctrica rigurosos al utilizar el medidor de resistencia de aislamiento. Esto puede incluir directrices sobre el uso de equipos de protección personal, como guantes aislantes y gafas de seguridad, así como la identificación y mitigación de riesgos eléctricos.
- **Lineamientos de operación segura:** Deben proporcionarse instrucciones

detalladas sobre cómo operar el medidor de resistencia de aislamiento de manera segura, incluyendo la correcta manipulación de cables y sondas, la aplicación de voltajes adecuados y la prevención de cortocircuitos.

- **Política de mantenimiento preventivo:** Debe haber una política que establezca la importancia del mantenimiento regular del equipo para garantizar su correcto funcionamiento y precisión en las mediciones. Esto puede incluir directrices sobre la limpieza periódica, la calibración regular y la inspección de componentes para detectar posibles problemas.
- **Procedimientos de calibración:** Establecerse procedimientos claros para la calibración del medidor de resistencia de aislamiento, incluyendo la frecuencia con la que debe realizarse y los estándares o referencias que deben utilizarse para garantizar mediciones precisas.
- **Política de almacenamiento y transporte:** Directrices sobre cómo almacenar y transportar el equipo de manera segura para evitar daños y garantizar su integridad. Esto puede incluir recomendaciones sobre la temperatura y humedad adecuadas, así como el embalaje adecuado para el transporte.
- **Política de informes y documentación:** Establecer políticas para documentar y archivar adecuadamente los resultados de las mediciones realizadas con el medidor de resistencia de aislamiento, así como cualquier información relevante sobre su uso, mantenimiento y calibración.

2.6 Presentación de equipo

Un equipo de medición de resistencia de aislamiento es utilizado para evaluar la resistencia eléctrica entre los conductores y el aislamiento en cables, bobinados y otros componentes eléctricos. Esta prueba es esencial para garantizar la integridad del aislamiento y prevenir fallas eléctricas, cortocircuitos o riesgos de seguridad.





2 cables de alta tensión de seguridad, uno rojo y uno azul, de 3 m de longitud, dotados de un conector de alta tensión en un lado y una pinza cocodrilo en el otro.



Un cable de alta tensión de seguridad apantallado, azul, de 0,50 m de longitud, dotado de un conector de alta tensión en un lado y de un conector de alta tensión con toma trasera en el otro.



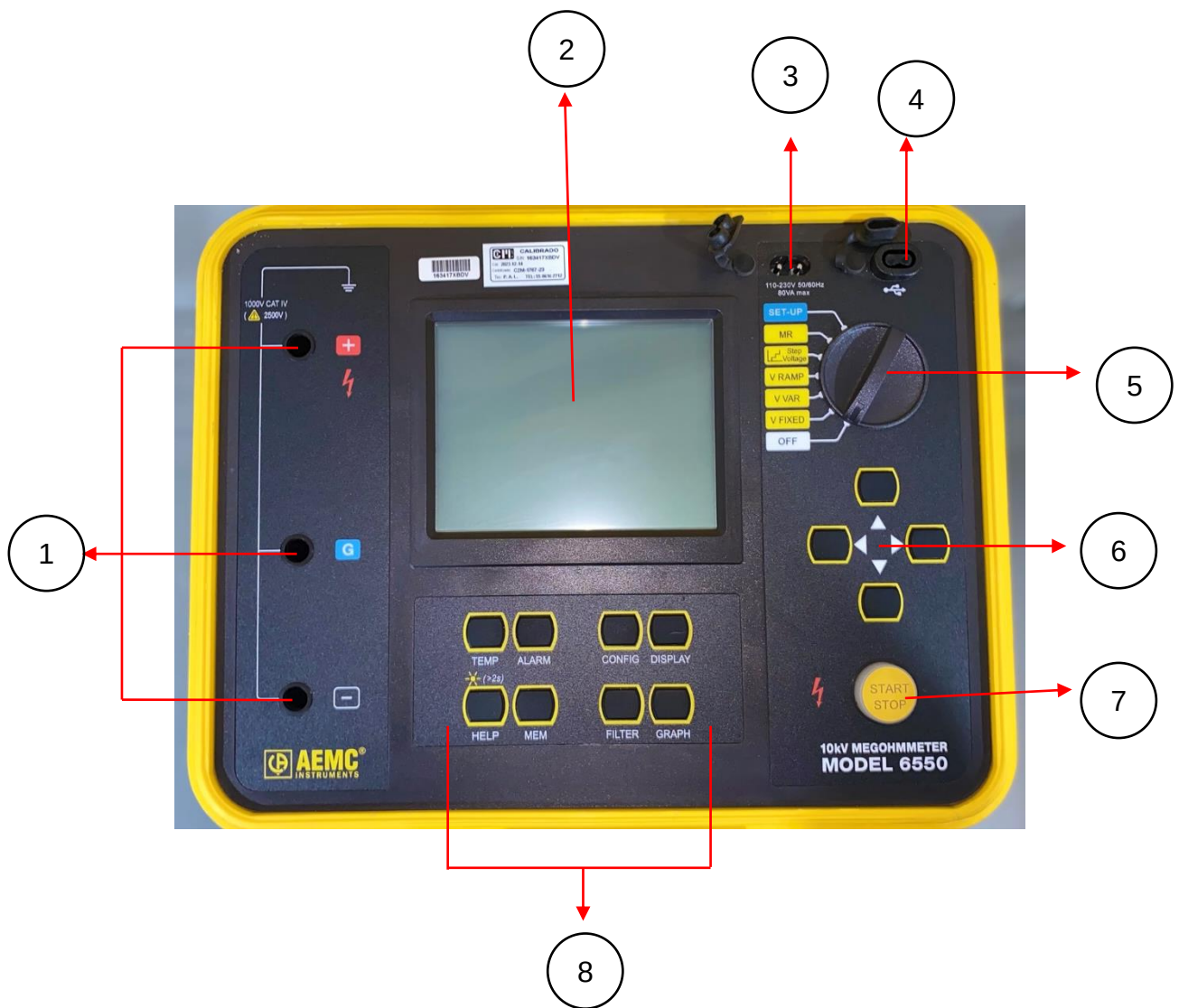
Un cable de alta tensión de seguridad apantallado negro, de 3 m de longitud, dotado de un conector de alta tensión con toma trasera en un lado y una pinza cocodrilo en el otro.



Pinza de cocodrilo doble color rojo



Un cable óptico-USB.



1. Terminales de conexión "P" (Positivo)," N" (Negativo)," G" (Guarda).
2. Pantalla LCD
3. Puerto de alimentación
4. Puerto de comunicación
5. Perilla selectora
 - a. **OFF:** instrumento esta apagado
 - b. **U-FIXED:** Elegir un valor de tensión de prueba
 - c. **U-VAR:** 3 tensiones programadas
 - d. **U-RAMP:** 3 secuencias de rampas programadas
 - e. **U-STEP:** 3 secuencias de escalón programadas
 - f. **MR:** Visualización de los resultados de prueba
 - g. **AJUSTES (SET-UP):** La programación puede ser configurada por el usuario
6. Botones de navegación
7. Botón de star y stop
8. Botones de función

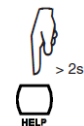
2.6.3 Características

- Selección de tensiones de prueba de 500V, 1000 V, 2500 V, 5000 V y 10,000 V.
- Amplio rango de medición hasta 25 TΩ.
- Tensión de prueba seleccionable y programable (de 40 a 10,00 V).
- Tensión de prueba por pasos.
- Tensión de prueba por rampa.
- Calculo automático de relaciones **DAR/PI/DD/ΔR**
- Visualización de resistencia, capacitancia y corriente de fuga
- Descarga automática y visualización de la tensión de descarga
- Almacenamiento de 80,000 mediciones
- Visualización de grafica en tiempo real y generación de reportes

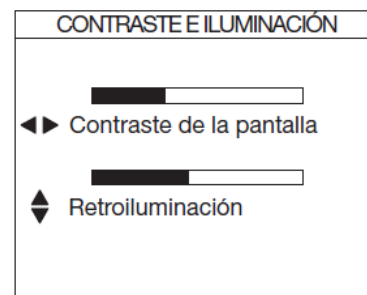
1.7 Configuración

1.7.1 Ajuste de brillo y contraste

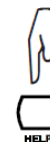
1. Pulse la tecla HELP por más de dos segundos



2. Pulse las teclas ◀▶ para ajustar el contraste, Pulse las teclas ▲▼ para ajustar el brillo



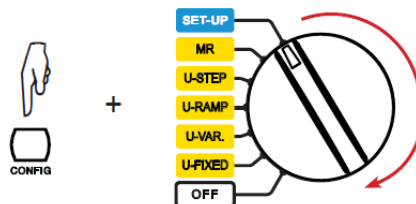
3. Pulse la tecla HELP, para confirmar su ajuste



Estos ajustes se conservan incluso después de apagar el instrumento.

1.7.1 Seleccionar idioma

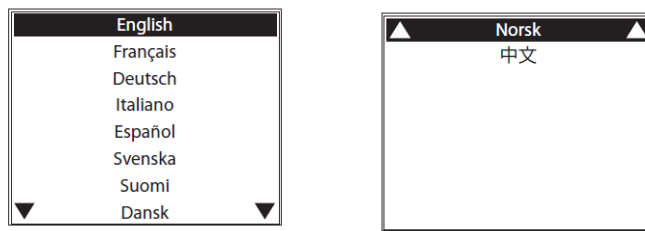
Para entrar en el menú de selección del idioma, pulse la tecla CONFIG y manténgala pulsada mientras gira el conmutador hasta a posición SET-UP.



El menú de selección del idioma indica todos los idiomas

disponibles. Utilice las teclas ▲▼ para seleccionar el idioma y pulse la tecla ▶ para aceptar o ◀ para cancelar.

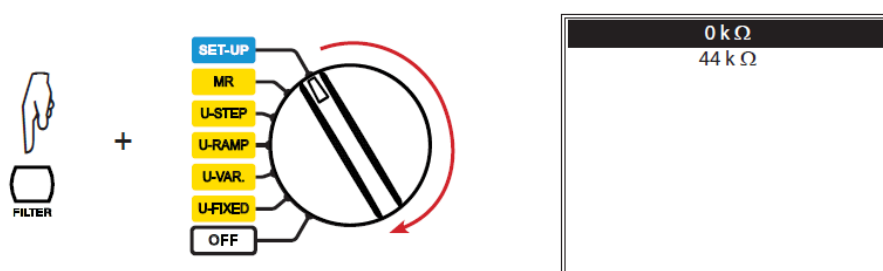
La instalación del nuevo idioma puede tardar hasta 30 segundos. Luego se reiniciará el instrumento



1.7.1 Selección de la compensación del cable de medida

Esta selección solo es posible si la versión del software interno lo permite y únicamente con el cable rojo suministrado con el equipo (marcado k22 en cada extremidad).

Para entrar en el menú de selección de la compensación de cable, pulse la tecla FILTER y manténgala pulsada mientras gira el conmutador desde la posición OFF hasta la posición SET-UP.



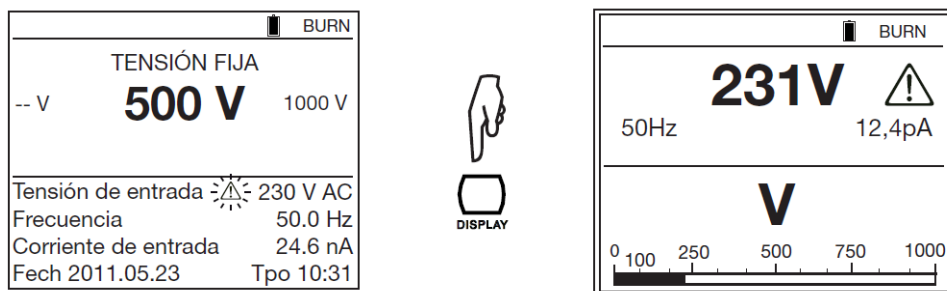
Utilice las teclas ▲▼ para elegir la compensación y pulse la tecla ► para aceptar o ◀ para cancelar.

Al cabo de unos segundos, el instrumento se reinicia.

1.7 medida de tensión AC/ DC

Cualquier rotación del conmutador hasta una posición de medida de aislamiento (U-FIXED, U-VAR, U-RAMP o U-STEP), pone al instrumento en medida de tensión AC/DC. La tensión presente en los bornes de entrada se mide continuamente y aparece en pantalla en RMS. La detección AC/DC es automática.

En el caso de una señal alterna, el instrumento mide la frecuencia. Asimismo, mide la corriente residual DC existente entre los bornes del instrumento. Esta medida permite valorar su incidencia sobre la medida de aislamiento por venir. No se pueden iniciar las medidas de aislamiento si existe una tensión externa demasiado alta ($> 0,4U_N$ donde U_N es la tensión de prueba, con un máximo de $1.000 VU_N$) en los bornes.



Cuando la tensión externa es superior a 25 V, parpadea el símbolo al lado.

Los únicos posibles errores en medida de tensión son los siguientes:

- La frecuencia no entra en el rango de la medida
- La tensión no entra en el rango de medida

2.9 Medida de aislamiento

La medida de aislamiento se hace sobre un objeto que no está bajo tensión.

- Esta medida varía mucho con la temperatura y la humedad, por lo tanto el resultado resulta impredecible.
- La temperatura ambiente y la humedad relativa se pueden entrar como parámetros en el instrumento y almacenar con los resultados de las medidas

El valor de la tensión de prueba es en general el doble de la tensión de uso del objeto a probar, salvo indicación normativa peculiar para este objeto. Por ejemplo, para un motor que funciona con la red a 230 V, la prueba se hará a 500 V.

2.9.1 Descripción del principio de medida

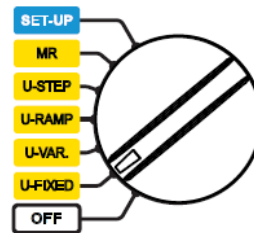
El instrumento genera una tensión de prueba continua igual a la tensión nominal elegida U , entre los bornes + y -. Mas precisamente el valor de esta tensión depende de la resistencia que se va a medir.

El instrumento mide la tensión y la corriente presente entre los dos bornes y deduce de estos el valor de $R=V / I$

El instrumento mide la tensión externa presente en los bornes. Puede realizar la medida si la tensión pico es inferior a $0.4 U_N$ o 1.000 Vac. Mas allá de la medida realizada.

2.9.2 Con una tensión fija

1. Ponga el conmutador en la posición U-FIXED



2. Aparece la siguiente pantalla

BURN	
TENSIÓN FIJA	
-- V	1000 V
500 V	
Tensión de entrada	10 V AC
Frecuencia	50.0 Hz
Corriente de entrada	24.6 pA
Fech 2011.05.23	Tpo 10:31

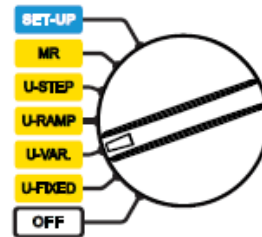
Con las teclas ▲ ▼, elija el valor de la tensión de prueba: 500, 1.000, 2.500, 5.000, 10.000 ó 15.000 V_{DD} ,

El instrumento genera exactamente la tensión seleccionada si la resistencia a medir es superior a $R_n=U_n/1mA$. Si la resistencia medida es $<R_n$, la tensión de salida es inferior a

Un. En tal caso, utilice la función U-VAR y ajuste U de modo que la tensión indicada durante la prueba del valor deseado.

2.9.3 Con una tensión variable

1. Ponga el conmutador en la posición U-VAR.



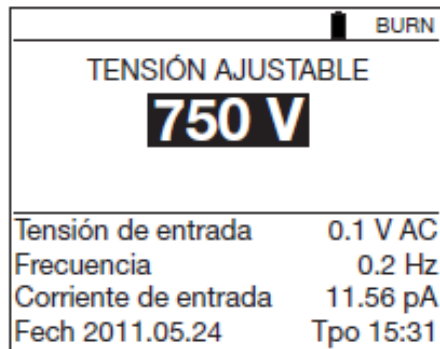
2. Aparecerá la siguiente pantalla

BURN	
TENSIÓN AJUSTABLE 1	
50 V	
Tensión de entrada	0.1 V AC
Frecuencia	0.2 Hz
Corriente de entrada	11.56 pA
Fecha 2011.05.24	Tpo 15:31

Existen ya 3 tensiones programadas y que se pueden modificar en el SET-UP. Utilice las teclas ▼ ▲ para seleccionarl

- Tensión ajustable 1: 50 v
- Tensión ajustable 2: 800 v
- Tensión ajustable 3: 7,000 v

En el caso contrario, utilice las teclas ◀▶ para situarse en el valor de la tensión y luego con las teclas ▲ ▼ defina el valor de tensión de prueba. La configuración se hace por pasos de 10V hasta 1,000V. luego por pasos de 100V. mantenga las teclas pulsadas para acelerar la configuración.



2.9.4 Con una rampa de tensión

Esta prueba se basa en el principio de que un aislamiento ideal produce una resistencia idéntica sea cual sea la tensión de prueba aplicada.

Toda variación negativa a la resistencia de aislamiento significa por lo tanto un aislante defectuoso disminuye según vaya aumentando la tensión de prueba. Este fenómeno no se observa o poco con tensiones de prueba bajas. Conviene por lo tanto aplicar como mínimo 2.500 V.

Como la tensión se aplica de forma progresiva, no se ocasiona un envejecimiento prematuro ni un deterioro del dispositivo probado

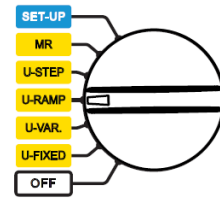
Al contrario del aumento por escalones el aumento progresivo de la corriente hace que la corriente capacitiva sea constante. Una variación de la corriente representa por lo tanto directamente una variación de la resistencia de aislamiento.

Interpretación del resultado:

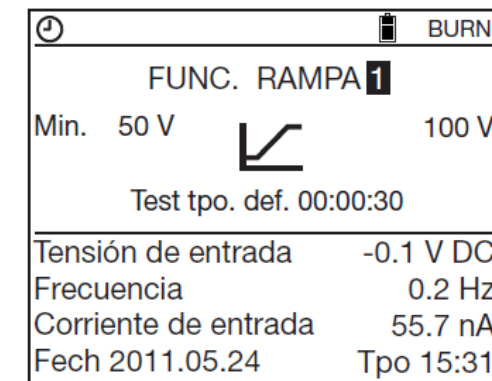
- una variación superior a 500 ppm/V de la curva de la resistencia en función de la tensión de prueba indica generalmente la presencia de moho u otro deterioro.
- Una mayor variación o una disminución brusca indica la presencia de un daño físico localizado (formación de un arco, perforación del aislante, etc.).

La prueba con una rampa de tensión conviene especialmente para la prueba de los semiconductores (diodos, transistores y triodos) procure entonces elegir un tipo de prueba no destructiva. Ruptura a 1 – límite y una corriente máxima inferior o igual a 1 mA.

1. Ponga el conmutador en la posición U-RAMP.



2. Aparecerá la siguiente pantalla



Con las teclas ▲▼, elija una rampa de la tensión de prueba preprogramada:

- Función Rampa 1: 50 a 500 V
- Función Rampa 2: 500 a 5.000 V
- Función Rampa 3: 1.000 a 10.000 V

Los valores de las tensiones de un inicio y fin de una rampa con la tecla CONFIG. La duración de la prueba es la suma de tres duraciones definidas: la duración del nivel de partida, la duración de la rampa y la duración del nivel final.

