ESPAÑOL

Manual de instrucciones

© Copyright HT ITALIA 2021

Versión ES 1.01 - 10/05/2021

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. Definicón 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
4.1.1. Pantalla inicial del instrumento 6
4.2. Descripción teclas de función 7
4.2.1. Tecla GO/HOLD 7
4.2.2. Tecla H/H%/H 7
4.2.3. Tecla MODE/MXMNPK 8
4.2.4. Teclas ▼/ e ▲/ ZERO 8
4.2.5. Tecla VTEST/LIM 8
4.2.6. Función LoZ 9
4.2.7. Función CA+CC 9
4.2.8. Función corriente de arranque (INRUSH) 9
4.2.9. Deshabilitación función Autoapagado 9
4.2.10. Configuración fondo escala pinza flexible 10
5. INSTRUCCIONES OPERATIVAS 11
5.1. Medida Tensión CC 11
5.2. Medida de tensión CA, CA+CC 12
5.3. Medida tensión CA, CC, CA+CC con baja impedancia (LoZ) 13
5.4. Medida de Resistencia y prueba de continuidad 14
5.5. Sentido cíclico y concordancia de las fases a 1 terminal 15
5.6. Medida de resistencia de aislamiento 17
5.7. Continuidad de los conductores de protección con 200mA 23
5.7.1. Función ZERO – Puesta a cero de la resistencia de los cables de prueba 27
5.8. Medida Corriente CC, CA, CA+CC, INRUSH con transductores de pinza 29
6. MANTENIMIENTO 33
6.1. Sustitución pilas 33
6.2. Limpieza del instrumento 33
6.3. Fin de vida 33
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 34
7.1. Características técnicas 34
7.1.1. Características generales 36
7.2. Condiciones ambientales de uso 36
7.3. Accesorios 37
7.3.1. Accesorios en dotación 37
7.3.2. Accesorios opcionales 37
8. ASISTENCIA 38
8.1. Condiciones de garantía 38
8.2. Asistencia 38
9. APÉNDICES TEÓRICOS 39
9.1. Continuidad de los conductores de protección 39
9.2. Medida de la Resistencia de Aislamiento 40
9.2.1. Índice de Polarización (PI) 43
9.2.2. Relación de Absorción Dieléctrica (DAR) 43
9.3. Armónicos de tensión y corriente 44

1. PRECAUCIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

El 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, las 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 aténgase a las siguientes indicaciones:

- No efectúe medidas 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 si no se están efectuando medidas.
- Evite contactos con partes expuestas, con terminales de medida sin utilizar, etc.
- No efectúe ninguna medida si encontrara una anomalía en el instrumento como, deformaciones, roturas, salida de sustancias, falta de visualización en pantalla, etc.
- Preste particular atención cuando se efectúen medidas de tensiones superiores a 50V ya que hay riesgo de shocks eléctricos.

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

Atención: aténgase a las instrucciones mostradas en el manual de instrucciones. Un uso incorrecto podría causar daños al instrumento o a sus componentes

Peligro Alta Tensión: riesgo de shocks eléctricos

Instrumento con doble aislamiento

Tensión CA o Corriente CA

Tensión o Corriente CC

Referencia de tierra

1.1. INSTRUCCIONES PRELIMINARES

- Este instrumento ha sido diseñado para uso en un ambiente con nivel de polución 2.
- Puede ser utilizado para medidas de **TENSIÓN** y **CORRIENTE** en instalaciones en CAT IV 600V, CAT III 1000V respecto tierra y entre entradas
- Le recomendamos que siga las normas habituales de seguridad previstas por los procedimientos para trabajos bajo tensión y a utilizar los DPI previstos orientados a la protección contra corrientes peligrosas y a proteger el instrumento contra un uso equivocado
- En el caso en el que la falta de indicación de la presencia de tensión pueda constituir riesgo para el usuario efectúe siempre una medida de continuidad antes de la medida en tensión para confirmar la conexión correcta y el estado de las puntas
- Sólo las puntas suministradas en dotación con el instrumento garantizan los estándares de seguridad. Estos deben estar en buenas condiciones. Si necesitara sustituirlas utilice exclusivamente accesorios originales HT
- No efectúe medidas sobre circuitos que superen los límites de tensión especificados.
- No efectúe medidas en condiciones ambientales distintas a las indicadas en el § 6.2.1
- Controle que las pilas estén insertadas correctamente
- Controle que el visualizador LCD y el selector indiquen la misma función

1.2. DURANTE EL USO

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

ATENCIÓN

La falta de observación de las Advertencias y/o Instrucciones puede dañar el instrumento y/o sus componentes y ser fuente de peligro para el usuario.

- Antes de accionar el selector, desconecte las puntas de medida del circuito en prueba
- Cuando el instrumento está conectado al circuito en examen no toque nunca ningún terminal sin utilizar
- Durante la medida de corriente, cualquier otra corriente próxima a las pinzas puede influenciar la precisión de la medida
- Durante la medida de corriente posicione siempre el conductor lo más centrado posible con respecto al toroidal para obtener una lectura más precisa
- Evite la medida de resistencia en presencia de tensiones externas; aunque el instrumento está protegido, una tensión excesiva podría causar fallos en el instrumento
- Antes de efectuar cualquier medida de resistencia asegúrese de que el circuito en examen no esté alimentado y que eventuales condensadores presentes estén desconectados
- Si, durante una medida, el valor o el signo de la magnitud en examen se mantienen constantes controle si está activada la función HOLD.

1.3. DESPUÉS DEL USO

- Cuando termine las medidas, posicione el selector en OFF para apagar el instrumento.
- 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 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 realiza las siguientes medidas:

- Tensión CC / CA, CA+CC TRMS
- Tensión CC / CA / CA+CC TRMS con baja impedancia (LoZ)
- Corriente CC / CA / CA+CC TRMS con transductor de pinza estándar
- Corriente CA TRMS con transductores de pinza flexibles
- Reconocimiento automático magnitudes CA y CC
- Corriente de arranque (Dynamic INRUSH - DIRC)
- Armónicos de corriente/tensión hasta el 25° orden y cálculo THD%
- Resistencia y Prueba de continuidad
- Frecuencia corriente y tensión
- Resistencia de Aislamiento con tensiones de prueba 50,100,250,500,1000VCC
- Medida Índice de Polarización (PI) y Proporción de Absorción Dieléctrico (DAR)
- Continuidad conductor de protección a 200mA
- Sentido cíclico de las fases con 1 terminal

Cada una de estas funciones puede ser seleccionada mediante un selector. Hay además teclas de función (ver el § 4.2), barra gráfica analógica y retroiluminación. El instrumento está dotado además con la función de Autoapagado (deshabilitable) que apaga el instrumento automáticamente transcurridos 15 minutos desde la última pulsación de las teclas de función o rotación del selector. Para volver a encender el instrumento gire el selector.

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

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. DEFINICÓN 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= $\sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t)dt}$ 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 § 6.3.1. En caso de discrepancias contacte con el distribuidor.

Si fuera necesario devolver el instrumento, las rogamos que siga las instrucciones reportadas en el § 7.

3.2. ALIMENTACIÓN DEL INSTRUMENTO

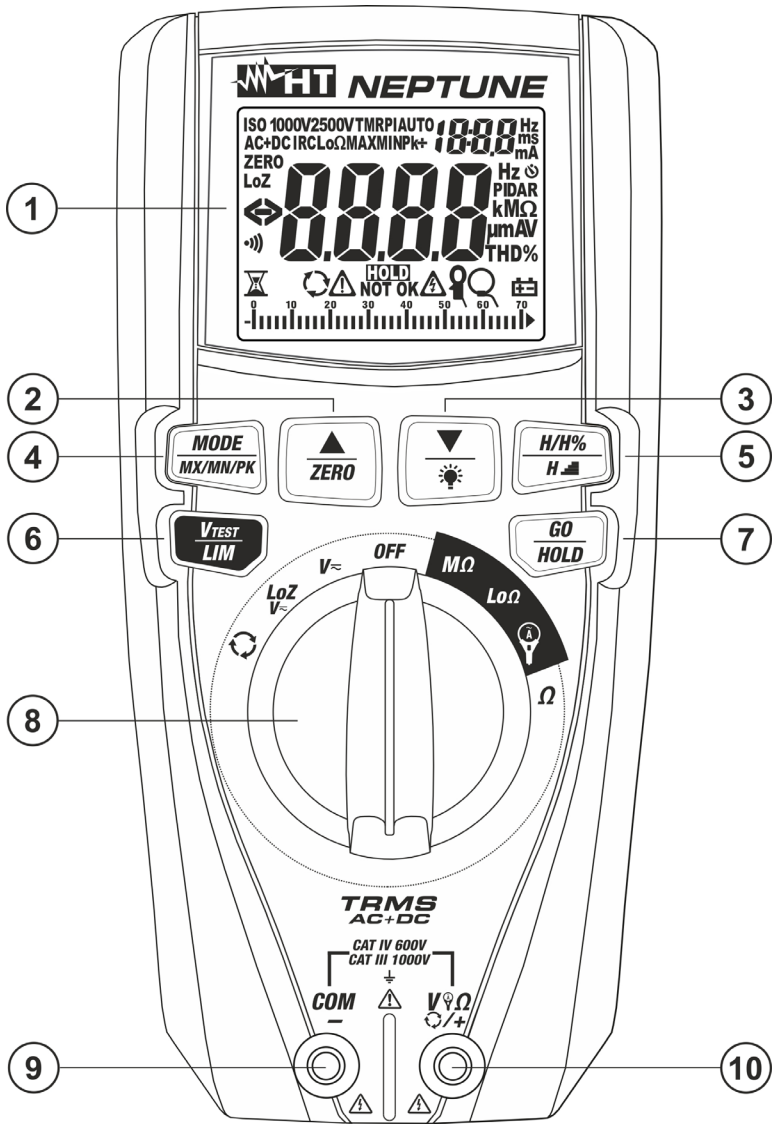
El instrumento se alimenta con pilas alcalinas 4x1.5V tipo AAA IEC LR03 incluidas en dotación. Cuando las pilas están descargadas, aparece el símbolo " " en pantalla. Para sustituir las pilas vea el § 6.1.

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 § 6.2.1).

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO



LEYENDA:

1. Visualizador LCD
2. Tecla ▲**/ ZERO**
3. Tecla ▼/☀
4. Tecla **MODE/MXMNPK**
5. Tecla **H/H%/H**
6. Tecla **VTEST/LIM**
7. Tecla **GO/HOLD**
8. Selector de funciones
9. Terminal de entrada **COM/–**
10. Terminal de entrada **VΩ/+**

Fig. 1: Descripción del instrumento

4.1.1. Pantalla inicial del instrumento

1. Gire el selector a cualquier posición para encender el instrumento. La siguiente pantalla inicial se muestra en el visualizador durante algunos segundos para identificar la versión interna de Hardware y Firmware.

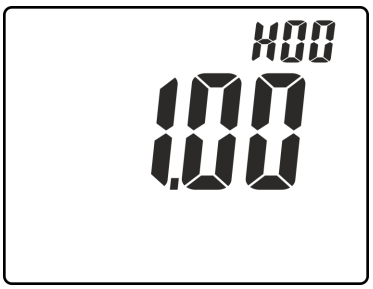


Fig. 2: Pantalla inicial del instrumento

2. Gire el selector a la posición **OFF** para apagar el instrumento

4.2. DESCRIPCIÓN TECLAS DE FUNCIÓN

4.2.1. Tecla GO/HOLD

La pulsación de la tecla **GO/HOLD** (para las funciones **V≂**, **LoZV≂**, **Ω** y) activa el bloqueo del valor de la magnitud mostrada en pantalla. El mensaje "HOLD" aparece en el visualizador. Pulse nuevamente la tecla para salir de la función. La pulsación de la tecla **GO/HOLD** (para las funciones **MΩ**, **LoΩ**, , **IRC**) activa la correspondiente medida.

4.2.2. Tecla H/H%/H

La tecla **H/H%/H** (activa en las posiciones **V≂**, **LoZV≂** y) permite las siguientes operaciones:

- Pulsación simple de la tecla para visualización amplitudes de los armónicos de tensión y corriente hasta el 25° orden (**Hdc, H01… H25**) en formato absoluto o porcentual en con respecto a las fundamentales de las señales de entrada (para valores de tensión VCA >0.5V y corriente CA > 0.5A y frecuencia comprendida entre 42.5Hz ÷ 69Hz) y el valor porcentual del parámetro **THD%** (ver el § 9.3) como se muestra en Fig. 3. Use las teclas **▲/ZERO** y **▼/** para aumentar/disminuir el orden del armónico

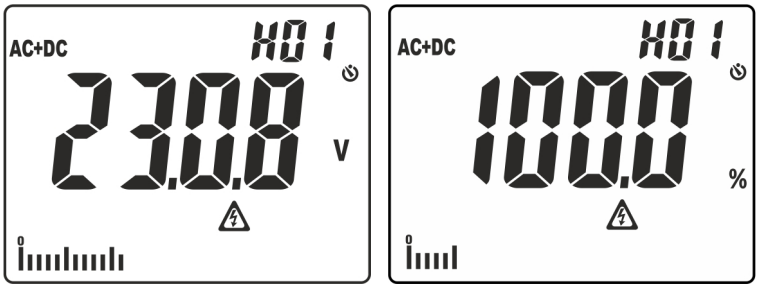


Fig. 3: Visualización amplitudes análisis armónico

- Pulsación prolongada de la tecla (al menos 2s) para activar la función **H_2O** (**H**igher **H**armonic **O**rdering) de ordenamiento de la amplitud de los armónicos. En tales condiciones, la función “HOLD” se activa automáticamente, el símbolo “o” aparece delante del orden del armónico visualizado indicando la habilitación de la función de Ordenamiento. La barra gráfica se deshabilita y el instrumento muestra el valor de las amplitudes de todos los armónicos comprendidos entre el valor CC y el 25° excluida la fundamental, en orden **decreciente** a partir del armónico de amplitud mayor como se muestra en la Fig. 4

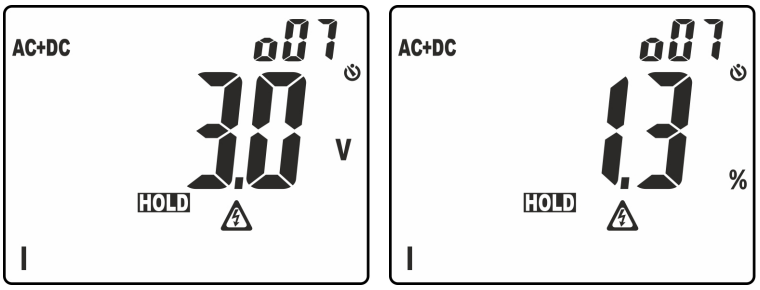


Fig. 4: Visualización ordenamiento amplitudes análisis armónico

En el ejemplo de Fig. 4 el armónico de amplitud mayor corresponde al orden 7. Pulse la tecla ▲ para observar las amplitudes de los armónicos restantes y pulse nuevamente la tecla **H/H%/H** para alternar entre la visualización en valores absolutos o porcentuales. Gire el selector para salir de la función

4.2.3. Tecla MODE/MXMNPK

La pulsación simple de la tecla **MODE/MXMNPK** permite las siguientes operaciones:

- Selección de los modos de medida “AUTO”, “AC”, “CC”, “AC+CC” y “FREQ” en las posiciones **V≂**, **LoZV≂**
- Selección de los modos de medida “AUTO”, “AC”, “CC” y “AC+CC”, “FREQ” y “IRC” (ver el § 4.2.8) en la posición
- Selección tipo de transductor de pinza en la medida de corriente entre las opciones “” (pinza estándar opcional) y “” (pinza flexible opcional) en la posición
- Selección medidas “AUTO” “TMR” y “PI” en la posición **MΩ** (ver el § 5.6)
- Selección medidas “AUTO” y “TMR” en la posición **LoΩ** (ver el § 5.7)
- Selección medida de Resistencia “Ω” o prueba de continuidad “” en la posición **Ω**

La pulsación prolongada (>2s) de la tecla **MODE/MXMNPK** permite la activación/desactivación de la obtención continua de los valores máximo (MAX), mínimo (MIN), pico positivo (Pk+), pico negativo (Pk-) de la magnitud (tensión o corriente) en examen. Los valores se actualizan continuamente y se presentan de forma cíclica a cada nueva pulsación de la tecla. Esta función no está activa en la posición Pulse de forma prolongada la tecla **MODE/MXMNPK** (>2s) o gire el selector para salir de la función.

