PORTUGUÊS

Manual de instruções

© Copyright HT ITALIA 2024

Versão PT 2.01 - 16/07/24

ÍNDICE

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA 2
1.1. Instruções preliminares....2
1.2. Durante a utilização....3
1.3. Após a utilização 3
1.4. Definição de Categoria de medida (Sobretensão) 3
2. DESCRIÇÃO GERAL 4
2.1. Instrumentos de medida de Valor médio e de Valor eficaz real 4
2.2. Definição de Valor eficaz real e Fator de crista....4
3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO 5
3.1. Controlos iniciais 5
3.2. Alimentação do instrumento 5
3.3. Armazenamento 5
4. NOMENCLATURA....6
4.1. Descrição do instrumento 6
4.1.1. Ecrã inicial do instrumento 6
4.2. Descrição dos botões de funções....7
4.2.1. Botão GO/HOLD....7
4.2.2. Botão H/H%/H....7
4.2.3. Botão MODE/MXMNPK....8
4.2.4. Botões ▼/ e ▲/ ZERO....8
4.2.5. Botão VTEST/LIM....8
4.2.6. Função LoZ....9
4.2.7. Função CA+CC 9
4.2.8. Função corrente de pico (INRUSH) 9
4.2.9. Desativação da função de desligar automático....9
4.2.10. Configuração do fundo da escala da pinça flexível....10
5. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO....11
5.1. Medição de tensões CC 11
5.2. Medição de tensões CA, CA+CC....12
5.3. Medição de tensões CA, CC, CA+CC com baixa impedância (LoZ) 13
5.4. Medição de resistências e Teste de continuidade....14
5.5. Sentido cíclico e concordância das fases com 1 terminal 15
5.6. Medição da Resistência de Isolamento 17
5.7. Continuidade dOS condutoreS de proteção com 200mA....23
5.7.1. Função ZERO – Azeramento da resistência dos cabos de teste 27
5.8. Medição de correntes CC, CA, CA+CC, INRUSH com pinça....29
6. MANUTENÇÃO 33
6.1. Substituição das baterias....33
6.2. Limpeza do instrumento 33
6.3. Fim de vida....33
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 34
7.1. Características Técnicas 34
7.1.1. Características gerais....36
7.2. Condições ambientais de utilização....36
7.3. Acessórios....37
7.3.1. Acessórios fornecidos 37
7.3.2. Acessórios opcionais....37
8. ASSISTÊNCIA....38
8.1. Condições de garantia....38
8.2. Assisténcia 38
9. APÊNDICES TEÓRICOS 39
9.1. Continuidade dos condutores de proteção....39
9.2. Medição da Resistência de Isolamento 40
9.2.1. Índice de Polarização (PI) 43
9.2.2. Relação da Absorção Dielétrica (DAR) 43
9.3. Harmónicos de tensão e corrente....44

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

Este instrumento foi projetado em conformidade com a diretiva IEC/EN61010-1, referente aos instrumentos de medida eletrónicos. Para Sua segurança e para evitar danificar o instrumento, deve seguir os procedimentos descritos neste manual e ler, com especial atenção, todas as notas precedidas do símbolo ⚠.
Antes e durante a execução das medições seguir escrupulosamente as seguintes indicações:

- Não efetuar medições em ambientes húmidos.
- Não efetuar medições na presença de gases ou materiais explosivos, combustíveis ou em ambientes com pó.
- Evitar o contacto com o circuito em exame durante as medições.
- Evitar o contacto com partes metálicas expostas, com terminais de medida inutilizados, etc.
- Não efetuar qualquer medição no caso de se detetarem anomalias no instrumento tais como: deformações, roturas, derrame de substâncias, ausência de símbolos no display, etc.
- Prestar especial atenção quando se efetuam medições de tensão superiores a 20V porque pode haver o risco de choques elétricos.

Neste manual e no instrumento são utilizados os seguintes símbolos:

⚠ ATENÇÃO: ler com cuidado as instruções deste manual; um uso impróprio poderá causar danos no instrumento, nos seus componentes

Perigo de Alta Tensão: risco de choques elétricos

Instrumento com duplo isolamento

~ Tensão CA ou Corrente CA

⎓ Tensão ou Corrente CC

⏚ Referência de terra

1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- Este instrumento foi projetado para ser utilizado em ambientes c/ nível de poluição 2.
- Pode ser utilizado para efetuar medições de **TENSÃO** e **CORRENTE** em instalações da CAT IV 600V, CAT III 1000V para a terra e entre as entradas.
- Ao efetuar as medições deve seguir-se as regras de segurança previstas para os trabalhos sob tensão e a utilizar os DPI previstos orientados para a proteção contra correntes perigosas e a proteger o instrumento contra uma utilização errada
- Nos casos em que a falta de indicação da presença de tensão possa constituir um risco para o operador, efetuar sempre uma medição de continuidade antes da medição sob tensão, para confirmar a correta ligação e estado das ponteiras
- Só as ponteiras fornecidas com o instrumento garantem as normas de segurança. As mesmas devem estar em boas condições e, se necessário, substituídas por modelos originais HT
- Não efetuar medições em circuitos que superem os limites de tensão especificados.
- Não efetuar medições em condições ambientais diferentes das indicadas no § 6.2.1
- Verificar se a bateria está inserida corretamente
- Verificar se o display LCD e o seletor indicam a mesma função

1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

Ler atentamente as recomendações e as instruções seguintes:

ATENÇÃO

O não cumprimento das Advertências e/ou Instruções podem danificar o instrumento e/ou os seus componentes ou colocar em perigo o operador.

- Antes de rodar o seletor, retirar as ponteiras de teste do circuito em exame.
- Quando o instrumento está ligado ao circuito em exame nunca tocar num terminal
- Durante a medição de correntes, qualquer outra corrente localizada nas proximidades das pinças pode influenciar a precisão da medição.
- Durante a medição de correntes colocar sempre o condutor o mais próximo possível do centro do toroide de modo a obter uma leitura mais precisa.
- Evitar a medição de resistências na presença de tensões externas; mesmo que o instrumento esteja protegido, uma tensão excessiva poderá provocar um mau funcionamento do instrumento.
- Antes de efetuar qualquer medição de resistência verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se eventuais condensadores presentes estão descarregados
- Se, durante uma medição, o valor ou o sinal da grandeza em exame permanecerem constantes, verificar se está ativa a função HOLD.

1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

- Após terminar as medições, colocar o seletor em OFF de modo a desligar o instrumento.
- Retirar as baterias quando se prevê não utilizar o instrumento durante muito tempo.

1.4. DEFINIÇÃO DE CATEGORIA DE MEDIDA (SOBRETENSÃO)

A norma IEC/EN61010-1: Prescrições de segurança para aparelhos elétricos de medida, controlo e para utilização em laboratório, Parte 1: Prescrições gerais, definição de categoria de medida, vulgarmente chamada categoria de sobretensão. No § 6.7.4 Circuitos de medida, indica: Os circuitos estão subdivididos nas seguintes categorias de medida:

- A **Categoria de medida IV** serve para as medições efetuadas sobre uma fonte de uma instalação de baixa tensão.
  Exemplo: contadores elétricos e de medida sobre dispositivos primários de proteção das sobrecorrentes e sobre a unidade de regulação da ondulação.
- A **Categoria de medida III** serve para as medições efetuadas em instalações interiores de edifícios.
  Exemplo: medição sobre painéis de distribuição, disjuntores, cablagens, incluídos os cabos, os barramentos, os interruptores, as tomadas das instalações fixas e os aparelhos destinados ao uso industrial e outras aparelhagens, por exemplo os motores fixos com ligação à instalação fixa.
- A **Categoria de medida II** serve para as medições efetuadas sobre circuitos ligados diretamente às instalações de baixa tensão.
  Exemplo: medições sobre aparelhagens para uso doméstico, utensílios portáteis e aparelhos similares.
- A **Categoria de medida I** serve para as medições efetuadas sobre circuitos não ligados diretamente à REDE DE DISTRIBUIÇÃO.
  Exemplo: medições sobre não derivados da REDE e derivados da REDE mas com proteção especial (interna). Neste último caso as solicitações de transitórios são variáveis, por este motivo (OMISSOS) torna-se necessário que o utente conheça a capacidade de resistência aos transitórios por parte da aparelhagem.

2. DESCRIÇÃO GERAL

O instrumento executa as seguintes medições:

- Tensão CC / CA, CA+CC TRMS
- Tensão CC / CA / CA+CC TRMS com baixa impedância (LoZ)
- Corrente CC / CA / CA+CC TRMS com transdutor com pinça standard
- Corrente CA TRMS com transdutores com pinças flexíveis
- Reconhecimento automático de grandezas CA e CC
- Corrente de pico (Dynamic INRUSH - DIRC)
- Harmónicos de corrente/tensão até à 25° ordem e cálculo do THD%
- Resistência e Teste de continuidade
- Frequência da corrente e da tensão
- Resistência de Isolamento com tensões de teste 50,100,250,500,1000VCC
- Medição do Índice de Polarização (PI) e Relação de Absorção Dielétrica (DAR)
- Continuidade do condutor de proteção com 200mA
- Sentido cíclico das fases com 1 terminal

Cada uma destas funções pode ser selecionada através do respetivo seletor. Além disso, estão disponíveis botões de funções (consultar o § 4.2), gráfico de barras analógico e retroiluminação. O instrumento também está equipado com a função de Desligar Automático (desativável) que permite desligar automaticamente o instrumento decorridos 15 minutos da última pressão dos botões de funções ou rotação do seletor. Para voltar a ligar o instrumento rodar o seletor.