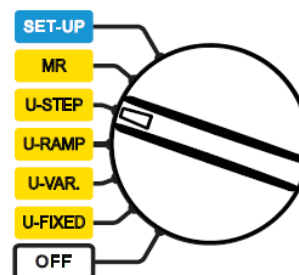
2.9.5 Con una tensión en escala

La escala predefinida conta de diez niveles. La duración de cada uno de los niveles es idéntica. Al final de cada nivel, la corriente capacitiva es nula y solo queda la corriente de medida.

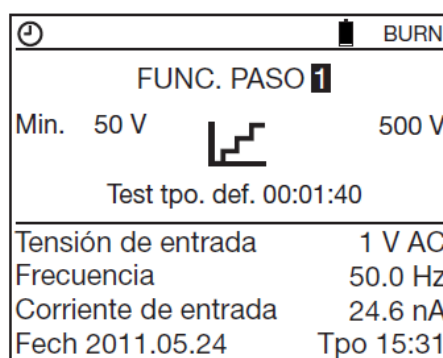
Al contrario de la prueba de rampa, la prueba de escalón estresa los aislantes y puede provocar una descarga eléctrica. Un aumento repentino de la corriente (o una disminución de la resistencia del aislamiento) significa que se llega a su punto de rotura. Se puede interrumpir la medida manualmente (pulsando el botón STAR/STOP) o automáticamente.

Una disminución súbita de un 25% o más entre la resistencia de aislamiento del primer nivel y la del siguiente es una señal de deterioro del aislamiento.

1. Ponga el conmutador en la posición U-STEP.



2. Aparece la siguiente pantalla.



Con las teclas ▲ ▼, elija un tipo de prueba en escalón preprogramado:

- Función paso 1: 50 a 500 V
- Función paso 2: 500 a 5.000 V
- Función paso 3: 1.000 a 10.000 V

Los valores de las tensiones de cada de escala, la cantidad de escalones y la duración de cada uno de ellos se pueden programar con la tecla CONFIG.

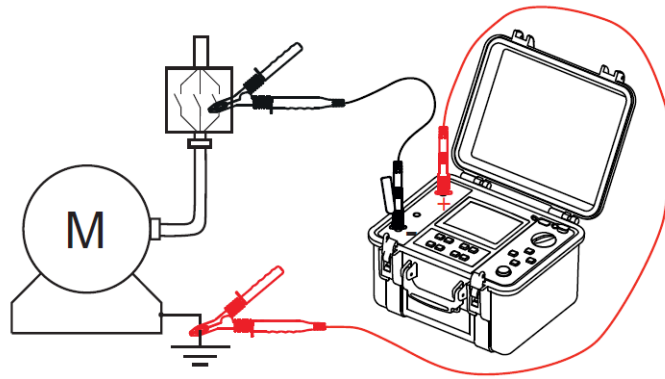
2.9.6 Conexión

Existen tres formas de conectar el instrumento en función de las medidas a realizar.

En todos los casos, desconecte el dispositivo a probar de la red eléctrica.

- **Aislamiento débil**

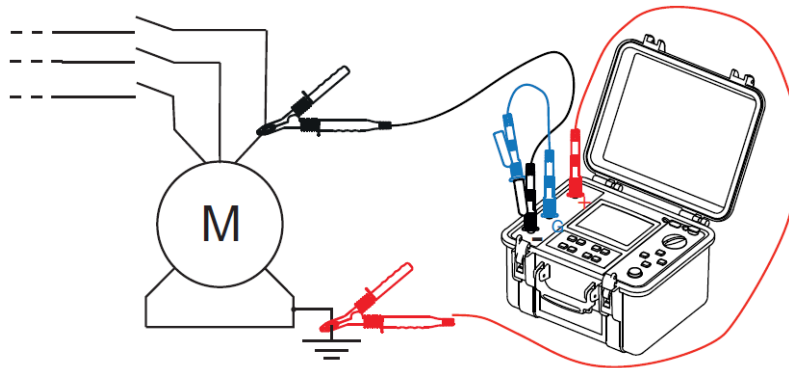
Conecte el cable de alta tensión rojo entre la tierra y el borne + del instrumento. Conecte el cable de alta tensión negro entre una fase del motor y el borne - del instrumento.



- Aislamiento alto

En el caso de un aislamiento muy alto, conecte el pequeño cable de alta tensión azul entre la conexión de masa trasera del cable negro y el borne G del instrumento para evitar los efectos de corrientes de fuga y de corrientes capacitivas o para eliminar la influencia de las corrientes de fuga de la superficie.

Esto permite reducir los efectos de las manos y obtener una medida más estable.

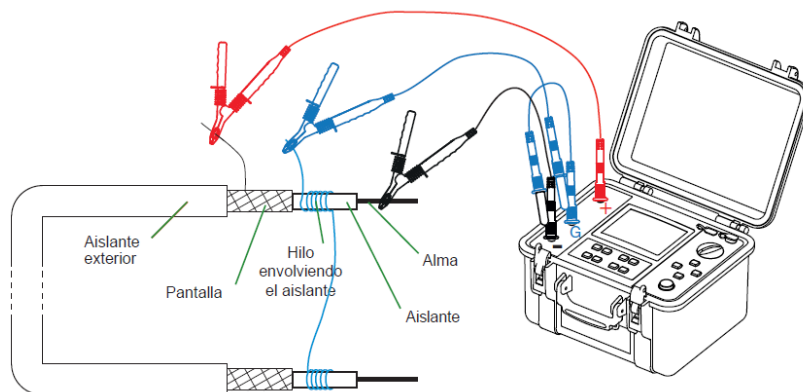


- **Cable**

Conecte el cable de alta tensión rojo entre la pantalla y el borne + del instrumento.

Conecte el cable de alta tensión negro entre el alma y el borne - del instrumento.

Conecte el cable de alta tensión azul entre el aislante y el borne G del instrumento



El uso de “G” permite librarse de las corrientes de fuga de la superficie
Se tiene que envolver el aislante con un hilo conductor.

2.9.7 Antes de la medida

Se puede configurar la medida con la tecla CONFIG

Si las tensiones de prueba U-FIXED o U-VAR han sido seleccionadas , se puede elegir una configuración de medida.

- Paro manual
- Paro manual + DD
- Tiempo definición (m:s)
- Tiempo definición + DD
- DAR
- PI

Luego el tipo de prueba, la corriente máxima, el rango de corriente, el filtrado de la medida y el valor umbral de alarma

- Tipo de TEST
- Corriente de salida max
- Rango- I
- Nivel de perturbaciones
- Alarma

Para activar la alarma, pulse la tecla ALARM. Una señal acústica sonará si el resultado de la medida se sitúa por debajo del umbral programado.

NOTA: La tecla **DISPLAY** se utiliza para pasar de una a otra pantalla en un mismo menú. Si se vuelve a entrar en un menú, se visualizará la última pantalla utilizada.

1.9.6 Durante la medida

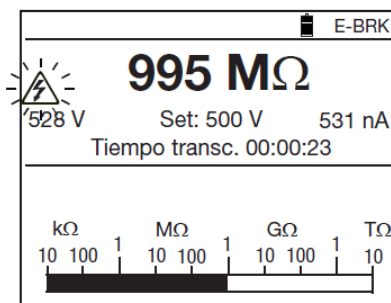
1. Pulse el botón **START/STOP** para iniciar la medida



2. El instrumento genera la alta tensión. Para indicar que la medida se está realizando, el instrumento emite una señal acústica cada diez segundos (si el zumbador está habilitado) y el botón **START/ STOP** se enciende en rojo.



3. Si la tensión de prueba generada es $>5.000\text{ V}$, el botón **START/ STOP** parpadea.
4. Al cabo de unos segundos, la medida se visualiza en digital y en analógico en una barra analógica



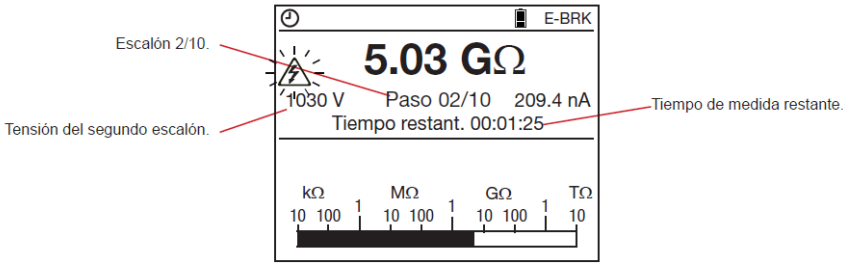
5. Si la medida no es estable, se puede aplicar además un filtro digital pulsando la tecla **FILTER**



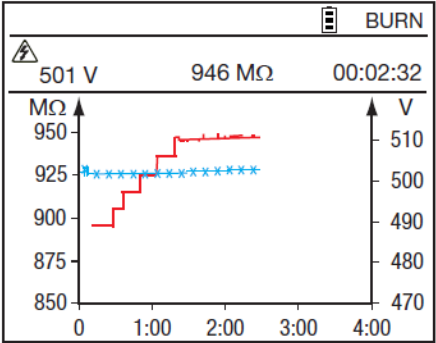
6. Se puede visualizar valores digitales disponibles pulsando la tecla DISPLAY.



En el caso de una tensión de prueba en cada etapa (10 escalones máximo) o en rampa (3 escalones). La progresión de los escalones está indicada.



Se puede ver la representación grafica de los resultados de las medidas pulsando GRAPH

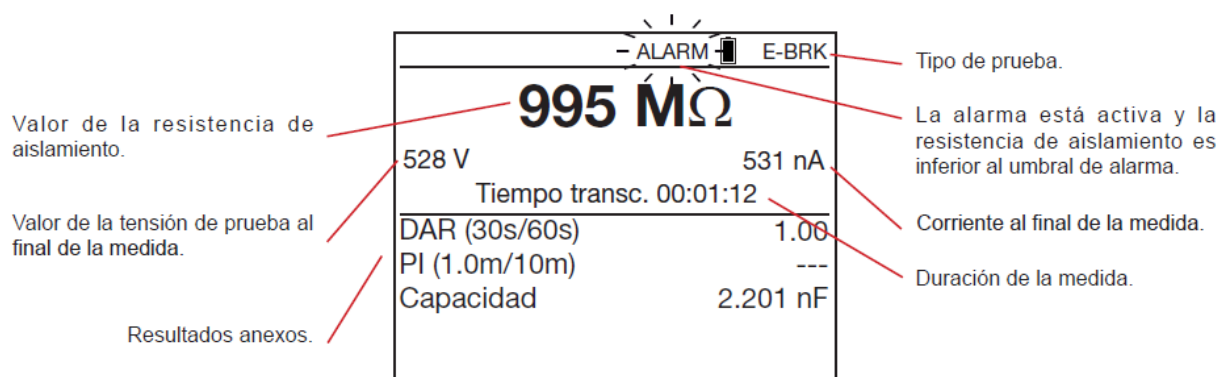


Para U-VAR y U-FIXED, se pueden cambiar los parámetros durante la medida pulsando la tecla CONFIG. Se puede fijar el rango de medida de la corriente, añadir un filtro analógico o cambiar la tensión de prueba si esta tensión es variable (U-VAR).

En caso de medida en rampa, el valor de la resistencia visualizado siempre es superior a la realidad debido a la corriente capacitiva permanente por la variación permanente de la tensión. El valor visualizado solo será exacto al final de la prueba por el nivel de tensión.

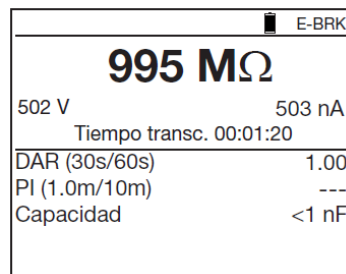
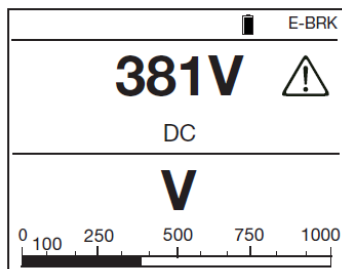
Cuando el equipo está configurado para que se pare manualmente, una vez obtenida la medida estable, pulse de nuevo el botón STAR/STOP para detener la medida. En los demás casos (duración programada tiempo/definición (m:s) tiempo definición + DD, DAR , PI , U-RAMP o U-STEP), la medida se detiene automáticamente al final de la prueba.

Al final de la medida, el instrumento vuelve en medida de tensión, pero el resultado de la medida de resistencia de aislamiento sigue en pantalla en general. Con tensión externa superior a 25V, el instrumento cambia automáticamente a la pantalla de descripción de la prueba y a la indicación a la tensión de entrada.



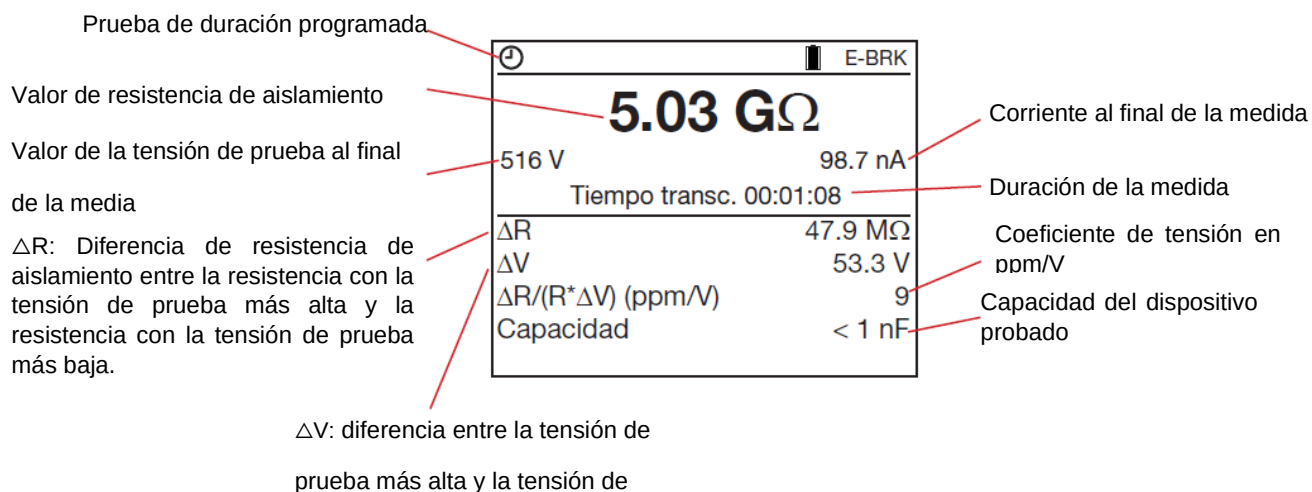
2.9.9 Después de la medida

Una vez detenida la medida, el instrumento descarga el dispositivo probado en pocos segundos. Para su seguridad, espere un poco antes de desconectar los cables.. Pero si la carga es altamente capacitiva, el tiempo de descarga es más importante. Entonces, mientras la tensión es superior a 25 V, el instrumento lo indica en la pantalla.



La tecla DISPLAY permite consultar toda la información disponible después de la medida. Esta información depende del tipo de medida elegido.

En el caso de una medida en rampa o en escala, el resultado de medida se presenta como se indica a continuación:



Apunte la medida y compárela con las medidas apuntadas anteriormente a fin comparar la evolución de su valor. Al igual cortejar la temperatura y humedad.

- Pulsando la tecla GRAPH se puede visualizar la representación gráfica de las medidas.
- En modo U-FIXED y U-VAR: al pulsar la tecla TEMP se puede entrar en el menú temperatura
- Al pulsar la tecla MEM se puede abrir el menú de registro.
- En cualquier momento, se le recuerda el funcionamiento de las teclas al pulsar la tecla HELP.

2.10 indicación de errores

El error más corriente en el caso de una medida de aislamiento es la presencia de una tensión en los bornes.

El instrumento puede realizar la medida si el valor pico de esta tensión es inferior a 0,4 UN o 1.000 V_{A_C} máximo.

Por encima de este valor, debe eliminar la tensión para poder volver a realizar una medida.

Si una tensión externa aparece en los bornes durante la medida y que su valor pico es superior a 1,1 UN, la medida se interrumpe y el error se indica.

2.11 DAR (Relación de Absorción Dieléctrica) Y PI (Índice de Polarización)

Calcular las relaciones de calidad de aislamiento (el DAR y el PI), ya que permiten librarse de ciertos parámetros que pueden invalidar la medida “absoluta” del aislamiento. Asimismo, permiten prever la evolución en el tiempo de la calidad del aislamiento.

Los principales parámetros que influyen sobre los resultados de las medidas son:

- La temperatura y la humedad. Hacen variar el valor de la resistencia de aislamiento según una ley casi exponencial.
- Las corrientes parásitas (corriente de carga capacitiva, corriente de absorción dieléctrica) creadas por la aplicación de la tensión de prueba. Incluso si se anulan progresivamente, perturban la medida al inicio de ésta durante un tiempo más o menos largo dependiendo de si el aislamiento está en buen estado o degradado.

Estas relaciones completan por tanto el valor “absoluto” del aislamiento y traducen de manera correcta el buen o mal estado de los aislantes.

Además, el seguimiento en el tiempo de la evolución de estas relaciones permitirá vigilar el envejecimiento del aislante. Por ejemplo, el de una máquina giratoria o ésta un cable muy largo.

Los valores de DAR y PI se calculan de la siguiente forma:

- $DAR = R_{1\text{ min}}/R_{30\text{ s}}$ (2 valores a apuntar durante una medida de 1 min.)
- $PI = R_{10\text{ min}}/R_{1\text{ min}}$ (2 valores a apuntar durante una medida de 10 min.)

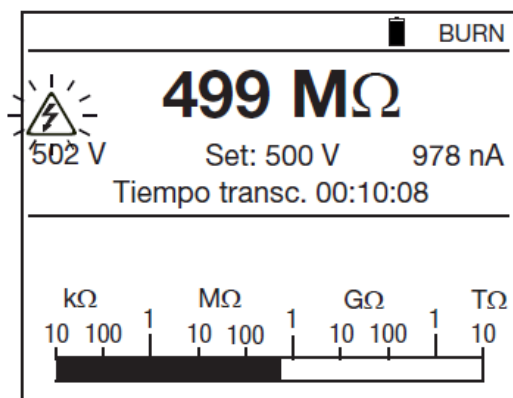
Los tiempos de 1 y 10 minutos para el cálculo del PI y los tiempos de 30 segundos y de 1 minuto para el cálculo del DAR, se pueden modificar con el menú CONFIG o el menú SET-UP, para adaptarse a aplicaciones especiales.

2.11.1 Medida

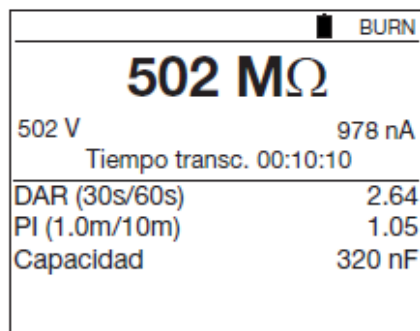
Existen varias maneras de medir DAR y PI

- **En configuración manual**

1. Pulse el botón START/STOP.
2. Espere unos minutos para el DAR o diez minutos para el PI (si los valores son configurados por defecto.)



3. Pulse de nuevo el botón de STAR/STOP para detener la medida



- **En configuración**

- Pulse la tecla CONFIG
-

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	---
▶ Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

- Con las teclas ▲▼, seleccione DAR o PI

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	0:01:00
Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
▶ DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	00:10:00
Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
▶ PI (m/m)	1.0/10

- Pulse CONFIG para salir del menú de configuración DAR o PI se visualiza en la parte superior izquierda de la pantalla para indicar la configuración elegida.
- Pulse el botón STAR/STOP para iniciar la medida. Se detiene automáticamente y los valores de DAR y Pi se visualizan.

