

**ESPAÑOL**

# **Manual de instrucciones**



**ÍNDICE**

1.	PRECAUCIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	2
1.1.	Instrucciones preliminares .....	2
1.2.	Durante el uso .....	3
1.3.	Después del uso .....	3
1.4.	Definición de categoría de medida (Sobretensión) .....	3
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	4
2.1.	Instrumentos de medida de valor medio y de valor eficaz .....	4
2.2.	Definición de verdadero valor eficaz y factor de cresta .....	4
3.	PREPARACIÓN AL USO .....	5
3.1.	Controles iniciales .....	5
3.2.	Alimentación del instrumento .....	5
3.3.	Almacenamiento .....	5
4.	NOMENCLATURA .....	6
4.1.	Descripción del instrumento .....	6
4.2.	Descripción teclas de función .....	6
4.3.	Descripción del visualizador .....	7
5.	INSTRUCCIONES OPERATIVAS .....	8
5.1.	Encendido/apagado del instrumento .....	8
5.2.	Medida de Resistencia .....	9
5.2.1.	Principio de funcionamiento .....	9
5.2.2.	Verificación del funcionamiento de la pinza .....	10
5.2.3.	Métodos de medida de resistencias sobre el dispersor de tierra .....	11
5.2.3.1.	Sistemas de dispersores múltiples .....	11
5.2.3.2.	Sistema formado por un solo dispersor .....	12
5.2.4.	HOLD .....	15
5.2.5.	MEM .....	15
5.2.6.	Situaciones anómalas .....	15
5.3.	Medida de corriente (T2000) .....	16
5.3.1.	HOLD .....	16
5.3.2.	Situaciones anómalas .....	16
5.4.	Medida de corrientes de fugas (T2000) .....	17
5.4.1.	HOLD .....	17
5.4.2.	Situaciones anómalas .....	17
5.5.	Gestión de la memoria .....	18
5.5.1.	Guardado de datos en la memoria .....	18
5.5.2.	Rellamada de los resultados en el visualizador .....	18
5.5.3.	Borrado memoria interna .....	19
5.6.	Configuración de alarma sobre la medida de resistencia .....	19
5.7.	Conexión RS232 con unidad MASTER (T2100) .....	20
5.8.	Deshabilitación de la función autoapagado .....	21
5.9.	Deshabilitación función sonido teclas .....	21
6.	MANTENIMIENTO .....	22
6.1.	Generalidades .....	22
6.2.	Sustitución pilas .....	22
6.3.	Limpieza del instrumento .....	22
6.4.	Fin de vida .....	22
7.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	23
7.1.	Condiciones de referencia .....	23
7.2.	Características técnicas .....	23
7.2.1.	Normativas de referencia .....	24
7.2.2.	Características generales .....	24
7.3.	Ambiente .....	24
7.3.1.	Condiciones ambientales de uso .....	24
7.4.	Accesorios .....	24
7.4.1.	Accesorios en dotación .....	24
8.	ASISTENCIA .....	25
8.1.	Condiciones de garantía .....	25
8.2.	Asistencia .....	25

## 1. PRECAUCIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

El presente manual es común a los modelos **T2000** y **T2100**. A continuación en el manual con la palabra “instrumento” se entiende tanto el modelo T2000 como el modelo T2100 salvo indicación. Es instrumento ha sido diseñado en conformidad con la directiva IEC/EN61010-1, relativa a los instrumentos de medida electrónicos. Por su seguridad y para evitar daños en el instrumento, le rogamos que siga los procedimientos descritos en el presente manual y que lea con particular atención las siguientes notas precedidas por el símbolo .

Antes y durante la realización de las medidas atégase a las siguientes indicaciones:

- No efectúe medidas de corriente en ambientes húmedos
- No efectúe medidas en presencia de gases o materiales explosivos, combustibles o en ambientes con presencia de polvo.
- Evite contactos con el circuito en examen, aunque no se estén efectuando medidas.
- Evite contactos con partes metálicas expuestas, con terminales de medida sin utilizar, circuitos, etc.
- No efectúe ninguna medida si encontrara anomalías en el instrumento como deformaciones, roturas, salida de sustancias, falta de visualización en la pantalla, etc.

En el presente manual y en el instrumento se utilizan los siguientes símbolos:



Atención: atégase a las instrucciones reportadas en el manual; un uso indebido podría causar daños en el instrumento, a sus componentes o crear situaciones peligrosas para el usuario



Este símbolo indica que la pinza puede operar sobre conductores bajo tensión



Instrumento de doble aislamiento



Referencia de tierra

### 1.1. INSTRUCCIONES PRELIMINARES

- Este instrumento está diseñado para una utilización en ambientes con nivel de polución 2.
- El instrumento puede ser usado para medidas de resistencia (T2000 y T2100) y corriente (T2000) sobre instalaciones CAT IV 300V, CAT III 600V con respecto a tierra. Para la definición de las categorías de medida vea el § 1.4
- La invitamos a seguir las reglas de seguridad habituales previstas por los procedimientos para trabajos con tensión y a utilizar los métodos previstos orientados a la protección contra corrientes peligrosas y a proteger el instrumento contra una utilización equivocada.
- El instrumento puede ser utilizado sobre instalaciones de tipo TT, TN e IT de tipo industrial, civil, médico, tanto en condiciones ordinarias donde el límite de la tensión de contacto es de 50V, tanto en condiciones particulares donde el límite de la tensión de contacto es de 25V.
- Sólo los accesorios en dotación con el instrumento garantizan los estándares de seguridad. Estos deben ser usados sólo en buenas condiciones y sustituidos, si fuera necesario, con modelos idénticos.
- No efectúe medidas que superen los límites especificados (T2000).
- No efectúe medidas en condiciones ambientales fuera de los límites indicados en el presente manual
- Controle que las pilas estén insertadas correctamente

## 1.2. DURANTE EL USO

Le rogamos que lea atentamente las recomendaciones y las instrucciones siguientes:



### ATENCIÓN

La falta de observación de las advertencias y/o instrucciones puede dañar el instrumento y/o sus componentes o ser fuente de peligro para el usuario

- Accione sobre la palanca del toroidal un par de veces antes del encendido para asegurarse de que el toroidal esté completamente cerrado
- En el encendido no accione la palanca del toroidal y no pince ningún cable
- Evite la ejecución de medidas de Resistencia en presencia de tensiones externas. Aunque el instrumento está protegido, una tensión excesiva podría causar fallos de funcionamiento
- Durante la medida de corriente (T2000), cualquier otra corriente cercana a la pinza puede influir en la precisión de la medida
- Durante la medida de corriente (T2000) posicione siempre el conductor lo más centrado posible con respecto al centro del toroidal para obtener una lectura más precisa
- Si, durante una medida, el valor de la magnitud en examen se mantiene constante controle si está activada la función HOLD



### ATENCIÓN

Si durante el uso aparece el símbolo “” suspenda las pruebas, desconecte el instrumento de la instalación, apague el instrumento y sustituya las pilas (ver el § 6.2)

## 1.3. DESPUÉS DEL USO

- Cuando termine las medidas, apague el instrumento mediante la tecla **ON/OFF**
- Si prevé no utilizar el instrumento durante un largo período retire las pilas

## 1.4. DEFINICIÓN DE CATEGORÍA DE MEDIDA (SOBRETENSIÓN)

La norma IEC/EN61010-1: Prescripciones de seguridad para instrumentos eléctricos de medida, control y para utilización en laboratorio, Parte 1: Prescripciones generales, define lo que se entiende por categoría de medida, comúnmente llamada categoría de sobretensión. En el § 6.7.4: Circuitos de medida, esta dice:

Los circuitos están divididos en las siguientes categorías de medida:

- La **Categoría de medida IV** sirve para las medidas efectuadas sobre una fuente de una instalación a baja tensión  
*Como ejemplo los contadores eléctricos y de medida sobre dispositivos primarios de protección de sobre corrientes y sobre las unidades de regulación de la ondulación.*
- La **Categoría de medida III** sirve para las medidas efectuadas en instalaciones en el interior de edificios  
*Por ejemplo medidas sobre paneles de distribución, disyuntores, cableado, comprendidos los cables, las barras, las cajas de empalme, los interruptores, las tomas de instalaciones fijas y los instrumentos destinados al empleo industrial y otras instrumentaciones, por ejemplo los motores fijos con conexión a una instalación fija.*
- La **Categoría de medida II** sirve para las medidas efectuadas sobre circuitos conectados directamente a una instalación de baja tensión.  
*Por ejemplo medidas sobre instrumentaciones para uso doméstico, utensilios portátiles e instrumentos similares.*
- La **Categoría de medida I** sirve para las medidas efectuadas sobre circuitos no conectados directamente a la RED de DISTRIBUCIÓN.  
*Por ejemplo medidas sobre no derivados de la RED y derivados de la RED pero con protección propia (interna). En este último caso las peticiones de transistores son variables, por este motivo (OMISSIS) se requiere que el usuario conozca la capacidad de los transistores de la instrumentación.*

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El instrumento permite la realización de las siguientes funciones:

- Medida de la resistencia sobre dispersores de tierra con método del anillo resistivo
- Medida directa sobre picas de tierra sin interrupción de cables
- Medida de corriente de fugas sobre instalaciones de tierra (T2000)
- Configuración umbrales de alarma sobre las medidas
- Guardado de los resultados de la medida
- Transferencia del valor de resistencia apenas medido y de todas las medidas memorizadas en un instrumento MASTER mediante puerto RS232 (T2100)

En el instrumento aparecen 7 teclas multifunción. La magnitud seleccionada aparece en el visualizador LCD con indicaciones de la unidad de medida y de las funciones habilitadas. Es instrumento está además dotado de un dispositivo de Autoapagado que apaga automáticamente el instrumento transcurridos aproximadamente 5 minutos desde la última pulsación de las teclas de función o desde la última apertura del toroidal, y de una retroiluminación del visualizador a fin de realizar medidas también en ambientes con escasa luminosidad.