2.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE VALOR MÉDIO E DE VALOR EFICAZ REAL

Os instrumentos de medida de grandezas alternas dividem-se em duas grandes famílias:

- Instrumentos de VALOR MÉDIO: instrumentos que medem apenas o valor da onda à frequência fundamental (50 ou 60 HZ).
- Instrumento de VALOR EFICAZ REAL também ditos TRMS (True Root Mean Square value): instrumentos que medem o valor eficaz real da grandeza em exame.

Na presença de uma onda perfeitamente sinusoidal as duas famílias de instrumentos fornecem resultados idênticos. Na presença de ondas distorcidas, por sua vez, as leituras diferem. Os instrumentos de valor médio apresentam o valor eficaz da onda fundamental, os instrumentos de valor eficaz real apresentam o valor eficaz de toda a onda, harmónicos incluídos (entre a banda passante do instrumento). Portanto, medindo a mesma grandeza com instrumentos de ambas as famílias, os valores obtidos só são idênticos se a onda for puramente sinusoidal, enquanto que se for distorcida, os instrumentos de valor eficaz real apresentam valores maiores do que a leitura do instrumento de valor médio.

2.2. DEFINIÇÃO DE VALOR EFICAZ REAL E FATOR DE CRISTA

O valor eficaz para a corrente é indicado como RMS (root mean square value) e é definido como: "N*um tempo igual a um período, uma corrente alterna com valor eficaz de intensidade 1A, circulando sobre uma resistência, dissipa a mesma energia que seria dissipada, no mesmo tempo, por uma corrente contínua com intensidade de 1A*". Desta definição resulta a seguinte expressão numérica:

G= $\sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t)dt}$ O valor eficaz é indicado como RMS (*root mean square value*)

O Fator de Crista é definido como a relação entre o Valor de Pico de um sinal e o seu Valor Eficaz: CF (G)= $\frac{G_p}{G_{RMS}}$ Este valor varia com a forma de onda do sinal, o que para uma onda puramente sinusoidal é $\sqrt{2}$ =1.41. Na presença de distorções, o Fator de Crista assume valores tanto maiores quanto mais elevada é a distorção da onda.

3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO

3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento, antes de ser expedido, foi controlado do ponto de vista elétrico e mecânico. Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento seja entregue sem danos.

Todavia, aconselha-se a efetuar uma verificação geral ao instrumento para se certificar de possíveis danos ocorridos durante o transporte. No caso de se detetarem anomalias, deve-se contactar, imediatamente, o seu fornecedor.

Verificar, ainda, se a embalagem contém todos os componentes indicados no § 6.3.1. No caso de discrepâncias, contactar o seu fornecedor.

Se, por qualquer motivo, for necessário devolver o instrumento, deve-se seguir as instruções indicadas no § 7.

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

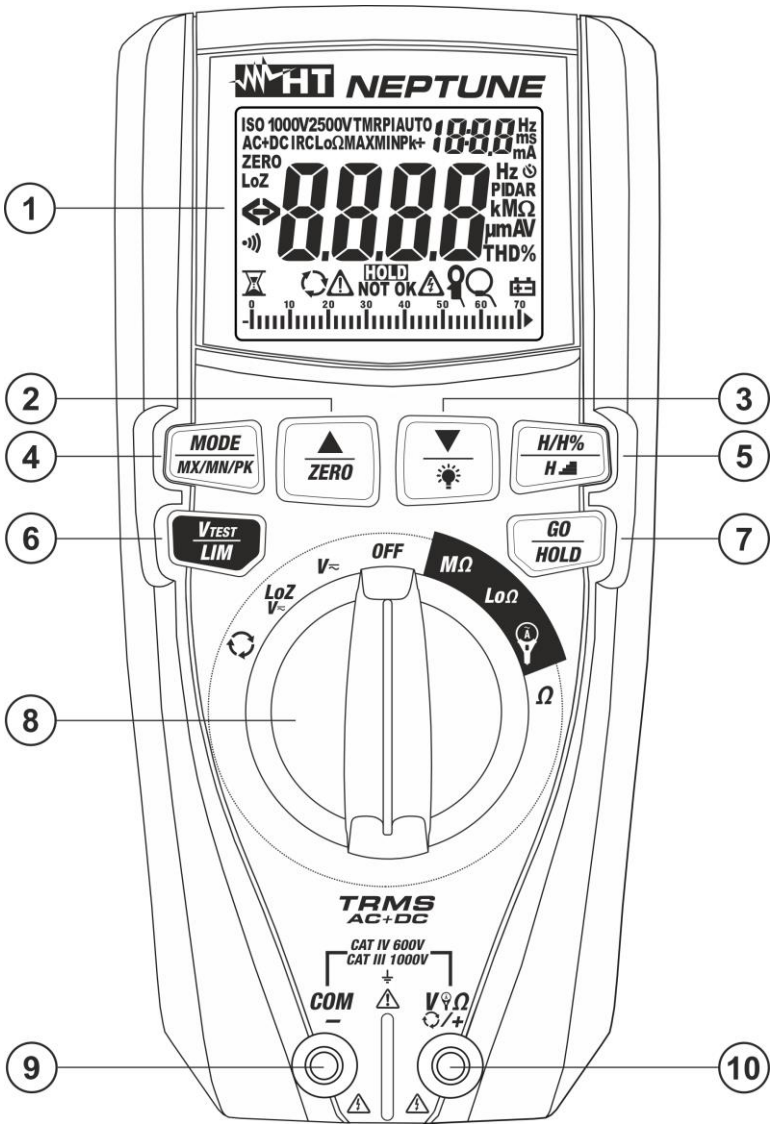
O instrumento é alimentado com 4x1.5V baterias alcalinas tipo AAA IEC LR03 incluídas na embalagem. Quando as baterias estão descarregadas aparece no display o símbolo "". Para substituir as baterias consultar o § 6.1.

3.3. ARMAZENAMENTO

Para garantir medições precisas, após um longo período de armazenamento, deve-se aguardar que o instrumento retorne às condições normais (consultar o § 6.2.1).

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



LEGENDA:

1. Display LCD
2. Botão **▲/ ZERO**
3. Botão **▼/☀**
4. Botão **MODE/MXMNPK**
5. Botão **H/H%/H▂**
6. Botão **VTEST/LIM**
7. Botão **GO/HOLD**
8. Seletor de funções
9. Terminal de entrada **COM/–**
10. Terminal de entrada **V♀Ω↻/+**

Fig. 1: Descrição do instrumento

4.1.1. Ecrã inicial do instrumento

1. Rodar o seletor para qualquer posição para ligar o instrumento. O seguinte ecrã inicial é apresentado no display durante alguns segundos para identificar a versão interna do Hardware e Firmware.

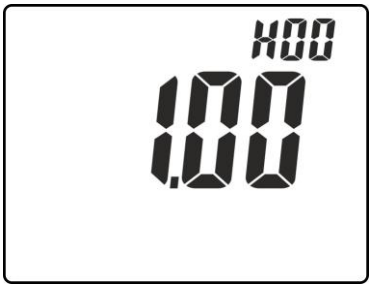


Fig. 2: Ecrã inicial do instrumento

2. Rodar o seletor para a posição **OFF** para desligar o instrumento

4.2. DESCRIÇÃO DOS BOTÕES DE FUNÇÕES

4.2.1. Botão GO/HOLD

A pressão do botão **GO/HOLD** (para as funções **V≂**, **LoZV≂**, **Ω** e) ativa a manutenção do valor da grandeza apresentada no display. A mensagem "HOLD" aparece no display. Premir novamente o botão para sair da função. A pressão do botão **GO/HOLD** (para as funções **MΩ**, **LoΩ**, , **IRC**) ativa a correspondente medição.

4.2.2. Botão H/H%/H

O botão **H/H%/H** (ativo nas posições **V≂**, **LoZV≂** e) permite as seguintes operações:

- Pressão simples do botão para a visualização das amplitudes dos harmónicos de tensão e corrente até à 25° ordem (**Hdc, H01… H25**) no formato absoluto ou em percentagem em relação às fundamentais dos sinais na entrada (para valores de tensão VCA >0.5V e corrente CA > 0.5A e frequência compreendida entre 42.5Hz ÷ 69Hz) e o valor em percentagem do parâmetro **THD%** (consultar o § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) como se mostra na Fig. 3. Usar os botões **▲/ZERO** e ▼/ para aumentar/diminuir a ordem do harmónico

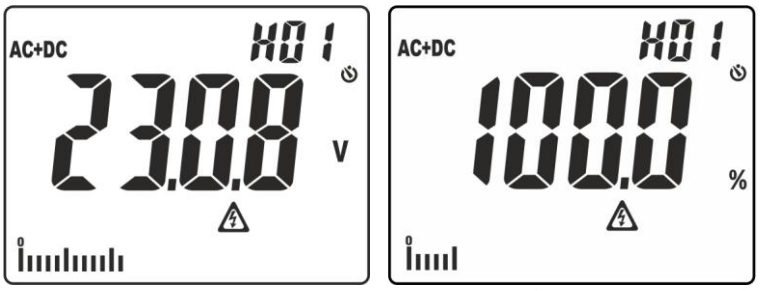


Fig. 3: Visualização das amplitudes na análise dos harmónicos

- Pressão prolongada do botão (pelo menos 2s) para ativar a função **H_2O (H**igher **H**armonic **O**rdering**)** de ordenação da amplitude dos harmónicos. Nestas condições, a função "HOLD" é automaticamente ativada, o símbolo "o" aparece à frente da ordem do harmónico visualizado para indicar a ativação da função de Classificação. A barra gráfica é desativada e o instrumento apresenta o valor das amplitudes de todos os harmónicos compreendidos entre o valor CC e a 25° exceto o fundamental, por **ordem decrescente** a partir do harmónico de amplitude maior como se mostra na Fig. 4