2.12 Interpretación de los resultados

DAR	PI	Estado del aislamiento
DAR < 1,25	PI < 1	Insuficiente incluso peligroso
	$1 \leq \text{PI} < 2$	
$1,25 \leq \text{DAR} < 1,6$	$2 \leq \text{PI} < 4$	Bueno
$1,6 \leq \text{DAR}$	$4 \leq \text{PI}$	Excelente

Una capacidad en paralelo con la resistencia de aislamiento incrementa el tiempo de establecimiento de la medida. Esto puede perturbar o impedir las medidas del DAR y del PI (lo que depende del tiempo elegido para el registro del primer valor). La tabla a continuación indica los valores típicos de las capacidades en paralelo con la resistencia de aislamiento que permiten medir el DAR y el PI sin cambiar las duraciones preprogramadas.

	100 k Ω	1 M Ω	10 M Ω	100 M Ω	1 G Ω	10 G Ω	100 G Ω
500 V	10 μF	10 μF	10 μF	6 μF	4 μF	2 μF	1 μF
1.000 V	5 μF	5 μF	5 μF	3 μF	2 μF	1 μF	0,5 μF
2.500 V	2 μF	2 μF	2 μF	1,2 μF	1 μF	0,5 μF	0,2 μF
5.000 V	1 μF	1 μF	1 μF	0,6 μF	0,4 μF	0,3 μF	0,1 μF
10.000 V	0,5 μF	0,5 μF	0,5 μF	0,3 μF	0,2 μF	0,1 μF	0 μF
15.000 V	0,3 μF	0,3 μF	0,3 μF	0,2 μF	0,1 μF	0,1 μF	0 μF

2.13 DD (Índice de Descarga Dieléctrica)

En el caso de un aislamiento multicapas, si una de las capas es defectuosa y si todas las demás presentan una fuerte resistencia, ni la medida cuantitativa de aislamiento ni el cálculo del PI y DAR pondrán en evidencia este tipo de problema.

Por lo tanto es necesario efectuar una prueba de descarga dieléctrica, lo que permite el cálculo del término DD. Esta prueba medirá la absorción dieléctrica de un aislamiento heterogéneo o multicapas sin tener en cuenta las corrientes de fuga de las superficies paralelas.

La prueba de descarga dieléctrica es especialmente adecuada para la medida de aislamiento de las máquinas giratorias y de modo general para la medida de aislamiento en aislantes heterogéneos o multicapas que contienen materiales orgánicos.

Consiste en aplicar una tensión de prueba durante un tiempo superficie para “cargar” eléctricamente el aislamiento a medir (se suele aplicar una tensión de 500V durante 30 minutos) al final de la medida, el instrumento provoca una descarga rápida durante la cual la capacidad del aislamiento es medida y un minuto después, mide la corriente residual que circula por el aislamiento.

El término DD se calcula entonces a partir de la siguiente relación:

DD = corriente medida después de 1 minuto (mA)/[tensión de prueba (V) x capacidad medida (F)].

2.13.1 Medida

- Pulse la tecla de CONFIG
-

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	---
▶ Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

- Con las teclas ▲ ▼, seleccione Paro manual + DD o Tiempo definición + DD (medida manual o automática)

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	---
Paro manual	
▶ Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	00:03:00
Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
▶ Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

- Para configurar la duración de la medida, ponga el cursor en Tiempo definición (m:s). y utilice ◀▶ y ▲▼ para ajustar los minutos y los segundos. La duración mínima de la medida es de un segundo, pero no se recomienda una duración inferior a 30sg ya que la adquisición de un resultado estable de la resistencia requiere tiempo.

CONFIGURACIÓN	
Tpo total trans	00:02:00
Paro manual	
Paro manual + DD	
▶ Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

- Una vez configurada la duración, vuelva a colocar el cursor en Tiempo definición + DD .
Pulse CONFIG para salir del menú de configuración. DD o (icono de reloj) DD se visualiza en la parte superior izquierda de la pantalla para elegir la configuración elegida.
- Pulse el botón STAR/STOP para iniciar la medida
- En configuración Paro manual + DD, espere que el tiempo transcurrido sea superior al tiempo deseado , luego pulse el botón START/STOP para detener la medida.
En configuración Tiempo definición + DD (señalada por el símbolo de reloj), la medida se detiene automáticamente.
- En ambos casos, hay que esperar un minuto una vez finalizada la medida (cuenta atrás en la pantalla) para que aparezca el resultado en la pantalla. Mientras tanto, el botón STAR/STOP se enciende, pero el instrumento no emite ninguna señal acústica.
- Luego aparece el resultado

⌚ DD	BURN
234.5 MΩ	
507 V	224.6 pA
Tiempo transc. 00:02:00	
DAR (30s/60s)	1.42
PI (1.0m/10m)	- - -
Capacidad	2.201 nF
Corriente en función DD	11.55 pA
DD	2.55

2.13.2 Interpretación de los resultados

Valor de DD	Calidad del aislamiento
7 < DD	Muy malo
4 < DD < 7	Malo
2 < DD < 4	Dudoso
DD < 2	Correcto

2.14 Medida de capacidad

La medida de capacidad se efectúa automáticamente después de la medida de aislamiento y aparece una vez finalizada la medida y la descarga del dispositivo aprobada.

2.15 Medida de corriente residual

La medida de la corriente residual que circula por el dispositivo probado se efectúa automáticamente en cuanto se realice la conexión al dispositivo probado y después de la medida de aislamiento.

2.16 Funciones complementarias

2.16.1 Tecla TEMP

Solo se puede acceder a esta función cuando haya finalizado la medida y únicamente para U-VAR y U-FIXED. Permite llevar el resultado de la medida a una temperatura que no sea la de la medida.

En efecto, la temperatura hace variar el valor de la resistencia según una ley casi exponencial. Un aumento de la temperatura de 10 °C se traduce por una disminución de

la mitad de la resistencia de aislamiento y viceversa, una disminución de 10 °C de la temperatura duplica el valor de la resistencia de aislamiento.

Llevar las medidas a una misma temperatura, permite cotejarlas y apreciar mejor la evolución de la resistencia de aislamiento.

Todo ello sea cual sean las condiciones de temperatura en el momento en que se realiza la medida.

Asimismo, la medida del grado de humedad permitirá una mejor correlación entre las distintas medidas realizadas en un mismo dispositivo.

- Modo operativo
 - Realice un medida en modo U-FIXED o U-VAR
 - Pulse la tecla TEMP

TEMPERATURA	
▣ Temperatura ambiente	--- °C
Humedad	--- %
Temperatura de la sonda	--- °C
Temp. de referencia de Rc	--- °C
ΔT para R/2	--- °C
R medida	5.00 G Ω
Rc a --- °C	--- k Ω

Con las teclas ◀▶ y ▲▼, introduzca los distintos parámetros:

- Temperatura ambiente (facultativo)
- Humedad: el porcentaje de humedad ambiente (facultativo)
- Temperatura de la sonda: la temperatura del dispositivo probado.
- Temp. de referencia de Rc : la temperatura a la cual se llevará el valor de la resistencia medida.
- ΔT para R/2: la variación de la temperatura conocida o estimada para obtener una disminución a la mitad de la resistencia de aislamiento.

Para facilitar la programación, el instrumento propone valores por defecto.

- Parece entonces en el equipo la resistencia de aislamiento llevada a la temperatura de referencia

TEMPERATURA	
☐ Temperatura ambiente	23 °C
Humedad	40%
Temperatura de la sonda	23 °C
Temp. de referencia de Rc	40 °C
ΔT para R/2	10 °C
R medida	5.00 GΩ
Rc a --- °C	1.529 GΩ

Si el coeficiente ΔT para R/2 no se conoce, se puede calcular a partir de 3 medidas como mínimo, efectuadas sobre un mismo dispositivo a distintas temperaturas.

Detalles del cálculo realizado

El valor de la resistencia de aislamiento difiere según la temperatura a la cual se mide. Esta dependencia puede ser aproximada por una función exponencial:

$$R_c = K_{\tau} \cdot R_{\tau}$$

Con R_c : Resistencia de aislamiento llevada a 40°C

R_{τ} : Resistencia de aislamiento a medida temperatura T

K_{τ} : Coeficiente definido a la siguiente forma:

$$K_{\tau} = (1/2)^{((40-T)/\Delta T)}$$

con ΔT : Diferencia de temperatura por la cual el aislamiento reduce a la mitad.

2.17 Tecla ALARM

Pulse la tecla ALARM para activar la alarma que ha sido definida mediante la tecla CONFIG o el SET-UP. Se visualiza antes del símbolo ALARM.

Si el valor de la medida es inferior al de la alarma, el instrumento lo indicará por un parpadeo del símbolo ALARM en pantalla así como por una señal acústica.

Pulse de nuevo la tecla ALARM para desactivar la alarma, el símbolo ALARM desaparecerá de la pantalla.

2.18 Tecla CONFIG

2.18.1 Antes de la medida

Si las tensiones de prueba U-FIXED o U-VAR han sido seleccionadas, la configuración consta de dos pantallas. Y de una sola para las tensiones de prueba U-RAMP y U-STEP.

Pulse la tecla CONFIG (pulse una segunda vez para salir del menú):

CONFIGURACIÓN	
Tpo. total trans.	---
▶ Paro manual	
Paro manual + DD	
Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

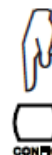
- Paro manual: parada manual de la medida
- Paro manual + DD: parada manual de la medida y cálculo del DD
- Tiempo de definición (m:s): parada automática de la medida al finalizar la duración programada
- Tiempo definición + DD: parada automática de la medida al finalizar la duración programada y el cálculo del DD
- DAR: parada automática de la medida al cabo de un minuto (o del tiempo

programado si es distinto).

- PI: parada automática de la medida al cabo de 10 minutos (o del tiempo programado si es distinto).

Siempre se puede parar una medida durante una prueba de duración programada pulsando el botón START/STOP.

Las teclas ▲ ▼ permiten seleccionar la configuración de medida. Todos los cambios se aceptan inmediatamente.



Si selecciona Tiempo de definición (prueba de duración programada) o Tiempo definicion + DD, puede configurar la duración de la medida (m:s)

CONFIGURACIÓN	
Tpo total trans	00:02:00
Paro manual	
Paro manual + DD	
▶ Tiempo definición (m:s)	2:00
Tiempo definición + DD	
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

Para ello pulse las teclas ◀▶ y ▲▼

La prueba durará el tiempo que ha sido programado. No obstante, durante la medida, si se gira el conmutador rotativo o pulsa el botón START/STOP, se detendrá la medida.

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la segunda pantalla de la configuración

CONFIGURACIÓN	
▶ Tipo de test	Quemado
Corriente de salida máx.	1 mA
Rango-I	Auto
Nivel de perturbaciones	Bajo
Alarma	< 2.5 MΩ

- Las teclas ▲ ▲ permiten seleccionar y modificar un parámetro. La configuración elegida se acepta inmediatamente.



La segunda pantalla de configuración depende la posición del conmutador.

Las posiciones U-RAMP y U-STEP no tienen la primera página de la pantalla configuración, si no únicamente la segunda.

La segunda pantalla de configuración permite elegir:

- Tipo de test**
Prueba no destructiva (Ruptura precoz)

La medida finalizara canto se detecte el primer pico de corriente de descarga eléctrica. Este tipo de prueba permite realizar pruebas no destructivas. La corriente esta limitada a 0.2 mA

Se visualiza el símbolo E-BRK



Prueba una corriente predefinida (Ruptura al I-limite)

La medida se parará en cuanto la corriente alcance un valor máximo (corriente de salida max) definido por el usuario, este tipo de prueba es útil para probar varistores u otros tipos de limitadores de tensión.

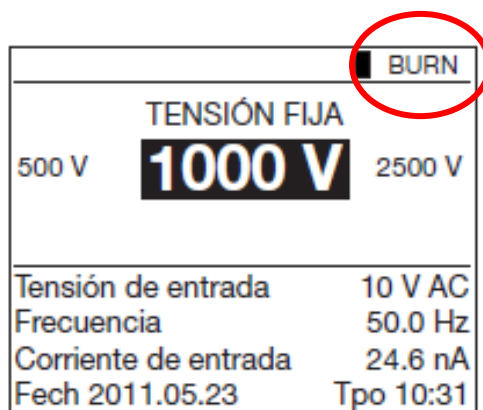
Se visualiza el símbolo **I-LIM**.



Quemado

No se para la medida, sea cual sea el valor de la corriente. Según las aplicaciones, este tipo de prueba permite determinar la posición de los defectos de aislamiento cuando hay quemado: aparición de un arco eléctrico durante la prueba o de un punto quemado después de la prueba.

Se visualiza el símbolo BURN.



- **La corriente máxima (corriente de salida max)**

Es el valor de la corriente que no se debe de sobrepasar durante la prueba.

Utilice las teclas ▲▼ para configurar su valor entre 0.2 y 5 mA para las pruebas de tipo quemado y ruptura a I-Limite.

Para las pruebas de tipo ruptura precoz. El valor se fija a 0.2 mA

- **El rango de corriente (Rango I)**

Esta función permite realizar medidas de forma más rápida cuando ya se conoce su orden de magnitud.

Utilice las teclas ▲▼ para configurar su valor a Auto u otro valor fijo: Eleija a continuación la corriente:

Corriente	<300 nA	60 nA < I < 50 μ A	10 μ A < I < 6mA	Auto
Rango de corriente	300 nA	50 μ A	7 mA	Auto

Por ejemplo para $U_N = 10.000$ V

Rango de corriente	300 nA	50 μ A	7mA
Resistencia	R>30 G Ω	200M Ω < R < 16.6 G Ω	10M Ω < R 1G Ω

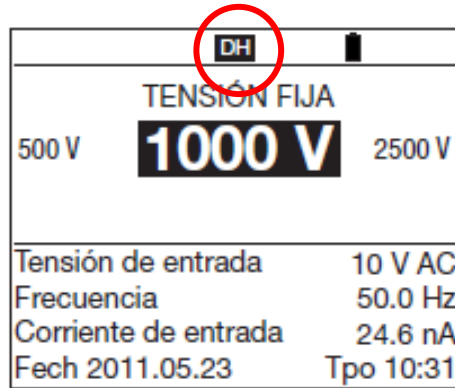
*: 10 M Ω ya que I_{max} = 1mA a 10.000 V

El rango de corriente fijo se mantiene activo hasta que se pague el equipo .

Se visualiza el símbolo RANGE



- Perturbación de la señal (Nivel de perturbaciones)
Utilice las teclas ▲ ▼ para configurar su valor desde bajo hasta alto. Se visualiza el símbolo DH.



Se recomienda la configuración en alto cuando se realiza medidas en presencia de importantes campos electromagnéticos a la frecuencia de la red (por ejemplo acerca de las líneas de alta tensión).

En modo U-FIXED y U-VAR: el valor del umbral de la alarma

Utilice las teclas ▲ ▼ para programar el valor del umbral de la alarma. El umbral de la alarma también se puede programar en el SET-UP

El símbolo ALARM aparece en pantalla el instrumento emite una señal acústica si la alarma está activa.

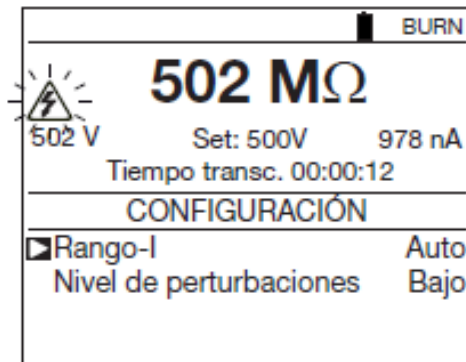


- En modo U-RAMP la programación de la rampa.
Utilice las teclas ▲▼ para ir definir la función rampa, aparece la pantalla de programación de los valores de la rampa de tensión. Esta programación también se puede realizar en el SET-UP.
- En modo U-STEP la programación de la escala
Utilice las teclas ▲▼ para ir Set Step función, aparece la pantalla de programación de los valores de los escalones de tensión. Esta programación se puede realizar en el SET-UP.

2.18.2 Durante la medida

Durante la medida únicamente en modo U-VAR o U-FIXED, la tecla CONFIG permite elegir el rango de corriente: automático (por defecto) o fijo.

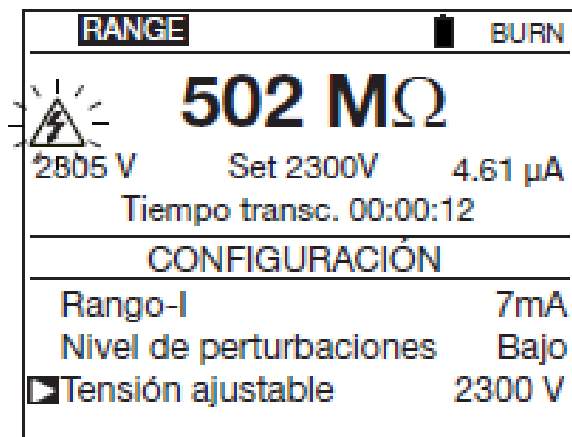
- Una vez iniciada la medida, pulse la tecla CONFIG. Pulse de nuevo CONFIG para salir del menú.
- Aparece la siguiente pantalla (en modo U-FIXED):



- Utilice las teclas ◀▶ y ▲▼ para cambiar el rango de la corriente de medida.
- Los cambios se guardan directamente una vez entrados. Si el rango es fijo, se visualizan el símbolo RANGE. El cambio de los parámetros se mantiene hasta que se apague el equipo.

Durante la medida también se puede activar y desactivar el filtro analógico de la medida (Nivel Perturbaciones).

En el caso de una tensión de prueba variable, la tensión programada también se visualiza y se puede modificar durante la medida.

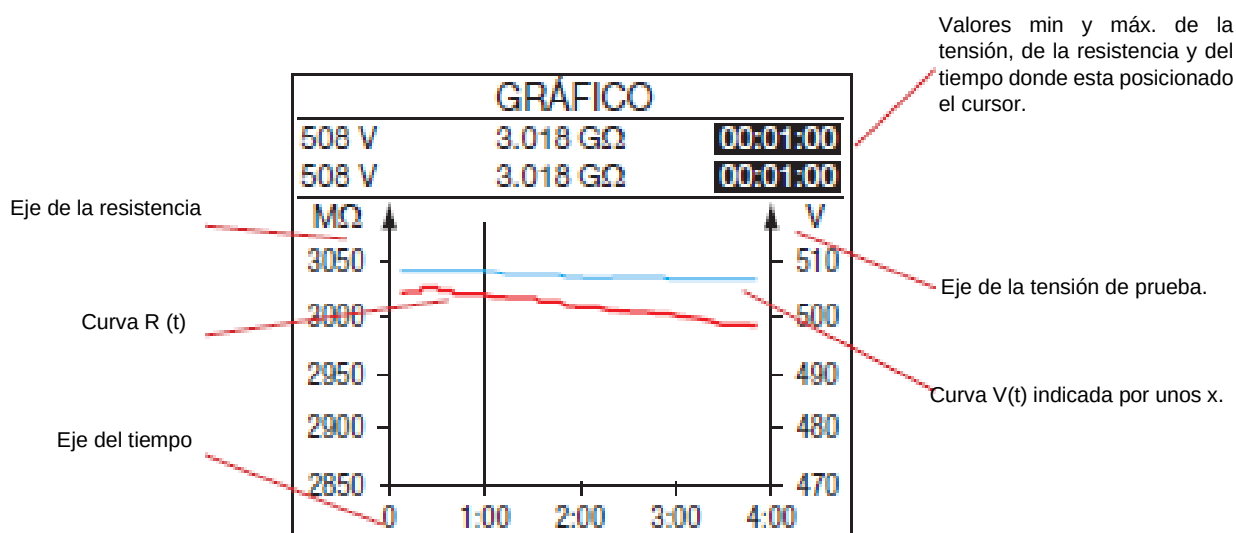


1.11 Tecla Display

Esta tecla permite alternar las diferentes pantallas accesibles.