### 2.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE VALOR MEDIO Y DE VALOR EFICAZ

Los instrumentos de medida de magnitudes alternas se dividen en dos grandes familias:

- Instrumentos de VALOR MEDIO: instrumentos que miden el valor de la onda a la frecuencia fundamental (50 o 60 HZ)
- Instrumentos de VERDADERO VALOR EFICAZ también llamados TRMS (True Root Mean Square value): instrumentos que miden el verdadero valor eficaz de la magnitud en examen

En presencia de una onda perfectamente sinusoidal las dos familias de instrumentos proporcionan resultados idénticos. En presencia de ondas distorsionadas en cambio las lecturas difieren. Los instrumentos a valor medio proporcionan el valor eficaz de la sola onda fundamental, los instrumentos de verdadero valor eficaz proporcionan en cambio el valor eficaz de la onda entera, armónicos comprendidos (dentro de la banda pasante del instrumento). Por lo tanto, midiendo la misma magnitud con instrumentos de ambas familias, los valores obtenidos son idénticos sólo si la onda es puramente sinusoidal, si en cambio ésta fuera distorsionada, los instrumentos a verdadero valor eficaz proporcionan valores mayores respecto a las lecturas de instrumentos a valor medio.

### 2.2. DEFINICIÓN DE VERDADERO VALOR EFICAZ Y FACTOR DE CRESTA

El valor eficaz para la corriente se define así: *"En un tiempo igual a un período, una corriente alterna con valor eficaz de intensidad de 1A, circulando sobre una resistencia, disipa la misma energía que sería disipada, en el mismo tiempo, por una corriente continua con intensidad de 1A"*. De esta definición se extrae la expresión numérica:

$G$  = el valor eficaz se indica como RMS (*root mean square value*)

El Factor de Cresta es definido como la proporción entre el Valor de Pico de una señal y su

Valor Eficaz:  $CF (G) = \frac{G_p}{G_{RMS}}$  Este valor varía con la forma de onda de la señal, para una

onda puramente sinusoidal este vale  $\sqrt{2} = 1.41$ . En presencia de distorsiones el Factor de Cresta asume valores tanto mayores cuanto más elevada es la distorsión de la onda.

### **3. PREPARACIÓN AL USO**

#### **3.1. CONTROLES INICIALES**

El instrumento, antes de ser suministrado, ha sido controlado desde el punto de vista eléctrico y mecánico. Han sido tomadas todas las precauciones posibles para que el instrumento pueda ser entregado sin daños. Aun así se aconseja, que controle someramente el instrumento para detectar eventuales daños sufridos durante el transporte. Si se encontraran anomalías contacte inmediatamente con el distribuidor. Se aconseja además que controle que el embalaje contenga todas las partes indicadas en el § 7.4. En caso de discrepancias contacte con el distribuidor. Si fuera necesario devolver el instrumento, le rogamos que siga las instrucciones reportadas en el § 8.

#### **3.2. ALIMENTACIÓN DEL INSTRUMENTO**

El instrumento se alimenta con pilas alcalinas (ver el § 7.2.2). Cuando las pilas están descargadas, aparece el símbolo “” de pilas descargadas. Para sustituir/insertar las pilas siga las instrucciones indicadas en el § 6.2

#### **3.3. ALMACENAMIENTO**

Para garantizar medidas precisas, después de un largo período de almacenamiento en condiciones ambientales extremas, espere a que el instrumento vuelva a las condiciones normales (ver el § 7.3.1).

## 4. NOMENCLATURA

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

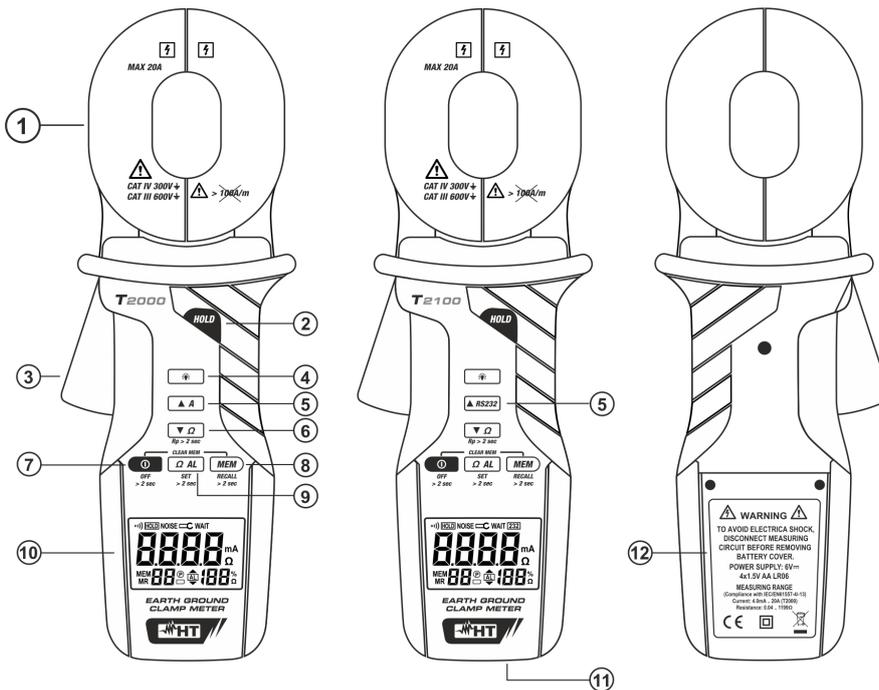


Fig. 1: Descripción del instrumento

#### LEYENDA:

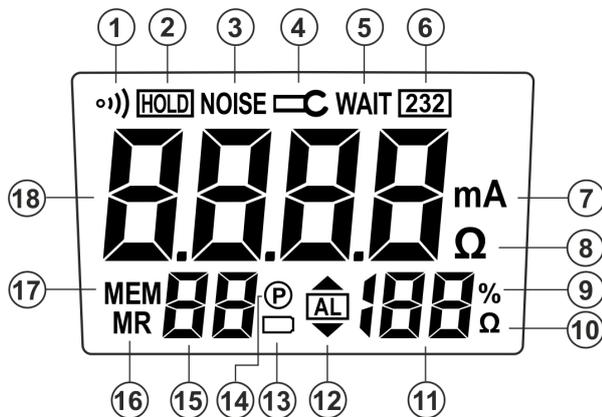
1. Doble toroidal de entrada
2. Tecla **HOLD**
3. Palanca para apertura del toroidal
4. Tecla ☀
5. Tecla ▲▲ (T2000)  
Tecla ▲RS232(T2100)
6. Tecla ▼Ω
7. Tecla **ON/OFF**
8. Tecla **MEM**
9. Tecla ΩAL
10. Visualizador LCD
11. Interfaz half-duplex RS232 (T2100)
12. Tapa hueco pilas

### 4.2. DESCRIPCIÓN TECLAS DE FUNCIÓN

Tecla función	Descripción
<b>HOLD</b>	Activación/desactivación función "HOLD".
☀	Activación/desactivación función retroiluminación visualizador
▲▲ ▲RS232	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conmutación al modo de medida corriente (T2000)</li> <li>➤ Conmutación al modo RS232 (T2100)</li> <li>➤ ▲ → Incremento valor umbral de alarma en la medida de resistencia y uso en la función de rellamada datos guardados en el visualizador</li> </ul>
▼Ω	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conmutación al modo de medida resistencia</li> <li>➤ ▼ → Decremento valor umbral de alarma en la medida de resistencia y uso en la función de rellamada datos guardados en el visualizador.</li> </ul>
<b>ON/OFF</b>	Encendido/apagado del instrumento (pulse >2s)
ΩAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Activación/desactivación función alarma en la medida de resistencia</li> <li>➤ Configuración umbral de alarma (pulse &gt;2s)</li> </ul>
<b>MEM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guardado datos en memoria (máx. 99 posiciones)</li> <li>➤ Rellamada datos guardados en el visualizador (pulse &gt; 2s)</li> </ul>

### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL VISUALIZADOR

#### LEYENDA:



1. Sonidos teclas y alarma activos
2. Función Data HOLD activa
3. Símbolo de la presencia de ruido
4. Símbolo de toroidal abierto
5. Símbolo de espera
6. Símbolo de RS232 activo (T2100)
7. Unidad de medida corriente (T2000)
8. Unidad de medida resistencia
9. Porcentaje nivel pilas
10. Unidad de medida umbral de alarma
11. Valor de umbral de alarma o valor porcentaje nivel pilas
12. Símbolo de alarma activo
13. Indicación nivel bajo pilas
14. Símbolo Autoapagado
15. Posición de memoria activa
16. Símbolo rellamada datos en pantalla
17. Símbolo área de memoria
18. Display principal

Fig. 2: Descripción del visualizador

Símbolo	Descripción símbolos especiales
	Este símbolo aparece cuando el instrumento ha sido configurado para la configuración serie con la unidad MASTER (T2100)
	Este símbolo aparece cuando el toroidal del instrumento está abierto o no está completamente cerrado en la medida de Resistencia. En el caso en el que este símbolo esté continuamente presente es posible que el toroidal esté dañado y en tal caso es necesario interrumpir las medidas.
	Este mensaje aparece en el visualizador cuando durante el proceso de calibración inicial del instrumento se abre el toroidal. Cuando el toroidal se vuelve a cerrar el proceso de calibración vuelve a iniciar de forma automática
	Este mensaje aparece si, al final de los 9 pasos iniciales, el instrumento indica que el proceso de calibración inicial falló. Apague y vuelva a encender el instrumento e intente una nueva calibración. Si el mensaje vuelve a aparecer, contacte el servicio de asistencia
	Este símbolo se muestra cuando el nivel porcentual de carga de las pilas baja del 25%. En tal caso la precisión sobre las medidas no se garantiza y es necesario sustituir las pilas
	Este símbolo indica la situación de fuera de escala (overload) en la medida de resistencia
	Este símbolo indica la situación de fuera de escala (overload) en la medida de corriente (T2000)
	Este símbolo indica la activación de la función de sonido de las teclas y condición de alarma presente.
	Este símbolo indica la posición de memoria
	Este símbolo aparece en el visualizador cuando la función de rellamada en pantalla de los datos guardados está activa
	Este símbolo aparece en el visualizador cuando el instrumento detecta la presencia de una corriente de ruido en el bucle de medida de la resistencia. En tal caso la precisión sobre la medida no está garantizada.

## 5. INSTRUCCIONES OPERATIVAS

### 5.1. ENCENDIDO/APAGADO DEL INSTRUMENTO

#### ATENCIÓN



- En el encendido del instrumento no accione la palanca del toroidal, no abra el toroidal y no pince ningún cable.
- Con el mensaje “OL. Ω” en pantalla es posible abrir el toroidal y pinzar un cable en pruebas.
- Después del encendido mantenga el instrumento en las condiciones normales sin aplicar ninguna presión sobre el toroidal a fin de mantener la precisión sobre las medidas
- Las medidas realizadas por el instrumento pueden ser influenciadas por interferencias debidas a fuertes campos electromagnéticos. En tal caso apague y vuelva a encender el instrumento y verifique el correcto funcionamiento. Si la situación fuera permanente realice las medidas en otra parte de la instalación

1. Abra y cierre suavemente un par de veces el toroidal antes de encender el instrumento a fin de verificare el correcto cerrado del mismo
2. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento. En secuencia el instrumento muestra:
  - La pantalla con todos los símbolos en el visualizador (ver la Fig. 3 – parte izquierda)
  - La pantalla con la versión de firmware cargada (ver la Fig. 3 – parte central)
  - El proceso de calibración mostrando una cuenta atrás que va de “**CAL.9**” hasta “**CAL.0**” (vea la Fig. 3 – parte derecha).

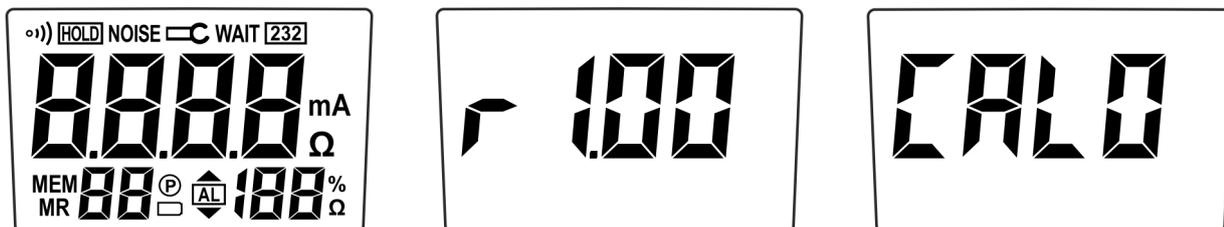


Fig. 3: Secuencia pantallas al encendido del instrumento

3. En el caso en el que durante el proceso de calibración se abra el toroidal, la indicación “**Err.0**” se muestra en el visualizador (ver la Fig. 4). Cuando el toroidal se vuelve a cerrar el proceso de calibración reinicia de forma automática.



Fig. 4

4. Al término de la secuencia de encendido, en condiciones de funcionamiento normal se muestra en el visualizador la pantalla de la Fig. 5 asociada a un sonido continuo.

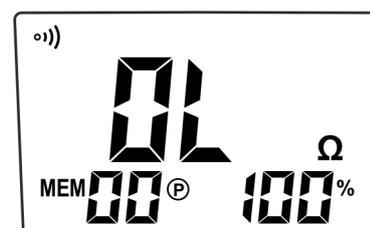


Fig. 5

5. Transcurridos aproximadamente 5 minutos desde el encendido sin ninguna operación, o bien con nivel de pilas más bajo del 5%, el instrumento activa el procedimiento de autoapagado a fin de conservar la carga de las pilas internas.

## 5.2. MEDIDA DE RESISTENCIA

### ATENCIÓN



La medida realizada por el instrumento se utiliza para la valoración de las resistencias de dispersores individuales en el ámbito de una instalación de tierra sin necesidad de desconexión de los mismos, **en el caso en que estos no se influncien entre sí**

#### 5.2.1. Principio de funcionamiento

El principio base de la prueba realizada por el instrumento es la medida de la “resistencia de anillo resistivo (loop)” según se muestra en la Fig. 6

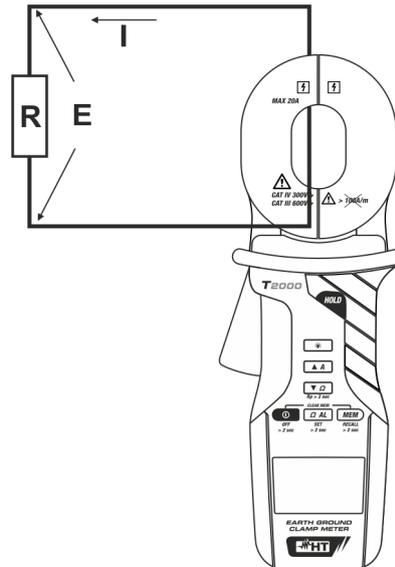


Fig. 6: Medida de la resistencia del anillo

La parte interna del instrumento está compuesta por dos toroidales, uno de corriente y uno de tensión. El toroidal de tensión genera un potencial (E) sobre el anillo (loop) en la medida (de resistencia R). Una corriente (I) posteriormente se genera sobre el anillo y es medida por el toroidal de corriente. Del conocimiento de los parámetros E e I el instrumento muestra en pantalla el valor de la resistencia R calculado como proporción:

$$R = \frac{E}{I}$$

### 5.2.2. Verificación del funcionamiento de la pinza

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento.
2. Verifique que aparezca el mensaje “**OL Ω**” en pantalla que indica que el instrumento está listo para realizar las medidas.
3. Abra el toroidal suavemente (en el visualizador se mostrará la pantalla de Fig. 7) e inserte en anillo de prueba en dotación (vea la Fig. 8).