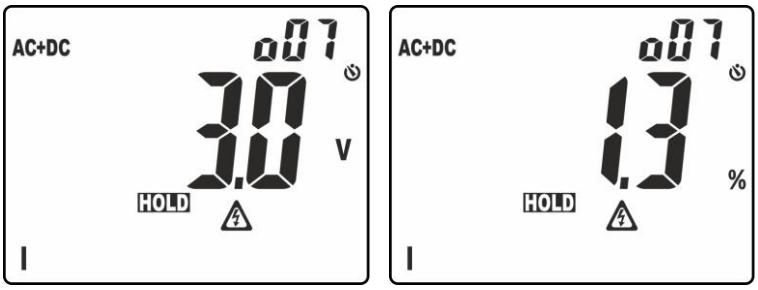


Fig. 4: Visualização da ordenação das amplitudes da análise harmónica

No exemplo da Fig. 4 o harmónico de amplitude maior corresponde à ordem 7. Premir o botão ▲ para observar as amplitudes dos restantes harmónicos e premir novamente o botão **H/H%/H** para passar à visualização dos valores absolutos ou em percentagem. Rodar o seletor para sair da função.

4.2.3. Botão MODE/MXMNPK

A pressão simples do botão **MODE/MXMNPK** permite efetuar as seguintes operações:

- Seleção das modalidades de medida “AUTO”, “CA”, “CC”, “CA+CC” e “FREQ” nas posições **V≂**, **LoZV≂**
- Seleção das modalidades de medida “AUTO”, “CA”, “CC” e “CA+CC”, “FREQ” e “IRC” (consultar o § 4.2.8) na posição
- Seleção do tipo de transdutor com pinça na medição de correntes entre as opções “” (pinça standard opcional) e “” (pinça flexível opcional) na posição
- Seleção da medição “AUTO” “TMR” e “PI” na posição **MΩ** (consultar o § 5.6)
- Seleção da medição “AUTO” e “TMR” na posição **LoΩ** (consultar o § 5.7)
- Seleção da medição de Resistência “Ω” ou teste de continuidade “” na posição **Ω**

A pressão prolongada (>2s) do botão **MODE/MXMNPK** permite a ativação/desativação da deteção contínua dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), pico positivo (Pk+), pico negativo (Pk-) da grandeza (tensão ou corrente) em exame. Os valores são continuamente atualizados e apresentam-se ciclicamente a cada nova pressão do mesmo botão. Esta função não está ativa na posição Premir longamente o botão **MODE/MXMNPK** (>2s) ou mexer no seletor para sair da função.

4.2.4. Botões ▼/ e ▲/ ZERO

A pressão simples dos botões ▼/ e **▲/ ZERO** permite as seguintes operações:

- Configuração do fundo da escala do transdutor com pinça flexível (acessório opcional - opção “ ”) na posição entre os valores: **30A, 300A, 3000A** para a medição de correntes CA
- Configuração do fundo da escala do transdutor com pinça standard (opção “”) na posição entre os valores: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para a medição de correntes CA e CC
- Seleção da ordem do harmónico “CC ÷ 25°” nas posições **V≂**, **LoZV≂** e
- Seleção do tempo de cálculo do valor RMS na função DIRC (consultar o § 4.2.8)
- Configuração dos valores dos patamares nas posições **MΩ** e **LoΩ**
- No final da medição de isolamento percorre os resultados (MΩ, Vgen, PI, DAR)

A pressão prolongada (>2s) do botão ▼/ permite ativar/desativar a retroiluminação do display. Esta função está ativa em qualquer posição do seletor e desativa-se automaticamente decorridos cerca de 2 minutos de completa inatividade. A pressão prolongada (>2s) do botão **▲/ ZERO** permite as seguintes operações:

- Azeramento da resistência dos cabos na posição **LoΩ** (consultar o §)
- Azeramento da resistência dos cabos na posição **Ω** (consultar o §)

4.2.5. Botão VTEST/LIM

A pressão simples do botão **VTEST/LIM** permite as seguintes operações:

- Seleção da tensão de teste na medição de isolamento entre as opções: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC** na posição **MΩ**

A pressão prolongada (>2s) do botão **VTEST/LIM** permite as seguintes operações:

- Configuração do patamar mínimo na medição de isolamento entre as opções: **não (no)** (nenhum patamar)**, 0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ** na posição **MΩ**
- Configuração do patamar máximo para a medição da continuidade no intervalo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** na posição **LoΩ**

4.2.6. Função LoZ

Esta modalidade permite efetuar a medição da tensão CA/CC com uma baixa impedância de entrada de modo a eliminar as leituras erradas devidas a tensões parasitas resultantes de acoplamentos do tipo capacitivo.

ATENÇÃO

- Inserindo o instrumento entre os condutores de fase e terra, devido à baixa impedância do instrumento na medição, as proteções diferenciais (RCD) podem intervir durante a execução do teste. Se for necessário executar este teste, efetuar previamente uma medição de pelo menos 5s entre fase e neutro na presença de tensão
- **Não deixar ligado o instrumento durante mais de 1min**

4.2.7. Função CA+CC

O instrumento é capaz de medir a eventual presença de componentes alternados sobrepostos a uma genérica tensão ou corrente contínua. Isto pode ser útil na medição de sinais impulsivos típicos de cargas não lineares (ex: máquinas de soldar, fornos, etc..).

4.2.8. Função corrente de pico (INRUSH)

A medição da corrente de pico (consultar o § 5.8) é entendida como reconhecimento de um evento detetado após a superação de um patamar de impulso. Se o valor instantâneo superar este patamar (**fixo igual a 1%FS pinça)** o instrumento apresenta no display o valor de Pico máximo (calculado em **1ms**) e o valor máximo RMS calculado com tempo selecionável entre: **16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms (default), 150ms, 175ms** e **200ms**.

4.2.9. Desativação da função de desligar automático

Com o objetivo de preservar as baterias internas, o instrumento desliga-se automaticamente decorridos cerca de 15 minutos de não utilização. Premir o botão **MODE / MXMNPK** ou rodar o seletor da posição **OFF** para ligar o instrumento novamente para desativar o desligar automático proceder do seguinte modo:

- Desligar o instrumento (**OFF**)
- Mantendo premido ▲ para ligar o instrumento. O símbolo "" desaparece do display
- Desligar e voltar a ligar o instrumento para ativar novamente a função

4.2.10. Configuração do fundo da escala da pinça flexível

O instrumento pode ser utilizado com um transdutor com pinça flexível (acessório opcional). Para uma correta medição de corrente é **necessário** configurar o fundo de escala de tensão da pinça utilizada (consultar o manual de uso do referido transdutor para o valor correto do fundo de escala a configurar). Proceder do seguinte modo:

1. Desligar o instrumento (**OFF**)
2. Mantendo pressionado o botão **MODE/MXMNPK** ligar o instrumento rodando o seletor. No display aparece o seguinte ecrã:

Fig. 5: Configuração do fundo da escala da pinça flexível

3. Premir os botões ▼/💡ou ▲ para configurar o valor do fundo de escala da pinça utilizada entre as opções: **3VAC** (modelo F3000U) ou **1VAC** (outros modelos)
4. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e voltar para o ecrã de medição
5. As configurações efetuadas são mantidas após qualquer reacendimento

5. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

5.1. MEDIÇÃO DE TENSÕES CC

ATENÇÃO

A tensão máxima CC na entrada é 1000V. Não medir tensões que excedam os limites indicados neste manual. A superação dos limites de tensão poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.