1.12 Tecla Graph

Durante la medida y al final de cada medida, al pulsar la tecla GRAPH permite visualizar la representación grafica de la medida. La primera pantalla indica la resistencia de aislamiento en función del tiempo R(t) y tensión en función



Esta curva se traza a partir de las muestras sacadas durante la medida

Durante la medida: No hay cursor. Cada medida nueva se añade automáticamente a la curva y los valores aparecen en una línea por arriba de la zona del gráfico.

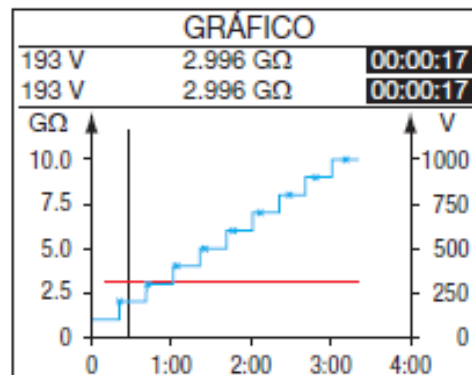
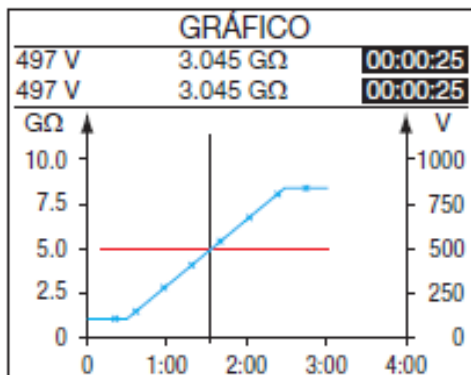
Después de una medida: El tiempo indicado en la parte superior derecha de la pantalla parpadea, es la indicación del modo cursor.

Las teclas ◀▶, pueden utilizarse para mover el cursor a lo largo de la curva. Los valores mínimos y máximos en la posición del cursor se visualizan en dos líneas arriba de la zona del gráfico. Si la duración es de 4 min (la más pequeña posible) estas líneas son las mismas y representan una única muestra.

Según el rango de la escala vertical de la izquierda, se pueden mover la escala vertical y la curva correspondiente con las teclas ▲▼.

En caso de una medida en modo U-RAMP o U-STEP, se puede ampliar la imagen.

Si el intervalo de la escala de un eje es bastante grande, se puede ampliar la imagen.

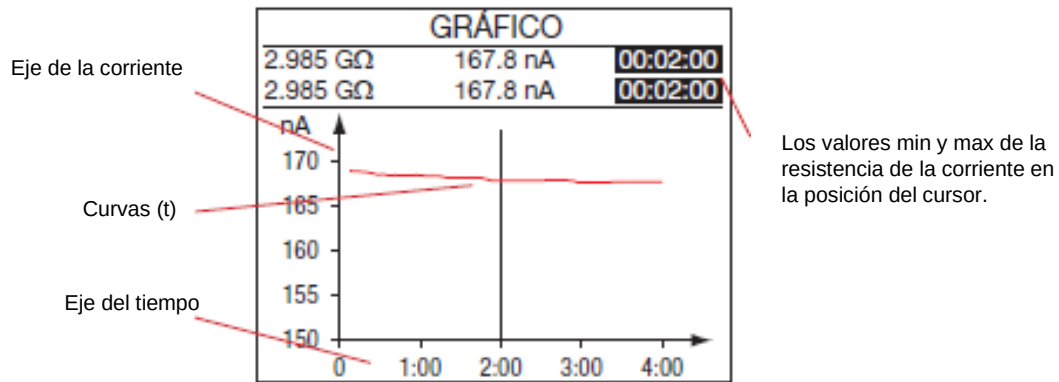


- Pulse la tecla CONFIG

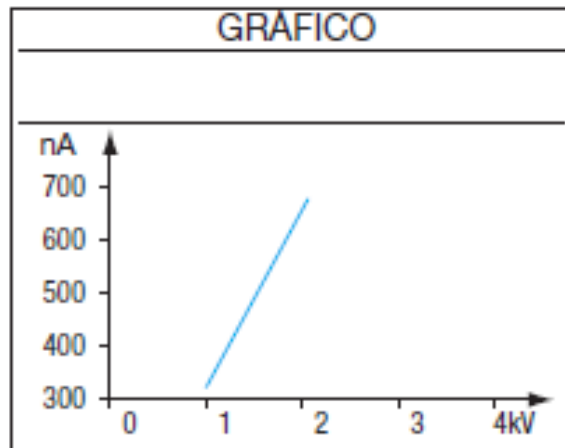
El tiempo indicado en la parte superior derecha de la pantalla deja de parpadear, esto indica que el modo zoom está activo. Las teclas ◀▶ permiten modificar la escala de tiempo del gráfico.

Las teclas ▲▼ permiten modificar la escala de las resistencias del gráfico

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la curva de la corriente en función del tiempo



- Pulse de nuevo la tecla DISPLAY para ver la curva de la corriente en función de la tensión ((no disponible para U-STEP).

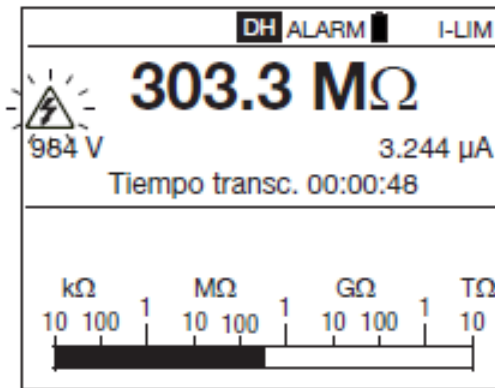


Esta curva es más bien útil con una medida en modo U-RAMP.

No hay cursor y no se puede ampliar la imagen para esta curva.

2.21 Tecla Filter

La tecla filter permite activar y desactivar un filtro digital para las medidas de aislamiento. Este filtro afecta los valores de resistencia, tensión y corriente visualizados, así como los valores de las resistencias registrados, pero no los valores de corriente y tensión registrados. estos datos quedan brutos (sin filtro).



Esta función es útil en caso de una fuerte inestabilidad de los valores de aislamiento visualizado, pero también se puede apreciar la medida en la barra analógica.

Cada vez que se pulsa la tecla FILTER, puede modificarlo o quitar el filtro.

- ningún filtro
- DF 10: constante de tiempo de 10 segundos,
- DF 20: constante de tiempo de 20 segundos,
- DF 30: constante de tiempo de 40 segundos,

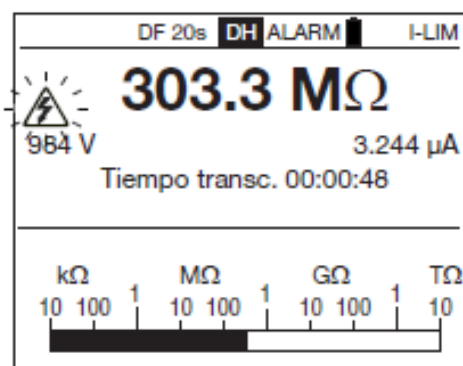
Por defecto, al inicio del equipo, el filtro está en posición DF.

Utilizar el filtro puede resultar en un tiempo de recuperación de un rebasamiento de calibre ($R > 2 \text{ T } \Omega$) largo (varios minutos) si esta medida está en rebasamiento, es mejor que quitare el filtro hasta obtener una medida correcta.

El filtro se calcula de la siguiente forma:

$$R_N = R_{N-1} + (R - R_{N-1})/N$$

Si N está programado a 20, la constante de tiempo de este filtro será de unos 20 segundos.

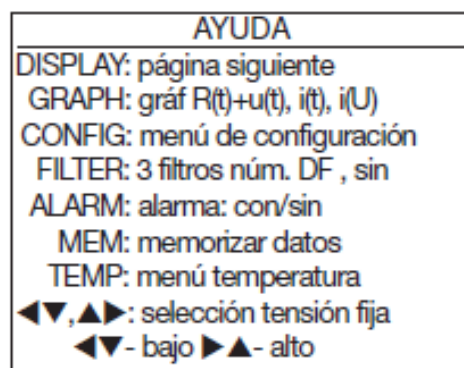


Se recomienda seleccionar el filtrado digital DF en el caso de medidas de altos valores de resistencia de aislamiento fluctuantes. Pudiendo esta fluctuación ser debida a los efectos de las manos, a capacidades fluctuantes del dispositivo probado, a un aislamiento variable a causa de polvos conductores, a un efecto de ionización y polarización de estos polvos, etc. o también la presencia de una tensión alterna superpuesta a la medida.

2.22 Tecla HELP

Al pulsar brevemente la tecla HELP se entra en la función de ayuda en la que se explica el funcionamiento de las teclas.

Este funcionamiento cambia según el contexto. A continuación, se presenta un ejemplo en modo U-FIXED:

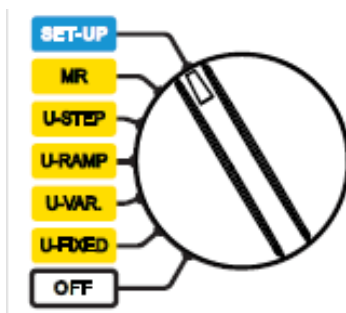


Al mantener pulsada la tecla HELP se puede cambiar el contraste de la pantalla y la retroiluminación

2.23 Configuración (SET- UP)

Esta función permite cambiar la configuración del instrumento directamente a los parámetros a modificar.

- Ponga el conmutador en posición SET-UP.



- Aparece la siguiente pantalla

Configuración General	
☒ Definir el parámetro por defecto	
Zumbador	On
Stan-by	On
Velocidad de transmisión	38400
Fech	2011-05-25
Tpo.	9:41
Unidad temperatura	Celsius
Nº de serie del instrum.	100213
Firmware	1.0.00

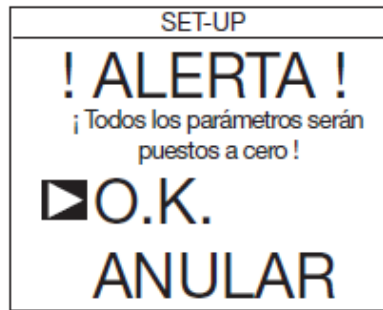
Para seleccionar y modificar un parámetro, utilice las teclas ▲▼ y ◀▶ del teclado direccional.

En cuanto se modifican un parámetro, este cambio se guarda.

2.23.1 Volver a la configuración por defecto

Para volver a la configuración inicial, seleccione **definir el parámetro por defecto**.

El equipo pide una confirmación.



Si acepta eligiendo OK, los siguientes datos se modificarán

- El nivel acústico del zumbador volverá a 1.
- El auto apagado del instrumento se desactivará.
- La velocidad de comunicación será de 38.400 Baudios.
- La duración de las medidas de duración programada será de 2 minutos.
- La duración de muestreo será de "Min." = mínimo (1 segundo aproximadamente).
- El DAR estará a 30/60 y el PI a 1/10.
- El tipo de prueba será el quemado.
- La corriente de salida máxima será de 5 mA.
- La tensión de salida máxima será de 10 kV (15 kV para el C.A. 6555).
- Las tensiones de prueba ajustable serán de 50, 800 y 7000 V.
- Las tensiones de prueba en rampa y en escalón volverán a sus valores de origen, así como todos los umbrales de alarma.
- La retroiluminación se desactivará

2.23.2 Parámetros generales

3. umbador: para programar el nivel acústico de las señales 1,2,3 u off (sin sonido)
4. Standy- by: auto apagado del equipo ON (apagado al cabo de 5 min) OFF (sin pagado)
5. Velocidad de transmisión: para programar la velocidad de comunicaciones en la interfaz en serie 9.6000, 19.200, 38.400 o 57.600 baudios
6. Fecha: programar la fecha del formato aaaa-mm-dd
7. Tipo: para programar la hora en formato hh:mm
8. Unidad temperatura: para elegir la unidad de temperatura: Celsius o Fahrenheit

9. N° de series del instrumento: indica el número del instrumento. Esta línea es informativa y no se puede modificar
10. Firmware: indica las versiones de los dos software del equipo. Esta línea es informativa y no se puede modificar.

10.23.1 Parámetros de medida

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la pantalla siguiente:

Tiempo Test	
☐Tiempo definición (m:s)	2:00
DAR (s/s)	30/60
PI (m/m)	1.0/10

- **Tiempo definición (m:s):** Para programar la duración de la medida (en minutos o segundos) para las medidas en duración programada.
La programación se puede realizar desde 00:01 a 99:59 en lapsos de 1 segundo.
- **DAR:** Para programar los tiempos en los que se deben de leer las medidas para calcular el DAR, esto puede servir para aplicaciones especiales.
El primer tiempo puede programarse desde 10 hasta 90 segundos en lapsos de 5 segundos.
El segundo tiempo puede programarse desde 15 hasta 180 segundos por lapsos de 5 segundos.
- **PI:** Para programar los tiempos en los que se deben de leer las medidas para calcular el PI.
El primer tiempo pueden programarse desde 0.5 hasta 30 minutos por lapsos de 5 segundos y luego 1 minuto.

El segundo tiempo puede programarse desde 0.5 hasta 90 minutos por lapsos de 0.5, 1 minuto y luego 5 minutos.

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la pantalla siguiente

Parámetros Test	
▣ Tipo de test	Quemado
Corriente de salida máx.	5.0 mA
Tensión de salida máxima	15000 V
Tensión ajustable 1	50 V
Tensión ajustable 2	500 V
Tensión ajustable 3	2500 V

- **Tipo de test:** Para elegir el tipo de prueba: Quemado, Ruptura precoz o Ruptura a limite
- **Corriente de salida max:** para programar la corriente de salida máxima desde 0.2 hasta 5 mA para las pruebas de tipo Quemado y Ruptura I-Limite. Se fija a 0.2 mA para las pruebas de ruptura precoz
- **Tensión de salida máxima:** para programar la tensión de salida máxima. Esto puede ser útil para evitar los errores de manipulación y permite dejar el instrumento a personas menos especialistas para aplicaciones especiales (telefonía, aeronáutica, etc.) donde es importante no sobrepasar una tensión de prueba máxima.

para programar la tensión de salida máxima. Esto puede ser útil para evitar los errores de manipulación y permite dejar el instrumento a personas menos especialistas para aplicaciones especiales (telefonía, aeronáutica, etc.) donde es importante no sobrepasar una tensión de prueba máxima.

La programación se puede realizar entre 40 y 10.000 V (15.000 V para el C.A 6555).

2.23.4 Programaciones de las tensiones de prueba.

- Siempre a partir de la tercera pantalla de SET-UP.

Tension ajustable 1,2 y 3: Para programar los valores de las 3 tensiones que se pueden configurar. La programación puede realizarse entre 40 y 15.000 V

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la pantalla siguiente.

Funciones Paso y Rampa	
☒	Definir la función Paso1
	Definir la función Paso 2
	Definir la función Paso 3
	Definir la función Rampa 1
	Definir la función Rampa 2
	Definir la función Rampa 3

- **Definir la función paso 1,2,3 :** en el caso de una medida con una tensión en escala, sirve para programar los valores de las tensiones y las duraciones de los escalones.
- Al pulsar la tecla ►, hace que aparezca la siguiente pantalla:

Funciones Paso y Rampa		
Función Paso 1:		Paso 1-5/10
Paso	Tensión	Duración (m:s)
☒ 1	50 V	0:10
2	100 V	0:10
3	150 V	0:10
4	200 V	0:10
5	250 V	0:10
Tpo. total trans. (m:s)		1:40

- Pulse la tecla DISPLAY para ver la pantalla siguiente.

Funciones Paso y Rampa		
Función Paso 1:		Paso 6-10/10
Paso	Tensión	Duración (m:s)
▣ 6	300 V	0:10
7	350 V	0:10
8	400 V	0:10
9	450 V	0:10
10	500 V	0:10
Tpo. total trans. (m:s)		1:40

Se trata de los umbrales de alarma por debajo de los cuales la alarma acústica se dispara. Hay uno por cada tensión fija o ajustable, y todos se pueden modificar. La programación de la cifra es independiente de la programación de las unidades.

- Para una tensión de prueba de 500 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 2.0 T Ω .
- Para una tensión de prueba de 1.000 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 4 T Ω .
- Para una tensión de prueba de 2.500 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 10 T Ω .
- Para una tensión de prueba de 5.000 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 16 T Ω .
- Para una tensión de prueba de 10.000 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 25 T Ω .
- Para una tensión de prueba de 15.000 V, el umbral de alarma se puede programar desde 10 k Ω hasta 30 T Ω .

2.24 Función memoria

2.24.1 Registro de las medidas

Se puede guardar cada medida de aislamiento una vez finalizada. No se pueden guardar las medidas de tensión.

Estas medidas se guardan en direcciones señaladas por un número de objeto (OBJ) y un número de prueba (TEST).

Un objeto puede contener 99 pruebas. Un objeto puede así representar una máquina o una instalación en la cual se va a realizar un cierto número de medidas.

- Al terminar la medida, pulse la tecla MEM.
- El instrumento le propone guardar el resultado en la primera casilla de memoria disponible. Se pueden modificar los números propuestos con las teclas ◀▶ y ▲▼.

MEMORIA			
0			100%
Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
01 01	2011-05-26	09:04	500V

Si no aparece la medida en pantalla y el **pulsar la tecla MEM no surte ningún efecto**, pulse dos veces la tecla DISPLAY para ir a la pantalla resultado, luego pulse de nuevo la tecla MEM.

Esto puede suceder después de la descarga de una carga altamente capacitiva.

- Pulse de nuevo la tecla MEM para confirmar la ubicación del registro.
- El instrumento le pregunta si desea guardar las muestras (Guardar muestras) con la medida.

MEMORIA			
0			100%
Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
01 01	2011-05-26	09:04	500V
☒ Guardar muestras			Si
Tiempo de muestreo (m:s)			Min.

En tal caso, podrá luego visualizar la curva de la medida pulsando la tecla GRAPH.

Si no es útil, ponga Guardar muestras en No.

Si pone Guardar muestras en Sí puede programar el tiempo de muestreo (Tiempo de muestreo) con las teclas ◀▶ y ▲▼.

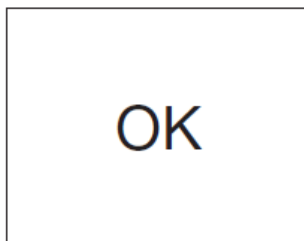
- Por defecto, el tiempo de muestreo es mínimo, es decir que todas las muestras adquiridas durante la medida se guardan.
- El tiempo de muestreo puede ponerse en Auto (automático), el instrumento determina entonces las muestras necesarias para el trazado de la curva tomando el menor espacio posible en memoria. Si la medida no varía, tomará un único valor y dará como resultado una curva perfectamente horizontal.

Se aconseja este valor para optimizar el espacio libre en la memoria.

- El tiempo de muestreo también puede tener un valor programable entre 1 y 25 segundos.
- Cuanto más larga la medida, más tiempo puede durar el muestreo. Por ejemplo, para una medida de 10 minutos, la duración de muestreo puede ser de 10 segundos. Se obtendrá 60 puntos para la curva, lo que es suficiente.
- Asimismo, cuanto más estable la medida, más tiempo puede durar el muestreo. Y cuanto más inestable la medida, menos

Tiempo debe durar el muestreo para visualizar las variaciones del valor de la resistencia de aislamiento.