4.2.4. Teclas ▼/ e ▲/ ZERO

La pulsación simple de las teclas ▼/ y **▲/ ZERO permite las siguientes operaciones**:

- Configuración del fondo escala del transductor de pinza flexible (accesorio opcional - opción “”) en la posición entre los valores: **30A, 300A, 3000A** para medida corriente CA
- Configuración del fondo escala del transductor de pinza estándar (opción “”) en la posición entre los valores: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para medida de corriente CA y CC
- Selección orden del armónico “CC ÷ 25°” en las posiciones **V≂**, **LoZV≂** y
- Selección del tiempo de cálculo del valor RMS en la función DIRC (ver el § 4.2.8)
- Configuración de los valores de umbral en las posiciones **MΩ y LoΩ**
- Al término de la medida de aislamiento desplaza los resultados (MΩ, Vgen, PI, DAR)

La pulsación prolongada (>2s) de la tecla ▼/ permite activar/desactivar la retroiluminación del visualizador. Esta función está activa en cualquier posición del selector y se desactiva automáticamente después de aproximadamente 2 minutos sin actividad. La pulsación prolongada (>2s) de la tecla **▲/ ZERO** permite las siguientes operaciones:

- Puesta a cero de la resistencia de los cables en la posición **LoΩ** (ver el § 5.7)
- Puesta a cero de la resistencia de los cables en la posición **Ω** (ver el § 5.4)

4.2.5. Tecla VTEST/LIM

La pulsación simple de la tecla **VTEST/LIM** permite las siguientes operaciones:

- Selección de la tensión de prueba en la medida de aislamiento entre las opciones: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC** en la posición **MΩ**

La pulsación prolongada (>2s) de la tecla **VTEST/LIM** permite las siguientes operaciones:

- Configuración del umbral mínimo en la medida de aislamiento entre las opciones: **no** (ningún umbral)**, 0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ** en la posición **MΩ**
- Configuración del umbral máximo para la medida de continuidad en el rango: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** en la posición **LoΩ**

4.2.6. Función LoZ

Este modo permite realizar la medida de la tensión CA/CC con una baja impedancia de entrada para eliminar las lecturas equivocadas debidas a tensiones parásitas por emparejamientos de tipo capacitivo.

ATENCIÓN

- Insertando el instrumento entre los conductores de fase y tierra, por efecto de la baja impedancia del instrumento en la medida, las protecciones diferenciales (RCD) pueden intervenir durante la realización de la prueba. Si se debe realizar esta prueba, realice preliminarmente una medida de al menos 5s entre fase y neutro en presencia de tensión
- **No deje conectado el instrumento durante más de 1min**

4.2.7. Función CA+CC

El instrumento es capaz de medir la eventual presencia de componentes alternas superpuestas a una genérica tensión o corriente continua. Esto puede ser de utilidad en la medida de las señales impulsivas típicas de cargas no lineares (ej.: soldadores, hornos, etc...).

4.2.8. Función corriente de arranque (INRUSH)

La medida de la corriente de arranque (ver el § 5.8) se entiende como reconocimiento de un evento detectado a la superación de un umbral de disparo. Si el valor instantáneo supera tal umbral (**fija igual al 1%FE de la pinza)** el instrumento muestra en pantalla el valor de Pico máximo (calculado en **1ms**) y el valor máximo RMS calculado con tiempo seleccionable entre: **16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms (default), 150ms, 175ms y 200ms**.

4.2.9. Deshabilitación función Autoapagado

A fin de conservar las pilas internas, el instrumento se apaga automáticamente después de aproximadamente 15 minutos sin utilizar. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** o gire el selector de la posición **OFF** para encender nuevamente el instrumento. Para desactivar el autoapagado opere como sigue:

- Apague el instrumento (**OFF**)
- Manteniendo pulsada ▲ encienda el instrumento. El símbolo "" desaparece del visualizador
- Apague y vuelva a encender el instrumento para habilitar nuevamente la función

4.2.10. Configuración fondo escala pinza flexible

El instrumento puede ser utilizado con transductor de pinza flexible (accesorio opcional). Para una correcta medida de corriente es **necesario** configurar el fondo escala de tensión de la pinza utilizada (haga referencia al manual de instrucciones del transductor para el valor correcto de fondo escala a configurar). Proceda como sigue:

1. Apague el instrumento (**OFF**)
2. Manteniendo pulsada la tecla **MODE/MXMNPK** encienda el instrumento girando el selector. La siguiente pantalla aparece en el visualizador:

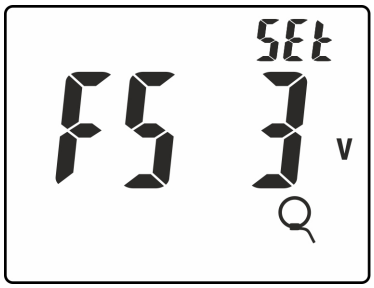


Fig. 5: Configuración fondo escala pinza flexible

3. Pulse las teclas ▼/☼ o ▲ para configurar el valor del fondo escala de la pinza utilizada entre las opciones: **3VAC** (modelo F3000U) o **1VAC** (otros modelos)
4. Pulse la tecla **GO/HOLD** para confirmar y volver a la pantalla de medida
5. Las configuraciones efectuadas se mantienen en cada encendido

5. INSTRUCCIONES OPERATIVAS

5.1. MEDIDA TENSIÓN CC

ATENCIÓN

La máxima tensión CC de entrada es de 1000V. No mida tensiones que excedan los límites indicados en este manual. La superación de los límites de tensión podría causar shocks eléctricos al usuario y daños al instrumento.

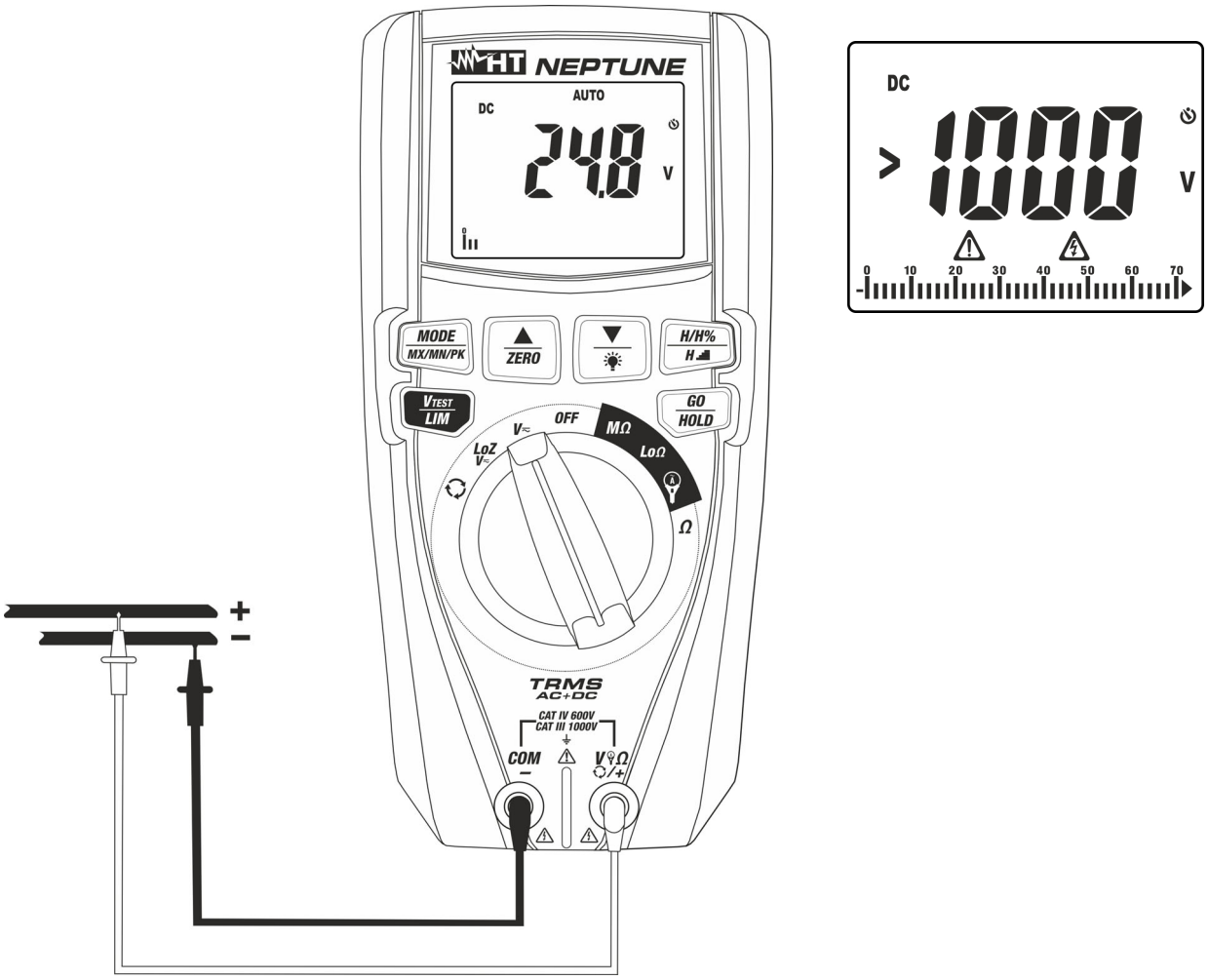


Fig. 6: Uso del instrumento para medida de Tensión CC

1. Seleccione la posición **V≂**
2. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ/+ y** el cable negro en el terminal de entrada **COM/–**
3. Posicione la punta roja y la punta negra respectivamente en los puntos a potencial positivo y negativo del circuito en examen (ver la Fig. 6). El valor de la tensión se muestra en el visualizador
4. Si en el visualizador se muestra el mensaje "**>1000V**" (ver la Fig. 6) se ha alcanzado el fondo escala del instrumento
5. La visualización del símbolo "**-**" en el visualizador del instrumento indica que la tensión tiene sentido opuesto respecto a la conexión de Fig. 6.
6. Para el uso de las funciones HOLD, MAX/MIN/PK vea el § 4.2

5.2. MEDIDA DE TENSIÓN CA, CA+CC

ATENCIÓN

La máxima tensión CA de entrada es de 1000V con respecto a tierra. No mida tensiones que excedan los límites indicados en este manual. La superación de los límites de tensión podría causar shocks eléctricos al usuario y daños al instrumento.

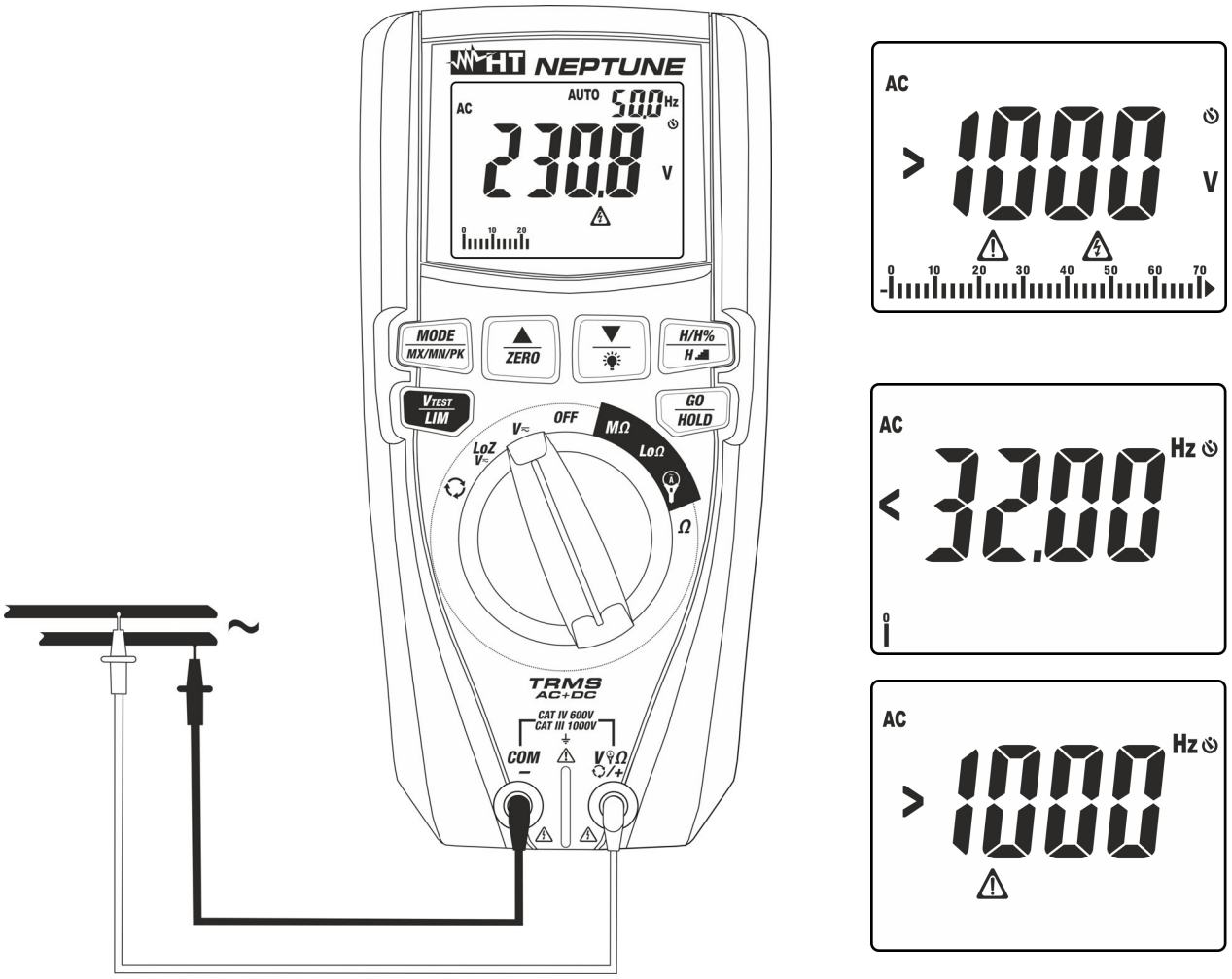


Fig. 7: Uso del instrumento para medida de Tensión CA

1. Seleccione la posición **V≂**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para visualizar el símbolo “AC” o “AC+CC” en pantalla. El instrumento dispone del reconocimiento automático de señales CA o CC
3. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ/+ y** el cable negro en el terminal de entrada **COM/**–
4. Posicione la punta roja y la punta negra respectivamente en los puntos del circuito en examen (ver la Fig. 7). El valor de la tensión se muestra en el visualizador. En la parte superior derecha del visualizador se muestra el valor de la frecuencia de la tensión. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para visualizar el valor de la frecuencia con mayor resolución
5. Si en el visualizador se muestra el mensaje "**>1000V**" (ver la Fig. 7) se ha alcanzado el fondo escala del instrumento
6. Si en el visualizador se visualizan los mensajes "**<32Hz**" o “**>1000Hz**” (ver la Fig. 7) el valor de la frecuencia está fuera del intervalo de medida **32Hz ÷ 1000Hz**
7. Para el uso de las funciones HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H▟ vea el §4.2

5.3. MEDIDA TENSIÓN CA, CC, CA+CC CON BAJA IMPEDANCIA (LOZ)

ATENCIÓN

La máxima tensión CA/CC de entrada es de 1000V con respecto a tierra. No mida tensiones que excedan los límites indicados en este manual. La superación de los límites de tensión podría causar shocks eléctricos al usuario y daños al instrumento