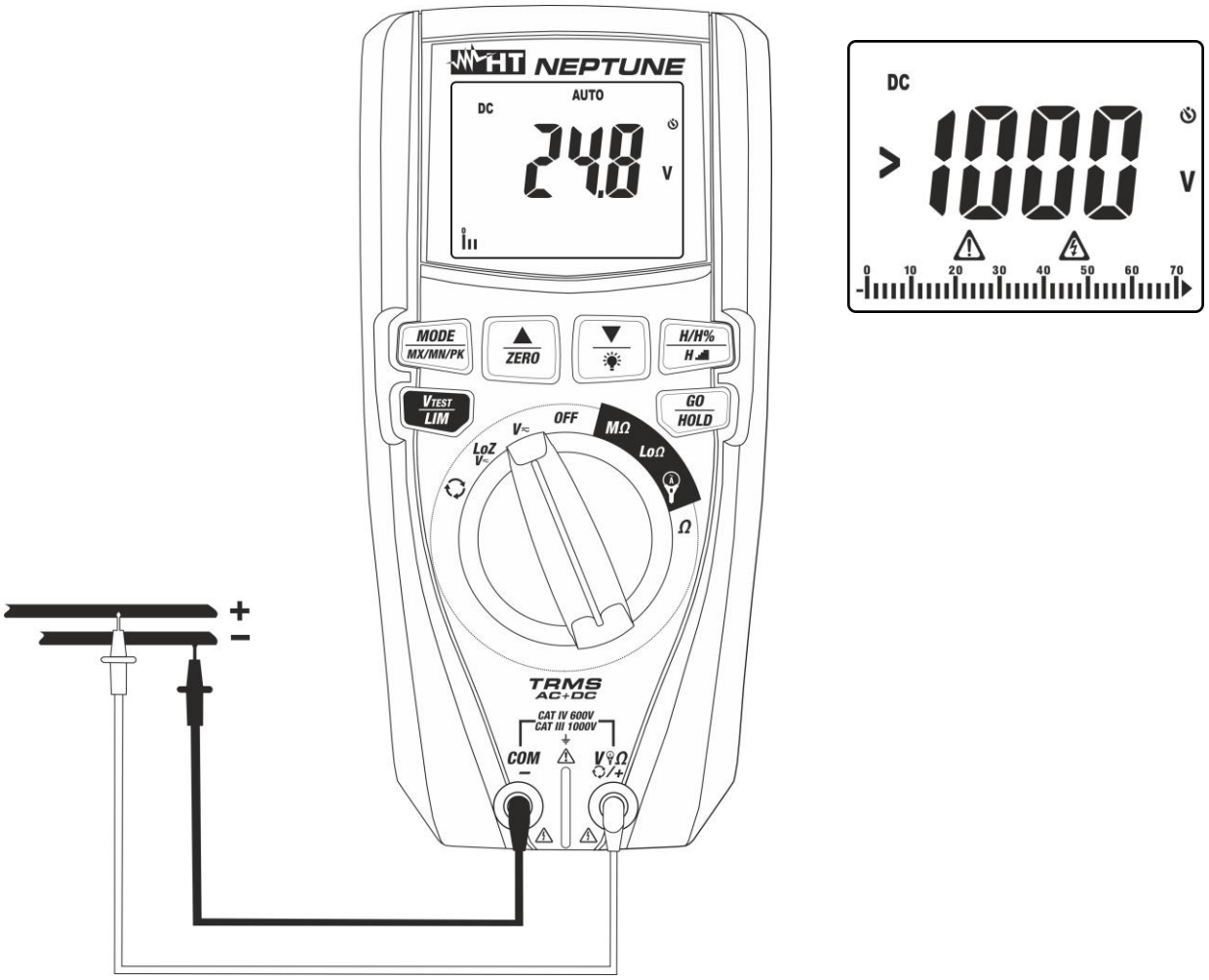


Fig. 6: Uso do instrumento para medir Tensões CC

1. Selecionar a posição **V⎓**
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/–**
3. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos com potencial positivo e negativo do circuito em exame (ver Fig. 6). O valor da tensão é apresentado no display
4. Se no display aparecer a mensagem "**>1000V**" (ver Fig. 6) atingiu-se o fundo de escala do instrumento
5. A visualização do símbolo "**-**" no display do instrumento indica que a tensão tem sentido oposto em relação à ligação da Fig. 6.
6. Para o uso das funções HOLD, MAX/MIN/PK consultar o § 4.2

5.2. MEDIÇÃO DE TENSÕES CA, CA+CC

ATENÇÃO

A tensão máxima CA na entrada é 1000V para a terra. Não medir tensões que excedam os limites indicados neste manual. A superação dos limites de tensão poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.

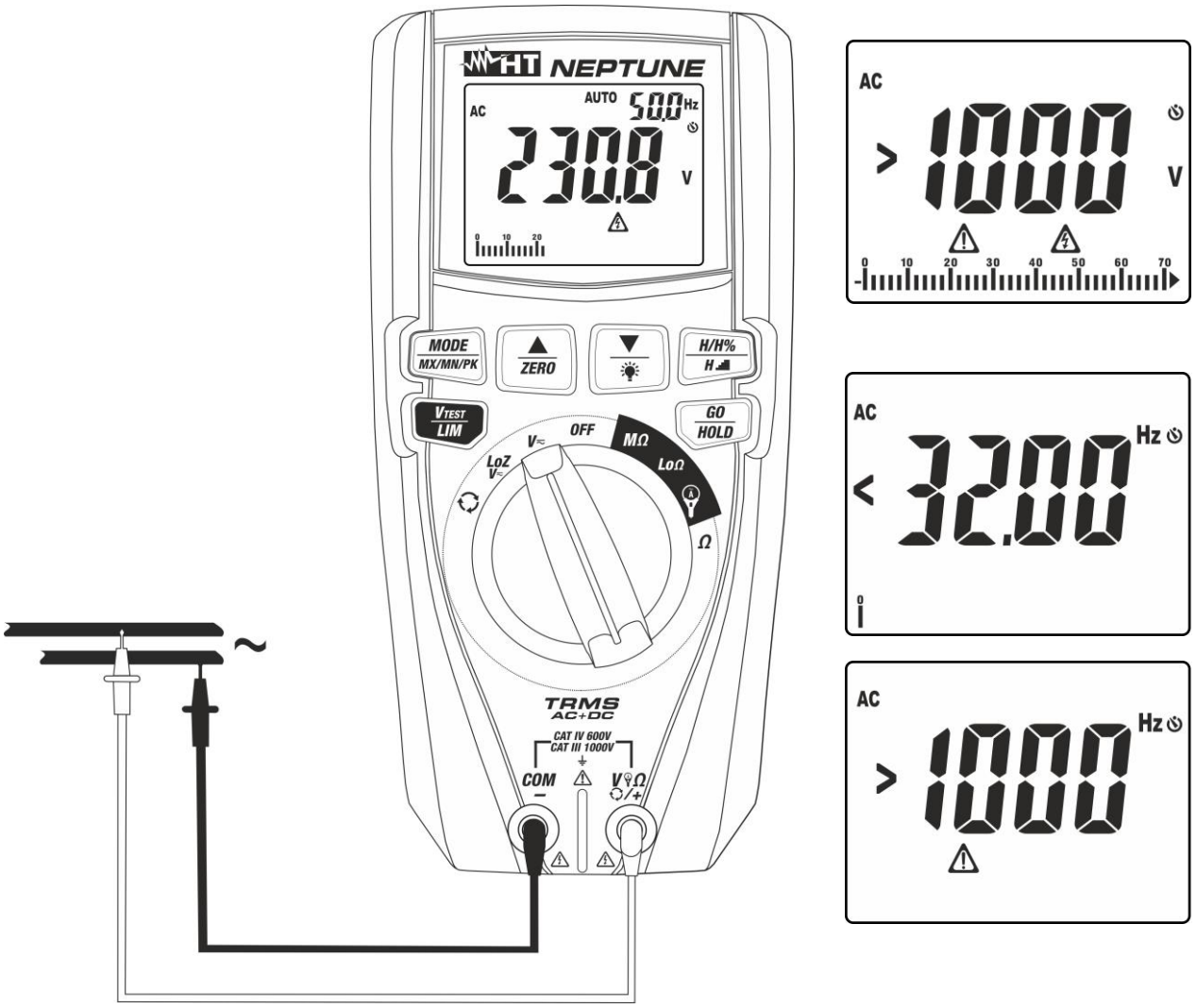


Fig. 7: Uso do instrumento para medir Tensões CA

1. Selecionar a posição **V≂**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para visualizar o símbolo “CA” ou “CA+CC no display. O instrumento possui o reconhecimento automático dos sinais CA ou CC
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/**–
4. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos do circuito em exame (ver Fig. 7). O valor da tensão é apresentado no display. Na parte superior direita do display é apresentado o valor da frequência da tensão. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para visualizar o valor da frequência com maior resolução.
5. Se no display aparecer a mensagem "**>1000V**" (ver Fig. 7) atingiu-se o fundo de escala do instrumento
6. Se no display aparecerem as mensagens "**<32Hz**" ou “**>1000Hz**” (ver Fig. 7) o valor da frequência está fora do intervalo da medição **32Hz ÷ 1000Hz**
7. Para o uso das funções HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H consultar o § 4.2

5.3. MEDIÇÃO DE TENSÕES CA, CC, CA+CC COM BAIXA IMPEDÂNCIA (LOZ)

ATENÇÃO

A tensão máxima CA/CC na entrada é 1000V para a terra. Não medir tensões que excedam os limites indicados neste manual. A superação dos limites de tensão poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.