El instrumento confirma la puesta en memoria



La medida se guardará con la información correspondiente: fecha, hora, modo de medida, duración de la medida, configuración de la medida, tensión de prueba, resistencia de aislamiento, capacidad, corriente residual y eventualmente, el DAR, PI, DD, la resistencia llevada a la temperatura de referencia, etc.

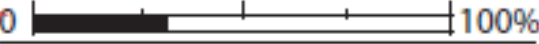
Para salir sin guardar, pulse la tecla ◀. Volverá entonces a la última medida.

A cada nuevo registro, el instrumento le propone la primera casilla de memoria libre que sigue el último registro. También se puede guardar una medida en una casilla de memoria ya utilizada.

La barra analógica indica el
MEMORIA

espacio de memoria
utilizado (en

negro), el espacio de

MEMORIA			
0  100%			
Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
03 01	2011-05-28	09:04	2550V
02 02	2011-05-27	10:43	
02 01	2011-05-27	10:38	
01 02	2011-05-26	15:04	1000V
01 01	2011-05-26	14:56	500V

Se indican el tipo de
medidas y

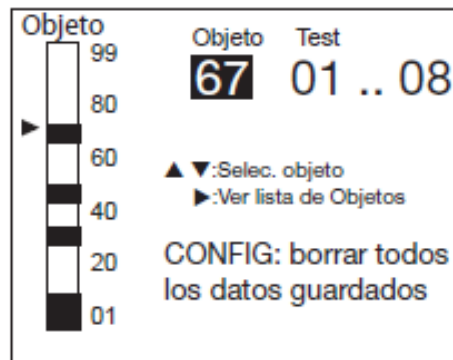
la disponibilidad de las

La cantidad de medidas que se puede guardar depende del número de muestras almacenadas para cada medida.

El instrumento puede almacenar 256 medidas. Este número disminuye si se almacenan muchas muestras.

2.24.2 Lectura de los valores guardados

- Ponga el conmutador en la posición MR.
- El instrumento muestra un resumen de la utilización del número de objeto y el número de objeto del último registro utilizado, así como los números mínimos y máximos de las pruebas que contiene.



- Elija el número del objeto con las teclas ▲ ▼, luego pulse la tecla ►.
- Se visualiza entonces en el instrumento la lista de los registros referentes al objeto elegido.

Obj. Test	Fecha	Tpo.	Func.
03 01	2011-05-28	09:04	2550V
02 02	2011-05-27	10:43	
02 01	2011-05-27	10:38	
01 02	2011-05-26	15:04	1000V
01 01	2011-05-26	14:56	500V

- Para ver una medida en detalle, ponga el cursor sobre el objeto y la prueba elegida con las teclas ▲ ▼, luego pulse la tecla ►.

Obj. Test	Fecha	Tpo.	Func.
02 02	2011-05-27	10:43	
Resistencia			5.05 GΩ
Tensión			965 V
Corriente			190.6 nA
Tiempo transc.			00:01:40
Tiempo de muestreo (m:s)			0:02

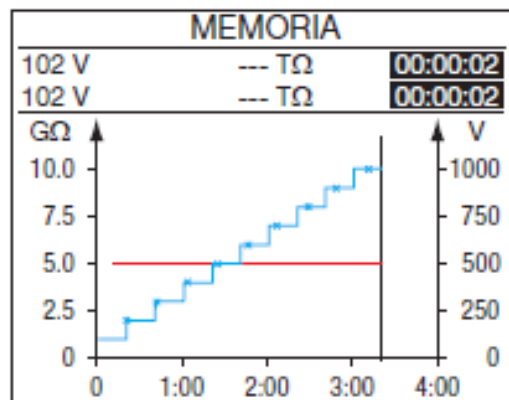
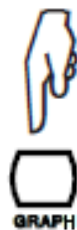
- Pulse la tecla DISPLAY para ver el resto de la información guardada (depende de la función).

Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
02 02	2011-05-27	10:43	
ΔR			--- T Ω
ΔV			--- V
$\Delta R/(R+\Delta V)$ (ppm/V)			---
Capacidad			<1nF

Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
02 02	2011-05-27	10:43	
Fonción Paso			
Paso	Tensión	Duración (m:s)	
1	100 V	0:10	
2	200 V	0:10	
3	300 V	0:10	
4	400 V	0:10	
5	500 V	0:10	

Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
02 02	2011-05-27	10:43	
Fonción Paso			
Paso	Tensión	Duración (m:s)	
6	600 V	0:10	
7	700 V	0:10	
8	800 V	0:10	
9	900 V	0:10	
10	1000 V	0:10	

El símbolo indica que se han guardado las muestras, puede pulsar la tecla GRAPH para ver la curva.



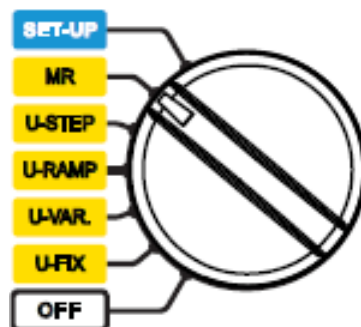
- Pulse la tecla GRAPH para salir de la curva. En el caso de una medida U-FIXED o U-VAR., puede pulsar la tecla TEMP para ver la información referente a la temperatura.
- El instrumento sólo puede mostrar la información que se guardó con la medida.

Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
05 02	2011-05-27	10:43	2500V
Temperatura ambiente			23 °C
Humedad			40%
Temperatura de la sonda			23 °C
Temp. de referencia de Rc			40 °C
ΔT para R/2			10 °C
R medida			5.00 G Ω
Rc a --- °C			1.529 G Ω

- Pulse la tecla TEMP para salir del menú TEMP.
- Pulse la tecla ◀ para volver a la lista de las medidas guardadas.

2.24.3 Borrar la memoria

Ponga el conmutador en la posición MR.

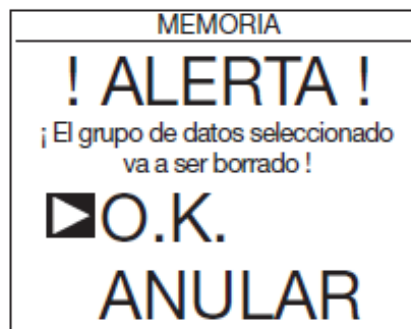
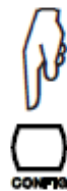


2.24.3.1 Borrar un registro.

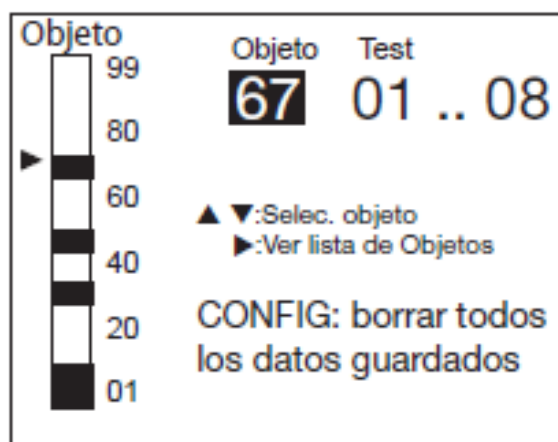
- Seleccione el registro a borrar con las teclas ▲▼ en la lista de los registros en memoria.

Obj. Test	Fech	Tpo.	Func.
03 01	2011-05-28	09:04	2550V
02 02	2011-05-27	10:43	1000V
02 01	2011-05-27	10:38	500V
01 02	2011-05-26	15:04	1000V
01 01	2011-05-26	14:56	500V

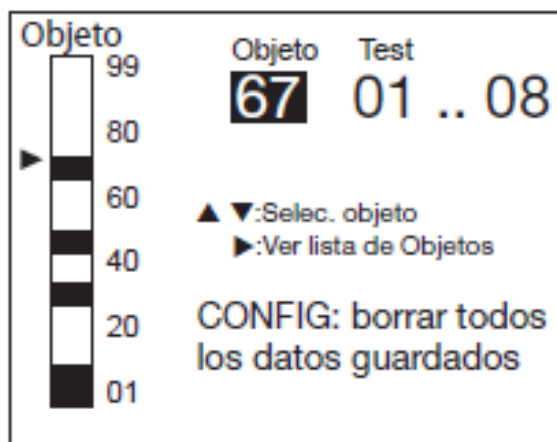
- Pulse la tecla CONFIG. El instrumento pide una configuración de la supresión.



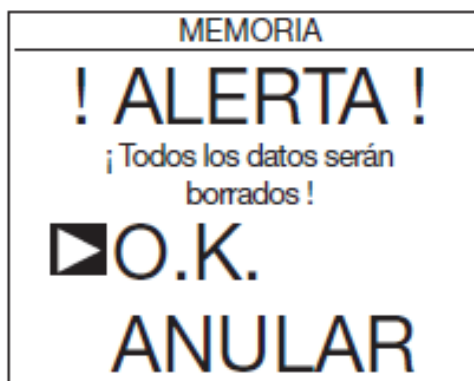
- Seleccione OK para confirmar o ANULAR para cancelar. El instrumento vuelve a la pantalla de entrada a la lectura de la memoria.



2.24.3.2 Borrar todos los registros

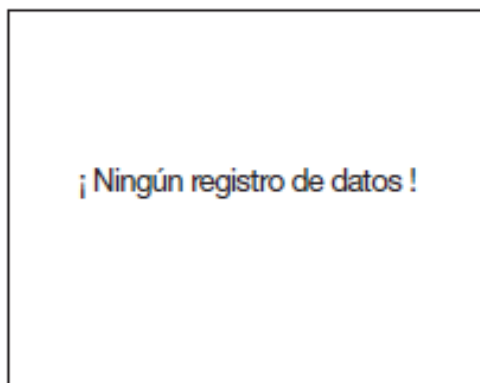


- El equipo pide una confirmación de la supresión. Seleccione OK para confirmar o ANULAR para cancelar.



El instrumento vuelve a formatear por completo la memoria, lo que tarda unos minutos. Mientras tanto, se visualiza “ESPERE”.

El instrumento vuelve a la pantalla de entrada a la lectura de la memoria, pero como ya no quedan registros, se visualiza lo siguiente:



2.25 Lista de los errores codificados

Durante la puesta en marcha de su instrumento o de su funcionamiento, si se detecta alguna anomalía, aparece en la pantalla un código error. El formato de este código de error es un numero de 1 o 2 cifras. este número permite identificar la anomalía y la acción a realizar para volver a poner en marcha el instrumento.

Existen 3 tipos de mensaje de error.

- **Los mensajes de error informativo:**

El mensaje aparece durante un segundo aproximadamente. En función del error, algunas funciones del instrumento pueden verse alteradas. Se necesita su reparación si el error se repite.

- Errores 04, 06, 07, 20, 21, 23, 30, 31, 32 (véase asimismo el segundo tipo de error), 40, 41, 42
- El error 06 es precedido por un reset automático.
- Los errores 04 y 07 son seguidos por el error 06.
- El error 20 indica que una operación en la memoria ha fallado.

- El error 21 indica que la configuración ha sido automáticamente eliminada para volver a la configuración inicial
- El error 23 indica que la gestión de la batería no está disponible y que no se puede cargar la batería.
- El error 30 indica que se ha detenido una medida de resistencia inesperadamente. Compruebe la presencia de perturbaciones.
- Los errores 31, 32 (véase asimismo el segundo tipo de error) y 40 indican que no se puede realizar una medida.

- **Los mensajes de error recuperable**

El mensaje desaparece cuando se gira el conmutador. En función del error, algunas funciones del instrumento pueden verse alteradas. Se necesita su reparación si el error se repite.

- Errores 22, 32 (véase asimismo el primer tipo de error)
- El error 32 (véase asimismo el primer tipo de error) indica que no se puede realizar una medida

- **Los mensajes de error fatal**

El instrumento deja de responder. Apáguelo y vuélvalo a encender. Se necesita su reparación si el error se repite.

Errores 01, 08, 09

Además de los mensajes de error, existen otras indicaciones de error:

- Cuando el instrumento muestra en la parte superior del display una cruz al inicio y después de unos segundos una línea horizontal, se deben actualizar los idiomas.
- Asimismo, cuando en vez de la pantalla de ayuda del instrumento aparece “AYUDA” y abajo la cifra 98 o 99, se deben actualizar los idiomas.

2.26 Software de transferencia de datos

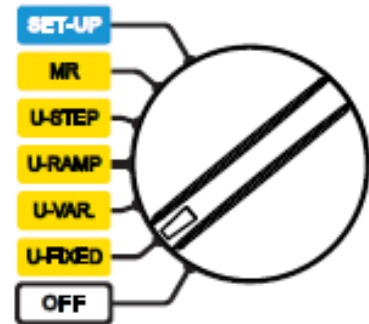
El software de exportación de datos suministrados con el equipo, DataView permite:

- Trasferir los datos guardados en la memoria del equipo y presentarlos en forma de informe
- Imprimir protocolos de prueba personalizados según las necesidades del usuario

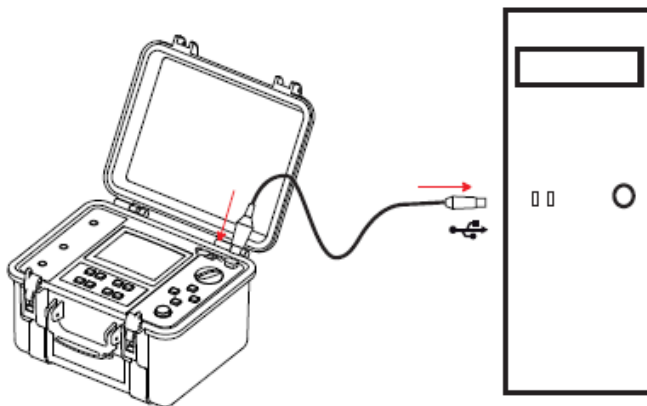
- Crear hojas de cálculo Excel
- Configurar y controlar totalmente el instrumento mediante conexión USB

Primero instale el software mediante la memoria USB suministrada con el equipo de medición.

Ponga el conmutador en cualquier posición que no sea OFF. La velocidad de comunicación debe ser de 38.400 baudios para el instrumento y para el PC

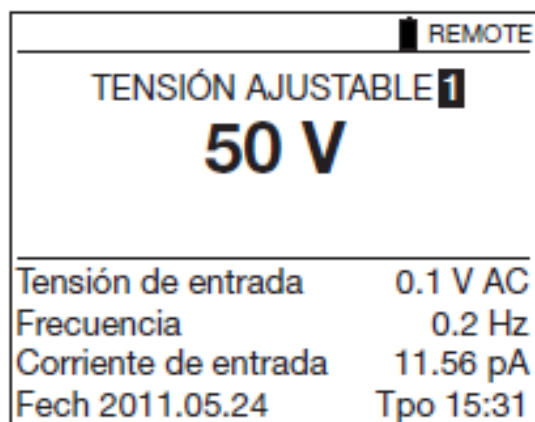


A continuación, conecte el instrumento al PC mediante el cable óptico-USB suministrado con el instrumento y quitando la tapa que protege la toma del instrumento.



Cuando el instrumento está comunicando con un PC, aparece REMOTE en la pantalla y el instrumento ya no responde a los comandos del usuario. Las teclas y el conmutador rotativo están inactivos, salvo el apagado del instrumento (posición OFF).

Para utilizar el software de transferencia de datos, remítase a la ayuda en línea.



Una vez terminada la transferencia de datos, puede desconectar el instrumento y desenchufar el cable. El instrumento vuelve entonces a funcionar normalmente.

2.27 Condiciones de referencia

Magnitudes de influencia	Valores de referencia
Temperatura	$23 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Humedad	45 a 55 % HR
Tensión de alimentación	9 a 12 V
Rango de frecuencia	DC y 15,3 ... 65 Hz
Capacidad en paralelo en la resistencia	0 μF
Campo eléctrico	Nulo
Campo magnético	< 40 A/m

La incertidumbre intrínseca es error definido en las condiciones de referencia.

La incertidumbre de funcionamiento abarca la incertidumbre mas el efecto de la variación de las magnitudes que influencia (tensión de alimentación, temperatura, parásitos, etc.) tal y como se definen en la norma IEC 61557.

- **Características por función**
 - **Tensión (características)**

Rango de medida	1,0 ... 99,9 V	100 ... 999 V	1.000 ... 2.500 V	V 2.501 ... 4.000 V
Resolución	0,1 V	1 V	2 V	2 V
Incertidumbre intrínseca	$\pm(1\% + 5 \text{ ct})$	$\pm(1\% + 1 \text{ ct})$		
Rango de frecuencia	DC o 15 ... 500 Hz			DC

Impedancia de entrada: 3Ω

- **Corriente**

Rango de medida especificado DC	0,000 ... 0,399 nA	0,400 ... 3,999 nA	4,00 ... 39,99 nA	40,0 ... 399,9 nA	400 nA ... 3,999 μ A
Resolución	1 pA	1 pA	10 pA	100 pA	1 nA
Incertidumbre intrínseca	$\pm(15\% + 10 \text{ ct})$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$		

Rango de medida especificado DC	4,00 ... 39,99 μ A	40,0 ... 399,9 μ A	400 μ A ... 3,999 mA	4,00 ... 9,999 mA
Resolución	10 nA	100 nA	1 μ A	10 μ A
Incertidumbre intrínseca	$\pm 5\%$			

- **Resistencia de aislamiento**

- **Método:** Medida tensión-corriente según IEC 61557-2 de 300 a 10.000 V y según DIN VDE 0413 Part 1/09.80).
- **Tensión de salida nominal:** 500, 1.000, 2.500, 5.000, 10.000 y 15.000 V□□ para el C.A 6555
o ajustable de 40 a 10.000 V□□ y 15.000 V□□ para el C.A 6555
Incertidumbre intrínseca $\pm 1\%$
ajutable de 40 a 1.000 V□□ por pasos de 10 V
ajutable de 1.000 a 15.000 V□□ por pasos de 100 V
- **Corriente máxima:** < 1 mAdc de 40 a 999 V

5 a 0,2 mAdc de 1.000 a 15.000 V. El usuario puede ajustar la corriente.

- **Tensión AC pico máxima admisible en los bornes durante las medidas:**
 $0,4U_N$ o 1.000 VAC máximo.
- **Corriente de corto circuito:** $< 5 \text{ mAdc} \pm 5\%$. Esta corriente puede limitarse en el SET-UP (parámetro Corriente de salida máx) entre 0,2 y 5 mA. También se puede limitar por la potencia máxima de salida que es de 10 W.
- **Corriente de salida máxima en función de la tensión de prueba**

U (v)	50	100	200	300	1.100	1.200	1.300	5.000	10.000	15.000
I (mA)	0.22	0.46	0.93	1.07	1.07	5	5	2	1	0.5
P (W)	<1					10				

Si la corriente está limitada en el SET-UP, los valores arriba indicados que sobrepasan el límite se rebajarán.

- **Tensión de prueba fija**

Tensión de prueba	500 - 1.000 - 2.500 - 5.000 - 10.000 - 15.000				
Rango de medida especificado	10 ... 999 k Ω 1,000 ... 3,999 M Ω	4,00 ... 39,99 M Ω	40,0 ... 399,9 M Ω	400 ... 3,999 G Ω	4,00 ... 39,99 G Ω
Resolución	100 M Ω	1 G Ω	1 G Ω	10 G Ω	10 G Ω
Incertidumbre intrínseca	$\pm(15\% + 10 \text{ ct})$				$\pm(20\% + 10 \text{ ct})$
Incertidumbre de funcionamiento	$\pm(20\% + 15 \text{ ct})$	$\pm(30\% + 15 \text{ ct})$			

Tensión de prueba (V)	>10.000	15.000 (C.A 6555 únicamente)
Rango de medida Especificado	4,00 ... 25,00 TΩ	4,00 ... 29,00 TΩ
Resolución	10 GΩ	10 GΩ
Incertidumbre intrínseca	±(20% + 10 ct)	±(20% + 10 ct)
Incertidumbre de funcionamiento	±(30% + 15 ct)	

- **Tensión de prueba variable**

Resistencia mínima de medida = 10kΩ

Resistencia máxima medida = a interpolar a partir de los valores de tensiones de prueba fijas mas arriba

La incertidumbre intrínseca depende de la tensión de prueba y del valor de la resistencia medida. Puede ser interpolada a partir de las tablas de tensiones de pruebas fijas.