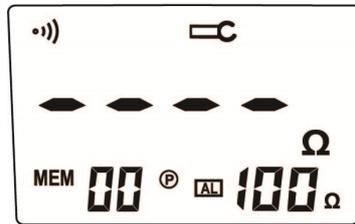


Fig. 7

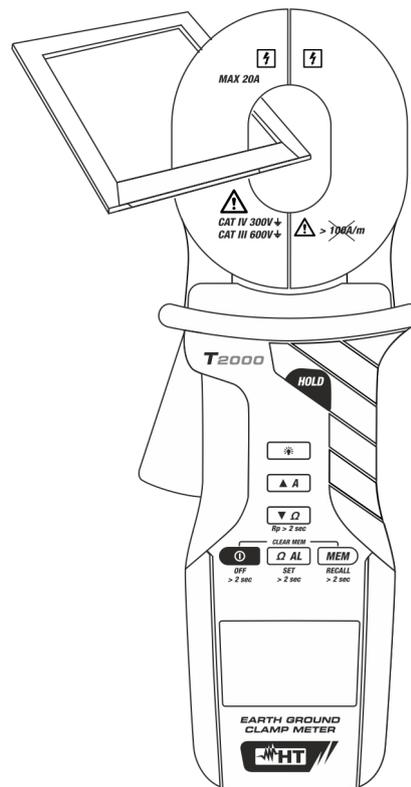


Fig. 8: Medida de Resistencia del anillo de prueba

4. Verifique el valor de la resistencia de prueba igual a **5.0Ω** (por anillo de 5Ω). Es aceptable un valor medido por el instrumento con diferencia de  $\pm 0.3\Omega$  respecto al valor nominal (una visualización de 4.7Ω o 5.3Ω).

### 5.2.3. Métodos de medida de resistencias sobre el dispersor de tierra

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento.
2. Verifique el mensaje “**OL Ω**” en el visualizador que indica que el instrumento está lista para la realización de las medidas.
3. Abra el toroidal suavemente (en el visualizador se mostrará la pantalla de Fig. 7) e inserte el dispersor en examen y lea el resultado en pantalla.

En base al tipo de instalación presente haga referencia a los casos reportados a continuación.

#### 5.2.3.1. Sistemas de dispersores múltiples

##### Medida de Resistencia de tierra de 1 dispersor que forme parte de una instalación de tierra

En el caso de un sistema de tierra formado por muchos dispersores en paralelo (ej.: torres de alta tensión, sistemas de comunicación, naves industriales, etc...) conectados entre sí y cada uno de ellos con referencia a tierra individual, la conexión del instrumento puede ser esquematizada como se indica en la Fig. 9

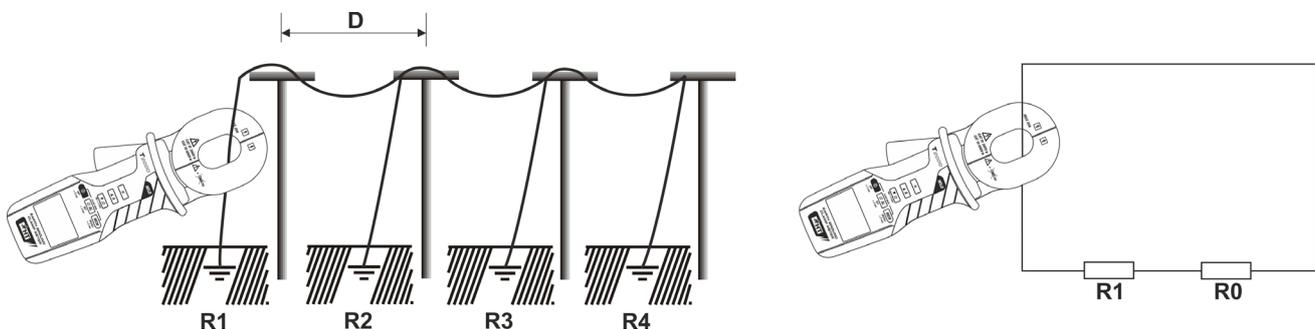


Fig. 9: Conexión del instrumento a un sistema de dispersores múltiples

El instrumento proporciona como medida la suma  $R \cong R1 + R0$  (1)

en la cual:

$R1$  = resistencia del objeto en prueba

$R0 = R2 // R3 // R4$  = resistencia equivalente del paralelo entre las resistencias  $R2$ ,  $R3$ ,  $R4$

#### ATENCIÓN



La relación (1) ha de entenderse como válida sólo en las condiciones de poder descontar el efecto de la “influencia mutua” entre los dispersores en paralelo y por lo tanto con los dispersores situados a **distancia suficiente D entre sí (con D igual a al menos 5 veces la longitud del dispersor individual o 5 veces la diagonal máxima de la instalación)** para que estos no se influyeran entre sí

En las condiciones de validez de la fórmula (1) el valor del parámetro  $R0$  es normalmente mucho más pequeño que el parámetro  $R1$  y el error es despreciable suponiendo  $R0 \cong 0$ . De este modo se puede afirmar que la resistencia medida por el instrumento corresponde con la resistencia del dispersor en pruebas por otro lado aumentada y por lo tanto del todo a favor de la seguridad en el ámbito de la coordinación de las protecciones. El mismo procedimiento puede ser realizado desplazando la pinza sobre los otros dispersores en paralelo a fin de valorar los valores de las resistencias  $R2$ ,  $R3$  y  $R4$ .

### 5.2.3.2. Sistema formado por un solo dispersor

Por su principio de funcionamiento, el instrumento sólo puede realizar medidas sobre anillos resistivos y por lo tanto sobre un sistema formado por un solo dispersor no es posible realizar la medida. En estos casos es posible valorar si la resistencia del dispersor en pruebas es inferior al valor máximo de la resistencia de tierra admitido en la instalación en examen (valorado con el tradicional método voltiamperimétrico) y por lo tanto es adecuado para la instalación en examen, utilizando un dispersor auxiliar puesto “en proximidad” con el mismo para crear un anillo resistivo artificial.

A continuación se reportan dos metodologías distintas para realizar esta valoración.

#### **(A) Medida de la Resistencia de tierra de un dispersor con el método a 2 puntos**

Como se muestra en la Fig. 10, a la distancia ideal desde el dispersor en pruebas de resistencia RA es necesario asociar un dispersor auxiliar de resistencia RB con características óptimas desde el punto de vista de la misma a tierra (ej.: una tubería metálica, construcciones en cemento armado, etc...). Estos dispersores se conectan con un conductor de sección adecuada capaz de volver el extremo RL despreciable.

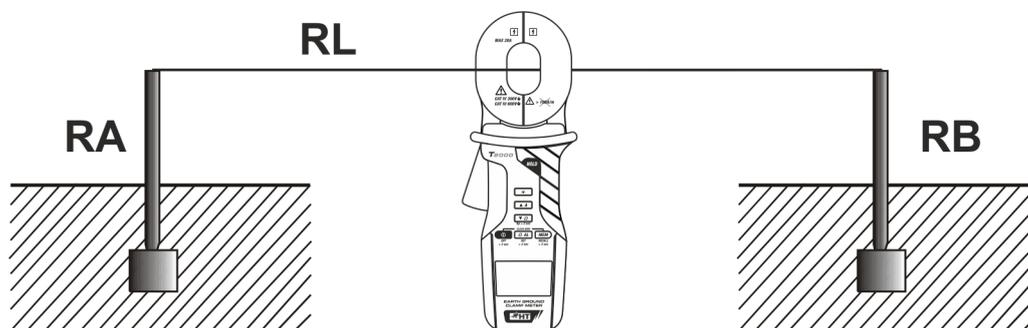


Fig. 10: Valoración resistencia del dispersor con método a dos puntos

En tales condiciones la resistencia medida por el instrumento resulta ser:

$$R = RA + RB + RL \sim RA + RB \quad (2)$$



#### **ATENCIÓN**

La relación (2) se ha de considerar válida sólo en las condiciones de poder eliminar el efecto de la “influencia mutua” entre los dispersores en serie y es decir con dispersores puestos a **suficiente distancia entre sí (igual a al menos 5 veces la longitud del dispersor individual o 5 veces la máxima diagonal de la instalación)** para que estos no se influyeran entre sí.

Por lo tanto, si el valor medido por el instrumento es más bajo que el valor máximo admitido de la resistencia de tierra de la instalación en la que hace extremo el dispersor de resistencia RA (ej.: con RCD de 30mA  $\rightarrow RT < 50V / 30mA = 1667\Omega$ ) se puede concluir que el dispersor RA es óptimo para ser cualificado como dispersor de tierra

**(B) Medida de la Resistencia de tierra de un dispersor con el método a 3 puntos**

En esta situación, a la distancia ideal desde el dispersor en pruebas de resistencia RA hay dos dispersores auxiliares independientes de resistencias RB y RC con características óptimas desde el punto de vista de la puesta a tierra (ej.: una tubería metálica, construcciones en cemento armado, etc...) y de valor **equiparable al de RA**.

Como primera medida (ver la Fig. 11) conecte el dispersor RA con RB y use el instrumento para la medida del valor de resistencia R1.