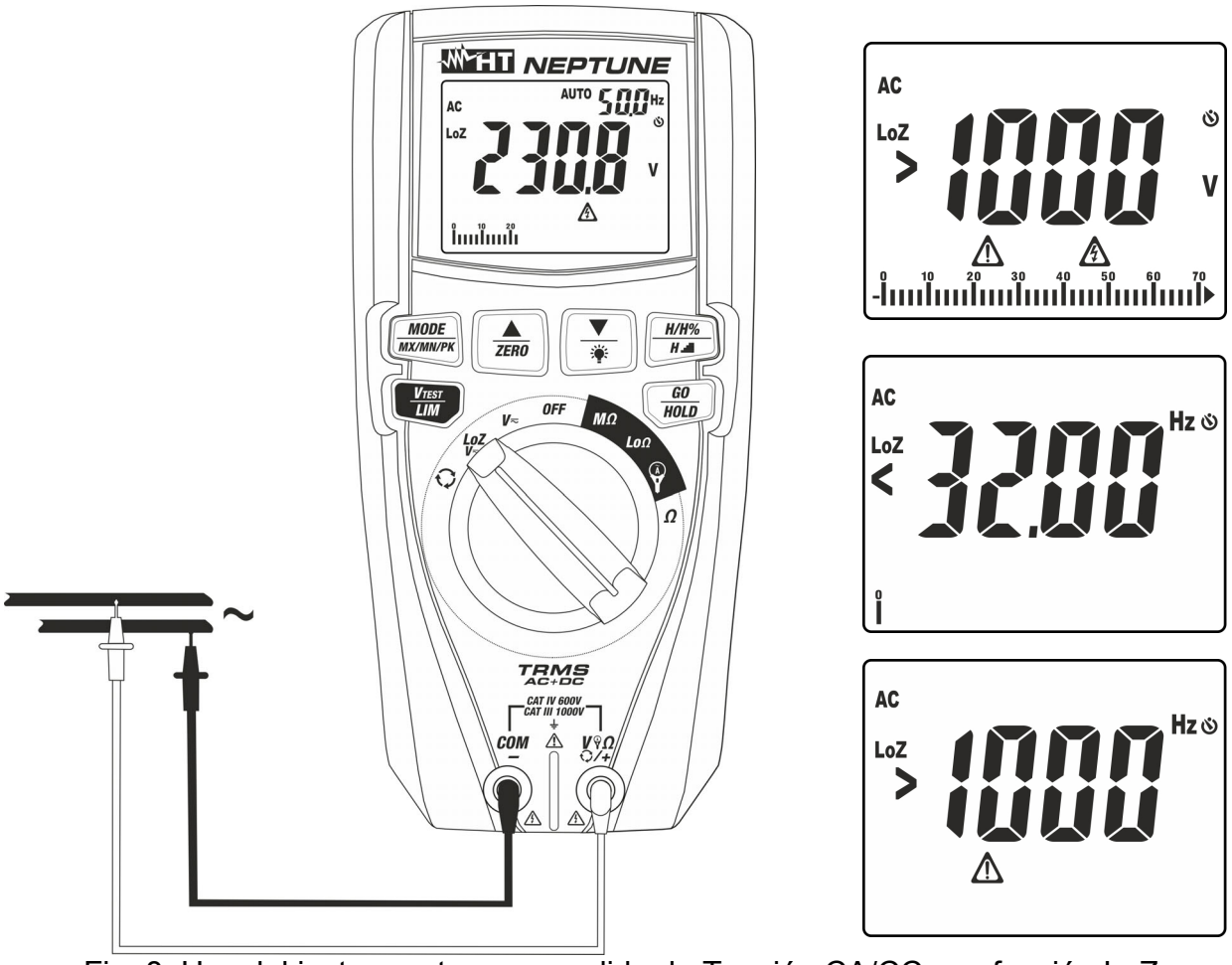


Fig. 8: Uso del instrumento para medida de Tensión CA/CC con función LoZ

1. Seleccione la posición **LoZV≂**. Los símbolos “LoZ” y “CC” aparecen en pantalla
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para seleccionar eventualmente la medida “AC” o “AC+CC”. El instrumento dispone en cualquier caso del reconocimiento automático de señales CA o CC
3. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el cable negro en el terminal de entrada **COM/**–
4. Posicione la punta roja y la punta negra respectivamente en los puntos del circuito en examen (ver la Fig. 8) para la medida de tensión CA o bien en los puntos a potencial positivo y negativo del circuito en examen (vea el Fig. 6) para medida de tensión CC. El valor de la tensión se muestra en el visualizador. En la parte superior derecha del visualizador se muestra el valor de la frecuencia de la tensión. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para visualizar el valor de la frecuencia con mayor resolución
5. Si en el visualizador se visualizan los mensajes "**<32Hz**" o “**>1000Hz**” (vea la Fig. 8) el valor de la frecuencia está fuera del intervalo de medida **32Hz ÷ 1000Hz**
6. La visualización del símbolo "**-**" en el visualizador del instrumento indica que la tensión tiene sentido opuesto respecto a la conexión de Fig. 6
7. Para el uso de las funciones HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H vea el § 4.2

5.4. MEDIDA DE RESISTENCIA Y PRUEBA DE CONTINUIDAD

ATENCIÓN

Antes de efectuar cualquier medida de resistencia asegúrese de que el circuito en examen no esté alimentado y que eventuales condensadores presentes estén descargados.

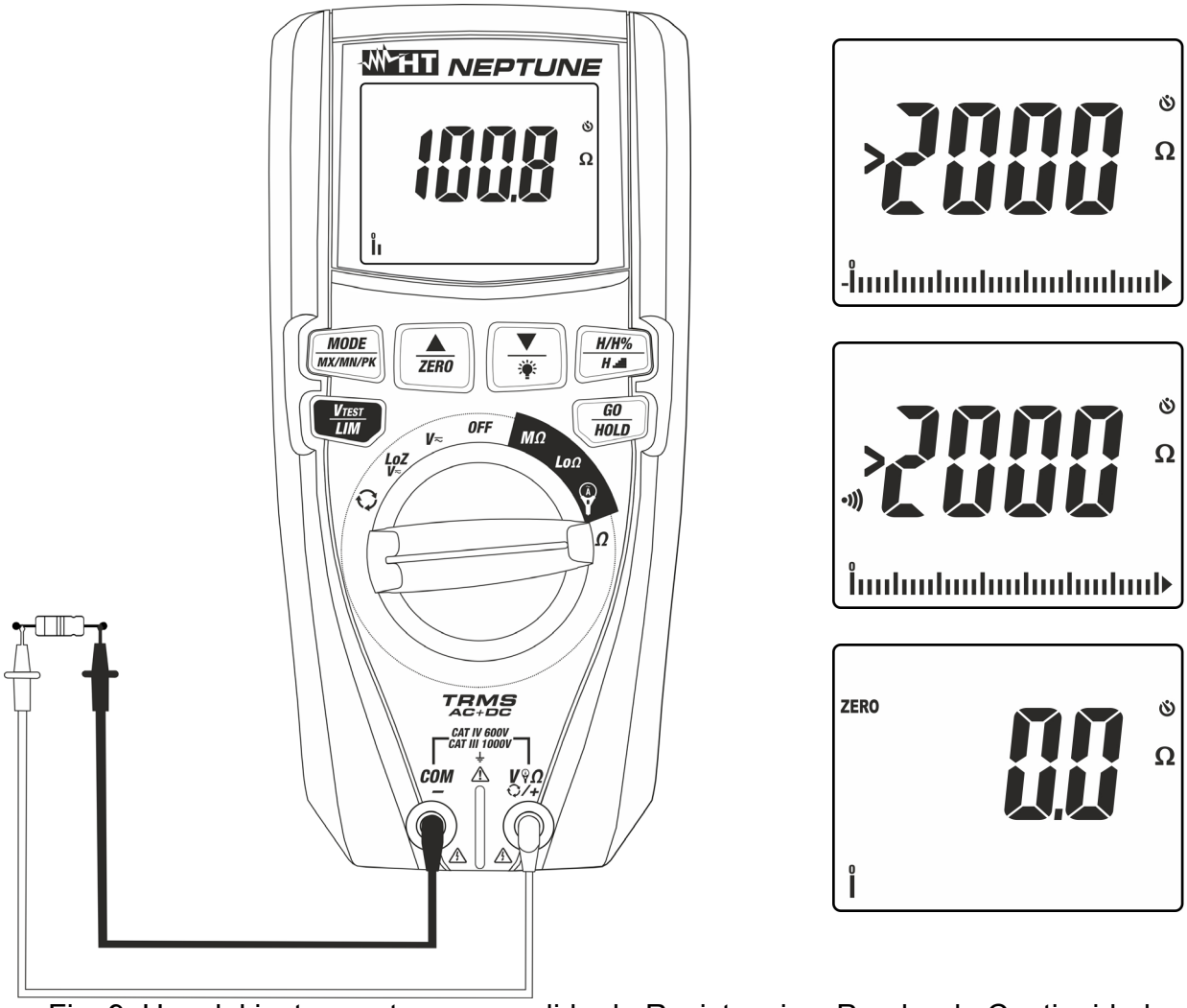


Fig. 9: Uso del instrumento para medida de Resistencia y Prueba de Continuidad

1. Seleccione la posición **Ω**
2. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ/+ y** el cable negro en el terminal de entrada **COM/**–
3. Cortocircuite eventualmente las puntas de prueba y pulse la tecla **▲/ZERO** para poner a cero la resistencia de los cables de medida. El símbolo “ZERO” aparece en el visualizador
4. Posicione las puntas en los puntos deseados del circuito en examen (ver la Fig. 9). El valor de la resistencia se muestra en pantalla
5. Si en el visualizador se muestra el mensaje **">2000Ω"** (ver la Fig. 9) se ha alcanzado el fondo escala del instrumento
6. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK para seleccionar** la medida “•))” relativa al prueba de continuidad y posicione las puntas en los puntos deseados del circuito en examen
7. El valor de la resistencia (sólo indicativo) se muestra en el visualizador expresado en Ω y el instrumento emite una señal acústica si el valor de la resistencia resulta <30Ω
8. Para el uso de las funciones HOLD, MAX/MIN, H/H%/H▟ vea el § 4.2

5.5. SENTIDO CÍCLICO Y CONCORDANCIA DE LAS FASES A 1 TERMINAL

ATENCIÓN

- La tensión CA de entrada para realizar esta prueba debe estar comprendida en el intervalo **100V ÷ 1000V** con frecuencia comprendida en el intervalo **42.5Hz ÷ 69Hz**
- La prueba puede ser realizada sólo **tocando** las partes **metálicas de los conductores**

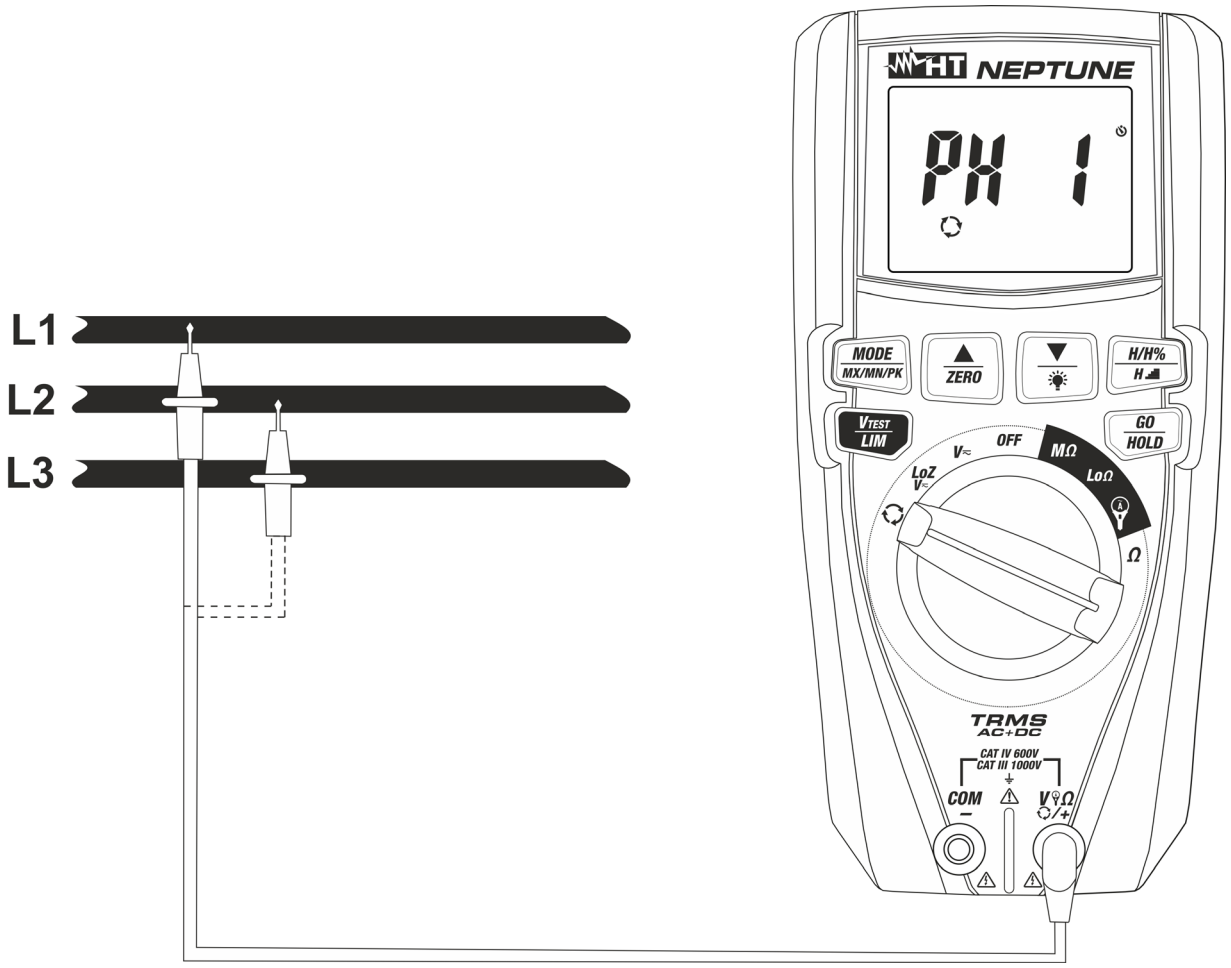


Fig. 10: Uso del instrumento para prueba de sentido cíclico y concordancia de las fases

1. Seleccione la posición ↻. El mensaje "**PH 1**" parpadea en pantalla
2. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ↻/+**
3. Posicione la punta roja sobre la fase **L1** del sistema trifásico en examen (ver la Fig. 10). Los siguientes mensajes pueden ser mostrados en pantalla (ver la Fig. 11) identificando la presencia de una señal de tensión con frecuencia externa al intervalo **42.5Hz ÷ 69Hz** En tales condiciones el instrumento no realiza la prueba

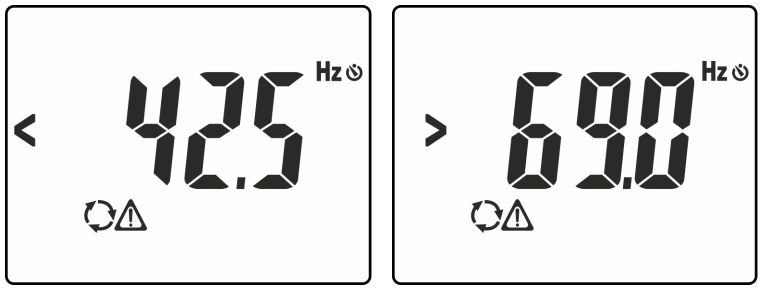


Fig. 11: Señalación de tensión con frecuencia errónea

4. En condiciones correctas de tensión y frecuencia, el instrumento muestra el mensaje "**HOLD**", los símbolos ⧗ y "PH1" y emite un sonido continuo en espera del reconocimiento de un valor estable de tensión sobre la fase L1 (ver la Fig. 12 – parte izquierda)

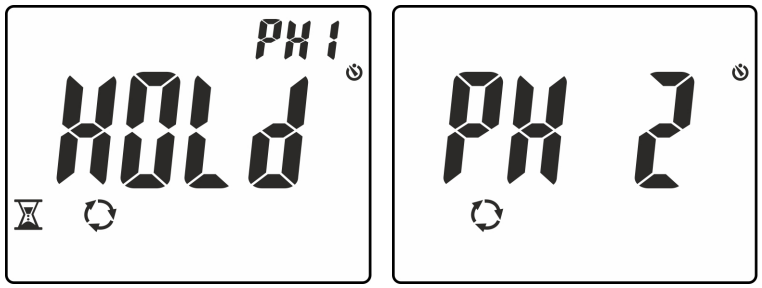


Fig. 12: Reconocimiento fase L1 y espera para fase L2

5. **No retire la punta de la fase L1** hasta la visualización del mensaje "**PH 2**" parpadeante en pantalla (vea la Fig. 12 – parte derecha)

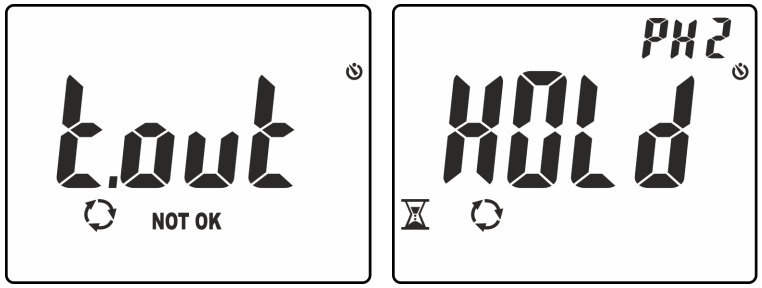


Fig. 13: Reconocimiento fase L1 y espera para fase L2

6. Posicione la punta roja sobre la fase **L2** del sistema trifásico en examen (vea la Fig. 10). En el caso en el que el paso entre la fase L1 y la fase L2 ocurra en un tiempo superior a **10s** el instrumento muestra el mensaje "**t.out**" en pantalla (ver la Fig. 13 – parte izquierda) En condiciones correctas de tensión y frecuencia, el instrumento muestra el mensaje "**HOLD**", los símbolos ⧗ y "PH2" y emite un sonido continuo en espera del reconocimiento de un valor estable de tensión sobre la fase L2 (ver la Fig. 13 – parte derecha)
7. Al reconocimiento del valor estable de tensión sobre la fase L2 el instrumento muestra automáticamente el mensaje "**1.2.3.**" (test OK) o el mensaje "**2.1.3**" (test NOT OK) como se muestra en la Fig. 14

Fig. 14: Resultados de la prueba de secuencia y concordancia de las fases

8. En el caso en el que sea necesario verificar la concordancia de las fases entre dos sistemas trifásicos en paralelo, después del reconocimiento de la fase L1 del primer sistema, posicione la punta sobre la fase L1 del segundo sistema. El resultado final correcto es el mensaje "**1.1-**" (ver la Fig. 14 – parte derecha)

5.6. MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Esta función se realiza según la norma IEC/EN61557-2 / UNE20460, permite la medida de la resistencia de aislamiento en las instalaciones eléctricas y en las aplicaciones industriales en las que sea necesario realizar la prueba de duración (ver el § 9.2). Están disponibles las siguientes modalidades de funcionamiento:

- **AUTO** la prueba prosigue hasta obtener un resultado estable (duración mínima 3s, max 15s) o hasta que la tecla **GO/HOLD** está pulsado. Modalidad aconsejada
- **TMR** la prueba se realiza en modo continuo para la duración (timer) configurada entre los valores: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**
- **PI** la prueba se realiza en modo continuo para la duración (timer) configurada entre los valores: **1min,10min**. Si el tiempo configurado es **1min** el instrumento mostrará el valor del parámetro **DAR** (absorción dieléctrica) (ver el § 9.2.2). Si el tiempo configurado es **10min** el instrumento mostrará el valor del parámetro **PI** (Índice de Polarización) (ver el § 9.2.1)

Modo AUTO

ATENCIÓN

- Verifique que el circuito en examen no esté alimentado y que todas las eventuales cargas estén desconectadas antes de efectuar la medida de aislamiento
- Se recomienda empuñar el cocodrilo respetando la zona de seguridad identificada por la barrera paramano

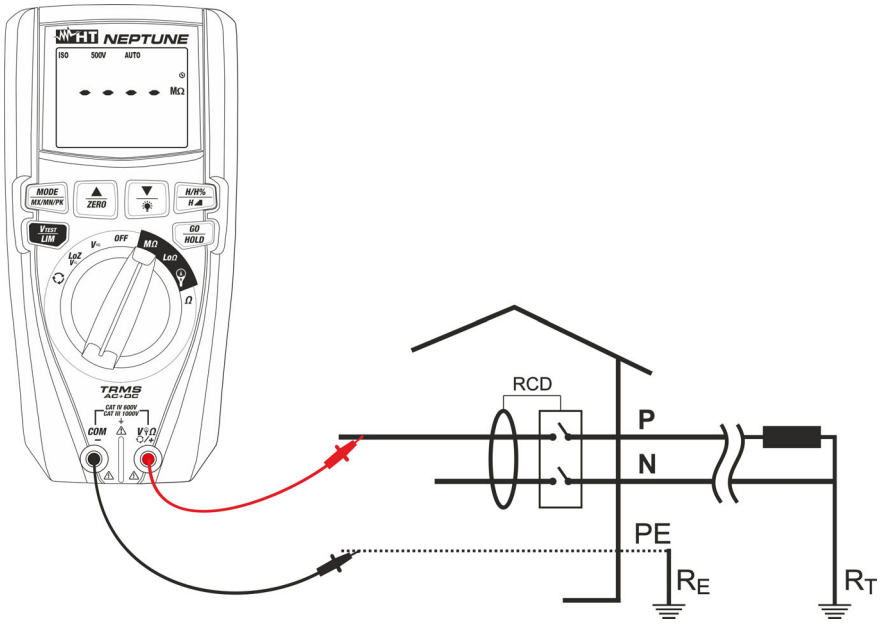


Fig. 15: Uso del instrumento para medida de resistencia de aislamiento en modo AUTO

1. Seleccione la posición **MΩ**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** y seleccione la opción “AUTO”
3. Pulse la tecla **VTEST/LIM** para configurar la tensión de prueba entre los valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC.** Note el valor en la parte superior del visualizador
4. Pulse y mantenga pulsada la tecla **VTEST/LIM** (>2s) para configurar el umbral límite mínimo sobre la medida. El símbolo “Set” parpadea en pantalla

5. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para seleccionar el valor entre las opciones: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. La opción "**no**" indica la no configuración del umbral (vea la Fig. 16)

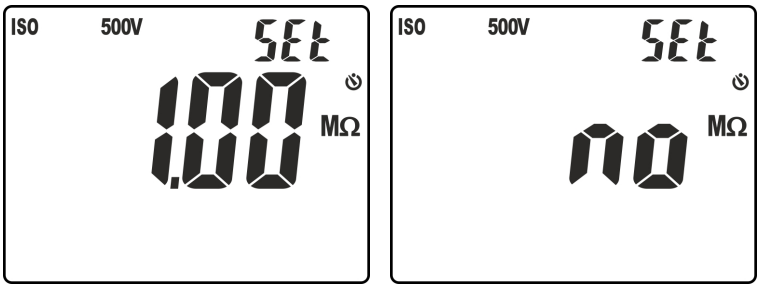


Fig. 16: Configuración umbral límite en la medida de aislamiento

6. Pulse la tecla **GO/HOLD** para confirmar y salir de la configuración. El instrumento emite un sonido continuo durante unos segundos
7. Inserte el conductor rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el conductor negro en el terminal de entrada **COM/**– y eventuales terminales de cocodrilo y conecte el instrumento a la instalación en examen (vea la Fig. 15)
8. Pulse la tecla **GO/HOLD para activar la prueba**. La siguiente pantalla puede ser mostrada en el visualizador señalando la presencia de una tensión **>10V** presente en los terminales de entrada que bloquea el desarrollo de la prueba

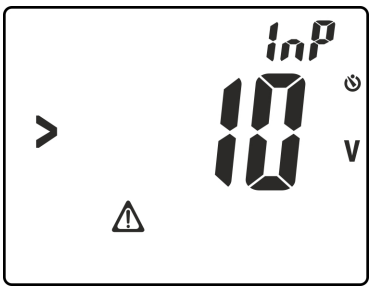


Fig. 17: Presencia tensión en los terminales de entrada

9. En ausencia de condiciones anómalas el instrumento realiza la prueba mientras continúe pulsada la tecla **GO/HOLD o bien** tiene una duración de aproximadamente 3s se detiene inmediatamente, el símbolo ⧗ parpadea en pantalla y el instrumento emite un sonido intermitente. Al término de la prueba las siguientes pantallas se muestran en el visualizador

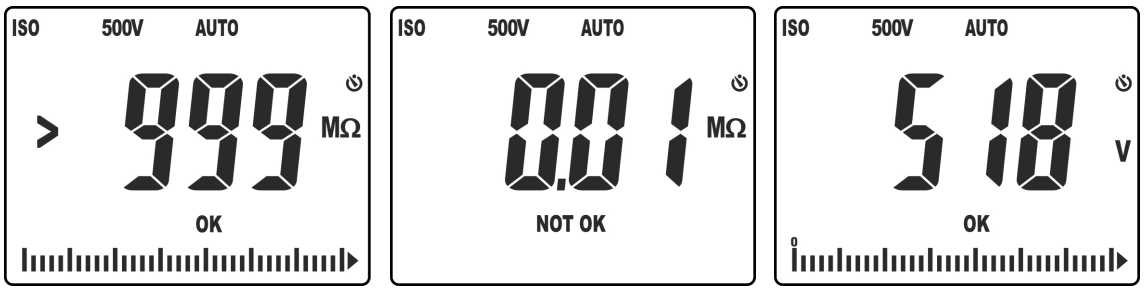


Fig. 18: Resultados de la medida de aislamiento en modo AUTO

10. En la pantalla de Fig. 18 – parte izquierda aparece el valor de la resistencia de aislamiento (el símbolo "**>999**" indica la condición de fuera escala) con resultado positivo "OK" (valor superior al umbral configurado). En la pantalla de Fig. 18 – parte derecha aparece el valor de la resistencia de aislamiento con resultado negativo "NOT OK" (valor inferior al umbral configurado)
11. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para visualizar la tensión real aplicada

Modo TMR

ATENCIÓN

- Verifique que el circuito en examen no esté alimentado y que todas las eventuales cargas estén desconectadas antes de efectuar la medida de aislamiento
- Se recomienda empuñar el cocodrilo respetando la zona de seguridad identificada por la barrera paramano

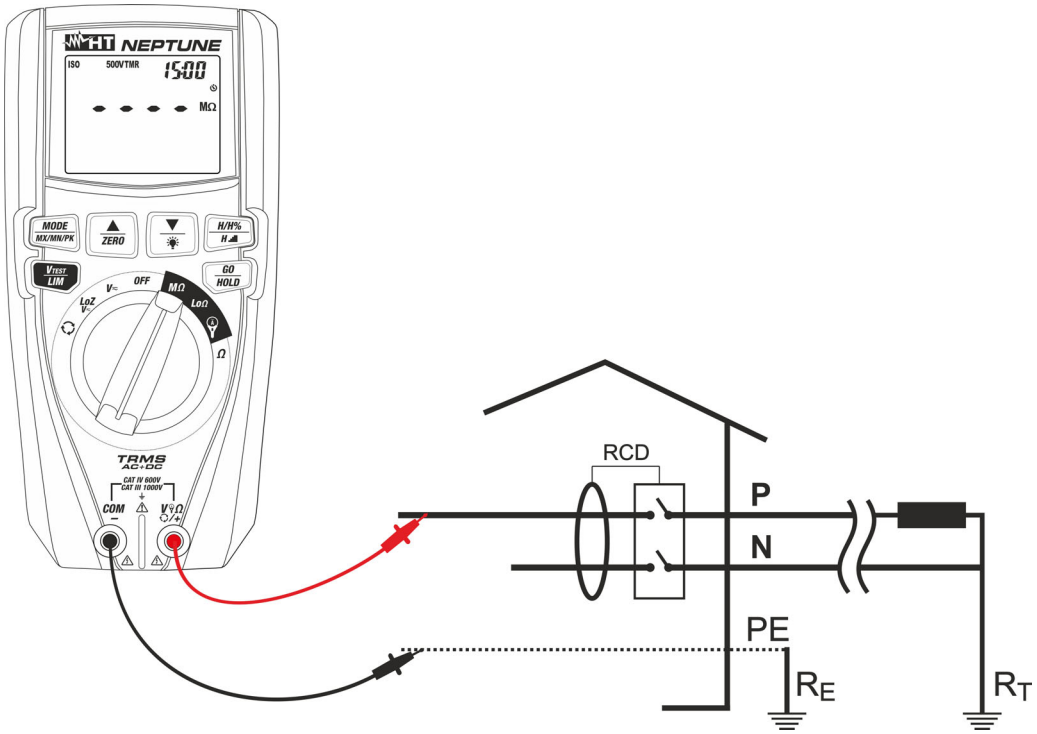


Fig. 19: Uso del instrumento para medida resistencia de aislamiento en modo TMR

1. Seleccione la posición **MΩ**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** y seleccione la opción “TMR”
3. Pulse la tecla **VTEST/LIM** para configurar la tensión de prueba entre los valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC**. Note el valor en la parte superior del visualizador
4. Pulse y mantenga pulsada la tecla **VTEST/LIM** (>2s) para configurar el umbral límite mínimo sobre la medida. El símbolo “Set” parpadea en pantalla. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para seleccionar el valor entre las opciones: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. La opción “**no**” indica la no configuración del umbral (ver la Fig. 16)
5. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para configurar el tiempo de medida (Timer) eligiendo entre las opciones: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**. Note el valor en la parte superior derecha del visualizador (ver la Fig. 20)

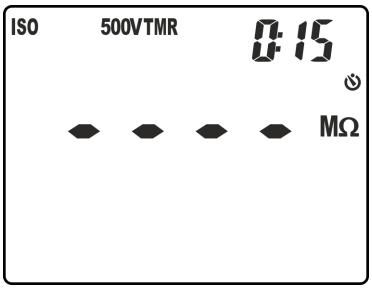


Fig. 20: Configuración tiempo de medida en modo TMR

6. Inserte el conductor rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el conductor negro en el terminal de entrada **COM/**– y eventuales terminales de cocodrilo y conecte el instrumento a la instalación en examen (ver la Fig. 19)
7. Pulse la tecla **GO/HOLD para activar la prueba**. La pantalla de Fig. 17 puede ser mostrada en el visualizador señalando la presencia de una tensión **>10V** presente en los terminales de entrada que bloquea el desarrollo de la prueba
8. En ausencia de condiciones anómalas el instrumento realiza la prueba en modo continuo con cuenta atrás (hasta el tiempo "0:00") durante toda la duración del temporizador configurado, el símbolo ⧗ parpadea en pantalla y el instrumento emite un sonido intermitente. Al término de la prueba las siguientes pantallas se muestran en el visualizador

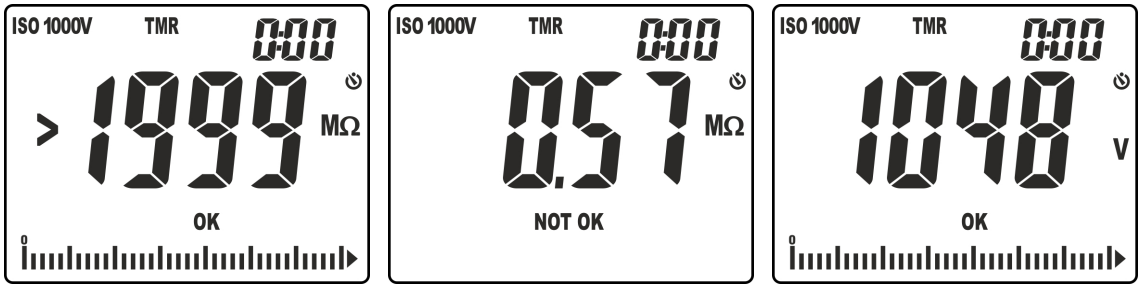


Fig. 21: Resultados de la medida de aislamiento en modo TMR

9. En la pantalla de Fig. 21 – parte izquierda aparece el valor de la resistencia de aislamiento (el símbolo "**>1999**" indica la condición de fuera escala) al término de la medida con resultado positivo "OK" (valor superior al umbral configurado). En la pantalla de Fig. 21 – parte derecha aparece el valor de la resistencia de aislamiento al término de la medida con resultado negativo "NOT OK" (valor inferior al umbral configurado)
10. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para visualizar la tensión real aplicada

Modo PI

El modo PI se indica para realizar la prueba de diagnóstico de duración sobre los materiales (instrumentación, cables eléctricos, etc...) a fin de valorar la calidad del aislamiento. El objetivo es la valoración de los siguientes coeficientes:

- Índice de Polarización (PI) definido como:

$$PI = \frac{Riso\,(10\,\mathrm{min})}{Riso\,(1\,\mathrm{min})}$$

- Relación de Absorción Dieléctrica (DAR) definida como:

$$DAR = \frac{Riso\,(1\,\mathrm{min})}{Riso\,(30s)}$$

Vea el § 9.2.1 y el § 9.2.2 para más detalles.

ATENCIÓN

- Verifique que el circuito en examen no esté alimentado y que todas las eventuales cargas estén desconectadas antes de efectuar la medida de aislamiento
- Se recomienda empuñar el cocodrilo respetando la zona de seguridad identificada por la barrera paramano

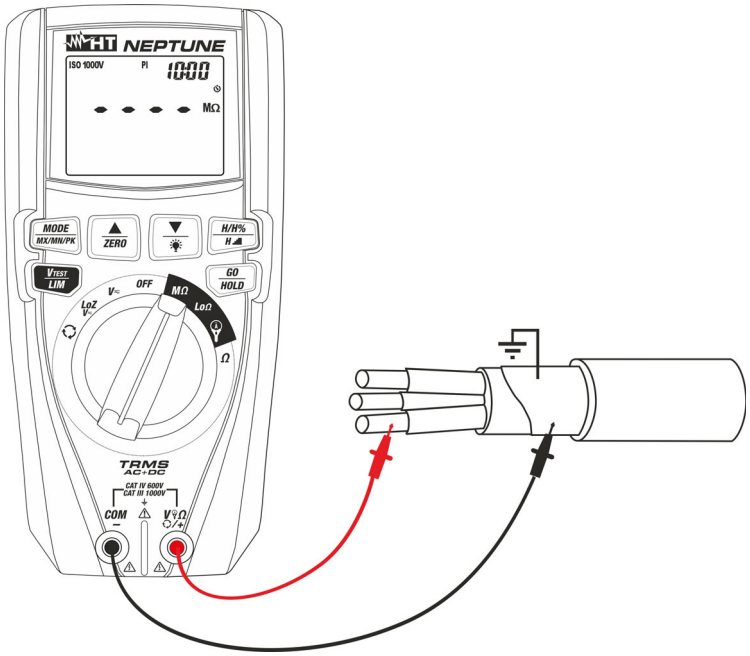


Fig. 22: Uso del instrumento para medida resistencia de aislamiento en modo PI

1. Seleccione la posición **MΩ**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** y seleccione la opción “PI”
3. Pulse la tecla **VTEST/LIM** para configurar la tensión de prueba entre los valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC.** Note el valor en la parte superior del visualizador
4. Pulse y mantenga pulsada la tecla **VTEST/LIM** (>2s) para configurar el umbral límite mínimo sobre la medida. El símbolo “Set” parpadea en pantalla. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para seleccionar el valor entre las opciones: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. La opción “**no**” indica la no configuración del umbral (ver la Fig. 16)
5. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para configurar el tiempo de medida (Timer) eligiendo entre las opciones: **1min** (para medida DAR) o **10min** (para medida PI). Note el valor en la parte superior derecha del visualizador (ver la Fig. 20)
6. Inserte el conductor rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el conductor negro en el terminal de entrada **COM/–** y eventuales terminales de cocodrilo y conecte el instrumento a la instrumentación en examen (vea la Fig. 22)
7. Pulse la tecla **GO/HOLD para activar la prueba**. La pantalla de Fig. 17 puede ser mostrada en el visualizador señalando la presencia de una tensión **>10V** presente en los terminales de entrada que bloquea el desarrollo de la prueba
8. En ausencia de condiciones anómalas el instrumento realiza la prueba en modo continuo con cuenta atrás (hasta el tiempo “0:00”) durante toda la duración del timer configurado, el símbolo ⧗ parpadea en pantalla y el instrumento emite un sonido intermitente. Al término de la prueba las siguientes pantallas se muestran en el visualizador