- **Medida de la tensión DC durante la prueba de aislamiento**

Impedancia de entrada: 3 MΩ hasta 1.600 V y 300 MΩ por encima.

Rango de medida Especificado (V)	40,0 ... 99,9	100 ... 1.500	1.600 ... 5.100	5.100 ... 16.000
Resolución	0,1 V	1 V	1-2 V	2-4 V
Incertidumbre intrínseca	±1%			

- **Medida de la tensión DC durante la prueba de aislamiento**

Rango de medida especificado (VDC)	25 ... 16 000 V
Resolución	0,2% Un
Incertidumbre intrínseca	±(5% ± 3 ct)

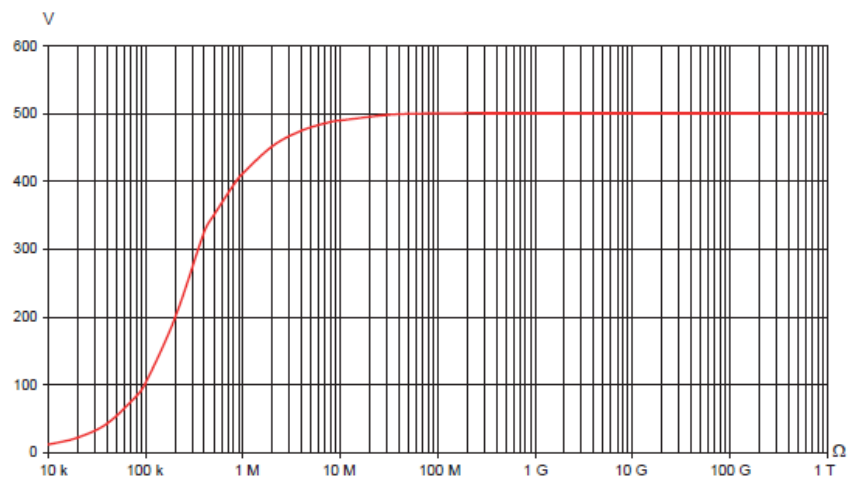
- **Tiempo de descarga típica de un elemento capacitivo para alcanzar 25 VDC**

Tensión de prueba	50 V	100V	250V	500V	1000V	2500V
Tiempo de descarga (C en μF)	0,25 s x C	0,5 s x C	1 s x C	2 s x C	4 s x C	7 s x C

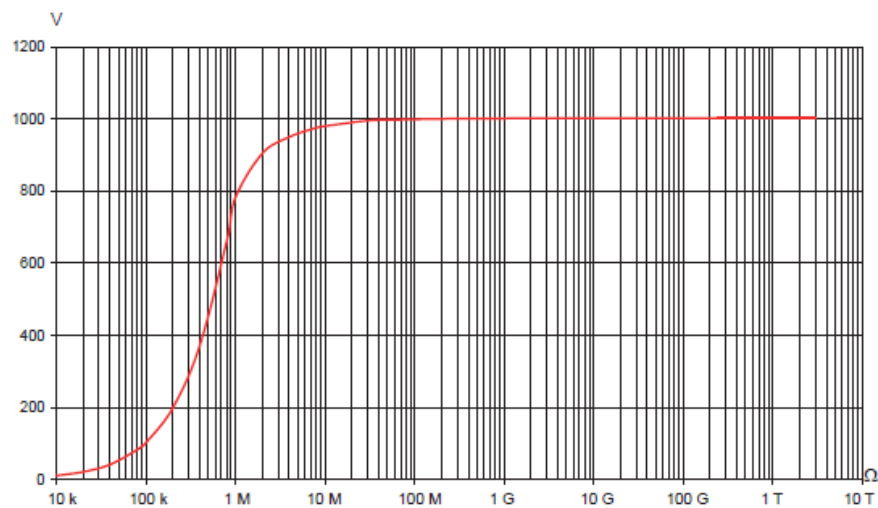
Tensión de prueba	5.000 V	10.000 V	15.000 V
Tiempo de descarga (C en μF)	$14 \text{ s} \times C$	$27 \text{ s} \times C$	$57 \text{ s} \times C$

- **Curvas de evolución típicas de las tensiones de prueba en los bornes del instrumento en función de la resistencia**

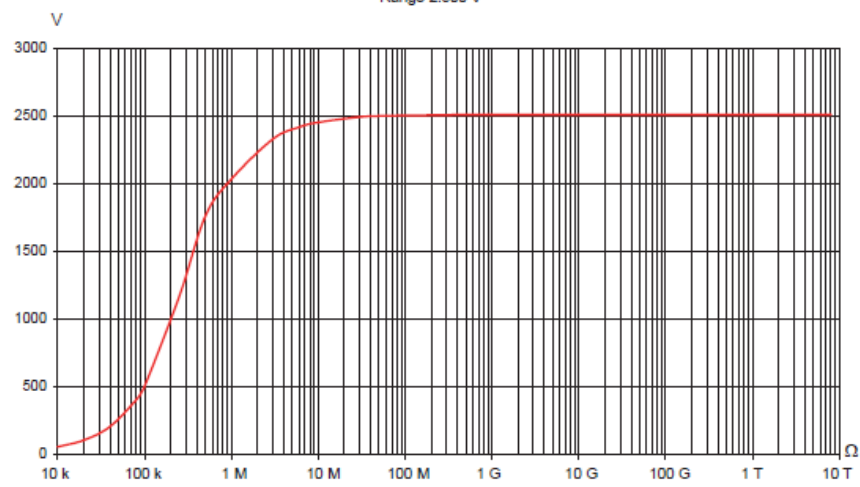
- Rango 500 V



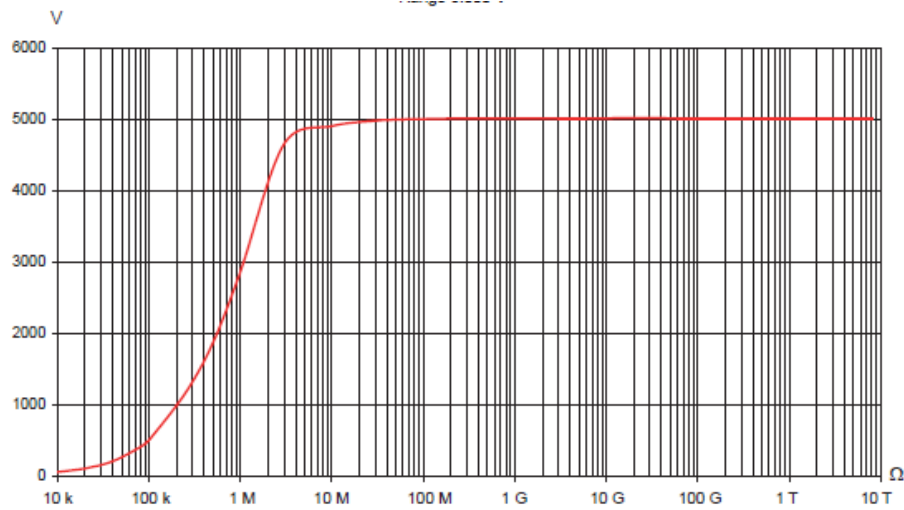
- Rango de 1000 VTR



- Rango de 2500 V

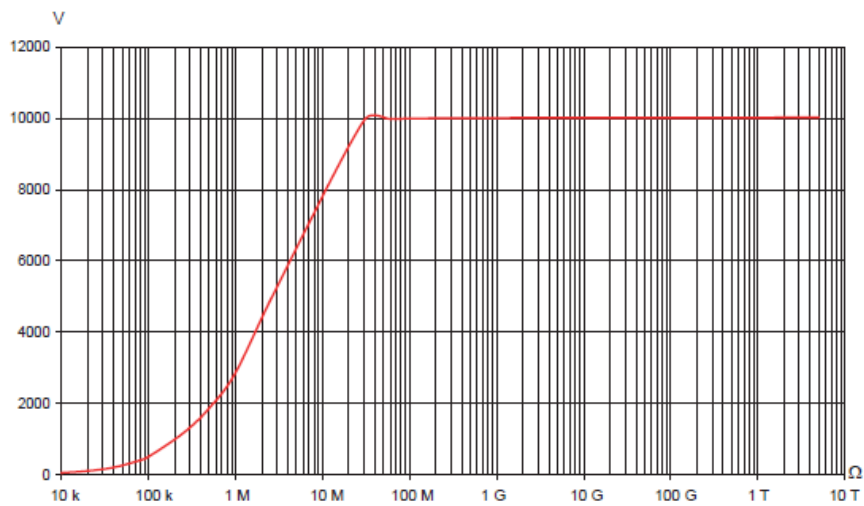


- Rango de 5000V

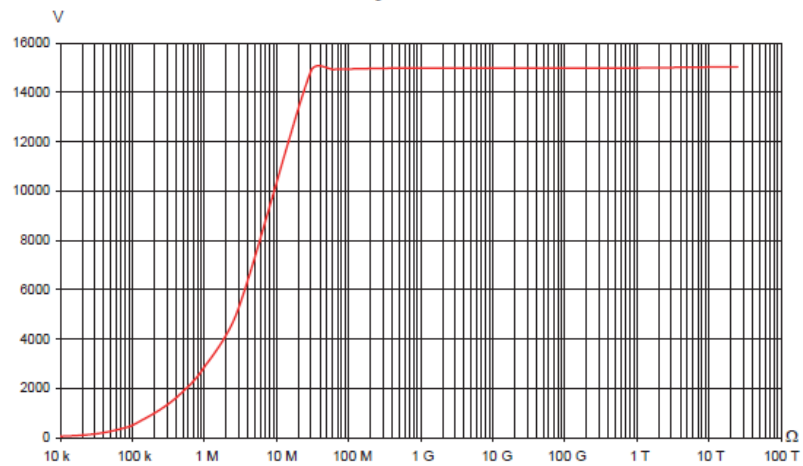


-

- Rango de 10000V



- Rango de 15000V



- **DAR, PI Y DD**

- **Cálculo de los términos DAR y PI**

Rango especificado	0,02 ... 50,00
Resolución	0,01
Incertidumbre intrínseca	± (5% + 1 ct)

- **Cálculo del término DD**

Rango especificado	0,02 ... 50,00
Resolución	0,01
Incertidumbre intrínseca	$\pm (10\% + 1 \text{ ct})$

- **Medida de la capacidad**

Esta medida se realiza después de la descarga del elemento probado, después de cada medida.

Rango especificado	0,005 ... 9,999 μF	10,00 ... 19,99 μF
Resolución	1 nF	10 nF
Incertidumbre intrínseca	$\pm (10\% + 1 \text{ ct})$	$\pm 10\%$

*: esta incertidumbre solo se especifica para un tension de prueba >500 V

2.28 Alimentación

La alimentación del instrumento se realiza mediante dos packs de baterías recargables de tecnología NiMH 9,6 V 4 Ah.

La carga se efectúa por conexión del instrumento a la red a una tensión de 90 a 260 V con una frecuencia de 50-60 Hz y una temperatura ambiente de 0 a 30 °C.

- **Carga de batería**

El cargador incorporado gestiona simultáneamente la corriente de carga, la tensión de la batería y su temperatura interna. Así, la recarga se efectúa de forma óptima, garantizando una vida útil duradera de la batería.

El tiempo de carga varía entre 6 h y 10 h.

Una recarga de media hora permite recuperar el 10% de la capacidad de la batería y puede bastar para realizar algunas medidas.

2.29 Limpieza

- Desconecte cualquier conexión del instrumento.
- Utilice un paño suave ligeramente empapado con agua y jabón. Aclare con un paño húmedo y seque rápidamente con un paño seco o aire inyectado. No utilice alcohol, solvente o hidrocarburo.}

MICRÓMETRO



3. Resistencia de devanados Micróhmetro Md. 6225

3.1 Propósito del procedimiento

Proporcionar una guía detallada sobre cómo utilizar correctamente el equipo para llevar a cabo mediciones precisas y confiables de la resistencia de devanados en diversos dispositivos eléctricos y sistemas. Garantizando que los usuarios puedan utilizar el equipo de manera efectiva y segura para llevar a cabo mediciones precisas de la resistencia de aislamiento en instalaciones eléctricas y equipos, lo que ayuda a garantizar la seguridad y fiabilidad de los sistemas eléctricos.

3.2 Alcance

- *Descripción del equipo:* Descripción detallada del medidor de resistencia de devanados, incluyendo sus características técnicas, capacidades de medición, rangos de voltaje y corriente, y cualquier accesorio o función especial incluida.
- *Equipamiento Necesario:* Especificación de los equipos requeridos para llevar a cabo las pruebas de resistencia de manera precisa y confiable, como medidores de resistencia, cables de conexión, fuentes de alimentación, entre otros.
- *Procedimientos de Prueba:* Descripción detallada de los pasos a seguir para llevar a cabo pruebas de resistencia en devanados, incluyendo la preparación del equipo, la conexión de los dispositivos de medición, la ejecución de las pruebas y la interpretación de los resultados.
- *Seguridad:* Protocolos de seguridad que deben seguirse para proteger al personal y al equipo durante la realización de las pruebas, incluyendo el uso adecuado de equipos de protección personal y la manipulación segura de la electricidad
- *Interpretación de Resultados:* Orientación sobre cómo interpretar los resultados de las pruebas de resistencia y establecer criterios de aceptación o rechazo basados en estos resultados

3.3 Referencias

- Curso de uso y manejo de FONKEL

- NOM-029-STPS-2011
- NMX-J-169-ANCE-2015
- NMX-J-118/2-ANCE-2007
- ANSI/NETA MTS-2015
- NFPA 70B – 2019

3.4 Definiciones

- **Parámetro:** dato que contribuye a la evaluación de una situación
- **Voltímetro:** Aparato que se emplea para medir potenciales eléctricos
- **Metalización:** técnica de revestimiento de metal sobre la superficie de objetos
- **Electromotrices:** energía originada a partir de cualquier medio, canal o dispositivo que brinde una corriente eléctrica
- **Bornes:** Cada uno de los terminales metálicos de ciertas máquinas y aparatos eléctricos, destinados a la conexión de hilos conductores.
- **Umbral:** Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado.
- **Display :** Pantalla o indicador numérico utilizado para visualizar una determinada información de un aparato electrónico
- **Compensación:** Conseguir un factor de potencia lo más cercano posible a la unidad, siendo esta unidad donde toda la potencia se convierte en energía útil.
- **TR:** Transformador

3.5 Método de trabajo

3.5.1 Políticas y lineamientos

- **Política de Seguridad:** Establecer la prioridad de la seguridad en todas las actividades relacionadas con las pruebas de resistencia de devanados. Esto puede incluir el uso obligatorio de equipos de protección personal, la implementación de procedimientos seguros de manipulación de electricidad y la capacitación regular en seguridad para el personal involucrado en las pruebas.
- **Política de Calidad:** Compromiso con la calidad en todas las etapas del proceso de prueba, desde la preparación del equipo hasta la interpretación de los resultados. Esto puede incluir la adhesión a estándares y normativas específicas de la industria, así como la implementación de procedimientos de control de calidad para garantizar

la precisión y confiabilidad de las pruebas.

- **Política de Cumplimiento:** Compromiso con el cumplimiento de todas las regulaciones y normativas relevantes, tanto en términos de seguridad como de calidad. Esto puede incluir el cumplimiento de estándares de seguridad eléctrica, normativas medioambientales y cualquier otro requisito legal aplicable.
- **Política de Capacitación:** Reconocimiento de la importancia de la capacitación y formación del personal involucrado en las pruebas de resistencia de devanados. Esto puede incluir la provisión de programas de capacitación adecuados para garantizar que el personal esté adecuadamente preparado y competente para llevar a cabo las pruebas de manera segura y efectiva.
- **Política de Documentación:** Compromiso con la documentación precisa y completa de todas las pruebas realizadas, incluyendo registros detallados de los equipos utilizados, los procedimientos seguidos, los resultados obtenidos y cualquier acción correctiva tomada. Esto puede incluir la implementación de sistemas de registro electrónico o en papel para mantener un seguimiento adecuado de la información relevante.

3.6 Presentación de equipo

El equipo de medición de resistencia de devanados es un dispositivo especializado diseñado para medir con precisión la resistencia eléctrica de los devanados de máquinas eléctricas. Incorpora componentes electrónicos y características específicas para realizar mediciones confiables y precisas, lo que permite evaluar la integridad y la calidad de los devanados con eficacia.

3.6.1 Descripción de equipo

Está construido en una maleta de material plástico de alta rigidez dieléctrica, robusto, liviano y resistente.



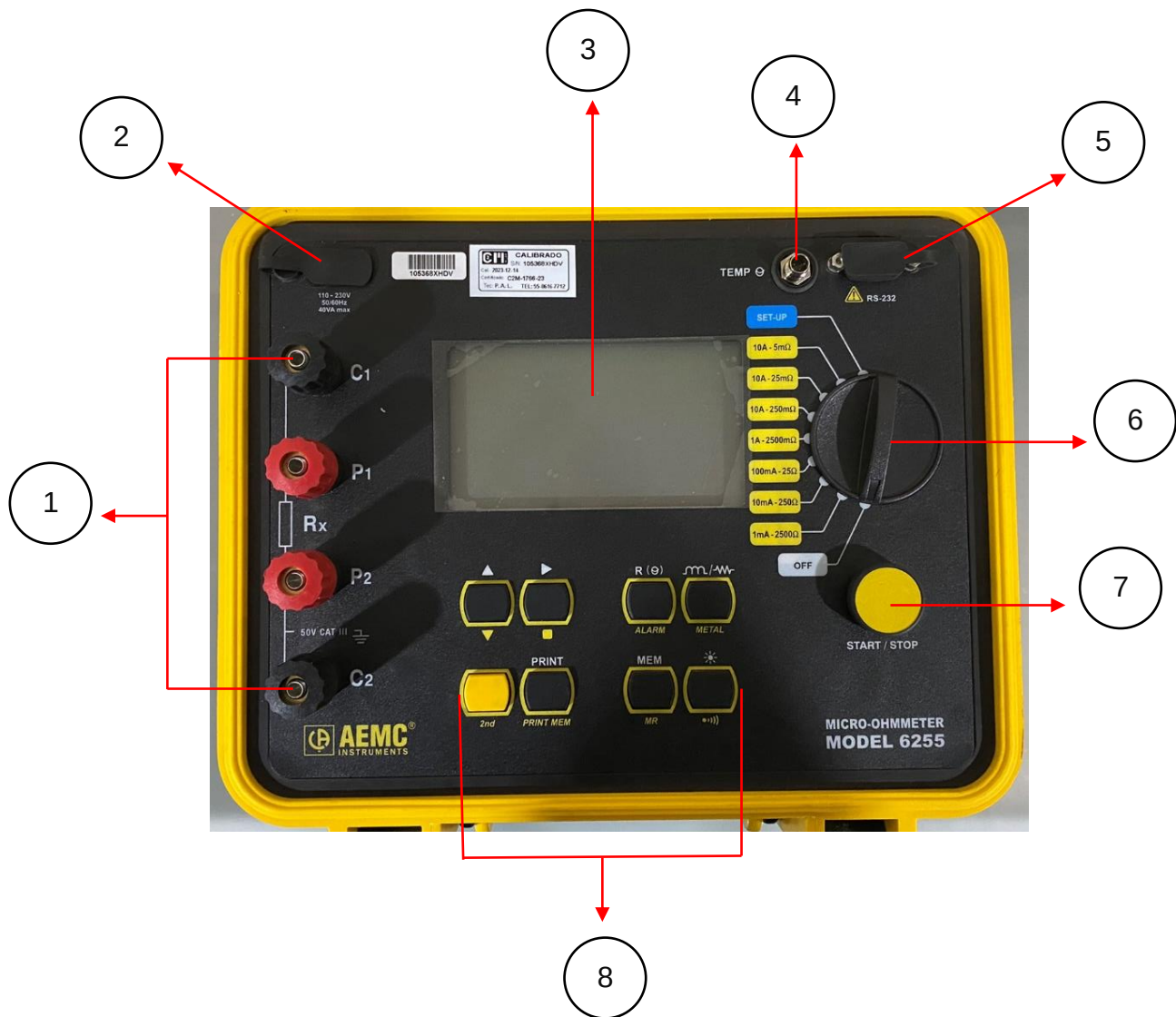
Caimanes de conexión positivo y negativos, entrada tipo kelvin



Un cable de alimentación de CA



Un cable óptico-USB.