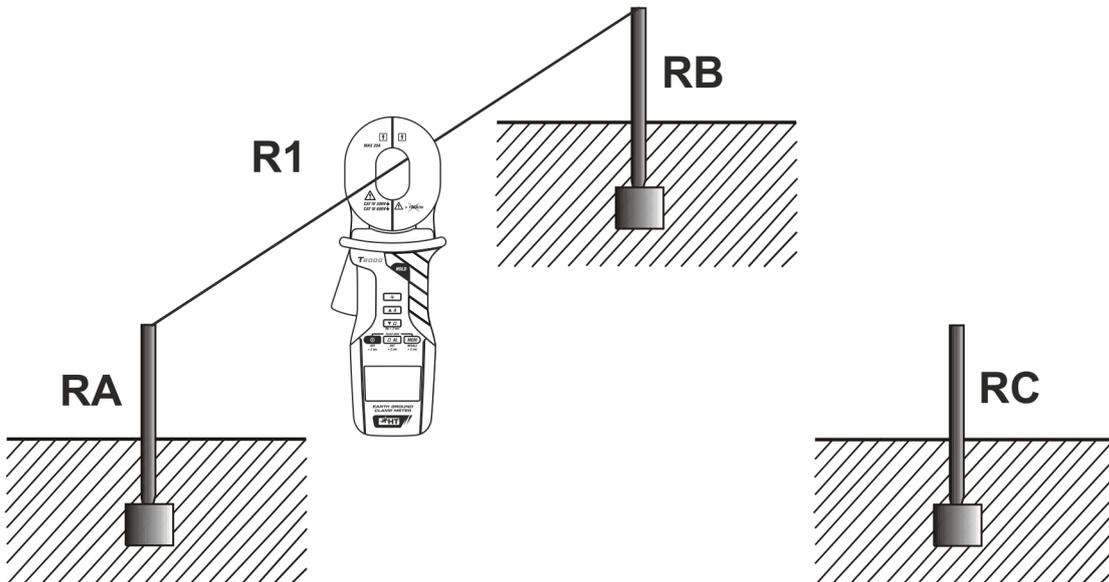


Fig. 11: Método a tres puntos: primera prueba R1

Como segunda medida (vea la Fig. 12) conecte el dispersor RB con RC y use el instrumento para la medida del valor de resistencia R2.

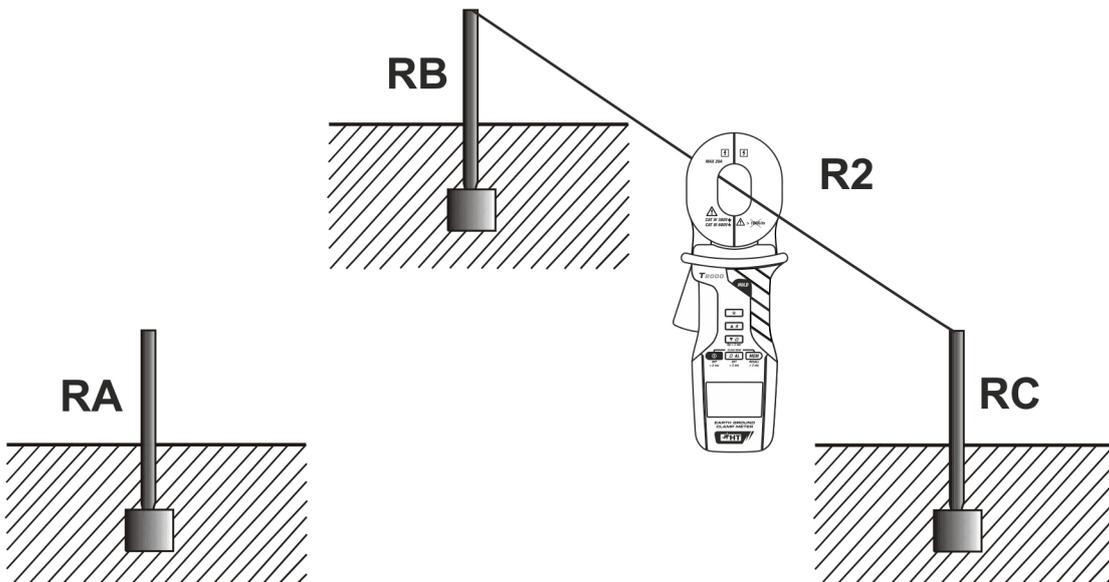


Fig. 12: Método de tres puntos: segunda prueba R2

Como tercera medida (vea la Fig. 13) conecte el dispersor RC con RA y use el instrumento para la medida del valor de resistencia R3.

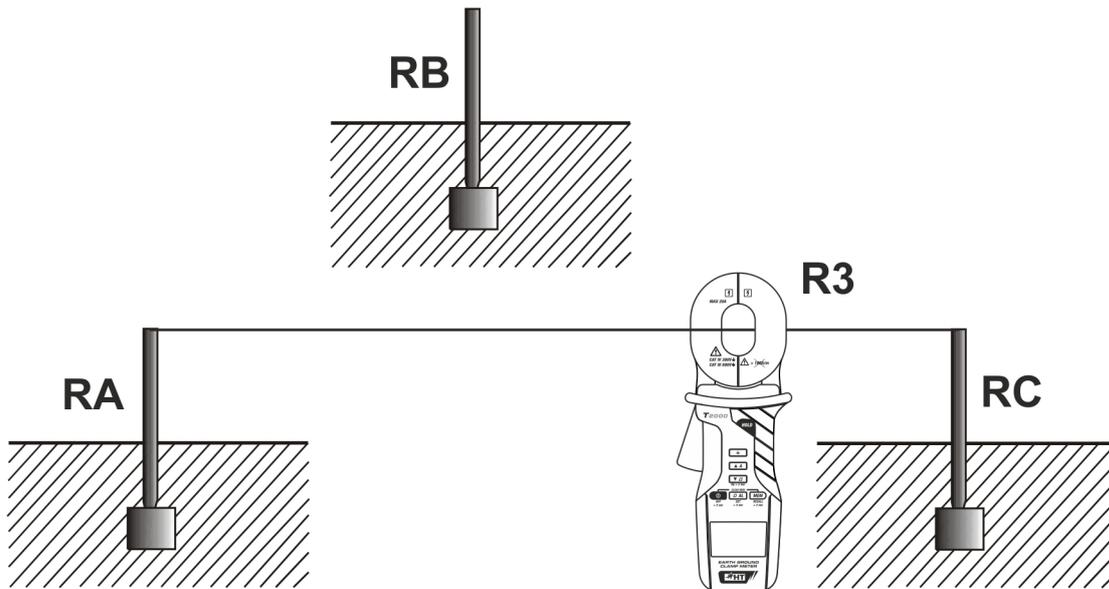


Fig. 13: Método de tres puntos: tercera prueba R3

En estas condiciones, en el caso de ser despreciable la resistencia de los cables de conexión de los dispersores, son válidas las siguientes relaciones:

$$R1 = RA + RB \quad (3)$$

$$R2 = RB + RC \quad (4)$$

$$R3 = RC + RA \quad (5)$$

En las que los valores R1, R2 y R3 son medidos por el instrumento

### ATENCIÓN



Las relaciones (3), (4) y (5) han de considerarse válidas sólo en las condiciones de poder eliminar el efecto de la “influencia mutua” entre los dispersores de la serie, es decir con dispersores puestos a **suficiente distancia entre sí (igual a al menos 5 veces la longitud del dispersor individual o 5 veces la máxima diagonal de la instalación)** para que estos no se influyeran entre sí.

De las relaciones (3), (4) y (5) se obtiene:

$$RA = (R1 + R3 - R2) / 2 \rightarrow \text{Resistencia del dispersor A}$$

y consecuentemente:

$$RB = R1 - RA \rightarrow \text{Resistencia del dispersor B}$$

$$RC = R3 - RA \rightarrow \text{Resistencia del dispersor C}$$

#### 5.2.4. HOLD

Una breve pulsación de la tecla **HOLD** activa la función “HOLD” y congela el resultado en el visualizador (ver la Fig. 14). Para volver a la modalidad de medida normal realizar nuevamente una breve pulsación de la tecla **HOLD** o una breve pulsación de la tecla **▲A** (T2000) (**▲RS232**) (T2100) o de la tecla **▼Ω**

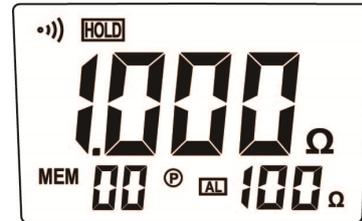


Fig. 14

#### 5.2.5. MEM

Una breve pulsación de la tecla **MEM** activa la función “MEM” y el resultado en el visualizador se guarda en la memoria interna (vea el § 5.5)

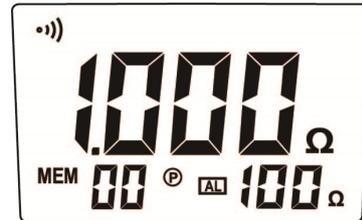


Fig. 15

#### 5.2.6. Situaciones anómalas

Durante una medida, la indicación “**OL Ω**” significa que la resistencia medida es superior al máximo valor medible por el instrumento (ver la Fig. 16).