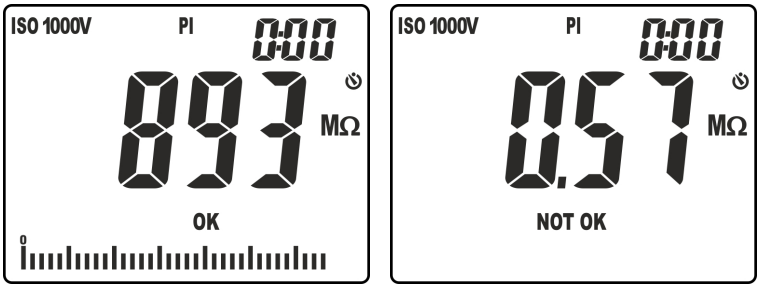


Fig. 23: Resultados de la medida de aislamiento en modo PI

9. En la pantalla de Fig. 23 – parte izquierda aparece el valor de la resistencia de aislamiento al término de la medida con resultado positivo “OK” (valor superior al umbral configurado). En la pantalla de Fig. 23 – parte derecha aparece el valor de la resistencia de aislamiento al término de la medida con resultado negativo “NOT OK” (valor inferior al umbral configurado)
10. Pulse las teclas ▼/💡 o **▲/ZERO** para visualizar la tensión real aplicada, el valor del parámetro PI o el valor del parámetro DAR (ver la Fig. 24)

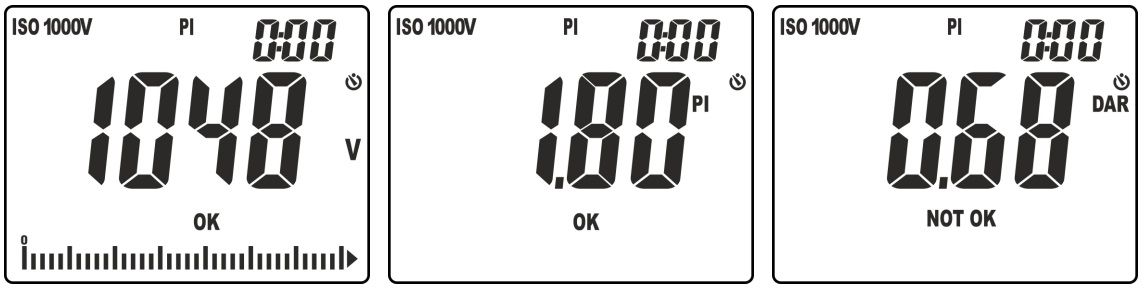


Fig. 24: Resultados de la medida de PI y DAR

5.7. CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN CON 200MA

Esta función se realiza según la norma IEC/EN61557-4 y permite la medida de la continuidad de los conductores de protección y equipotenciales). Están disponibles las siguientes modalidades de funcionamiento:

- **AUTO** la prueba se activa pulsando la tecla **GO/HOLD** y el resultado se muestra inmediatamente en pantalla después de la comparación con el valor de umbral límite máximo configurado. Modalidad aconsejada
- **TMR** la prueba se realiza en modo continuo para la duración (timer) configurada en el rango **1s ÷ 30s y** el resultado se muestra en pantalla después de la comparación con el valor de umbral límite máximo configurado
- **ZERO** compensación de la resistencia de los cables utilizados para la medición, el instrumento sustrae automáticamente el valor de la resistencia de los cables al valor de resistencia medido. Es por lo tanto necesario que tal valor se mida (mediante la función **ZERO**) cada vez que los cables de medida se cambian o alargan

Modo AUTO

ATENCIÓN

- Verifique que el circuito en examen no esté alimentado y que todas las eventuales cargas estén desconectadas antes de efectuar la medida de aislamiento
- La prueba de continuidad se realiza inyectando una corriente superior a 200mA para resistencias no superiores a **5Ω** (comprendida la resistencia de los cables de medida). Para valores de resistencia superiores el instrumento realiza la prueba con una corriente inferior a 200mA

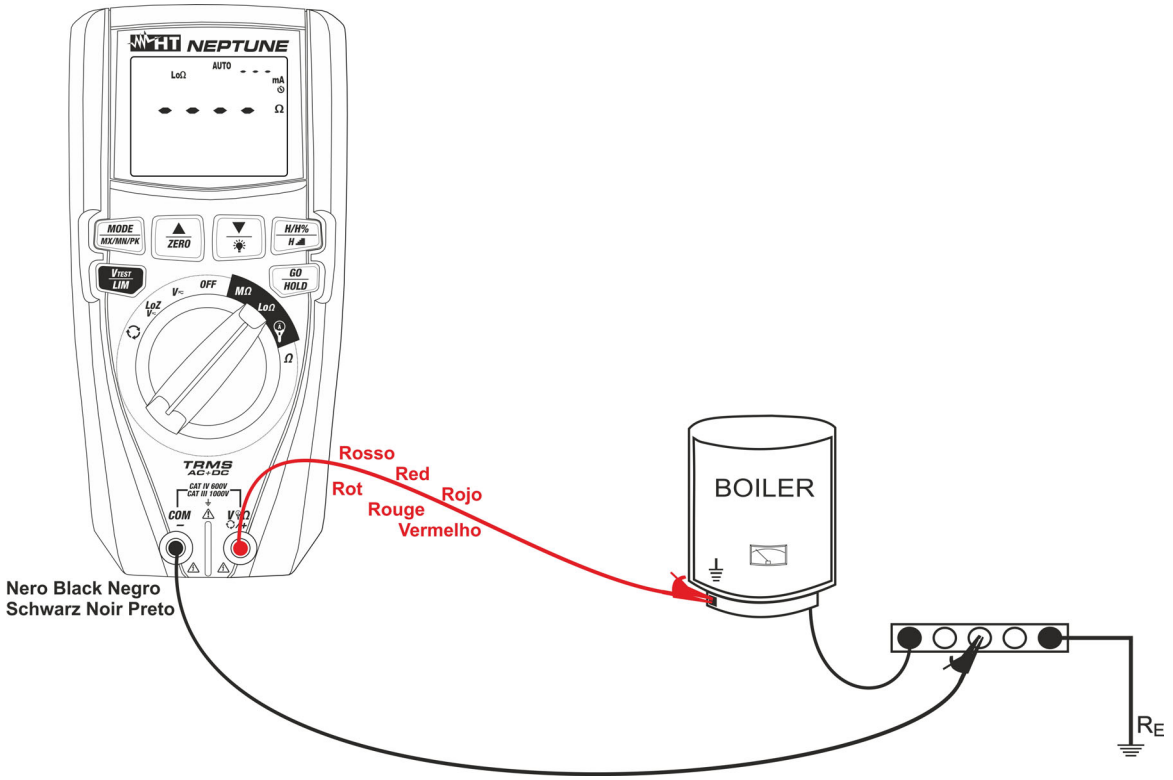


Fig. 25: Uso del instrumento para medida continuidad en modo AUTO

1. Seleccione la posición **LoΩ**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** y seleccione la opción “AUTO”
3. Pulse y mantenga pulsada la tecla **VTEST/LIM** (>2s) para configurar el umbral límite máximo sobre la medida. El símbolo “Set” parpadea en pantalla
4. Pulse las teclas ▼/ o **▲/ZERO** para seleccionar el valor comprendido en el rango: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (ver la Fig. 26)

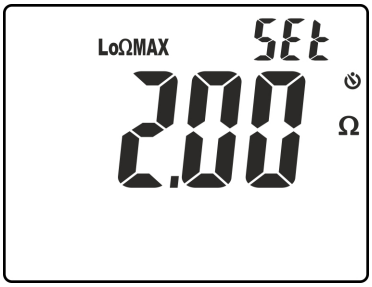


Fig. 26: Configuración umbral límite en la medida de continuidad

5. Pulse la tecla **GO/HOLD** para confirmar y salir de la configuración. El instrumento emite un sonido continuo durante unos segundos
6. Realice eventualmente la compensación de los cables de prueba (ver el § 5.7.1)
7. Inserte el conductor rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el conductor negro en el terminal de entrada **COM/**– y conecte el instrumento a la instalación (ver la Fig. 25)
8. Pulse la tecla **GO/HOLD para activar la prueba**. La siguiente pantalla puede ser mostrada en el visualizador señalando la presencia de una tensión **>10V** presente en los terminales de entrada que bloquea el desarrollo de la prueba

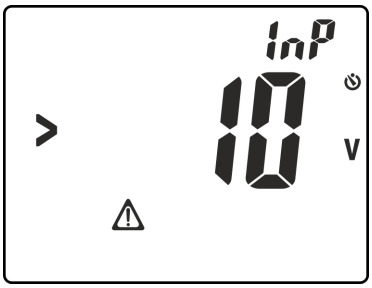


Fig. 27: Presencia tensión en los terminales de entrada

9. En ausencia de condiciones anómalas el instrumento realiza la prueba y el símbolo ⧗ parpadea en pantalla. Al término de la prueba las siguientes pantallas se muestran en el visualizador

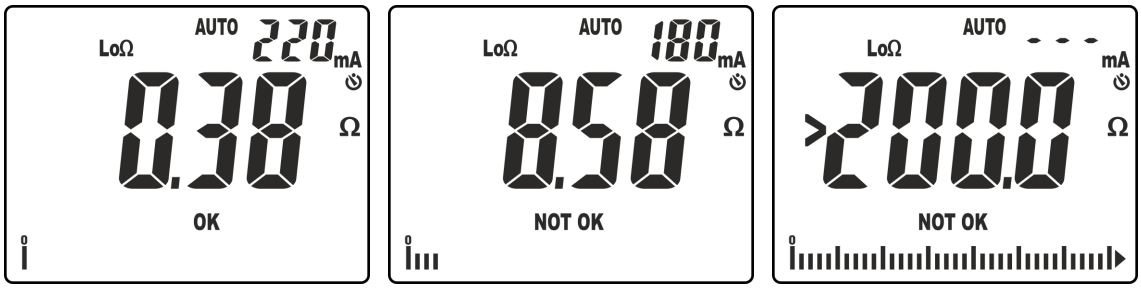


Fig. 28: Resultados de la medida de continuidad en modo AUTO

10. En la pantalla de Fig. 28 – parte izquierda aparece un resultado positivo de la prueba “OK” (valor menor del umbral configurado y corriente de prueba >200mA). En la pantalla de Fig. 28 – parte central aparece un resultado negativo de la prueba “NOT OK” (valor superior al umbral configurado y corriente de prueba <200mA). En la pantalla de Fig. 28 – parte derecha aparece resultado negativo “NOT OK” correspondiente al fuera escala (símbolo “**>200.0**”

Modo TMR

ATENCIÓN

- Verifique que el circuito en examen no esté alimentado y que todas las eventuales cargas estén desconectadas antes de efectuar la medida de aislamiento
- La prueba de continuidad se realiza inyectando una corriente superior a 200mA para resistencias no superiores a **5Ω** (comprendida la resistencia de los cables de medida). Para valores de resistencia superiores el instrumento realiza la prueba con una corriente inferior a 200mA

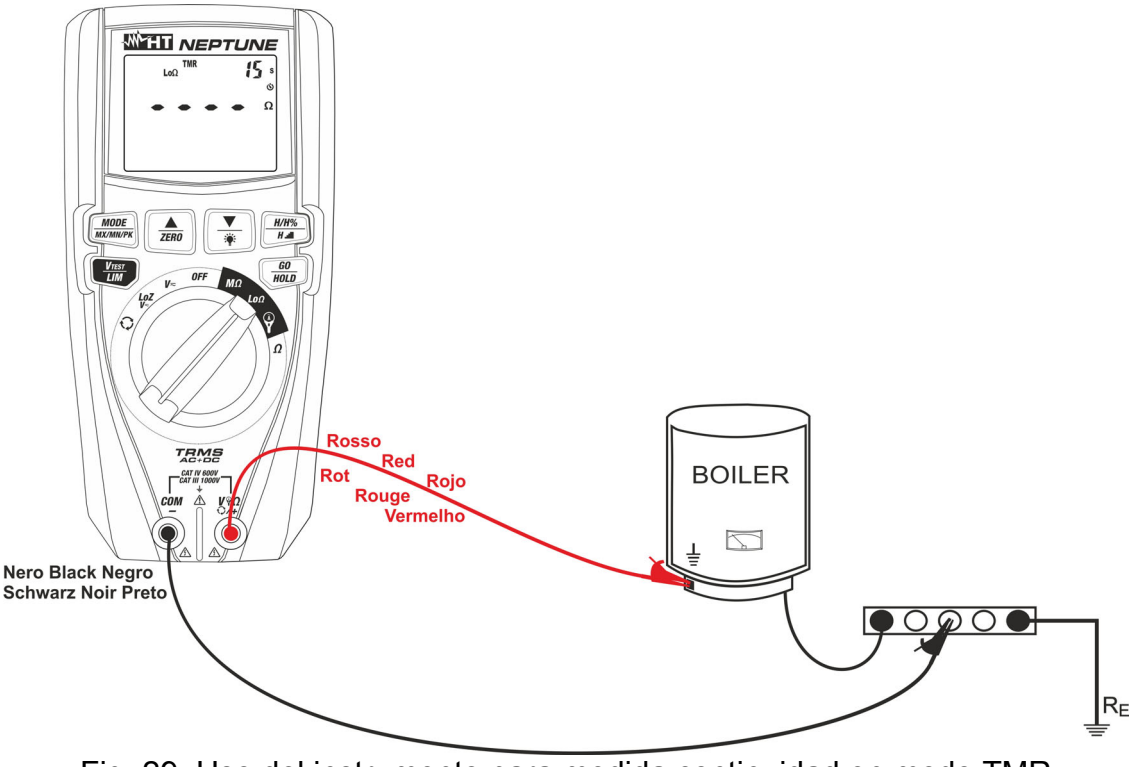


Fig. 29: Uso del instrumento para medida continuidad en modo TMR

1. Seleccione la posición **LoΩ**
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** y seleccione la opción “TMR”
3. Pulse y mantenga pulsada la tecla **VTEST/LIM** (>2s) para configurar el umbral límite máximo sobre la medida. El símbolo “Set” parpadea en pantalla
4. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para seleccionar el valor comprendido en el rango: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (ver la Fig. 26)
5. Pulse las teclas ▼/☼ o **▲/ZERO** para configurar el tiempo de medida (Timer) en el rango: **1s ÷ 30s**. Note el valor en la parte superior derecha del visualizador (ver la Fig. 30)

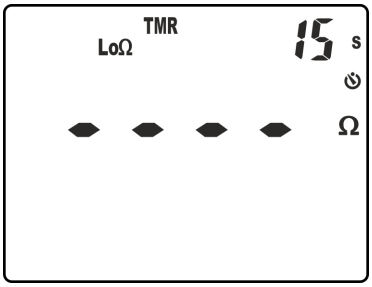


Fig. 30: Configuración tiempo de medida en modo TMR

6. Realice eventualmente la compensación de los cables de prueba (ver el § 5.7.1)
7. Inserte el conductor rojo en el terminal de entrada **V⏚Ω⟳/+** y el conductor negro en el terminal de entrada **COM/**– y conecte el instrumento a la instalación en examen (ver la Fig. 29)
8. Pulse la tecla **GO/HOLD para activar la prueba**. La pantalla de Fig. 27 puede ser mostrada en el visualizador señalando la presencia de una tensión **>10V** presente en los terminales de entrada que bloquea el desarrollo de la prueba
9. En ausencia de condiciones anómalas el instrumento realiza la prueba en modo continuo con cuenta atrás (hasta el tiempo “0”) durante toda la duración del timer configurado y el símbolo ⌛ parpadea en pantalla. Al término de la prueba las siguientes pantallas se muestran en el visualizador:

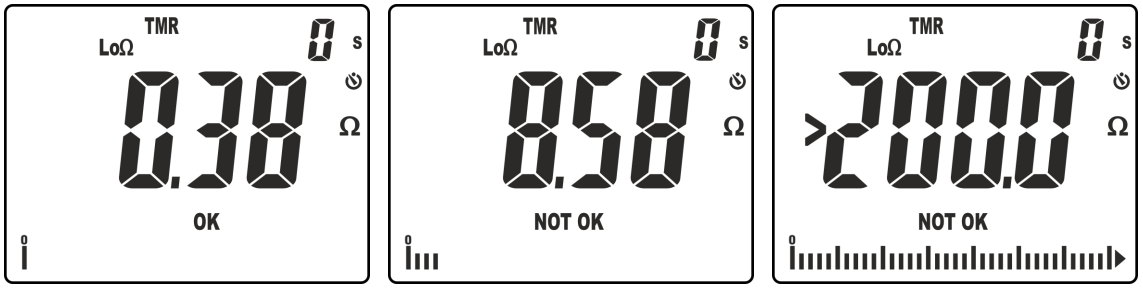


Fig. 31: Resultados de la medida de continuidad en modo TMR

10. En la pantalla de Fig. 31 – parte izquierda aparece un resultado positivo de la prueba “OK” (valor menor del umbral configurado y corriente de prueba >200mA). En la pantalla de Fig. 31– parte central aparece un resultado negativo de la prueba “NOT OK” (valor superior al umbral configurado y corriente de prueba <200mA). En la pantalla de Fig. 31 – parte derecha aparece resultado negativo “NOT OK” correspondiente al fuera escala (símbolo “**>200.0**”)