1. Terminales de entrada para los cables de prueba tipo kelvin.
2. Entrada para cable de alimentación.
3. Pantalla de cristal líquido retroiluminada.
4. Entrada para sonda RTD para medición de temperatura.
5. Puerto de comunicación para conexión con la computadora.
6. Interruptor de selección de rango.
7. Botón de iniciar/detener prueba.

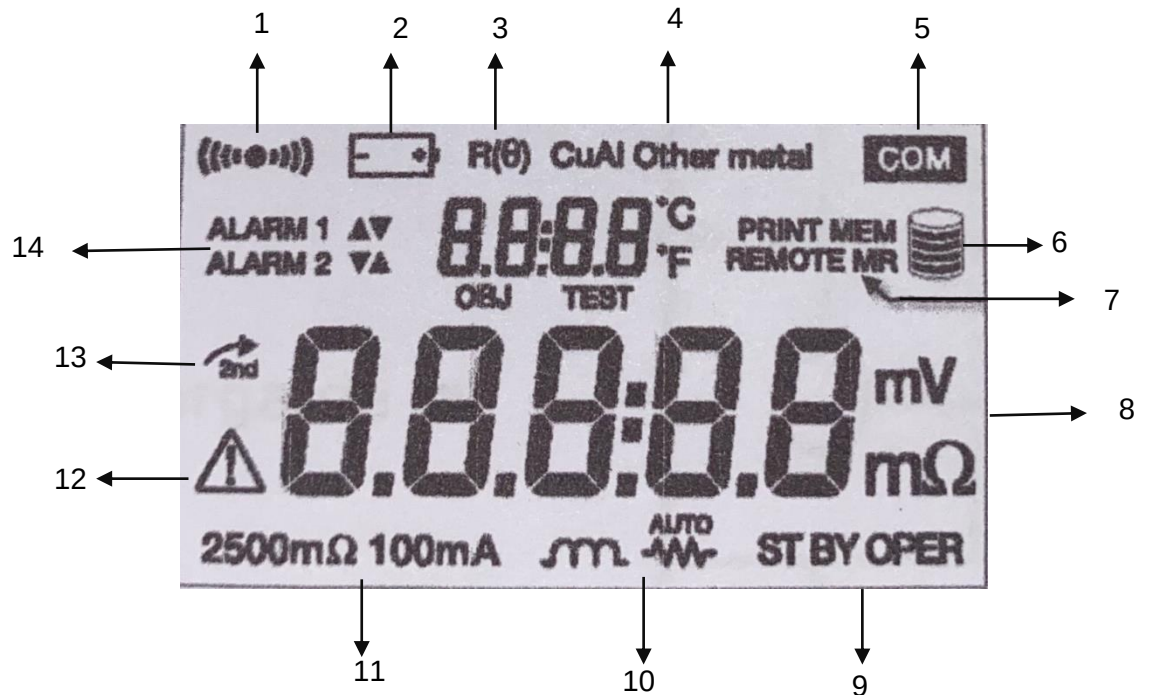
8. Ocho botones de prueba/función.

Las funciones secundarias están resaltadas en color amarillo debajo de cada función, son activadas con el botón **2nd (botón amarillo)**. Cada que se desee utilizar la segunda función de cualquier botón debe presionarse primero esta tecla.

- **▲**. Seleccionar esta función o incremento de parámetro en el cual el cursor esta presionado. Presionando y manteniendo la tecla incrementa el rango de cada parámetro.
 - **▼** Función secundaria: seleccionar una función o disminución del parámetro sobre el cual el cursor esta posicionado. Presionando y manteniendo decrementa el rango de cambio del parámetro.
- **►** . Seleccionar un parámetro para ser modificado a la derecha en modo SET-UP, permite acceder a los ajustes de una función.
 - **■**. Función secundaria: en modo STEP- UP, permite el desplazamiento de la coma y selección de la unidad.
- **PRINT**: Imprime los resultados de medición.
 - **PRINT MEM**: Imprime el contenido de la memoria
- **MEM**: Almacena los valores medidos
 - **MR**: Función secundaria: Recupera los datos almacenados
- ***** - enciende o apaga la iluminación posterior de la pantalla
 - **·>>>** Función secundaria: Activación y ajuste del nivel sonoro/desactivación del sonido de las teclas
- **R (Θ)**: Activación / desactivación de la función de compensación de temperatura; cálculo de la resistencia a otra temperatura que no sea de la temperatura medida.
 - **ALARM** Función secundaria: Activación /desactivación de las alarmas.
-   Selecciona el modo de medición deseado antes de iniciar una medición. Es seleccionable entre modo inductivo o modo resistivo.
 - **METAL** Función secundaria: Permite hacer la selección del material para el cálculo de la compensación por temperatura;

Cu, Ai u otro material.

3.6.2.1 Operación de pantalla



1. Indica que el buzzer (señal sonora) esta activado.
2. Indica el estado de carga de la batería
3. Indica que la compensación en temperatura esta activada
4. Indica el material seleccionado para la función de compensación en temperatura
5. Indica que los datos son transmitidos por el puerto serie
6. Indica el espacio disponible en memoria
7. **PRINT**: Impresión de la memoria en curso. **PRINT MEM**: Impresión de datos memorizados. **MR**: Recordatorio y lectura de una medida memorizada. **REMOTE**: Aparato pilotado a distancia mediante el puerto RS 232
8. Unidades de medición del resultado visualizado
9. Indica el estado del aparato **OPER**: indica que existe una medición en curso **ST BY**: ninguna medida en curso – en espera de una acción.
10. Indica el modo de medida seleccionada
11. Indica el calibre y la corriente de medida seleccionada

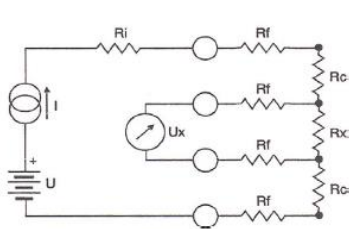
12. Advertencia no desconectar cable de prueba/presencia de tensión externa
13. Indica que la función secundaria de una tecla va ser utilizada
14. Indica la o las alarmas activada y su significado.

3.7 Uso / Modo Operativo

3.7.1 Conexiones

Las conexiones se efectúan según el principio de medida de 4 hilos cuyo montaje está representado por la figura siguiente:

Con:



R_i = Resistencia interna del aparato.

R_f = Resistencia de los cables de medida.

R_c = Resistencia de contacto.

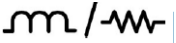
R_x = Resistencia a medir

A partir de una fuente de tensión continua U , un generador suministra una corriente de valor I .

Un voltímetro mide la caída de tensión U_x en los bornes de R_x a medir y muestra $R_x = U_x / I$.

El resultado es independiente de las demás resistencias encontradas en el bucle de corriente (R_i , R_f , R_c), mientras que la caída de tensión total que provocan con R_x permanece inferior a la tensión que puede suministrar la fuente U ($U \leq 6V$).

3.7.2 Secuencia de uso

1. Girar el conmutador giratorio desde la posición OFF hasta la posición de calibre elegida. El calibre y la corriente de medida asociada aparecen entonces en la parte inferior de la pantalla.
2. Pulsar la tecla  hasta obtener el modo de medida deseado; Para más detalles sobre los diferentes modos de medida,

3. Pulsar eventualmente la tecla **R(q)** para activar la función de compensación de temperatura. Para una descripción detallada de la compensación de temperatura,
 4. Pulsar eventualmente la tecla **ALARM** ^{2nd} + **R(q)** para activar la o las alarmas.
 5. Conectar los cables de medida al aparato y luego a la resistencia a medir.
 6. El aparato indica ST BY (stand-by). Pulsar START para ejecutar la medida y eventualmente STOP para pararla (depende del modo de medida elegido)
- NOTA:** El hecho de cambiar de calibre durante una medida, detiene el ciclo de medida y el aparato vuelve a stand-by (ST BY)
7. El aparato muestra el resultado de la medida.
 8. Pulsar entonces MEM para la memorización y validar mediante una segunda pulsación. Para más detalles sobre la memorización de los resultados.

3.8 Selección del Modo de Resistencia Sélfica /

3 modos de medida son posibles:

- medida de resistencia sélfica: 
- medida de resistencia asélfica: 
- medida de resistencia asélfica en disparo automático: AUTO

El modo de medida se selecciona mediante sucesivas pulsaciones sobre la tecla  /  y el modo elegido aparece en la parte inferior en el centro de la pantalla.

3.8.1 Medida en modo de resistencia sélfica

Este modo se utiliza para las mediciones sobre transformadores, pequeños motores y cualquier componente inductivo. La medida se ejecuta pulsando START y se para pulsando STOP.

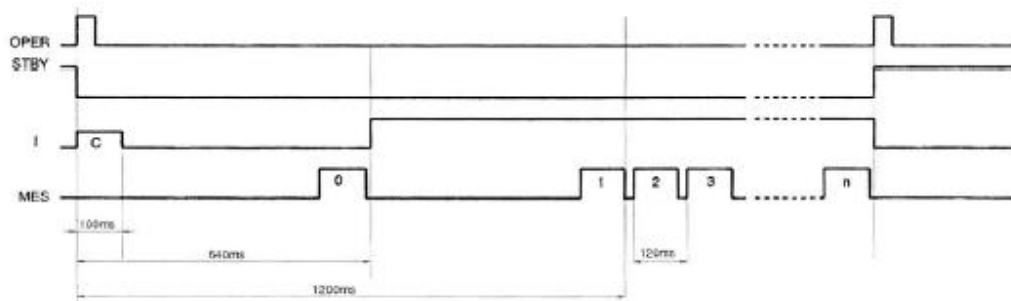
Descripción:

- Pulsación sobre la tecla START.
- Verificación automática de la conexión de los cables “corriente” y “tensión”: si la conexión es incorrecta, la pantalla indica un mensaje de error (Err 11 si los cables de “corriente” están mal conectados, Err 12 si son los cables de “tensión” los que están mal conectados); el aparato se posiciona en espera y continuará el ciclo de medida cuando la conexión sea correcta.

Corriente no establecida, medida de la tensión residual U_0 en los bornes de la resistencia. Si esta tensión es demasiado elevada, el aparato indica Err 13.

- Establecimiento de la corriente I que es permanente hasta que el aparato vuelva en “stand-by”.
- Medida de la tensión en los bornes de la resistencia U_1 y visualización de la medida $R = (U_1 - U_0) / I$.
- Cualquier medida posterior incluye únicamente la medida de U_n , siendo U_0 memorizado. la parada del ciclo se efectúa pulsando la tecla STOP.

Diagrama de funcionamiento



C = control de las conexiones

0 = medida de la tensión residual (memorizada).

1, 2, 3 ... n = mediciones sucesivas de tensión en los bornes de la resistencia (intervalo entre dos mediciones: 120 ms).

El tiempo indicado para la primera medida (1200 ms) es indicativo, puede variar en función de la carga medida.

NOTA: En caso de superar el rango, el aparato indica Err 07.

- La fuente de corriente está protegida térmicamente. Si una medida a 10 A durante un tiempo demasiado largo (> a algunas decenas de segundos) provoca un calentamiento, la corriente se corta y el aparato indica Err 05. Se debe dejar enfriar el aparato antes de ejecutar una nueva medida.

- Después de un ciclo de medida, el aparato efectúa automáticamente una descarga completa de la inductancia.
- Durante la descarga, el aparato muestra el icono:
No tocar y no desconectar en ningún caso los cables de medida antes de la desaparición del icono.



3.7.2 Medida en modo de resistencia aséptica

Este modo se utiliza para las mediciones de resistencias de contacto, metalizaciones y en general cualquier resistencia que tenga una constante de tiempo inferior a unos milisegundos.

La medida se inicia pulsando START y se detiene automáticamente en cuanto el resultado de la medida sea disponible.

Es necesario pulsar de nuevo START para efectuar una nueva medida.

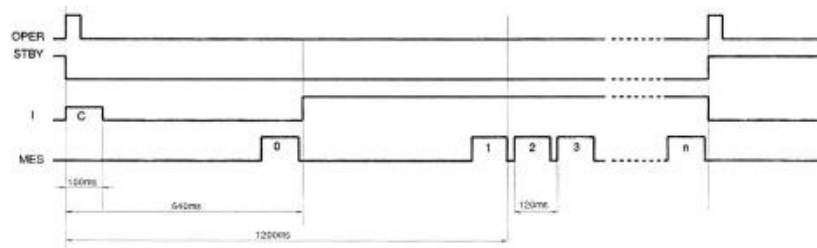
Descripción:

- Pulsación sobre la tecla START.

Verificación automática de la conexión de los cables “corriente” y “tensión”: si la conexión es incorrecta, la pantalla indica un mensaje de error (Err 11 si los cables de “corriente” están mal conectados, Err 12 si son los cables de “tensión” los que están mal conectados); el aparato se posiciona en espera y continuará el ciclo de medida cuando la conexión sea correcta.

- Corriente no establecida, medida de la tensión residual U_0 en los bornes de la resistencia. Si esta tensión es demasiado elevada, el aparato indica Err 13.
- Establecimiento de la corriente I
- Medida de la tensión en los bornes de la resistencia U_1 luego corte de la corriente.
- Visualización de la medida $R = (U_1 - U_0) / I$
- Parada automática al final de la medida. El aparato, en stand-by, está listo para una nueva medida.

Diagrama de funcionamiento (Ejemplo : dos ciclos de mediciones):



C = Control de las conexiones

0 = Medida de la tensión residual.

M = Medida de la tensión a los bornes de la resistencia.

NOTA:

- En caso de que se supere la gama, el aparato indica Err 07.

Las ventajas de este modo son numerosas:

- Reducir el consumo ya que la corriente se interrumpe entre las mediciones y por lo tanto aumenta la autonomía,
- Evitar un calentamiento de la resistencia medida,
- Mejorar la compensación de las fuerzas electromotrices parásitas (son medidas y compensadas antes de cada medida de resistencia).

3.7.3 Medida en modo de resistencia aséptica con disparo automático.

Este modo está destinado únicamente para medir resistencias sin constante de tiempo.

Para este modo de medida, pulsar sobre START (excepto la pulsación para iniciar el proceso de medida) o sobre STOP es necesario ni para iniciar ni para detener la medida.

Ésta se inicia automáticamente desde el establecimiento de los circuitos de corriente y tensión (desde el contacto) y se para automáticamente en cuanto el resultado de la medida es disponible.

Una nueva medida se iniciará automáticamente desde un nuevo establecimiento de los circuitos de corriente y tensión (desde el contacto) ...etc.

Descripción

- Pulsación sobre la tecla **START** para activar el ciclo.
- Conectar los cables sobre la resistencia. El aparato permanece en espera hasta que las conexiones estén establecidas.
- Medida de la tensión residual U_0 en los bornes de la resistencia.
- Establecimiento de la corriente de medida I , medida de la tensión en los bornes de la resistencia U_1 y visualización de la medida $R = (U_1 - U_0)/I$
- Para realizar una nueva medida, se debe liberar al menos una conexión y reestablecerla posteriormente
- Parada del ciclo pulsando la tecla **STOP**

3.9 Compensación de la temperatura: $R(\Theta)$

3.9.1 Principio

Los materiales utilizados para el bobinado de algunos componentes (el cobre de los transformadores o de los motores por ejemplo) presentan un fuerte coeficiente de temperatura (del orden de 0,4 %/°C para el cobre o el aluminio).

Esto provoca variaciones de resistencia que dependen mucho de la temperatura del componente.

La función “compensación de la temperatura” permite, por lo tanto, llevar el valor de la resistencia, función de la temperatura ambiente (medida o programada), al valor que ésta tendría a una temperatura de referencia programada.

La resistencia “compensada” en temperatura es calculada con la fórmula siguiente:

$$R(t^{ref}) = \frac{R(t^{amb}) * (1 + (t^{ref}))}{1 + (alfa * t^{amb})}$$

Donde:

- $R(t^{amb})$: resistencia medida a la temperatura ambiente por el aparato
- t^{amb} : temperatura medida por una Pt100 o programada por el usuario
- Alfa : coeficiente de temperatura del material elegido (Aluminio, Cobre u «Other metal»)
- t^{ref} : temperatura de referencia programada a la cual la medida se calculada
- t^{amb} , alfa y t^{ref} son parámetros programables del SET-UP.

Algunos valores de coeficiente de temperatura:

Material	Por C°	Material	Por C°
Aluminio	0,00403	Plomo	0,0043
Cobre	0,00393	Mercurio	0,00090
Carbono (0-1850°C)	0,00025	Platino	0,0038
Hierro	0,0050	Zinc	0,0037

3.9.2 Modo Operatorio

- Verificar en primer lugar la programación de los parámetros $t^{\circ}\text{amb}$, α y $t^{\circ}\text{ref}$. así como las conexiones.
- Pulsar la tecla $R(\theta)$
 - el símbolo $R(\theta)$ y el metal seleccionado aparecen en fijo en la pantalla.
 - el display secundario indica la temperatura $t^{\circ}\text{ref}$ luego la temperatura $t^{\circ}\text{amb}$.
- Una vez realizada la medida, el aparato indica:
 - en el display secundario y según programación:
 - bien la t° ambiente programada
 - bien la t° medida por el sensor de temperatura
 - bien «- - -» si el sensor de temperatura está validado pero no está o está mal conectado que la temperatura medida está fuera del rango (de -10°C a 55°C).
 - en la pantalla principal:
 - el valor de resistencia compensada

NOTA: Err 10 aparece si una temperatura está fuera del rango o si los cables del sensor se desconectan.

3.10 Activación de alarmas

La activación de las alarmas se realiza pulsando sucesivamente la tecla **MR**  **+R(θ)).**

El aparato muestra:

- alarma 1 y su sentido de activación.
- luego, alarma 2 y su sentido de activación.
- luego, alarma 1 y alarma 2 y sus sentidos de activación.

Los umbrales de las alarmas, así como su sentido de activación han sido programados previamente por el usuario en el SET-UP.

3.11 Memorización y relectura de las mediciones

3.11.1 Memorización de los resultados (MEM)

Los resultados de la medida se pueden memorizar en direcciones de memoria marcadas por un número de objeto (OBJ) y un número de test (TEST).

Un objeto representa una “caja” en la cual se pueden guardar 99 medidas, con lo cual un objeto puede representar una máquina sobre la cual se efectuará un número determinado de medidas / tests.