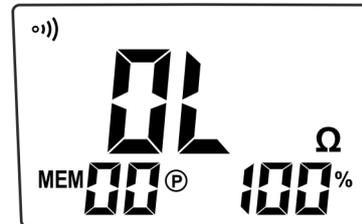


Fig. 16

Durante una medida, la indicación del símbolo “**••••**” significa que la función de sonido de las teclas está activa. El símbolo “**AL**” indica que la condición de alarma sobre la medida de resistencia está activa. Si el valor es superior al límite máximo configurado, el instrumento emite un sonido y el símbolo “**AL**” parpadea. Para la gestión de los umbrales de alarma vea el § 5.6.

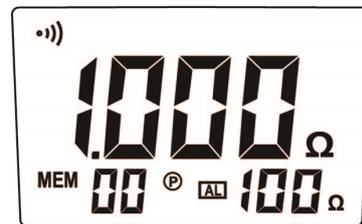


Fig. 17

Durante una medida, la indicación del símbolo “**NOISE**” significa que el instrumento detecta la presencia de una corriente de ruido sobre el bucle de medida de la resistencia.

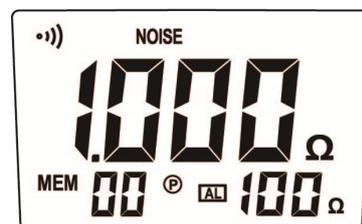


Fig. 18

### 5.3. MEDIDA DE CORRIENTE (T2000)



#### ATENCIÓN

No mida valores de corriente CA superiores a **20A** a fin de evitar posibles shocks eléctricos y eventuales daños del instrumento.

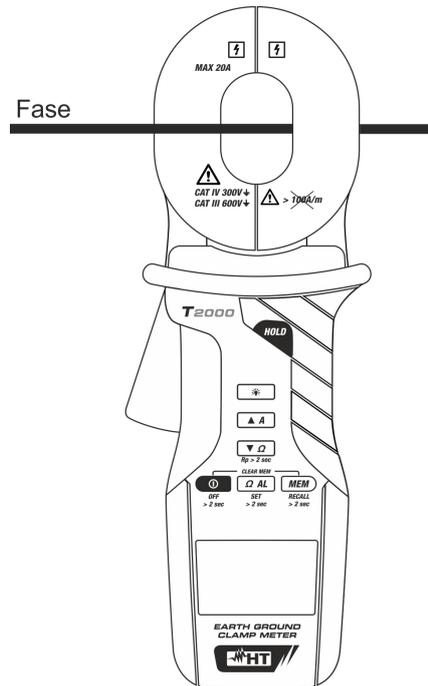


Fig. 19: Medida de corriente CA

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento
2. El instrumento muestra el mensaje “**OL Ω**” en el visualizador, ya que se configura automáticamente para la medida de resistencia. Realice una breve pulsación de la tecla **▲A** para entrar en el modo de medida de la corriente. Se muestra la pantalla de la Fig. 20.

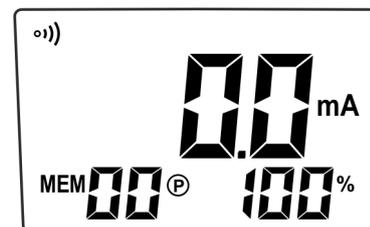


Fig. 20

3. Abra el toroidal suavemente, inserte el cable en pruebas (vea la Fig. 19) y lea el resultado en el visualizador.

#### 5.3.1. HOLD

Una breve pulsación de la tecla **HOLD** activa la función “**HOLD**” y congela el resultado en el visualizador (ver la Fig. 21). Para volver a la modalidad de medida normal realice nuevamente una breve pulsación de la tecla **HOLD** o bien pulse la tecla **▲A** o la tecla **▼Ω**

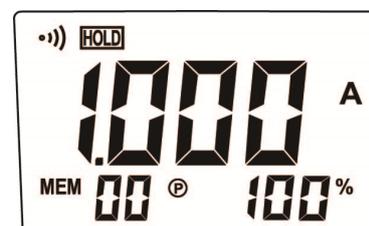


Fig. 21

#### 5.3.2. Situaciones anómalas

Durante una medida, la indicación “**OL A**” significa que la corriente medida es superior al máximo valor medible por el instrumento (ver la Fig. 22).

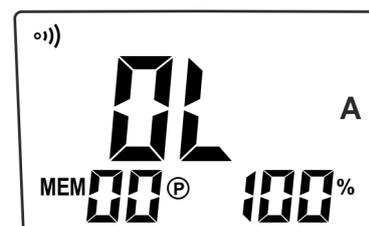


Fig. 22

## 5.4. MEDIDA DE CORRIENTES DE FUGAS (T2000)

### ATENCIÓN



No mida valores de corriente CA superiores a **20A** a fin de evitar posibles shocks eléctricos y eventuales daños del instrumento.

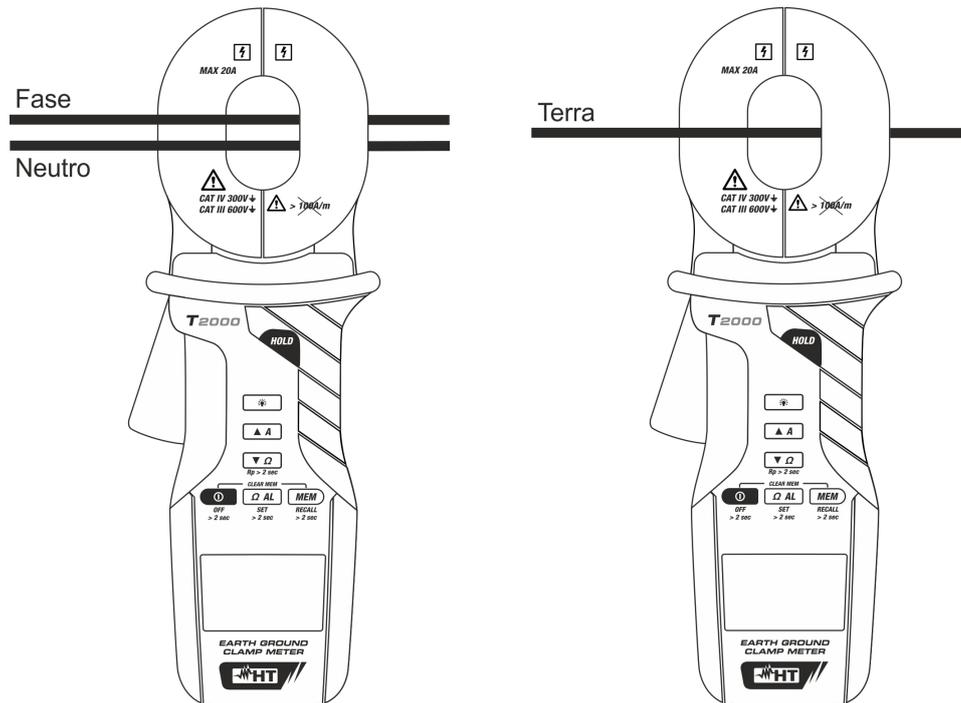


Fig. 23: Medida de corriente de fugas

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento
2. El instrumento muestra el mensaje “**OL Ω**” en el visualizador, ya que se configura automáticamente para la medida de resistencia. Realice una breve pulsación de la tecla **▲▲** para entrar en el modo de medida de la corriente. Se muestra la pantalla de Fig. 24.

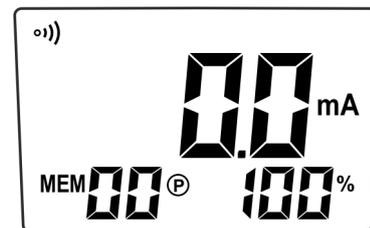


Fig. 24

3. Abra el toroidal suavemente e inserte los conductores correspondientes a la Fase y al Neutro del sistema monofásico (o el conductor de Tierra) y lea el resultado en el visualizador.

### 5.4.1. HOLD

Una breve pulsación de la tecla multifunción “**3**” activa la función “**HOLD**” y congela el resultado en el visualizador (vea la Fig. 25). Para volver a la modalidad de medida normal realice nuevamente una breve pulsación de la tecla **HOLD** o bien pulse la tecla **▲▲** o la tecla **▼Ω**

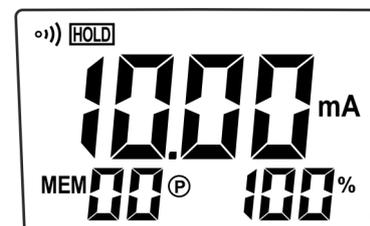


Fig. 25

### 5.4.2. Situaciones anómalas

Durante una medida, la indicación “**OL A**” significa que la corriente medida es superior al máximo valor medible por el instrumento (vea la Fig. 26).