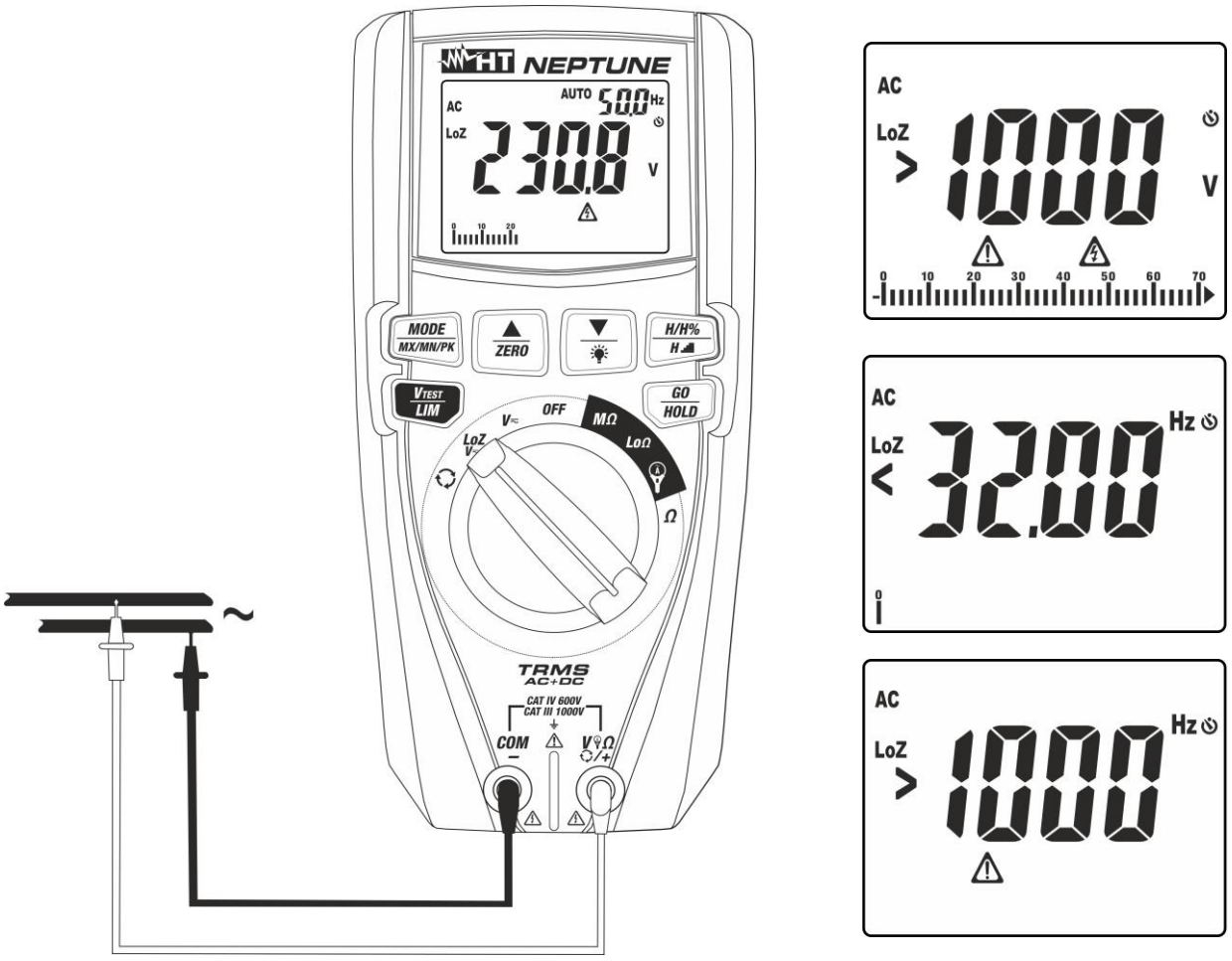


Fig. 8: Uso do instrumento para medir Tensões CA/CC com a função LoZ

1. Selecionar a posição **LoZV≂**. Os símbolos “LoZ” e “CC” aparecem no display
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar entre a medição “CA” ou “CA+CC”. O instrumento possui em qualquer caso o reconhecimento automático dos sinais CA ou CC
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/**–
4. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos do circuito em exame (ver Fig. 8) para a medição da tensão CA ou nos pontos com potencial positivo e negativo do circuito em exame (ver Fig. 6 para a medição da tensão CC. O valor da tensão é apresentado no display. Na parte superior direita do display é apresentado o valor da frequência da tensão. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para visualizar o valor da frequência com maior resolução.
5. Se no display aparecerem as mensagens "**<32Hz**" ou “**>1000Hz**” (ver Fig. 8) o valor da frequência está fora do intervalo da medição **32Hz ÷ 1000Hz**
6. A visualização do símbolo "**-**" no display do instrumento indica que a tensão tem sentido oposto em relação à ligação da Fig. 6
7. Para o uso das funções HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H consultar o § 4.2

5.4. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIAS E TESTE DE CONTINUIDADE

ATENÇÃO

Antes de efetuar qualquer medição de resistência verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se eventuais condensadores presentes estão descarregados.

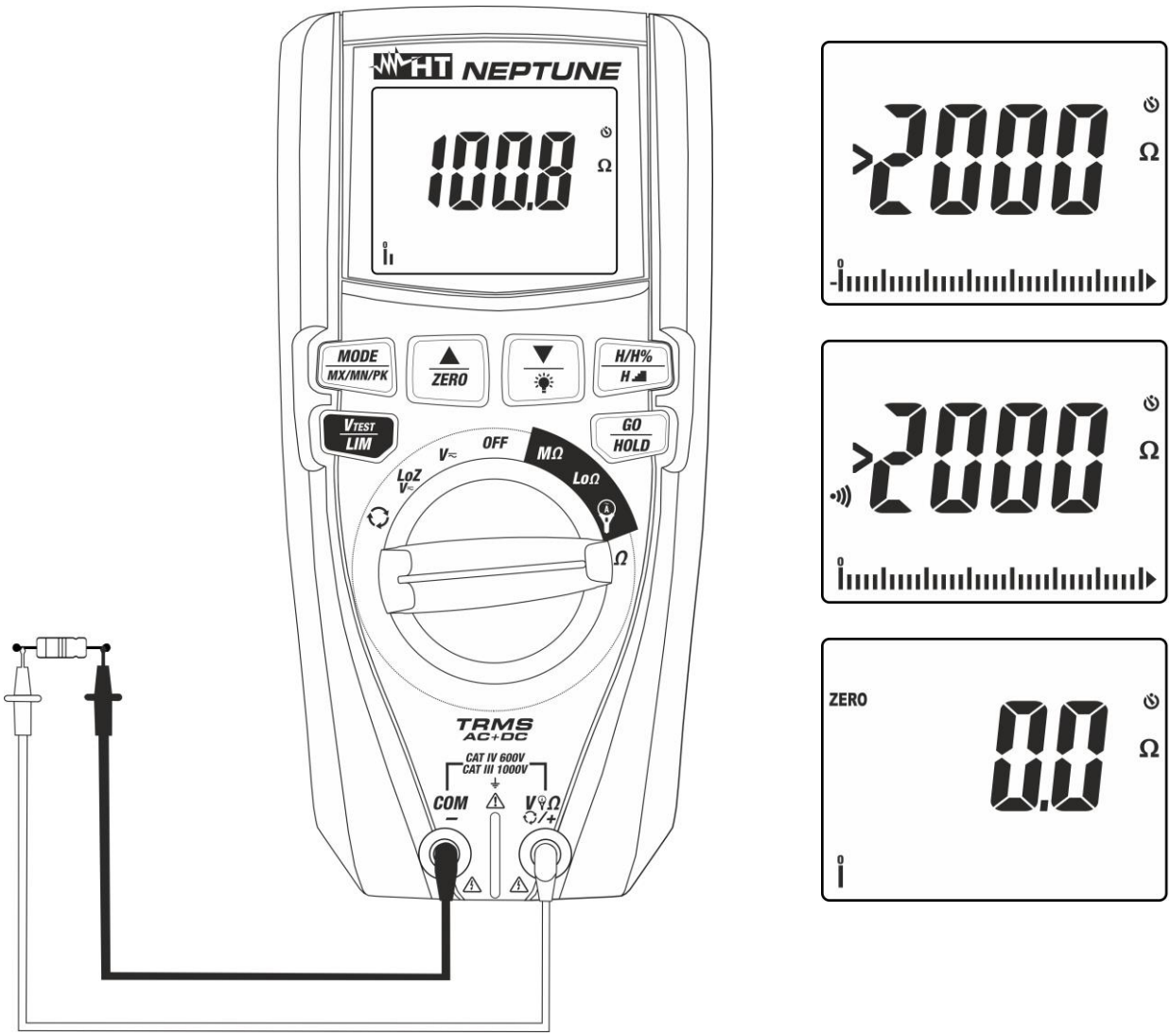


Fig. 9: Uso do instrumento para medir Resistências e efetuar o Teste de Continuidade

1. Selecionar a posição **Ω**
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/–**
3. Curto-circuitar as ponteiras de medida e premir o botão **▲/ZERO** para colocar em zero o valor da resistência dos cabos de medida. O símbolo “ZERO” aparece no display
4. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame (ver Fig. 9). O valor da resistência é apresentado no display
5. Se no display aparecer a mensagem "**>2000Ω**" (ver Fig. 9) atingiu-se o fundo de escala do instrumento
6. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar a medição “•))” referente ao teste de continuidade e colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame
7. O valor da resistência (só indicativo) é apresentado no display expresso em Ω e o instrumento emite um sinal sonoro quando o valor da resistência é <30Ω
8. Para o uso das funções HOLD, MAX/MIN, H/H%/H consultar o § 4.2

5.5. SENTIDO CÍCLICO E CONCORDÂNCIA DAS FASES COM 1 TERMINAL

ATENÇÃO

- A tensão CA na entrada para efetuar este teste deve estar compreendida no intervalo **100V ÷ 1000V** com frequência dentro do intervalo **42.5Hz ÷ 69Hz**
- O teste só pode ser efetuado **tocando as partes metálicas dos condutores**