- **Procedimiento:**

1. Una vez finalizada la medida (resultado fijo en la pantalla), pulsar la tecla MEM.

El símbolo MEM parpadea y display secundario indica el primer número OBJ : TEST libre (por ejemplo, 02 : 01).

El display principal indica entonces FrEE (libre).

El n° OBJ es el de la última medida memorizada, pero el n° TEST se incrementa en 1.

Siempre es posible modificar OBJ : TEST con las teclas ► y ▲▼

2. Una nueva pulsación sobre la tecla MEM permite guardar los resultados de medida en la dirección de la memoria seleccionada (que esté o no ocupada).

El símbolo MEM deja de parpadear y permanece en pantalla. Si otra tecla que no sea MEM o el conmutador es activado antes del segundo impulso sobre MEM, se sale del modo registro sin que se memoricen los resultados.

3. Para salir de la memoria y pasar al modo de medida, girar el conmutador giratorio.

NOTA:

- **Esta función se activa automáticamente cuando se guarda un resultado.**
- **Pulsar una vez MEM para obtener el número OBJ:TEST libre siguiente.**
- **Aparece el símbolo espacio disponible en memoria (símbolo identificado con 6 en la pantalla) :**

- si todos los segmentos están encendidos, toda la memoria está libre.
 - si todos los segmentos están apagados, toda la memoria está llena.
- Un segmento equivale a aproximadamente 300 registros

3.11.2 Relectura de los resultados memorizados (MR)

La función MR permite recordar cualquier dato memorizado, cualquier que sea el calibre elegido por el conmutador giratorio.

Procedimiento:

1. Pulsar la tecla MR (+ MEM). El símbolo fijo MR aparece entonces en la pantalla. El display secundario indica el último número OBJ:TEST ocupado, por ejemplo, 02:11.

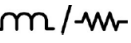
Siempre es posible modificar OBJ : TEST con las teclas ► y ▲▼.

2. Para salir de la memoria después de la consulta, pulsar de nuevo MR o girar el conmutador giratorio.

El contenido de un emplazamiento memoria es el siguiente:

- el nº OBJ:TEST de la medida,
- la visualización del calibre y de la corriente de medida,
- el valor de la medida con su compensación eventual,
- la visualización de los símbolos $R(\theta)$ y del material si la medida estaba compensada,
- la visualización de las alarmas activas durante la medida.

Otras informaciones también son accesibles pulsando una tecla:

-  muestra el coef. de corrección del material elegido, para las mediciones compensadas
- $R(\theta)$: muestra la temperatura ambiente durante la medida, para las mediciones compensadas

- R(θ) (2veces): muestra la temperatura de referencia de la medida, para las mediciones compensadas
- ALARM: muestra el valor del umbral de alarma, para las mediciones con alarma activa.

3.12 Configuración del aparato: SET – UP.

Esta función permite configurar el aparato y modificar esta configuración según las necesidades.

Después de haber girado el conmutador giratorio a la posición SET-UP :

- todos los segmentos de la pantalla están activados durante 1 segundo,
- SEt aparece entonces en el display secundario solicitando la pulsación de una tecla.
- la tecla ▲▼permite entonces navegar en el menú de programación de parámetros,
- el parámetro a modificar es seleccionado pulsando la tecla□.

Una vez seleccionado un parámetro a modificar:

- las cifras o los símbolos correspondientes a este parámetro aparecen en la pantalla,
- las cifras o los símbolos modificables parpadean: la modificación se realiza gracias a las teclas (cambio del valor de una cifra, dígito o símbolo) y □ (cambio de cifra, dígito o símbolo).

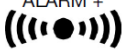
NOTA:

- todos los cambios de parámetro son guardados inmediata y permanentemente.
- n para salir del modo configuración, girar el conmutador giratorio a una posición que no sea SET-UP.

3.12.1 Menú programación

El cuadro siguiente define las teclas activas en la función SET-UP y la visualización correspondiente, con los intervalos de ajustes posibles:

	Parámetros a modificar	Acción de tecla	Visualización		
			Principal	Secundario	Símbolos
(1° pulsación)	RS comunicación	▶	Prnt	rS	-
(2° pulsación)	BUZZ nivel sonoro del buzzer		-	BUZZ	<u>(((•)))</u>
(3° pulsación)	EdSn visualización n° de serie	▶	número	EdSn	-
(4° pulsación)	EdPP visualización n° de programa	▶	número	EdPP	-
(5° pulsación)	Lan9 idioma de impression	▶	L9F	Lan9	-
(6° pulsación)	trEF t° referencia	▶	valor	trEF	°C
(7° pulsación)	tAnb t° ambiente	▶	nPrb	tAnb	°C
(8° pulsación)	nEtA selección del material	▶	valor	nEtA	Cu o Al o Other metal
(9° pulsación)	ALPH Valor coeff. Other metal	▶	valor	ALPH	Other metal
(10° pulsación)	dE9 unidad de las temperaturas	▶	dE9c	dE9	-

(11° pulsación)	ALAr Alarmas (valores y sentido)	►	valor	ALAr	ALARM + 
(12° pulsación)	LI9H duración de la retroiluminación	►	T = 1	LI9ht	-
(13° pulsación)	nEn borrado de la memoria	►	dEL	nEn	-

NOTA:

- SET también es una función configurable. Sin embargo, está reservada para el mantenimiento del aparato y protegida por una contraseña

Valores	Cambio de valor
Prnt / OFF / tri9 / PC / ut100 + velocidad :	naturaleza de la comunicación : presión sucesiva en □ - ajuste de la velocidad: ▲ después ▼
bajo / elevado o OFF	- pulsaciones sucesivas en ▲
-	-
-	-
Fr / 9b	- pulsación en ▲
-10 ... 55°C	- pulsación en ► para seleccionar el dígito - pulsación en ▲ para cambiar el valor del dígito
Prb o nPrb si nPrb : -10 ... 55°C	- presencia o no del sensor ▲ - si nPrb : ► después - pulsar ► para cambiar de dígito - appui sur ▲ para cambiar el valor del dígito
Cu o Al o Other metal	-pulsaciones sucesivas en □
0 ... 100,00 (10-3 /°C)	- pulsación en ► para seleccionar el dígito - pulsación en ▲ para cambiar el valor del dígito
dE9c (°C) o dE9F (°F)	- pulsación en ▲
ALARM 1 o 2 / ▲ o ▼ / 5mΩ a 2500Ω	- selección del parámetro a ajustar : sucesivas pulsaciones en ► - modificación del parámetro: ▲

1 mn / 5 mn / 10 mn o OFF	- pulsación en ▲
dEL o dEL O (memoria total u objeto)	- pulsación en ▲ después ►

3.12.2 Borrado de memoria

Dos posibilidades:

- borrado de todos los datos memorizados.
- borrado del contenido de un número OBJETO.
- Borrado de todos los datos memorizados:
 - en el menú SET-UP, seleccionar el parámetro nEn.
 - pulsar la tecla ► y seleccionar en la pantalla principal CLr con la tecla ▲.
 - confirmar pulsando la tecla ►.
- el aparato le pide confirmación CLr Y para ejecutar esta función:
 - borrar, pulsar la tecla □.
 - no borrar, elegir CLr n pulsando la tecla ▲ y confirmar pulsando la tecla ►.

Borrado del contenido de un número OBJETO:

- en el menú SET-UP, seleccionar el parámetro nEn.
- pulsar la tecla ► y seleccionar en la pantalla principal CLr 0 con la tecla ▲.
- confirmar pulsando la tecla ►.
- el último número OBJ parpadea; puede ser modificado gracias a la tecla ▲▼.
- confirmar pulsando la tecla ►.
- el aparato le pide confirmación CLr Y para ejecutar esta función:
 - borrar, pulsar la tecla ►.
 - no borrar, elegir CLr n pulsando la tecla □ y confirmar pulsando la tecla ►.
-

3.13 Impresión de los resultados (PRINT/PRINT MEM)

Dos modos de impresión son disponibles:

- impresión inmediata de la medida (PRINT)
- impresión de los datos memorizados (PRINT MEM).

Si la transmisión de los datos hacia la impresora se desarrolla correctamente, el símbolo COM parpadea en la pantalla.

Si se produce un problema, el símbolo COM permanece sin parpadear en la pantalla LCD.

3.13.1 Impresión inmediata de la medida (PRINT)

Después de una medida o después del acceso al modo MR (Recordatorio memoria), la función PRINT permite la impresión de los resultados de la medida.

En cuanto se pulsa la tecla, ésta imprime la medida, las condiciones de medida, así como R(q) si la función ha sido activada.

Para parar la impresión, cambie la posición del conmutador giratorio.

A continuación, se presenta un modelo del ticket de impresión:

CHAUVIN-ARNOUX - C.A 6250	
NÚMERO DEL INSTRUMENTO :	
MEDIDA DE CONTINUIDAD :	
OBJETO :	TEST :
DESCRIPCIÓN :	
.....	
FECHA :	-- / -- / ----
MEDIDA :	ASÉLFICA
MATERIAL :	Cu
COEFF. METAL :	3.93
TEMPERATURA DE MEDIDA :	23.2Cel
TEMPERATURA DE REFERENCIA :	20.0Cel
RESISTENCIA MEDIDA :	1294.6Ohm
MEDIDA LLEVADA A TREF :	1287.2Ohm
COMENTARIA :	
.....	
FECHA DEL PRÓXIMO TEST :	-- / -- / ----

3.13.2 Impresión de los resultados memorizados (PRINT MEM)

Esta función permite la impresión del contenido de la memoria del aparato.

Pulsar la tecla PRINT MEM ( 2nd +PRINT).

El display secundario indica 01 : 01 para el número OBJ : TEST como dirección de inicio de impresión.

El display principal indica el último registro en memoria, por ejemplo 12 : 06, como dirección de fin de impresión.

Para modificar las direcciones inicio/fin para la impresión, se debe utilizar el procedimiento de modificación normal (teclas $\square$ y $\square\square$).

Para **salir sin imprimir**, cambiar la posición del conmutador giratorio.

Para **ejecutar la impresión**, pulsar de nuevo sobre la tecla PRINT.

Para **parar la impresión**, cambiar la posición del conmutador giratorio

3.14 Lista de errores codificados

- Err 1 Carga de la batería demasiado baja
- Err 2 Problema interno
- Err 3 Imposible medir la carga de la batería
- Err 4 Imposible medir la temperatura
- Err 5 Temperatura interna demasiado elevada – Dejar enfriar
- Err 6 Corriente de medida no establecida
- Err 7 Medida fuera de rango
- Err 8 Problema interno
- Err 9 Ciclo de medida detenido
- Err 10 Sensor de temperatura mal conectado o ausente
- Err 11 Cables del circuito de corriente mal conectados
- Err 12 Cables del circuito de tensión mal conectados o resistencia medida demasiado elevada
- Err 13 Tensión residual demasiado elevada
- Err 21 Valor de ajuste fuera de rango
- Err 22 Valor medido fuera de rango
- Err 23 Edición fuera de límite
- Err 24 Escritura imposible en la memoria guardada
- Err 25 Lectura imposible de la memoria guardada
- Err 26 Memoria llena
- Err 27 Memoria vacía: ningún dato disponible
- Err 28 Problema de control de la memoria
- Err 29 Número de objeto o test erróneo

3.15 Características

NOTA:

las precisiones están expresadas en $\pm (n \% L + C)$ con L = Lectura y C = Constante expresada en la unidad de medida.

Son aplicables a un equipo que se encuentra en las condiciones de referencia después de una 1 hora de precalentamiento.

- Medida en 4 hilos con compensación de las tensiones parásitas. (medidas en las condiciones de referencia según la publicación CEI 485 (normas nacionales NF C 42-630 y DIN 43751)).

Calibre	Resolución	Precisión en 1 año	Corriente de medida	Caída de tensión
5.000mΩ	0.1μΩ	0.05% + 1μΩ	10A	50mV
25.000mΩ	1μΩ	0.05% + 3μΩ	10A	250mV
250.00mΩ	10μΩ	0.05% + 30μΩ	10A	2500mV
2500.0mΩ	0.1mΩ	0.05% + 0.3mΩ	1A	2500mV
25.000Ω	1mΩ	0.05% + 3mΩ	100mA	2500mV
250.00Ω	10mΩ	0.05% + 30mΩ	10mA	2500mV
2500.0Ω	100mΩ	0.5% + 300mΩ	1mA	2500mV

- Superación posible del calibre nominal:
 - Calibre 5mΩ : +20%
 - Calibre 25mΩ : +20% (valores dependientes del estado de carga de la batería)
- Tensión máxima entre los bornes en circuito abierto: 7V
- Coeficiente de temperatura de 0 °C a 18 °C y de 28 °C a 50 °C: $\leq 1/10$ de la precisión / °C
- Medida de la temperatura ambiente para compensación:
 - Resolución: 0,1 °C
 - Precisión: ± 0.5 °C..

3.16 Alimentación

La alimentación del equipo se realiza por:

- un bloque batería recargable compuesto por 5 acumuladores NiMH 1,2 V / 8,5 Ah (tamaño D)
- recargable, gracias a un cargador incorporado, por conexión del aparato a la red eléctrica: 90V / 264V, 45Hz / 420Hz.

Carga de la batería:

ATENCIÓN : las medidas están inhábiles durante la carga de las baterías.

- Si el aparato indica:
 - durante una medida: « Err01 »
 - en posición stand-by :  , eso significa que la carga de la batería está baja.
 - Conviene entonces recárgala.
- La carga del aparato se efectúa únicamente en posición OFF y la duración de una carga completa es de aproximadamente 5h.
- Indicación del nivel de la carga:
 - posicionando el conmutador giratorio sobre una posición que no sea OFF, la pantalla indica:
 - CHr9 L : el aparato inicia una precarga
 - bAt CHr9  y parpadea : el aparato está en carga
 - o bAt FuLL  y está fijo : la carga está finalizada

3.17 Condiciones ambientales

- Rango de referencia:
 - 23°C ±5°C
 - 45°C a 75 % HR.
- Rango nominal de funcionamiento:
 - 0°C a +50°C
 - 20% a 80% HR sin condensación
- Rango límite:

-10°C a +55°C

10% a 80% HR sin condensación

- Rango límite de almacenamiento y de transporte:

-40°C a +60°C

-15°C a +50°C, con batería cargada.

3.17 Limpieza

- Desconecte cualquier conexión del instrumento.
- Utilice un paño suave ligeramente empapado con agua y jabón. Aclare con un paño húmedo y seque rápidamente con un paño seco o aire inyectado. No utilice alcohol, solvente o hidrocarburo.}

Capítulo VI

Conclusiones

La conexión adecuada de un transformador en la industria es de vital importancia por varias razones. En primer lugar, una conexión incorrecta puede resultar en pérdidas de energía significativas, lo que afecta a la eficiencia operativa e incrementa su costo. Al igual que al contar con una mala conexión puede provocar sobrecargas acelerando su deterioro.

Tener presente la medición y el control del funcionamiento de los sistemas eléctricos contribuye a poder mitigar de forma significativa los errores en sus conexiones internas, asegurando un funcionamiento óptimo y prolongando su aplicación dentro de las diversas industrias.

La implementación de los equipos de pruebas básicas a transformadores como lo son el **DTR, MEGOHMETRO y MICROHMETRO**, son de suma importancia para poder garantizar tanto la integridad, eficiencia del equipo a utilizar y sobre todo la seguridad de los colaboradores o personas cerca del mismo.

Para ello los manuales de procedimientos resultan indispensables dentro de la empresa **OLG ENERGY PROJECTS**, ya que con ello podrá contar con mayor eficiencia al momento de aplicar alguno de los equipos antes mencionados facilitando su uso y garantizando el desarrollo de la aplicación de los equipos de medición. De esta forma se estará brindando un servicio de forma confiable a cada uno de sus clientes.

La documentación de cada uno de los pasos a seguir de las mediciones correspondientes, para poder hacer de forma tangible y transferible con los conocimientos necesarios, hace de esto una herramienta útil, de apoyo para la mejora y estandarización de las mediciones reduciendo tiempos, aprovechando cada función que ofrece cada uno de los equipos para así perfeccionar el valor agregado que tiene la empresa al contar con este tipo de servicio.

Recomendaciones

Se recomienda que la empresa **OLG Energy Projects** tome en consideración la propuesta del “Manual de procedimientos de Equipos de pruebas básicas a transformadores” (DTR, MICROHMETRO, MEGOHMETRO), para que de esta manera se pueda estandarizar el proceso de

cada una de las mediciones al igual que el uso de las funciones y herramientas de los equipos.

Es importante que la persona que haga uso de los equipos de medición sea apta y capacitada antes del uso de los mismos.

Experiencia personal profesional

El conocer una industria totalmente nueva deja sin duda alguna un gran conocimiento en mi vida profesional, estar dentro de cada uno de los procesos de las instalaciones eléctricas de media tensión fue un gran aprendizaje, involucrarme en cada área de la empresa ayudo a poder comprender cual es el sector de mayor interés a desarrollar en próximos proyectos de mi vida profesional.

De igual manera comprender cada protocolo para poder ingresar como proveedores a industrias, contar con el profesionalismo que la industria laboral demanda y pulir cada uno de mis conocimientos en las relaciones personales con otras profesiones.

Capitulo VII

Competencias desarrolladas

- Utilización de metodologías, técnicas y herramientas para la resolución de problemas en la empresa.
- Actuar de forma ética como agente de cambio en la empresa.
- Planea, organiza, integra y dirige equipos de trabajo para favorecer el crecimiento de la empresa.
- Presta servicios de consultoría en su ámbito profesional para alcanzar objetivos de la empresa.
- Promueve el potencial del capital humano para incrementar la productividad de la empresa.
- Aplica habilidades directivas para el logro de los objetivos organizacionales en diferentes contextos.

Bibliografía

- AAEMC. (2016). *MICRÓHMETRO*. Chauvin Arnoux.
- AEMC. (2016). DTR, Medidor de Relación de Transformación. Chauvin Arnoux.
- AEMC. (2016). *MEGAÓHMETRO*. Chauvin Arnoux.
- Bosques, J. L. (s.f.). *Electricidad Básica*. Ternium.
- Castillo, J. C. (2018). *Maquinas Electricas*. Editex.
- D'Addario, I. M. (2015). Manual de Electricidad Básica. En I. M. D'Addario, *Manual de Electricidad Básica* (pág. 23).
- Endesa, F. (2023). *Fundación E*. Obtenido de Transformadores: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>
- Feito, J. S. (2002). *Máquinas eléctricas*. Madrid España.
- Harper, G. E. (2004). *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*. México: Limusa.
- Huerta, G. (Enero de 2020). *Ingeniería Colectiva*. Obtenido de Tipos de enfriamiento de transformadores: <https://siticed.com.mx/2020/01/30/tipos-de-enfriamiento-de-transformadores/#:~:text=Los%20transformadores%20peque%C3%B1os%20son%20enfriador,los%20devanados%20de%20alto%20voltaje>.
- Orza, A. (2022). *LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS*. Obtenido de <https://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/system/files/TEMA%20%20LA%20ELECTRICIDAD%20I.pdf>
- Pérez, I. P. (1998). *TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN*. CDMX: Reverté Ediciones.
- Pozueta, M. A. (2012). Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. *Universidad de Cantabria*.
- PRODESEN. (2023). DEMANDA Y CONSUMO. 1.
- Rangel, J. E. (2012). *Academia Edu*. Obtenido de Electricidad Básica: https://www.academia.edu/17936889/Electricidad_b%C3%A1sica
- Van Valkenburgh Nooger, N. I. (1992). *Electricidad Básica Vol 1*. THE NEVILLE PRESS, INC.