5.7.1. Función ZERO – Puesta a cero de la resistencia de los cables de prueba

En cualquier modo de funcionamiento (AUTO, TMR) es posible efectuar la puesta a cero preliminar de la resistencia de los cables de prueba antes de realizar las medidas de continuidad. Esta operación se recomienda al primer uso de los cables de prueba en dotación y si fuera necesario usar cables distintos (por ejemplo prolongaciones) de los cables en dotación. La operación es posible **sólo para resistencia de los cables de prueba <5.00Ω.**

1. Seleccione la posición **LoΩ**
2. Inserte los cables de medida en los terminales de entrada **VΩ/+** y **COM/–**, conecte los terminales de cocodrilo y cortocircuite los extremos de los cables entre sí (ver la Fig. 32)

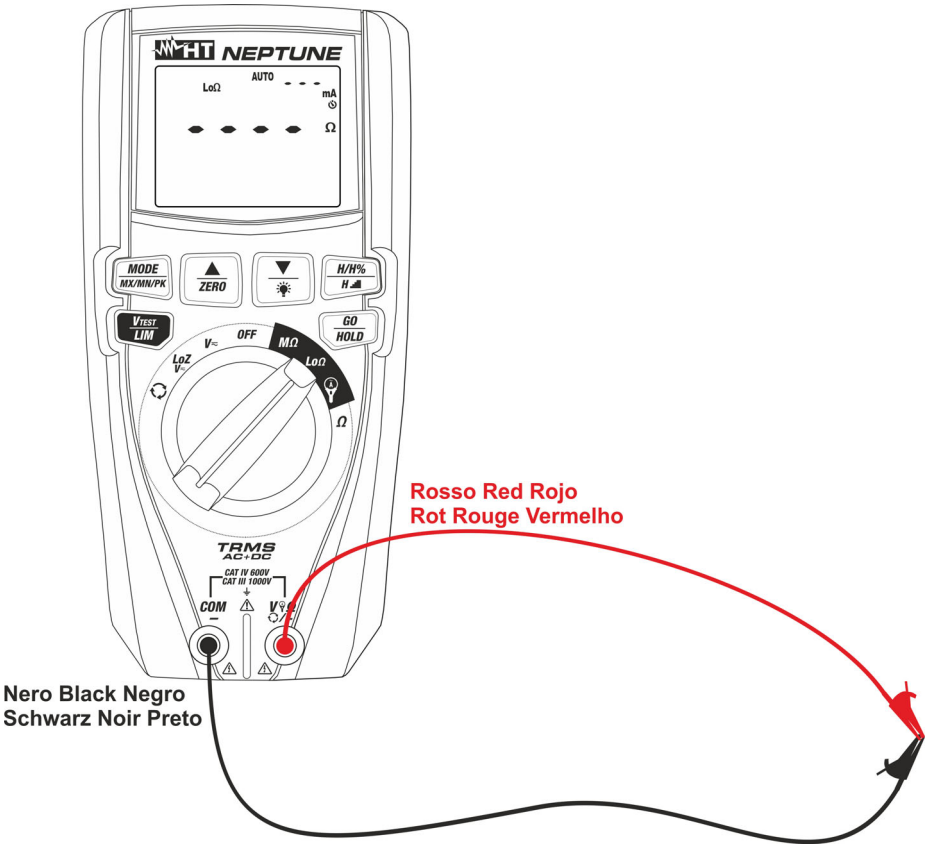


Fig. 32: Conexión de los cables en función compensación

3. Pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **▲/ZERO**. El instrumento inicia el procedimiento de compensación de la resistencia de los cables inmediatamente seguida por la verificación del valor compensado. Las siguientes pantallas se muestran en secuencia rápida:

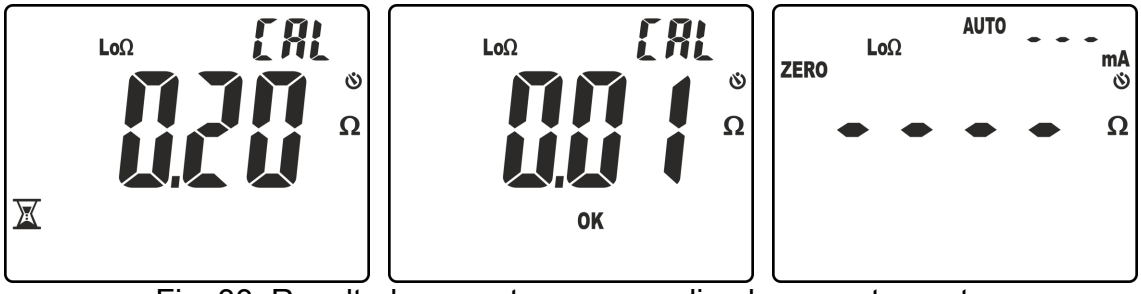


Fig. 33: Resultados puesta a cero realizada correctamente

4. El instrumento realiza la primera medida obteniendo la resistencia de los cables de prueba (ver la Fig. 33 – parte izquierda). Si tal valor compensado (ZERO) es **≤5.00Ω** lo mantiene memorizado y realiza la sucesiva verificación realizando una segunda medida y realizando la diferencia entre este nuevo valor y el compensado. Si tal valor resulta **≤0.01Ω** la calibración se confirma y el mensaje "OK" se muestra en pantalla (ver la Fig. 33 – parte central). Posteriormente el instrumento vuelve a la pantalla de medida con el mensaje "ZERO" presente en pantalla indicando la presencia de la compensación de los cables
5. En el caso en el que la primera medida obtenga una resistencia de los cables de prueba **>5.00Ω el instrumento muestra** las siguientes pantallas en secuencia rápida:

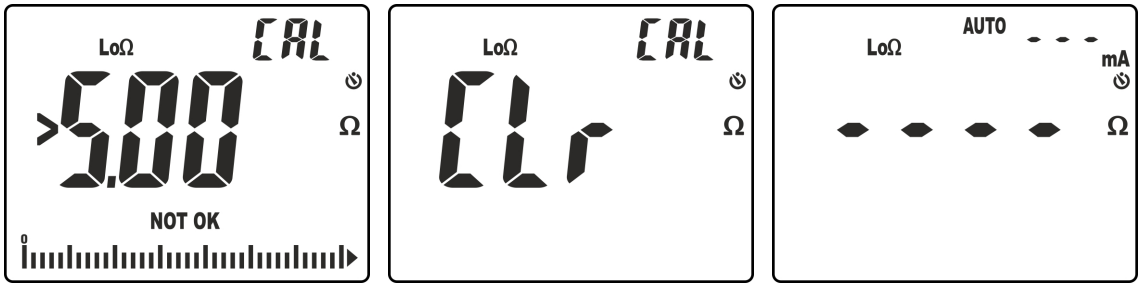


Fig. 34: Resultados puesta a cero no realizada correctamente

6. Los mensajes "**>5.00Ω**" y "NOT OK" se muestran inicialmente en pantalla (ver la Fig. 34 – parte izquierda). Posteriormente el mensaje "**CLr**" se muestra indicando el borrado de la calibración (ver la Fig. 34 – parte central) y el mensaje "ZERO" no se muestra en la pantalla de medida (ver la Fig. 34 – parte derecha)
7. Para poner a cero una calibración de los cables en el instrumento realice el procedimiento **con terminales de entrada VΩ/+ y COM/– abiertos** y pulse de forma prolongada (>2s) la tecla **▲/ZERO**. Las siguientes pantallas se muestran en secuencia rápida:

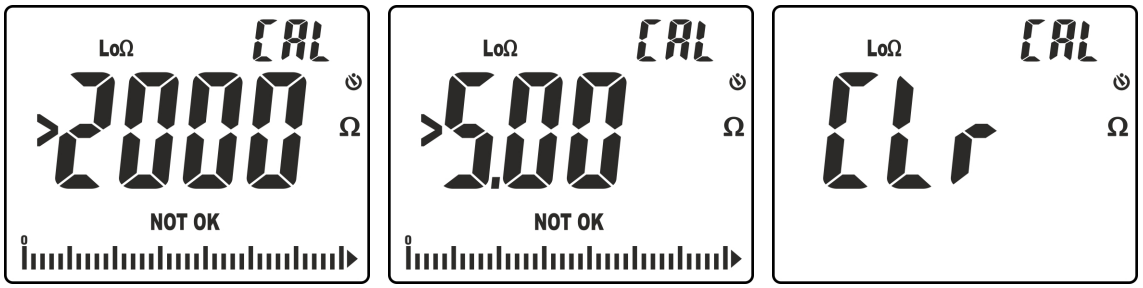


Fig. 35: Puesta a cero de una calibración

5.8. MEDIDA CORRIENTE CC, CA, CA+CC, INRUSH CON TRANSDUCTORES DE PINZA

ATENCIÓN

- La máxima corriente medible en esta función es 3000A CA o 1000A CC. No mida corrientes que excedan los límites indicados en este manual
- El instrumento realiza la medida con transductores de pinza flexibles (accesorios opcionales) o con otros transductores de pinza estándar de la familia HT (accesorios opcionales). Con transductores con conector Hypertac es necesario el adaptador opcional NOCANBA para realizar la conexión

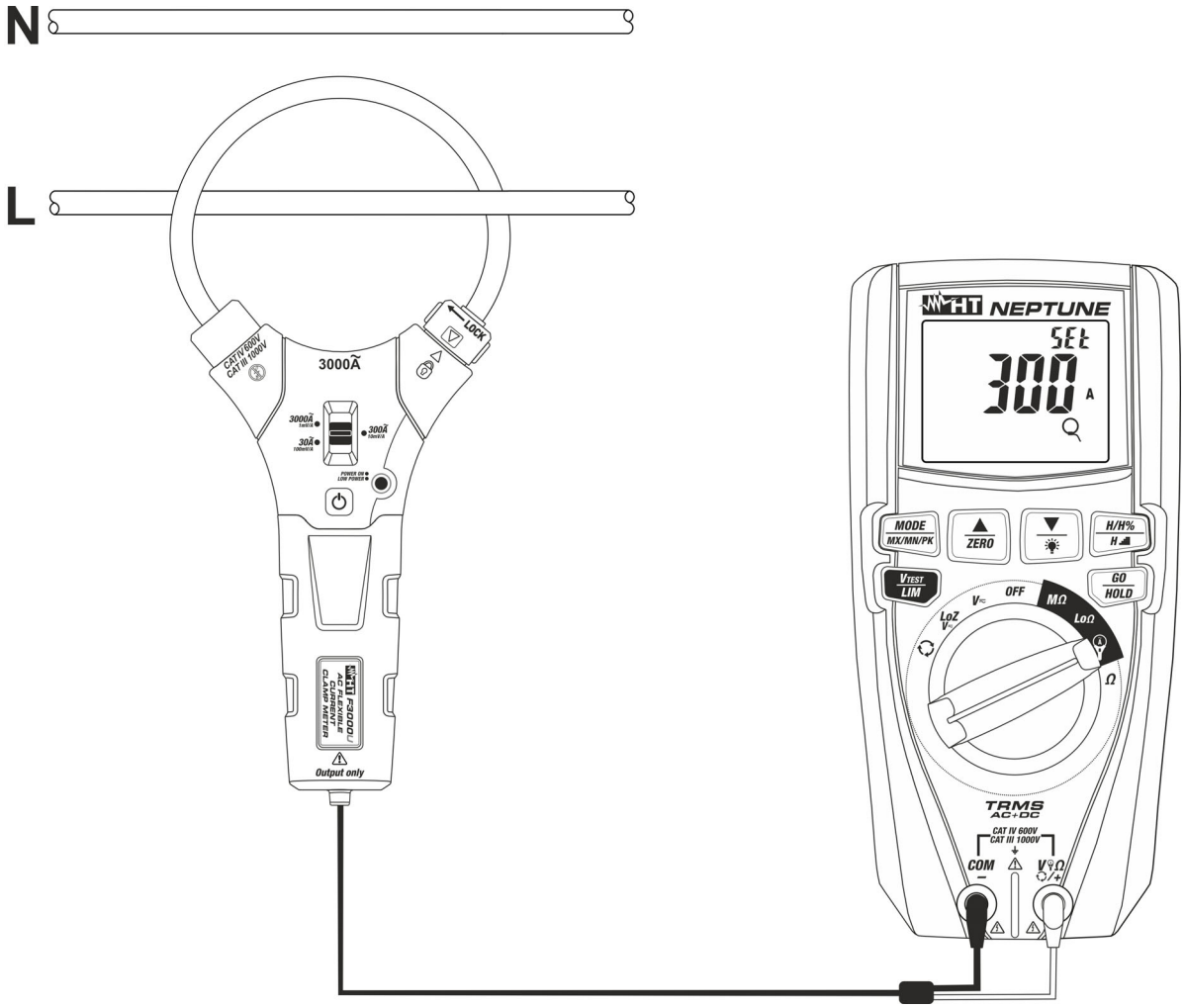


Fig. 36: Uso del instrumento para medida de corriente con transductores de pinza

1. Seleccione la posición
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para seleccionar el tipo de transductor de pinza entre las opciones: "" (transductor de pinza flexible – sólo CA) o "" (transductor de pinza estándar – CA o CC)
3. Pulse las teclas ▼/ o ▲ **y** seleccione en el instrumento el mismo fondo escala configurado sobre la pinza entre las opciones: **30A, 300A, 3000A** (medida de corriente CA con pinza flexible) o bien: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para medida de corriente CA, CC, CA+CC con pinza estándar)
4. Para transductores de pinza flexible configure el relativo fondo escala de tensión (ver el § 4.2.10)
5. Pulse la tecla **GO/HOLD** para confirmar las configuraciones

6. Para transductores de pinza estándar pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para seleccionar la medida “AC”, “CC” o “AC+CC”. El instrumento dispone en cualquier caso de la función de reconocimiento automático de las magnitudes CA o CC
7. Inserte el cable rojo en el terminal de entrada **VΩ/+** y el cable negro en el terminal de entrada **COM/**–. Para modelos de transductores estándar con conector Hypertac use el adaptador opcional NOCANBA. Para información sobre el uso de los transductores de pinza haga referencia al relativo manual de instrucciones
8. Inserte el cable en el centro del toroidal (ver la Fig. 36). El valor de la corriente se muestra en la Fig. 37

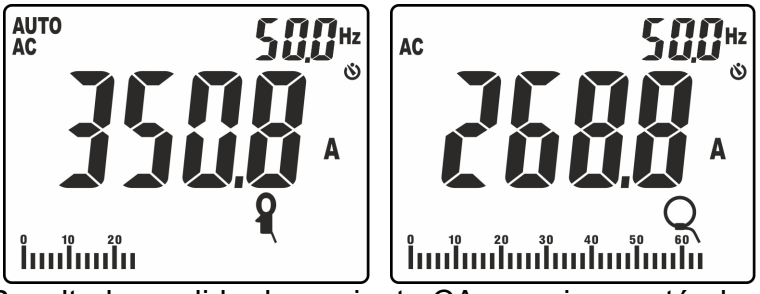


Fig. 37: Resultado medida de corriente CA con pinza estándar y flexible

9. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para visualizar el valor de la frecuencia de la corriente CA con resolución elevada (ver la Fig. 38)

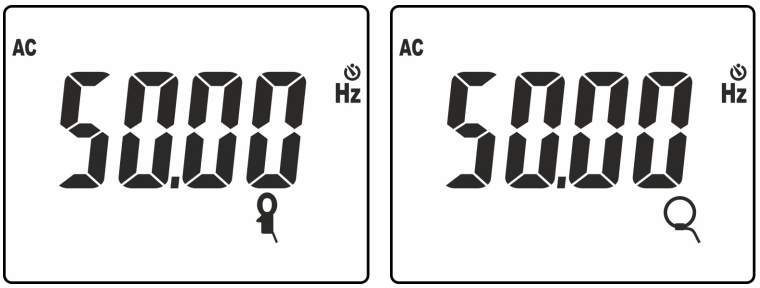


Fig. 38: Resultado medida de frecuencia con pinza estándar y flexible

10. Las siguientes pantallas pueden ser mostradas en el visualizador

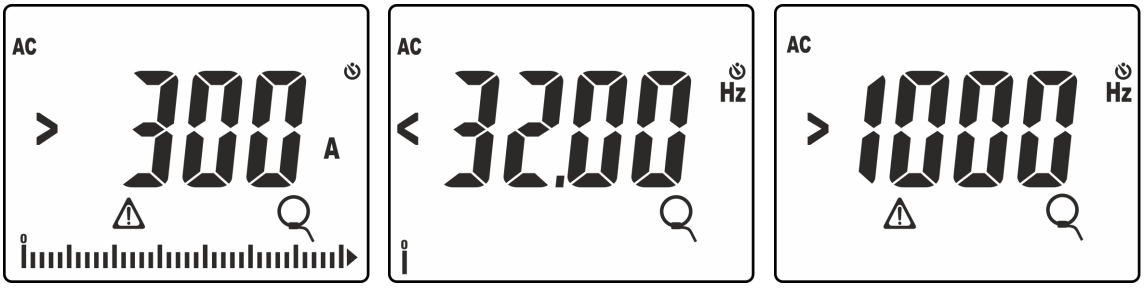


Fig. 39: Situaciones anómalas sobre la medida de corriente con transductores de pinza