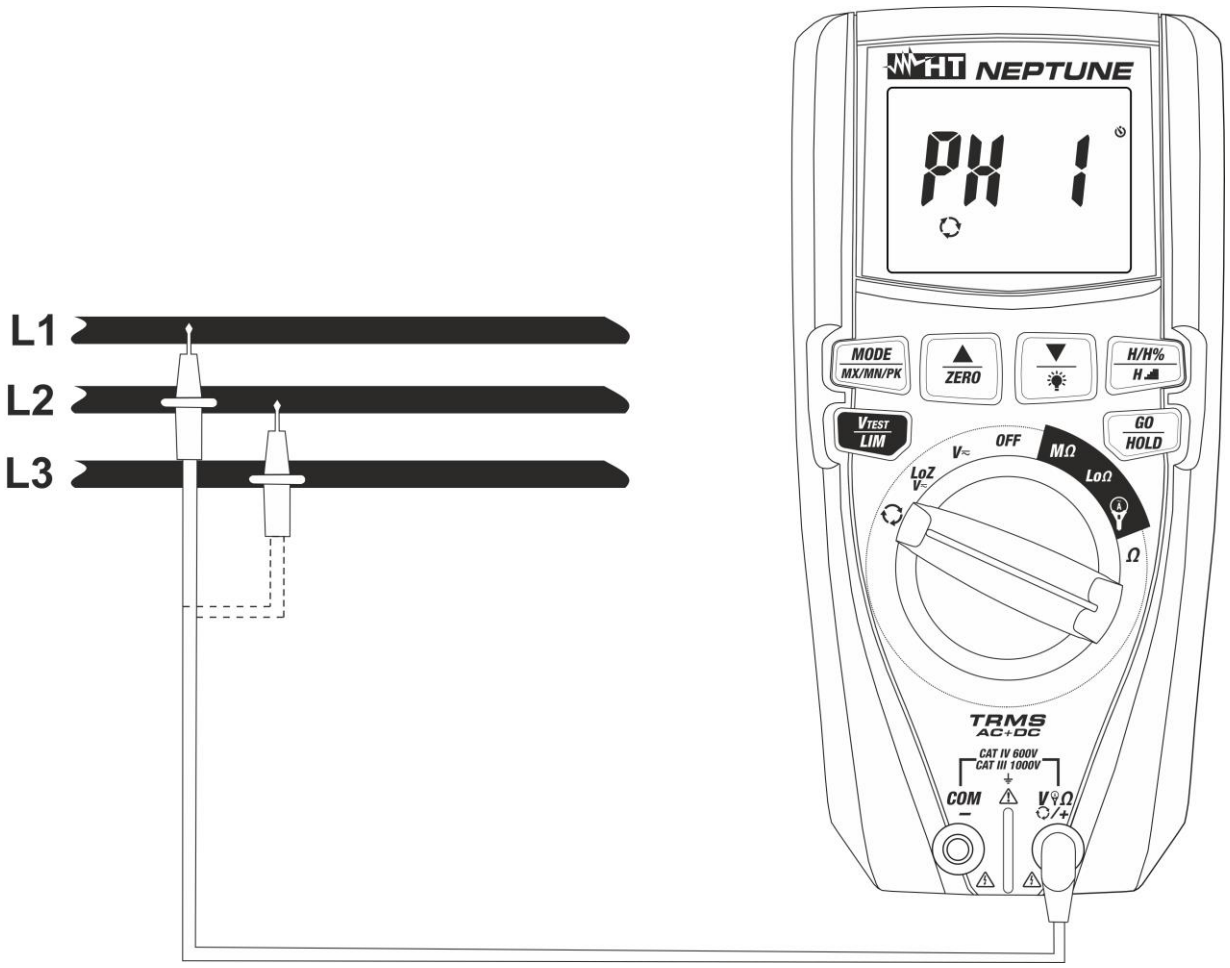


Fig. 10: Uso do instrumento para efetuar o teste de sentido cíclico e concordância das fases

1. Selecionar a posição ⟲. A mensagem "**PH 1**" aparece intermitente no display
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ⟲/+**
3. Colocar a ponteira vermelha na fase **L1** do sistema trifásico em exame (ver Fig. 10). As seguintes mensagens podem aparecer no display (ver Fig. 11) para identificar a presença de um sinal de tensão com frequência externa no intervalo **42.5Hz ÷ 69Hz** Nestas condições o instrumento não executa o teste

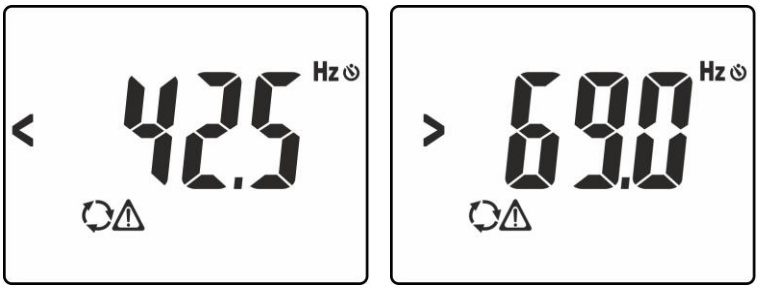


Fig. 11: Sinalização de tensão com frequência errada

4. Em condições corretas de tensão e frequência, o instrumento apresenta a mensagem "**HOLD**", os símbolos ⌛ e "PH1" e emite um som contínuo aguardando pelo reconhecimento de um valor estável de tensão da fase L1 (ver Fig. 12 – parte esquerda)

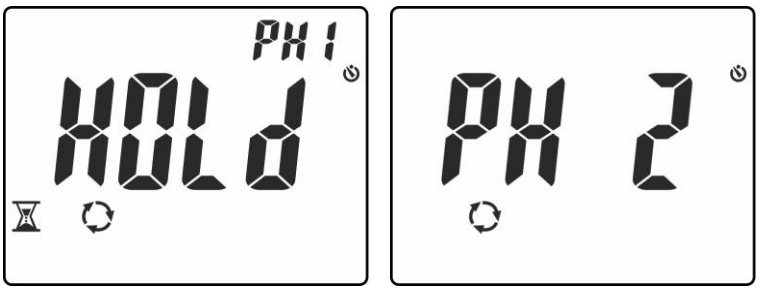


Fig. 12: Reconhecimento da fase L1 e aguardando pela fase L2

5. **<u>Não retirar a ponteira da fase L1</u>** até à visualização da mensagem "**PH 2**" intermitente no display (ver Fig. 12 – parte direita)

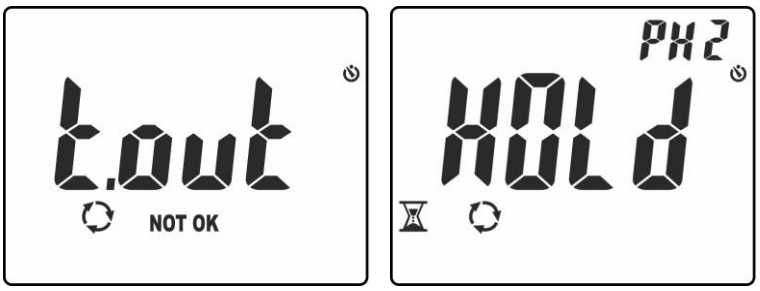


Fig. 13: Reconhecimento da fase L1 e aguardando pela fase L2

6. Colocar a ponteira vermelha na fase **L2** do sistema trifásico em exame (ver Fig. 102). Nos casos em que a passagem entre a fase L1 e a fase L2 tenha um tempo superior a **10s**, o instrumento apresenta a mensagem "**t.out**" no display (ver Fig. 13 – parte esquerda) Em condições corretas de tensão e frequência, o instrumento apresenta a mensagem "**HOLD**", os símbolos ⌛ e "PH2" e emite um som contínuo aguardando pelo reconhecimento de um valor estável da tensão na fase L2 (ver Fig. 13 – parte direita)

7. Após o reconhecimento do valor estável da tensão na fase L2, o instrumento apresenta automaticamente a mensagem "**1.2.3.**" (teste OK) ou a mensagem "**2.1.3**" (teste NÃO OK (NO OK)) como se mostra na Fig. 14

Fig. 14: Resultados positivos do teste da sequência e concordância das fases

8. Nos casos em que seja necessário verificar a concordância das fases entre dois sistemas trifásicos em paralelo, após o reconhecimento da fase L1 do primeiro sistema, colocar a ponteira na fase L1 do segundo sistema. O resultado final correto é a mensagem "**1.1-**" (ver Fig. 14 – parte direita).