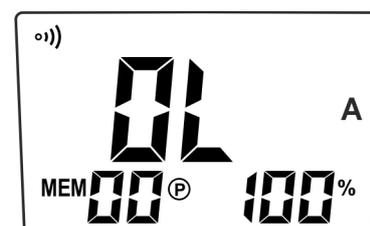


Fig. 26

## 5.5. GESTIÓN DE LA MEMORIA

### 5.5.1. Guardado de datos en la memoria

Con el resultado de una medida de **resistencia** en el visualizador, pulsando la tecla **MEM** el instrumento realiza el guardado automático en la memoria a partir de la posición "01" hasta la posición "99" (vea la Fig. 27)

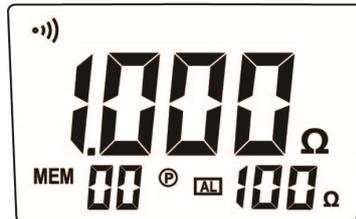


Fig. 27: Guardado de una medida de resistencia

Si la memoria interna de la pinza está llena, a una breve pulsación de la tecla **MEM** el instrumento muestra la pantalla de Fig. 28 durante 2 segundos y luego vuelve a la condición de medida en tiempo real configurada



Fig. 28

### 5.5.2. Rellamada de los resultados en el visualizador

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento
2. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **MEM** para encender en el área de memoria. Es instrumento muestra el último dato guardado en memoria y el símbolo "MR" (ver la Fig.29)

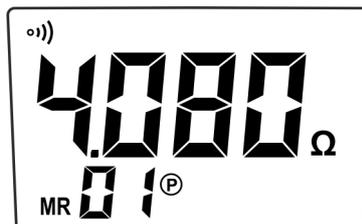


Fig. 29: Rellamada de los datos en el visualizador

En el caso en el que no hubiera ningún dato guardado en la memoria interna, el instrumento muestra durante algunos instantes la pantalla de Fig. 30.

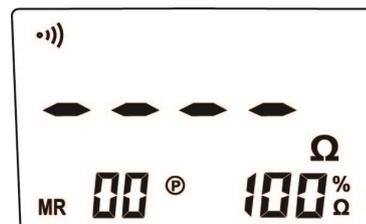


Fig. 30

3. Pulse brevemente las teclas **▲A** (T2000), **▲RS232** (T2100) o la tecla **▼Ω**, respectivamente para aumentar o disminuir el número de la posición de memoria y mostrar los datos guardados o pulse brevemente la tecla **MEM** para salir de esta modalidad.
4. (**Solo T2100**) Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **MEM** para visualizar el valor calculado de la resistencia en paralelo entre todas las resistencias memorizadas - ver el § 5.2.3.1 mostrados desde el símbolo "rP"). Pulse brevemente las teclas **▲RS232** o **▼Ω** para volver a mostrar los valores memorizados.



Fig. 31

### 5.5.3. Borrado memoria interna

1. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **ON/OFF** para apagar el instrumento
2. Pulse simultáneamente las teclas **ON/OFF y MEM**
3. El mensaje "CLr" se muestra en el visualizador durante algunos segundos (vea la Fig. 32), el instrumento borra todos los datos en memoria y automáticamente vuelve a encenderse



Fig. 32

### 5.6. CONFIGURACIÓN DE ALARMA SOBRE LA MEDIDA DE RESISTENCIA

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento
2. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **ΩAL** para entrar en la sección de configuración de los umbrales de alarma. La siguiente pantalla se muestra en el visualizador

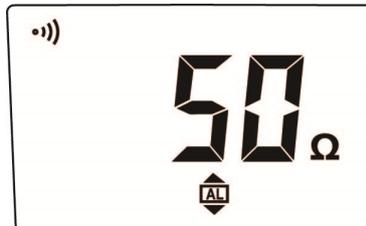


Fig. 33: Configuración umbrales de alarma para la medida de resistencia

3. Pulse las teclas **▲▲** (T2000), **▲RS232** (T2100) o la tecla **▼Ω**, respectivamente para aumentar o disminuir el valor límite del umbral de alarma en el rango: **1Ω ÷ 199Ω**
4. Pulse la tecla **ΩAL** para confirmar el valor de umbral de alarma configurado y volver a la modalidad de medida.

### 5.7. CONEXIÓN RS232 CON UNIDAD MASTER (T2100)

El instrumento T2100 permite las siguientes operaciones:

- Transmisión en tiempo real del valor medido en el instrumento MASTER
- Transmisión en el instrumento MASTER de todas las medidas contenidas en la memoria



#### ATENCIÓN

El instrumento dispone de salida serie RS232 half-duplex y por lo tanto puede ser conectada **SÓLO a instrumentos HT (Master)**. No conecte la salida serie a otros instrumentos ya que podrían dañarse o dañar la pinza.

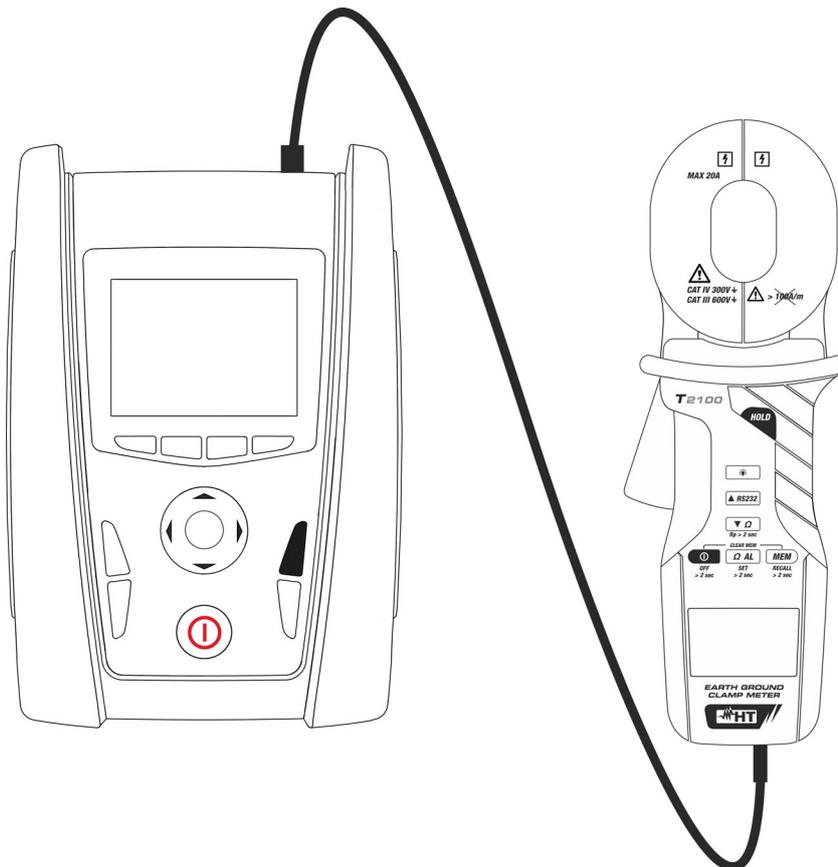


Fig. 34: Conexión de la pinza T2100 a un instrumento MASTER

1. Pulse la tecla **ON/OFF** para encender el instrumento
2. Pulse la tecla **▲RS232** para habilitar el modo "RS232" Se muestra la siguiente pantalla



Fig. 35: Active el modo RS232

3. Conecte la pinza en el instrumento MASTER mediante el cable correspondiente
4. Siga las instrucciones indicadas en el manual de instrucciones del instrumento MASTER para mostrar en el visualizador del instrumento MASTER el valor de resistencia medido y transferir en el instrumento MASTER todas las medidas guardadas en la pinza T2100

### 5.8. DESHABILITACIÓN DE LA FUNCIÓN AUTOAPAGADO

1. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **ON/OFF** para apagar el instrumento
2. Pulse simultáneamente las teclas **ON/OFF** y **HOLD**
3. El mensaje "A.P.O no" se muestra en el visualizador durante algunos segundos (ver la Fig. 36), el instrumento se vuelve a encender automáticamente y el símbolo "P" (ver la Fig. 2 – parte 14) desaparece del visualizador. La función se reactiva automáticamente al reinicio del instrumento

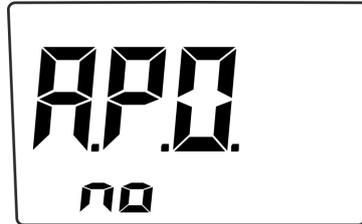


Fig. 36: Deshabilitación función Autoapagado

### 5.9. DESHABILITACIÓN FUNCIÓN SONIDO TECLAS

1. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **ON/OFF** para apagar el instrumento
2. Pulse simultáneamente las teclas **ON/OFF** y **ΩAL**
3. El mensaje "bEEP no" se muestra en el visualizador durante algunos segundos (ver la Fig. 37), el instrumento se vuelve a encender automáticamente y el símbolo "o))" (ver la Fig. 2 – parte 14) desaparece del visualizador. La función se reactiva automáticamente al reinicio del instrumento. Con la función deshabilitada el instrumento no emite sonidos a la activación de las condiciones de alarma



Fig. 37: Deshabilitación función sonido teclas

## 6. MANTENIMIENTO

### 6.1. GENERALIDADES

1. Durante el uso y el almacenamiento respete las recomendaciones listadas en este manual para evitar posibles daños o peligros durante el uso
2. No utilice el instrumento en ambientes con una elevada tasa de humedad o temperatura elevada. No exponga directamente a la luz del sol.
3. Apague siempre el instrumento después del uso. Si prevé no utilizarlo durante un largo período retire las pilas para evitar salida de líquidos por parte de estas últimas que puedan dañar los circuitos internos del instrumento

### 6.2. SUSTITUCIÓN PILAS

Cuando en el visualizador LCD aparece el símbolo “” es necesario sustituir las pilas.