11. El mensaje “**>300A**” indica que el valor de la corriente medida es mayor que el fondo escala configurado (300A en el caso de la Fig. 39). Si en el visualizador se visualizan los mensajes "**<32.00Hz**" o “**>1000Hz**” el valor de la frecuencia de la corriente medida está fuera del intervalo de medida **32Hz ÷ 1000Hz**
12. Para el uso de las funciones HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H vea el § 4.2

Medida de la corriente de arranque (DIRC)

ATENCIÓN

- La máxima corriente medible en esta función es 3000A CA o 1000A CC. No mida corrientes que excedan los límites indicados en este manual
- El instrumento realiza la medida con transductores de pinza flexibles (accesorios opcionales) o con otros transductores de pinza estándar de la familia HT (accesorios opcionales). Para picos de corriente que contengan una elevada componente CC se **recomienda** el uso de pinzas CA/CC. Con transductores con conector de salida Hypertac es necesario el adaptador opcional NOCANBA para realizar la conexión

1. Seleccione la posición
2. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para seleccionar el tipo de transductor de pinza entre las opciones: "" (transductor de pinza flexible – sólo CA) o "" (transductor de pinza estándar – CA o CC)
3. Pulse las teclas ▼/ o ▲ seleccione en el instrumento el mismo fondo escala configurado sobre la pinza entre las opciones: **30A, 300A, 3000A** (medida de corriente CA con pinza flexible) o bien: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para medida de corriente CA o CA+CC con pinza estándar
4. Para transductores de pinza flexible configurar el relativo fondo escala (ver el § 4.2.10)
5. Pulse la tecla **GO/HOLD** para confirmar las configuraciones
6. Pulse la tecla **MODE/MXMNPK** para seleccionar la medida "IRC". Las siguientes pantallas se muestran en pantalla en función del tipo de pinza utilizada:

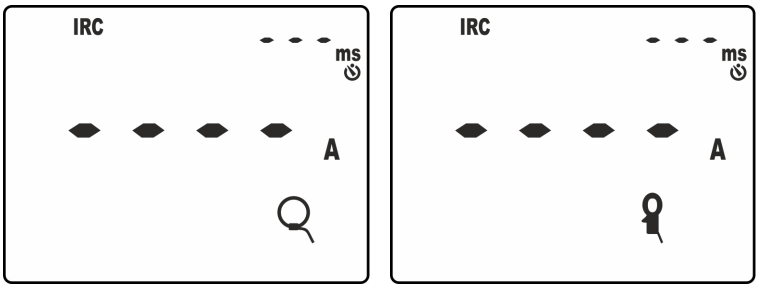


Fig. 40: Pantallas iniciales medida corriente de arranque

7. Realice las conexiones de las pinzas a la instalación en examen como se indica en el § 5.8
8. Pulse la tecla **GO/HOLD** para activar la función. El instrumento se pone a la espera del reconocimiento del evento (valor medido superior al umbral fijo de disparo igual al **1%FE pinza: ej 30A para FE = 3000A**) mostrando el símbolo "" en pantalla (vea la Fig. 41 – parte izquierda)

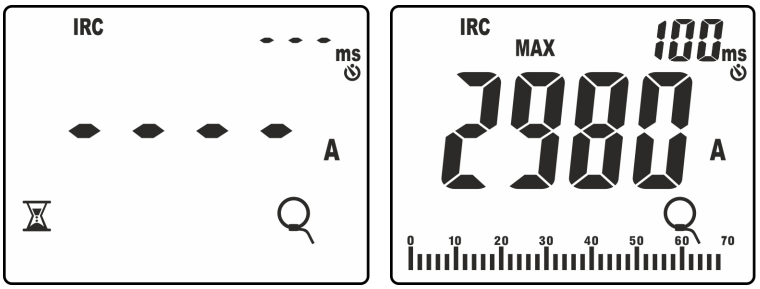


Fig. 41: Reconocimiento evento corriente de arranque

9. Al reconocimiento del evento la medida se detiene automáticamente y el instrumento muestra en el visualizador principal el valor **Max RMS** calculado sobre el tiempo de valoración de **100ms** (default) reportado en el visualizador secundario (vea la Fig. 41 – parte derecha)
10. Pulse las teclas ▼/☼ o ▲ para seleccionar la visualización de los siguientes parámetros:
    - Valor de pico "Pk" calculado en un **1ms** (vea la Fig. 42 – parte izquierda)
    - Max valor RMS calculado en **16.7ms**
    - Max valor RMS calculado en **20ms**
    - Max valor RMS calculado en **50ms**
    - Max valor RMS calculado en **100ms**
    - Max valor RMS calculado en **150ms**
    - Max valor RMS calculado en **175ms**
    - Max valor RMS calculado en **200ms**

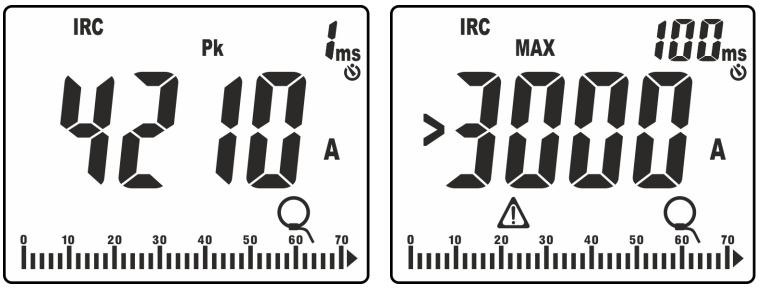


Fig. 42: Ejemplos de visualizaciones de la corriente de arranque

11. Si la corriente medida es mayor que el FE configurado de la pinza, el mensaje como el reportado en la Fig. 42 – parte derecha (relativo a FE = 3000A) se muestra en el visualizador
12. Pulse la tecla **GO/HOLD** para iniciar una nueva medida o gire el selector para salir de la función

6. MANTENIMIENTO

ATENCIÓN

- Sólo técnicos cualificados pueden efectuar las operaciones de mantenimiento. Antes de efectuar el mantenimiento retire todos los cables de los terminales de entrada
- No utilice el instrumento en ambientes con una elevada tasa de humedad o temperatura. No exponga directamente a la luz del sol
- 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 esta última que puedan dañar los circuitos internos del instrumento

6.1. SUSTITUCIÓN PILAS

Cuando en el visualizador LCD aparece el símbolo "" y la indicación "**bAtt**" (ver la Fig. 43**)** es necesario sustituir las pilas, operando como sigue:

Fig. 43: Pantalla con indicación pilas descargadas

1. Posicione el selector en posición **OFF** y retire los cables de los terminales de entrada
2. Gire el tornillo de fijación del hueco de las pilas de la posición "" a la posición "" y retírelo
3. Retire las pilas e inserte en el hueco las nuevas pilas del mismo tipo (ver el § 7.1.1) respetando las polaridades indicadas
4. Reposicione el hueco de las pilas y gire el tornillo de fijación del hueco de las pilas de la posición "" a la posición ""
5. No disperse las pilas usadas en el ambiente. Utilice los contenedores adecuados para la eliminación de los residuos

6.2. LIMPIEZA DEL INSTRUMENTO

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

6.3. 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. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Incertidumbre calculada como [%lectura + (núm. díg.*resolución)] a 23°C ±5°C, <80%RH

Tensión CC (Autorango)

Rango [V]	Resolución [V]	Incertidumbre	Impedancia de entrada	Protección contra sobrecargas
0.0 ÷ 999.9	0.1	±(0.5%lectura + 2díg.)	5MΩ	1000VCC/ACrms

Tensión CA, CA+CC, LoZ TRMS (Autorango)

Rango [V]	Resolución [V]	Frecuencia	Incertidumbre	Protección contra sobrecargas
0.5 ÷ 999.9	0.1	32Hz ÷ 1kHz	±(0.5%lectura + 2díg.)	1000VCC/ACrms

Impedancia de entrada función VCA: 5MΩ,
Impedancia de entrada función LoZ: 3.5kΩ para 10s (@ 110V/50Hz), 4.5s (@ 230V/50Hz), 1s (@ 400V/50Hz). Para valores de tensión superiores, la impedancia de entrada sobrepasa los 10kΩ. **ATENCIÓN: no deje conectado el instrumento durante más de 1min**
Selección automática modo CC, Max factor de cresta: 1.5

Frecuencia corriente y tensión (Autorango)

Rango [Hz]	Resolución [Hz]	Incertidumbre
32.00 ÷ 99.99	0.01	±(0.1%lectura+1díg.)
100.0 ÷ 999.9	0.1	

Rango tensión: 0.5V ÷ 999.9V, Rango corriente: 0.5A ÷ 3000A (Pinzas Flex F3000U), 1mV ÷ 1000mV (Pinzas STD)

Corriente CA TRMS (Pinza flexible F3000U) – (Autorango)

Rango [mV]	Resolución [mV]	Incertidumbre (*)
1 ÷ 3000	1	±(0.5%lectura + 2díg.)

(*) Para frecuencia >100Hz la incertidumbre es de: ±(1.5%lectura + 5díg.)
Max factor de cresta: 3, Banda de frecuencia: 1kHz ; Corriente puesta a cero para valor <1%FE [A]

Corriente CA TRMS (Pinza flexible FS 1V) y CC, CA, CA+CC (Pinza STD) – (Autorango)

Rango [mV]	Resolución [mV]	Incertidumbre (*)
1 ÷ 1000	1	±(0.5%lectura + 2díg.)

(*) Para frecuencia >100Hz la incertidumbre es de: ±(1.5%lectura + 5díg.)
Max factor de cresta: 3, Banda de frecuencia: 1kHz;
Corriente puesta a cero para valor <1%FE [A] (Pinza Flex 1V), Corriente puesta a cero para valor <1%FE [A] (Pinza STD)

Corriente de arranque CA TRMS (Pinza flexible F3000U)

Rango [mV]	Resolución [mV]	Incertidumbre (*)
1 ÷ 3000	1	±(2%lectura + 2díg.)

(*) Incertidumbre declarada para frecuencia: CC, 42.5 ÷ 69Hz
Max factor de cresta: 3, Frecuencia muestreo: 4kHz
Umbral de detección: 1%FE [A] fija
Tiempo de respuesta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Corriente de arranque CA TRMS (Pinza flexible 1V) y CC, CA, CA+CC TRMS (Pinza STD)

Rango [mV]	Resolución [mV]	Incertidumbre (*)
1 ÷ 1000	1	±(2%lectura + 2díg.)

(*) Incertidumbre declarada para frecuencia: CC, 42.5 ÷ 69Hz
Max factor de cresta: 3, Frecuencia muestreo: 4kHz
Umbral de detección: 1%FE [A] fija
Tiempo de respuesta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Resistencia y Test Continuidad (Autorango)

Rango [Ω]	Resolución [Ω]	Incertidumbre	Zumbador
0.0 ÷ 199.9	0.1	±(1.0%lectura + 5díg.)	<30Ω
200 ÷ 1999	1		

Tensión y corriente armónica (Autorango)

Orden armónico	Frecuencia fundamental	Resolución	Incertidumbre (*) (valores no puestos a cero)
CC	42.5Hz ÷ 69Hz	0.1V / 0.1A /0.1%	±(5.0%lectura+20díg.)
1 ÷ 25			±(5.0%lectura+10díg.)
THD%		0.1%	±(10.0%lectura+10díg.)

La incertidumbre de la amplitud de los armónicos en % se valora considerando la misma de la relación de parámetros
(*) Las tensiones armónicas se ponen a cero en las siguientes condiciones:

- 1er armónico: valor <0.5V
- CC, 2º a 25º armónico: valor armónico <0.5% valor fundamental o valor <0.5V

(*) Las corrientes armónicas se ponen a cero en las siguientes condiciones:

- 1er armónico: valor <1%FE[A]
- CC, 2º a 25º armónico: valor armónico <0.5% valor fundamental o valor <1%FE[A]

Resistencia de Aislamiento (MΩ)

Tensión de prueba [V]	Rango [Ω]	Resolución [Ω]	Incertidumbre
50	0.1k ÷ 499.9k	0.1k	±(5.0%lect + 5dig.)
	0.50M ÷ 9.99M	0.01M	
	10.0M ÷ 99.9M	0.1M	
100	0.1k ÷ 499.9k	0.1k	
	0.50M ÷ 9.99M	0.01M	
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
250	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lect + 2dig.)
	10.0M ÷ 99.9M	0.1M	
	100M ÷ 499M	1M	±(5.0%lect + 2dig.)
500	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lect + 2dig.)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 499M	1M	
	500M ÷ 999M		±(5.0%lect + 2dig.)
1000	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lect + 2dig.)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 999M	1M	
	1000M ÷ 1999M		±(5.0%lect + 2dig.)

Tensión en vacío: tensión de prueba nominal (-0% ÷ 10%)
Corriente de cortocircuito: < 6mA (de pico) para cada tensión nominal de prueba
Corriente de medida nominal: >1mA con 1kΩ x Vnom (50V, 100V, 250V, 1000V), >2.2mA con 230kΩ @ 500V
Protección en entrada: mensaje de error para tensión > 10V

Continuidad conductores de protección (LoΩ)

Rango [Ω]	Resolución [Ω]	Incertidumbre
0.00 ÷ 9.99	0.01	±(2.0%lectura + 2díg.)
10.0 ÷ 199.9	0.1	

Corriente de prueba: >200mA CC hasta 5Ω (cables incluidos), resolución 1mA, incertidumbre±(5.0%lectura + 5díg.)
Tensión en vacío: $4 < V_0 < 12V$
Protección en entrada: mensaje de error para tensión > 10V

Sentido cíclico de las fases a 1 terminal (*)

Rango tensión L-N, L-PE [V]	Rango frecuencia
100.0 ÷ 999.9	42.5 ÷ 69Hz

(*) Medida posible con contacto directo con las partes metálicas de los conductores (no en la funda aislante)

Normativas de referencia

Seguridad instrumento:	IEC/EN61010-1,IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033
EMC:	IEC/EN 61326-1
Prueba MΩ:	IEC/EN 61557-2
Prueba LoΩ:	IEC/EN 61557-4
Aislamiento:	doble aislamiento
Nivel de polución:	2
Categoría de medida:	CAT IV 600V, CAT III 1000V con respecto a tierra y entre las entradas

7.1.1. Características generales

Características mecánicas

Dimensiones (L x An x H):	175 x 85 x 55mm (7 x 3 x 2in)
Peso (pilas incluidas):	420g (15ounces)
Protección mecánica:	IP40

Alimentación

Tipo pilas:	4x1.5V pilas tipo AAA IEC LR03
Indicación pilas descargadas:	símbolo "⊟" en pantalla
Autonomía pilas:	V, A, Ω, ↻ → aprox 132h (retroil. OFF) V, A, Ω, ↻ → aprox. 68h (retroil. ON) MΩ(@500V)→ aprox. 400 pruebas (retroil OFF) LoΩ → aprox. 2000 pruebas (retroil OFF)
Autoapagado:	después de 15min sin utilizar (deshabilitable)

Visualizador

Tipo visualizador:	4 LCD, máx. 9999 puntos, signo, punto decimal, retroiluminación y barra gráfica, indicación polaridad
Frecuencia muestreo:	2 veces
Conversión:	RMS

7.2. CONDICIONES AMBIENTALES DE USO

Temperatura de referencia:	23°C ± 5°C (73°F ± 41°F)
Temperatura de uso:	5°C ÷ 40°C (41°F ÷ 104°F)
Humedad relativa admitida:	<80%HR
Temperatura de almacenamiento:	-20°C ÷ 60°C (-4°F ÷ 140°F)
Humedad de almacenamiento:	<80%HR
Altitud máx. de uso:	2000m (6562ft)

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)

7.3. ACCESORIOS

7.3.1. Accesorios en dotación

- Par de puntas de prueba Rojo/Negro 2/4mm — Cod.4324-2
- Coccodrillos Rojo y Negro — Cod. YAAMK0001HT0
- Batería alcalina tipo AAA IEC LR03, 4 pcs — Cod. YABAT0001HT0
- Bolsa de transporte — Cod. YABRS0002HT0
- Certificado de calibración ISO
- Guía rápida de uso — Cod. YAMUM0067HT0
- Manual de instrucciones en CD-ROM — Cod. YAMUM0068HT0

7.3.2. Accesorios opcionales

- Transductor de pinza flexible CA 30/300/3000A — Cód. F3000U
- Transductor de pinza estándar CC/CA 40-400A/1V — Cód. HT4006
- Transductor de pinza estándar CA 1-100-1000A/1V con. Hypertac — Cód. HT96U
- Transductor de pinza estándar CA 10-100-1000A/1V con. Hypertac — Cód. HT97U
- Transductor de pinza estándar CC 1000A/1V con. Hypertac — Cód. HT98U
- Adaptador conexión pinzas estándar con conector Hypertac — Cód. NOCANBA

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.