5.6. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

Esta função é efetuada de acordo com a norma IEC/EN61557-2 e permite a medição da resistência de isolamento nas instalações elétricas e nas aplicações industriais em que seja necessário efetuar o teste de duração (consultar o § 0). Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **AUTO** o teste prossegue até obter um resultado estável (duração mínima 3s, max 15s) ou até que o botão **GO/HOLD** seja pressionado. Modalidade aconselhada
- **TMR** o teste é executado em modo contínuo para a duração (timer) configurada entre os valores: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**
- **PI** o teste é executado em modo contínuo para a duração (timer) configurada entre os valores: **1min, 10min.** Se o tempo configurado for **1min** o instrumento apresentará o valor do parâmetro **DAR** (Relação da Absorção Dielétrica) (consultar o § 9.2.2). Se o tempo configurado for **10min** o instrumento apresentará o valor do parâmetro **PI** (Índice de Polarização) (consultar o § 9.2.1)

Modo AUTO

ATENÇÃO

- Verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se todas as eventuais cargas dele derivadas estão desligadas antes de efetuar a medição de isolamento
- Recomenda-se pegar o crocodilo respeitando a zona de segurança identificada pela barreira de proteção das mãos

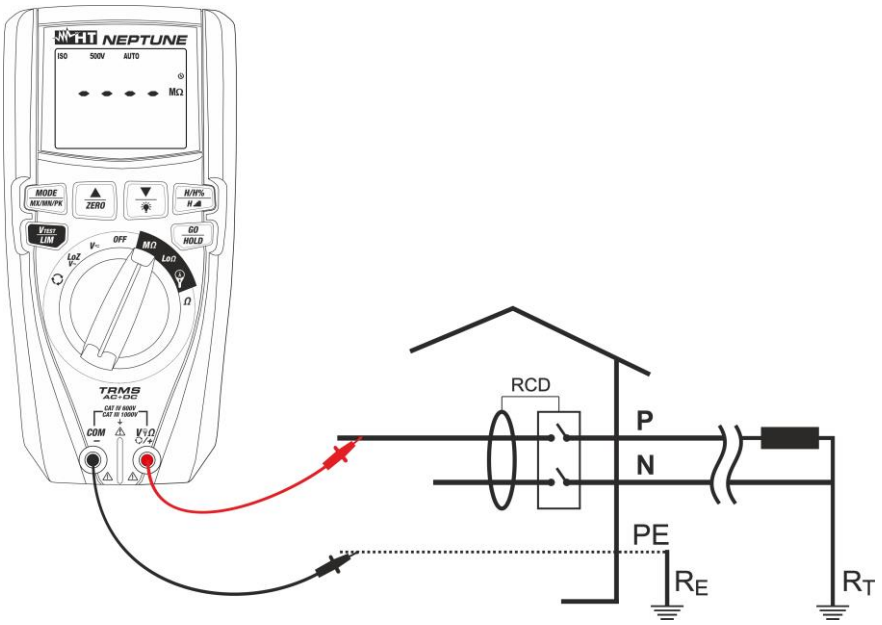


Fig. 15: Uso do instrumento para medir a resistência de isolamento pelo modo AUTO

1. Selecionar a posição **MΩ**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “AUTO”
3. Premir o botão **VTEST/LIM** para configurar a tensão de teste entre os valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC.** Notar a presença do valor na parte superior do display
4. Premir e manter pressionado o botão **VTEST/LIM** (>2s) para configurar o patamar limite **mínimo** na medição. O símbolo “Set” fica intermitente no display

5. Premir os botões ▼/💡 ou ▲**/ZERO** para selecionar o valor entre as opções: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, não (no)**. A opção "**no**" indica a não configuração do patamar (ver Fig. 16)

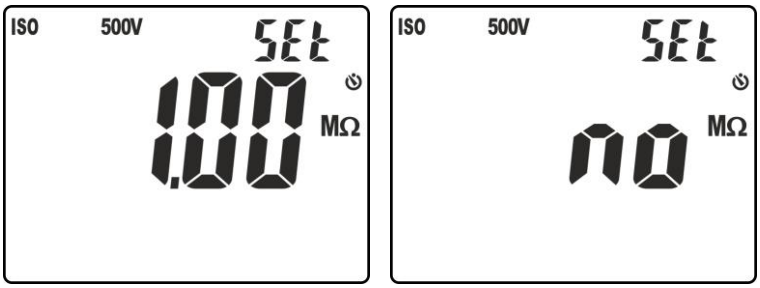


Fig. 16: Configuração do patamar limite na medição de isolamento

6. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e sair da configuração. UM som contínuo é emitido pelo instrumento durante alguns segundos
7. Inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/–** e eventuais terminais com crocodilo e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 15)
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. O seguinte ecrã pode ser apresentado pelo display para assinalar a presença de uma tensão **>10V** existente nos terminais de entrada que bloqueia o desenrolar do teste

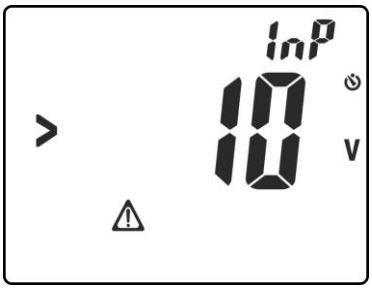


Fig. 17: Presença de tensão nos terminais de entrada

9. Na ausência de condições anómalas o instrumento executa o teste enquanto é mantido pressionado o botão **GO/HOLD** ou tem uma duração de cerca de 3s se for libertado imediatamente, o símbolo ⌛ fica intermitente no display e o instrumento emite um som intermitente. No final do teste no display são apresentados os seguintes ecrãs:

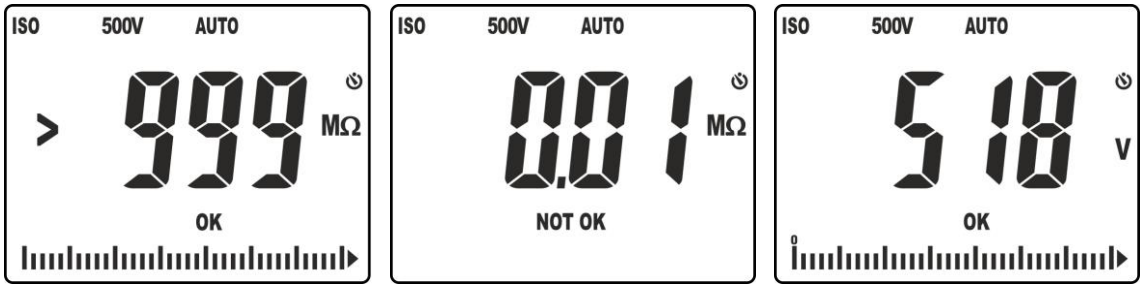


Fig. 18: Resultados da medição de isolamento no modo AUTO

10. No ecrã da Fig. 18 – parte esquerda é apresentado o valor da resistência de isolamento (o símbolo "**>999**" indica a condição de fora de escala) com resultado positivo "OK" (valor superior ao patamar configurado). No ecrã da Fig. 18 – parte direita é apresentado o valor da resistência de isolamento com resultado negativo "NOT OK" (valor inferior ao patamar configurado)
11. Premir os botões ▼/💡 ou ▲**/ZERO** para visualizar a tensão real aplicada

Modo TMR

ATENÇÃO

- Verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se todas as eventuais cargas dele derivadas estão desligadas antes de efetuar a medição de isolamento
- Recomenda-se segurar os crocodilos respeitando a zona de segurança identificada pela barreira de proteção das mãos

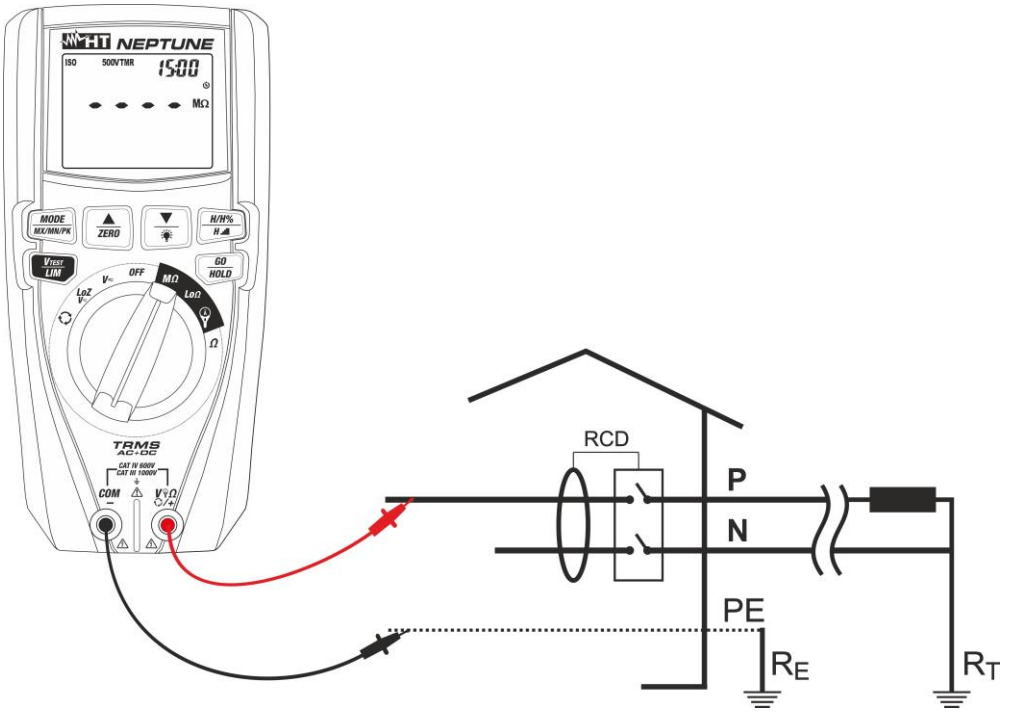


Fig. 19: Uso do instrumento para a medição da resistência de isolamento pelo modo TMR

1. Selecionar a posição **MΩ**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “TMR”
3. Premir o botão **VTEST/LIM** para configurar a tensão de teste entre os valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC.** Notar a presença do valor na parte superior do display
4. Premir e manter pressionado o botão **VTEST/LIM** (>2s) para configurar o patamar limite **mínimo** na medição. O símbolo “Set” fica intermitente no display. Premir os botões **▼/**💡 ou **▲/ZERO** para selecionar o valor entre as opções: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, não (no)**. A opção “**no**” indica a não configuração do patamar (ver Fig. 16)
5. Premir os botões **▼/**💡 ou **▲/ZERO** para configurar o tempo da medição (Timer) escolhendo entre as opções: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**. Notar a presença do valor na parte superior direita do display (ver Fig. 20)