#### ATENCIÓN

- Sólo técnicos cualificados pueden efectuar esta operación. Antes de efectuar esta operación asegúrese de haber retirado todos los cables de los terminales de entrada
- **No utilice pilas recargables en el instrumento**

1. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **ON/OFF** para apagar el instrumento
2. Retire la tapa del hueco de las pilas desatornillando los tornillos de fijación
3. Retire todas las pilas sustituyéndolas con otras del mismo tipo (ver el § 7.2.2) respetando las polaridades indicadas.
4. Vuelva a posicionar y atornillar la tapa del hueco de las pilas.
5. No disperse las pilas usadas en el ambiente. Utilice los contenedores adecuados para la eliminación de los residuos

### 6.3. LIMPIEZA DEL INSTRUMENTO

Para la limpieza del instrumento utilice un paño suave y seco. No utilice nunca paños húmedos, disolventes, agua, etc.

### 6.4. FIN DE VIDA



Atención: el símbolo mostrado en el instrumento indica que el aparato, sus accesorios y las pilas deben ser reciclados separadamente y tratados de forma correcta

## 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 7.1. CONDICIONES DE REFERENCIA

Parámetro	Condición de referencia
Temperatura ambiente	20°C ± 3°C
Humedad relativa	50%HR ± 10%
Tensión pila	6V ± 0.5V
Rango magnético externo	<40A/m
Rango eléctrico externo	<1V/m
Posicionamiento de la pinza	Horizontal
Posición del conductor en la pinza	Centrado
Cercanía a masas metálicas	> 10cm
Resistencias de anillo	Ninguna
Frecuencia corriente sinusoidal medida	50Hz
Porcentaje distorsión	<0.5%
Corriente de ruido en la medida de resistencia	Ninguna

### 7.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

La incertidumbre se indica como ± [% lectura + valor] referida a las condiciones de referencia

#### Resistencia

Rango [Ω]	Resolución [Ω]	Incertidumbre
0.010 ÷ 1.999	0.001	±(1.5%lectura + 0.01Ω)
2.00 ÷ 19.99	0.01	±(1.5%lectura + 0.1Ω)
20.0 ÷ 199.9	0.1	±(3%lectura + 2Ω)
200 ÷ 499	1	±(5%lectura + 5Ω)
500 ÷ 799		±(10%lectura + 10Ω)
800 ÷ 1200		±(20%lectura + 20Ω)

Si la resistencia medida es ≥ 1200Ω en el visualizador se indica "OL"

Frecuencia medida resistencia: >1kHz

Rango de medida configuración umbral de alarma resistencia: 1Ω ÷ 199Ω

#### Corriente CA TRMS (T2000)

Rango	Resolución	Incertidumbre
0.0mA ÷ 99.9mA	0.1mA	±(2.5%lectura + 1mA)
100.0mA ÷ 399.9mA		±(2.5%lectura + 5mA)
400mA ÷ 999mA	1mA	±(2.5%lectura + 25mA)
1.000A ÷ 2.999A	0.001A	±(2.5%lectura + 0.025A)
3.00A ÷ 9.99A	0.01A	±(2.5%lectura + 0.05A)
10.00A ÷ 20.00A		±(2.5%lectura + 0.15A)

Frecuencia principal: 50/60Hz (onda sinusoidal, cuadrada, triangular);

Max banda de frecuencia: 400Hz (sinusoidal);

Factor de cresta: ≤2.0

### 7.2.1. Normativas de referencia

Seguridad instrumento:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-032
EMC:	IEC/EN61326-1
Resistencia de tierra:	IEC/EN61557-4 (parziale), IEC60364-6 Apéndice C.3
Corriente de fuga:	IEC/EN61557-13
Aislamiento:	doble aislamiento
Nivel de Polución:	2
Categoría de medida:	CAT IV 300V, CAT III 600V respecto a tierra, Máx 20A

### 7.2.2. Características generales

#### Características mecánicas

Dimensiones (L x An x H):	293 x 105 x 54mm
Peso (pilas incluidas):	1120g
Máximo diámetro cable pinzable:	31mm
Máximas dimensiones barra pinzable:	55 x 31mm
Protección mecánica:	IP20

#### Alimentación

Tipo pilas:	4 x1.5V alcalinas LR6 AA MN1500
Indicación pilas descargadas:	símbolo “  ” en el visualizador
Consumo interno:	<65mA
Autoapagado:	después de aprox. 5 minutos sin utilizar

#### Visualizador:

Características:	4 LCD, signo y punto decimal y retroiluminación
------------------	---

#### Memoria:

Capacidad de memoria:	99 posiciones
-----------------------	---------------

#### Comunicación serie (T2100):

Interfaz RS232:	half-duplex, baud rate 4800
-----------------	-----------------------------

## 7.3. AMBIENTE

### 7.3.1. Condiciones ambientales de uso

Temperatura de referencia:	20°C ± 3°C
Temperatura de uso:	0°C ÷ 40°C
Humedad relativa admitida:	10%RH ÷ 90%RH
Altitud máxima de uso:	2000m

**Este instrumento es conforme a los requisitos de la Directiva Europea sobre la baja tensión 2014/35/EU (LVD) y de la directiva EMC 2014/30/EU**  
**Este instrumento es conforme a los requisitos de la directiva europea 2011/65/CE (RoHS) y de la directiva europea 2012/19/CE (WEEE)**

## 7.4. ACCESORIOS

### 7.4.1. Accesorios en dotación

- Anillos resistivo de prueba (1Ω, 5Ω, 10Ω)
- Cable de conexión RS232 (T2100)
- Pilas
- Maleta rígida de transporte
- Certificado de calibración ISO9000
- Manual de instrucciones

## 8. ASISTENCIA

### 8.1. CONDICIONES DE GARANTÍA

Este instrumento está garantizado contra todo defecto de materiales y fabricación, conforme con las condiciones generales de venta. Durante el período de garantía, las partes defectuosas pueden ser sustituidas, pero el fabricante se reserva el derecho de repararlo o bien sustituir el producto. Si el instrumento debe ser reenviado al servicio post-venta o a un distribuidor, el transporte es a cargo del Cliente. La expedición deberá, en cada caso, previamente acordada. Acompañando a la expedición debe incluirse siempre una nota explicativa sobre el motivo del envío del instrumento. Para la expedición utilice sólo el embalaje original, daños causados por el uso de embalajes no originales serán a cargo del Cliente. El fabricante declina cualquier responsabilidad por daños causados a personas u objetos.

La garantía no se aplica en los siguientes casos:

- Reparaciones y/o sustituciones de accesorios (no cubiertas por la garantía).
- Reparaciones que se deban a causa de un error de uso del instrumento o de su uso con aparatos no compatibles.
- Reparaciones que se deban a causa de embalajes no adecuados.
- Reparaciones que se deban a la intervención de personal no autorizado.
- Modificaciones realizadas al instrumento sin explícita autorización del fabricante.
- Uso no contemplado en las especificaciones del instrumento o en el manual de uso.

El contenido del presente manual no puede ser reproducido de ninguna forma sin la autorización del fabricante.

**Nuestros productos están patentados y la marca registrada. El constructor se reserva el derecho de aportar modificaciones a las características y a los precios si esto es una mejora tecnológica**

### 8.2. ASISTENCIA

Si el instrumento no funciona correctamente, antes de contactar con el Servicio de Asistencia, controle el estado de las pilas, de los cables y sustitúyalos si fuese necesario. Si el instrumento continúa manifestando un mal funcionamiento controle si el procedimiento de uso del mismo es correcto según lo indicado en el presente manual. Si el instrumento debe ser reenviado al servicio post-venta o a un distribuidor, el transporte es a cargo del Cliente. La expedición deberá, en cada caso, previamente acordada.

Acompañando a la expedición debe incluirse siempre una nota explicativa sobre el motivo del envío del instrumento. Para la expedición utilice sólo el embalaje original, daños causados por el uso de embalajes no originales serán a cargo del Cliente.