9. APÉNDICES TEÓRICOS

9.1. CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

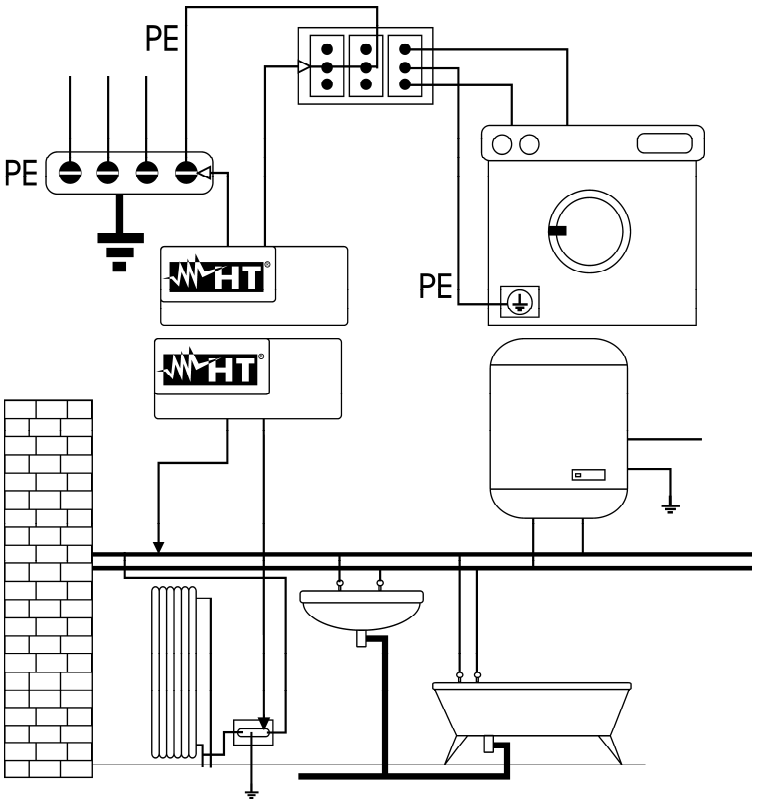
Objetivo de la prueba

Verifique la continuidad de los:

- Conductores de protección (PE), conductores equipotenciales principales (EQP), conductores equipotenciales secundarios (EQS) en sistemas TT y TN-S
- Conductores de neutro con función de conductores de protección (PEN) en los sistemas TN-C.

Esta prueba instrumental es precedida por un examen visual que verifique la existencia de los conductores de protección y equipotenciales de color amarillo-verde y que las secciones utilizadas sean conformes por lo prescrito por las normas.

Partes de la instalación a verificar



Conecte una de las puntas al conductor de protección de la toma de fuerza motriz y el otro al nodo equipotencial de la instalación de tierra.

Conecte una de las puntas a la masa extraña (en este caso es el tubo del agua) y el otro a la instalación de tierra utilizando por ejemplo el conductor de protección presente en la toma de fuerza motriz más cercana.

Fig. 44: Ejemplos de medidas de continuidad de los conductores

Verifique la continuidad entre:

- Polos de tierra de todas las tomas y colector o nodo de tierra
- Terminales de tierra de los aparatos de clase I (calentador, etc.) y colector o nodo de tierra
- Masas extrañas principales (tubos de agua, gas, etc.) y colector o nodo de tierra
- Masas extrañas suplementarias entre sí y con respecto al terminal de tierra.

Valores admisibles

Las normas no requieren la medida de la resistencia de continuidad y la comparación de lo medido con valores límite. Se requiere una prueba de la continuidad y prescrito que el instrumento de medida señale al usuario si la prueba no se realiza con una corriente de al menos 200mA y una tensión en vacío comprendida entre 4 y 24V. Los valores de resistencia pueden ser calculados en base a las secciones y a las longitudes de los conductores en examen. En general, para valores de algunos ohms, la prueba se puede considerar superada.

9.2. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Objetivo de la prueba

Verifique que la resistencia de aislamiento de la instalación sea conforme a lo previsto por la norma aplicable. Esta prueba debe ser efectuada con el circuito en examen no alimentado y desconectando las eventuales cargas.

Normativa	Descripción	Tensión de prueba [V]	Valor mínimo admitido [MΩ]
ITC BT19	Sistemas SELV o PELV	250VCC	> 0.250 MΩ
	Sistemas hasta 500V (inst. civiles)	500VCC	> 1.00 MΩ
	Sistemas de más de 500V	1000VCC	> 1.00 MΩ

Tabla 1: Tipologías de prueba más comunes, tensiones de prueba y valores límite

Partes de la instalación a verificar

Verifique la resistencia de aislamiento entre:

- Cada conductor activo y la tierra (el conductor de neutro es considerado un conductor activo menos en el caso de sistemas de alimentación de tipo TN-C donde es considerado parte de la tierra (PEN)). Durante esta medida todos los conductores activos pueden ser conectados entre sí, si el resultado de la medida no tuviera que estar dentro de los límites normativos es necesario repetir la prueba separadamente para cada conductor.
- Los conductores activos. La norma ITC BT19 recomienda verificar también el aislamiento entre los conductores activos cuando sea posible.

Valores admisibles

Los valores de la tensión de medida y de la resistencia mínima de aislamiento pueden ser obtenidos desde la siguiente tabla:

Tensión nominal del circuito [V]	Tensión de prueba [V]	Resistencia de aislamiento [MΩ]
SELV y PELV *	250	≥ 0.250
hasta 500 V incluidos, excluidos los circuitos	500	≥ 0.500
más de 500 V	1000	≥ 1.000
* Los términos SELV y PELV sustituyen en la nueva redacción de la normativa las viejas definiciones "bajísima tensión de seguridad" o "funcional"		

Tabla 2: Tipologías de prueba más comunes, medida de la resistencia de aislamiento

Si la instalación comprendiera dispositivos electrónicos es necesario desconectarlos de la instalación. Si esto no fuera posible se debe realizar sólo la prueba entre conductores activos (que en este caso deben ser conectados juntos) y la tierra.

EJEMPLO DE MEDIDA DEL AISLAMENTO EN UNA INSTALACIÓN

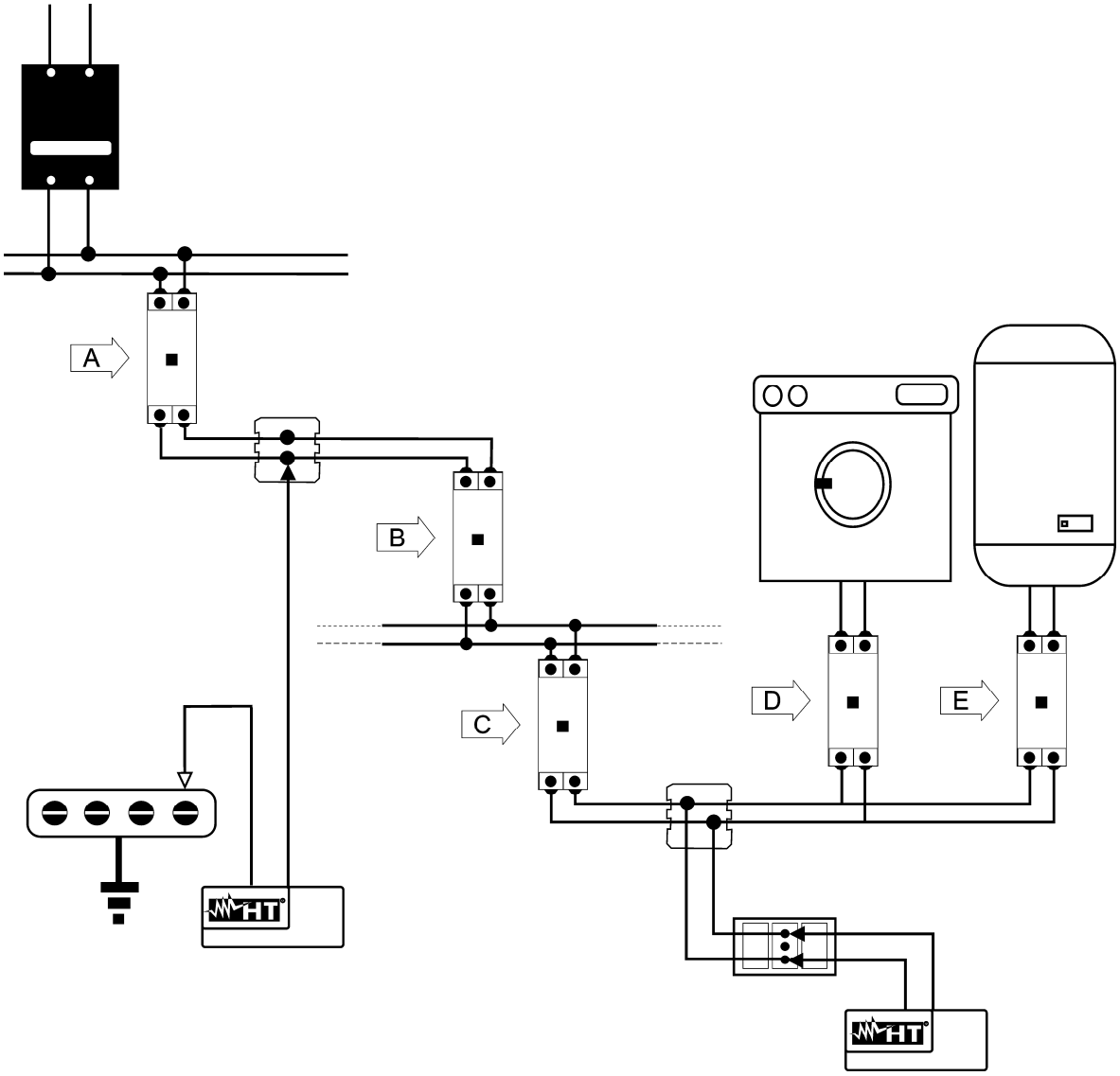


Fig. 45: Ejemplo de instalación eléctrica

Los interruptores D y E son los interruptores instalados cerca de la carga que tienen la función de seccionar este último de la instalación. Si no existieran tales interruptores, o fueran de tipo unipolar, es necesario desconectar las cargas de la instalación antes de efectuar la prueba de resistencia de aislamiento.

Un procedimiento indicativo de cómo realizar la medida de la resistencia de aislamiento en una instalación se reporta en la siguiente tabla:

Situación interruptores		Punto donde realizar la medición	Medida	Juicio sobre la instalación
1.	Abra los interruptores A, D y E	Sobre el interruptor A	Si $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fin verificación)
			Si $R < R_{LIMITE}$	Prosiga ☞ 2
2.	Abra el interruptor B	Sobre el interruptor A	Si $R \geq R_{LIMITE}$	Prosiga ☞ 3
			Si $R < R_{LIMITE}$	☹ Entre los interruptores A y B el aislamiento tiene valores demasiado bajos, recupere el aislamiento y repita la medición
3.		Sobre el interruptor B	Si $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fin verificación)
			Si $R < R_{LIMITE}$	☹ Aguas abajo del interruptor B el aislamiento es demasiado bajo Prosiga ☞ 4
4.	Abra el interruptor C	Sobre el interruptor B	Si $R \geq R_{LIMITE}$	Prosiga ☞ 5
			Si $R < R_{LIMITE}$	☹ Entre los interruptores B y C el aislamiento tiene valores demasiado bajos, recupere el aislamiento y repita la medición
5.		Sobre el interruptor C	Si $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fin verificación)
			Si $R < R_{LIMITE}$	☹ Aguas abajo del interruptor B el aislamiento es demasiado bajo, recupere el aislamiento y repita la medición

Tabla 3: Procedimiento de medición del aislamiento en la instalación reportado en Fig. 45

En presencia de un circuito muy extendido los conductores que lo componen constituyen una capacidad que el instrumento debe cargarse para poder obtener una medida correcta, en este caso es aconsejable mantener pulsada la tecla de inicio de la medida (en el caso en el que se realice la prueba en modalidad manual) hasta que el resultado se estabilice.

Cuando se realizan medidas entre conductores activos es indispensable desconectar todas las cargas (lámparas piloto, transformadores citófonos, etc.) De lo contrario el instrumento medirá su resistencia en vez del aislamiento de la instalación. Además una eventual prueba de resistencia de aislamiento entre conductores activos podría ocasionarles daño.

La indicación **"> fondo escala"** señala que la resistencia de aislamiento medida por el instrumento es superior al límite máximo de resistencia medible, obviamente tal resultado es ampliamente superior a los límites mínimos de la tabla normativa del cual por encima por lo tanto el aislamiento en ese punto se consideraría conforme a la norma.

9.2.1. Índice de Polarización (PI)

El objetivo de esta prueba diagnóstico es el de valorar la influencia de los efectos de polarización. A la aplicación de una tensión elevada a un aislante, los polos eléctricos distribuidos en el aislante se alinean en la dirección del rango eléctrico aplicado. Este fenómeno es llamado polarización. Por efecto de las moléculas polarizadas se genera una corriente de polarización (absorción) que disminuye el valor total de la resistencia de aislamiento.

El parámetro **PI** consiste en la relación entre el valor de resistencia de aislamiento medida después de 1 minuto y una después de 10 minutos. La tensión de prueba se mantiene por toda la duración de la prueba y al término el instrumento proporciona el valor de la relación:

$$PI = \frac{Riso\ (10\,\mathrm{min})}{Riso\ (1\,\mathrm{min})}$$

Algunos valores de referencia:

Valor PI	Condición del aislamiento
desde 1.0 a 1.25	No aceptable
desde 1.4 a 1.6	Bueno
>1.6	Excelente

9.2.2. Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)

El parámetro **DAR** consiste en la relación entre el valor de resistencia de aislamiento medida después de 30s y la medida después de 1minuto. La tensión de prueba se mantiene por toda la duración de la prueba y al término el instrumento proporciona el valor de la relación:

$$DAR = \frac{Riso\ (1\,\mathrm{min})}{Riso\ (30s)}$$

Algunos valores de referencia:

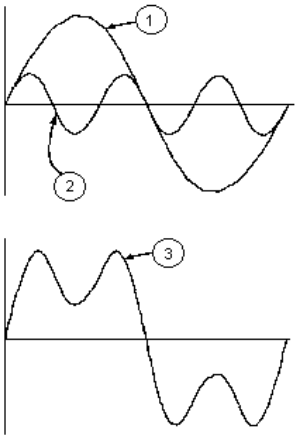
Valor DAR	Condición del aislamiento
< 1.0	Peligroso
desde 1.0 a 2.0	Discutible
desde 2.0 a 4.0	Bueno
> 4.0	Excelente

9.3. ARMÓNICOS DE TENSIÓN Y CORRIENTE

Cualquier onda periódica no sinusoidal puede ser representada mediante una suma de ondas sinusoidales cada una con frecuencia múltiplo entero de la fundamental según la relación:

$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \qquad (1)$$

donde: V_0 = valor medio de v(t)
V_1 = amplitud de la fundamental de v(t)
V_k = amplitud de la k-ésimo armónico de v(t)



LEYENDA:
1. Fundamental
2. Tercer armónico
3. Onda distorsionada suma de las dos componentes

Fig. 46: Efecto de la superposición de dos frecuencias múltiplo una de la otra

En el caso de la tensión de red la fundamental tiene frecuencia de 50Hz, el segundo armónico tiene frecuencia de 100 Hz, el tercer armónico tiene frecuencia de 150Hz y así sucesivamente. La distorsión armónica es un problema constante y no debe ser confundida con fenómenos de breve duración como picos, caídas o fluctuaciones. Se puede observar como de la (1) se extrae que cada señal está compuesta por la suma de infinitos armónicos, existe sin embargo un número de orden más allá del cual el valor de los armónicos puede ser considerado descontable. La normativa EN50160 sugiere truncar la suma en la expresión (1) al 40º armónico. Un índice fundamental para obtener la presencia de armónicos es el parámetro THD% (Distorsión armónica total) definido como:

$$THD\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1} x100$$

Tal índice tiene en cuenta la presencia de todos los armónicos y es mayor cuanto más distorsionada la forma de onda.

Valores límite en los armónicos

La normativa EN50160 fija los límites para las tensiones armónicas que el suministrador puede introducir en la red. En condiciones normales de ejercicio, durante cualquier periodo de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica, mediados sobre 10 minutos, deberá ser menor o igual respecto a los valores indicados en la Tabla 4. La distorsión armónico total (THD%) de la tensión de alimentación (incluyendo todos los armónicos hasta el 40° orden) debe ser menor o igual al 8%

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplo de 3		Múltiplo de 3			
Orden h	Tensión relativa % Max	Orden h	Tensión relativa % Max	Orden h	Tensión relativa %Max
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6..24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Tabla 4: Límites para las tensiones armónicas que el suministrador puede introducir en la red

Estos límites, teóricamente aplicables solamente a los entes suministradores de energía eléctrica, suministran una serie de valores de referencia dentro de los que contener también los armónicos introducidos en la red por los usuarios.