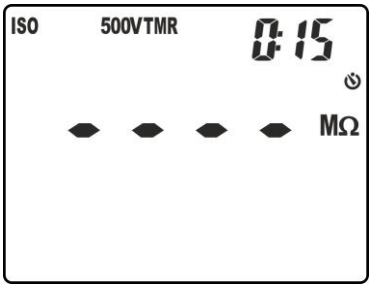


Fig. 20: Configuração do tempo de medição no modo TMR

6. Inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/–** e eventuais terminais com crocodilo e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 19)
7. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. O ecrã da Fig. 17 pode aparecer no display para assinalar a presença de uma tensão **>10V** existente nos terminais de entrada que bloqueia o desenrolar dos testes
8. Na ausência de condições anómalas o instrumento executa o teste em modo contínuo com tempo a decrescer (até ao tempo "0:00") durante todo o tempo configurado, o símbolo ⌛ fica intermitente no display e o instrumento emite um som intermitente. No final do teste são apresentados no display os seguintes ecrãs

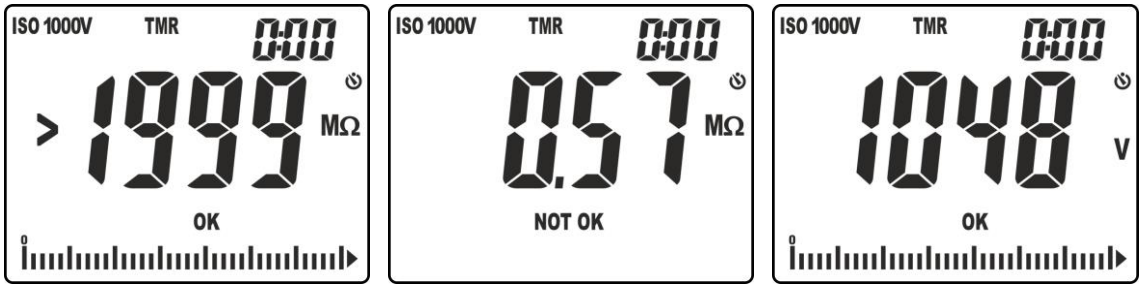


Fig. 21: Resultados da medição do isolamento no modo TMR

9. No ecrã da Fig. 21 – parte esquerda aparece o valor da resistência de isolamento (o símbolo "**>1999**" indica a condição de fora de escala) no final da medição com resultado positivo "OK" (valor superior ao patamar configurado). No ecrã da Fig. 21 – parte direita aparece o valor da resistência de isolamento no final da medição com resultado negativo "NOT OK" (valor inferior ao patamar configurado)
10. Premir os botões ▼/💡 ou **▲/ZERO** para visualizar a tensão real aplicada

Modo PI

O modo PI é indicado para executar testes diagnósticos de duração nos materiais (equipamentos, cabos elétricos, etc..) para avaliar a qualidade do isolamento. O objetivo é a avaliação dos seguintes coeficientes:

- Índice de Polarização (PI) definido como:

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

- Relação da Absorção Dielétrica (DAR) definida como:

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

Consultar o § para mais detalhes.

ATENÇÃO

- Verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se todas as eventuais cargas dele derivadas estão desligadas antes de efetuar a medição de isolamento
- Recomenda-se segurar os crocodilos respeitando a zona de segurança identificada pela barreira de proteção das mãos

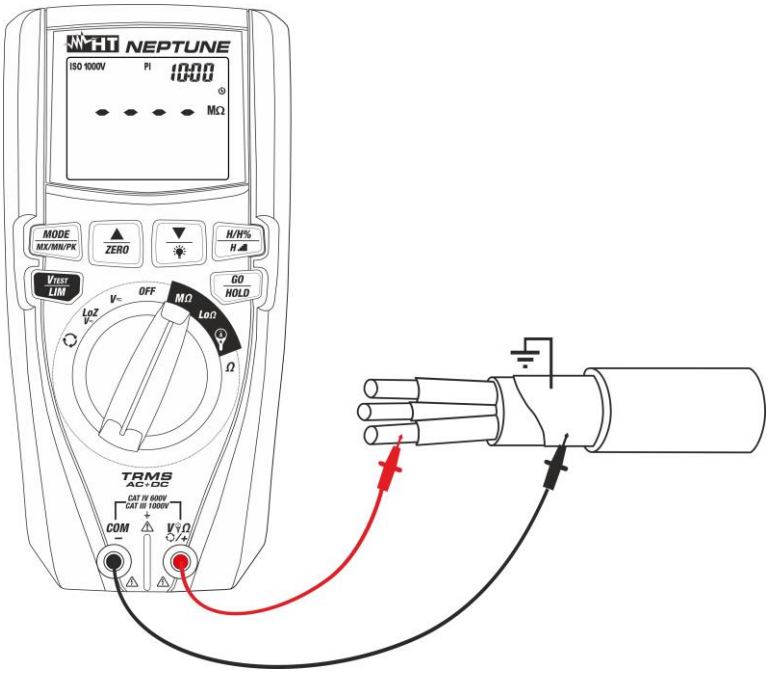


Fig. 22: Uso do instrumento para a medição da resistência de isolamento no modo PI

1. Selecionar a posição **MΩ**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “PI”
3. Premir o botão **VTEST/LIM** para configurar a tensão de teste entre os valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VCC.** Notar a presença do valor na parte superior do display
4. Premir e manter pressionado o botão **VTEST/LIM** (>2s) para configurar o patamar limite **mínimo** na medição. O símbolo “Set” fica intermitente no display. Premir os botões **▼/** ou **▲/ZERO** para selecionar o valor entre as opções: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, não (no)**. A opção “**no**” indica a não configuração do patamar (ver Fig. 16)
5. Premir os botões **▼/** ou **▲/ZERO** para configurar o tempo de medição (Timer) escolhendo entre as opções: **1min** (para medição DAR) ou **10min** (para medição PI). Notar a presença do valor na parte superior direita do display (ver Fig. 20)
6. Inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/–** e eventuais terminais com crocodilos e ligar o instrumento ao equipamento em exame (ver Fig. 22)
7. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. O ecrã da Fig. 17 pode ser apresentado no display para assinalar a presença de uma tensão **>10V** presente nos terminais de entrada que bloqueia o desenrolar do teste
8. Na ausência de condições anómalas o instrumento executa o teste em modo contínuo com tempo a decrescer (até ao tempo “0:00”) durante todo o tempo configurado, o símbolo ⌛ fica intermitente no display e o instrumento emite um som intermitente. No final do teste são apresentados no display os seguintes ecrãs

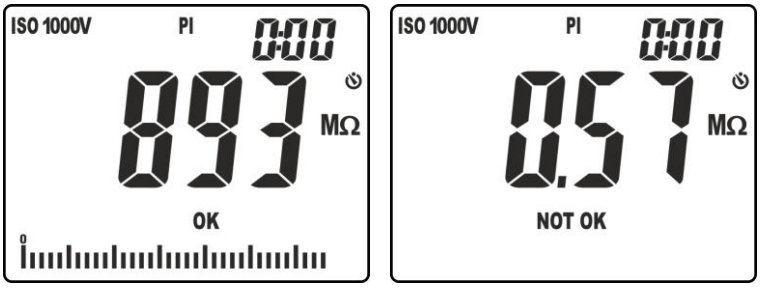


Fig. 23: Resultados da medição de isolamento no modo PI

9. No ecrã da Fig. 23 – parte esquerda é apresentado o valor da resistência de isolamento no final da medição com resultado positivo “OK” (valor superior ao patamar configurado). No ecrã da Fig. 23 – parte direita aparece o valor da resistência de isolamento no final da medição com resultado negativo “NOT OK” (valor inferior ao patamar configurado)
10. Premir os botões ▼/💡 ou **▲/ZERO** para visualizar a tensão real aplicada, o valor do parâmetro PI ou o valor do parâmetro DAR (ver Fig. 24)

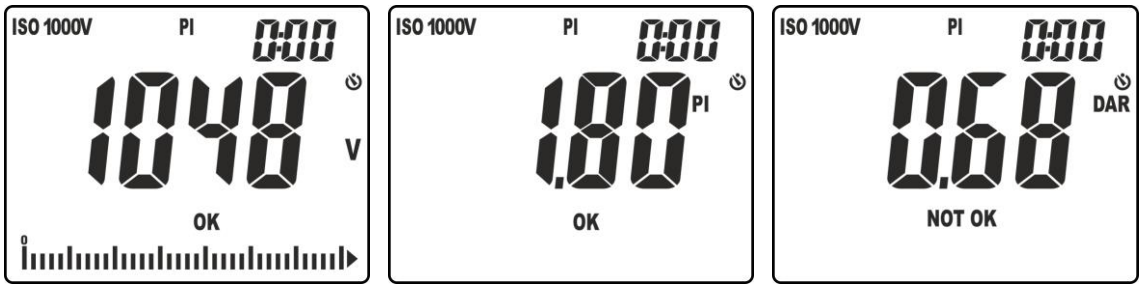


Fig. 24: Resultados da medição de PI e DAR

5.7. CONTINUIDADE DOS CONDUTORES DE PROTEÇÃO COM 200MA

Esta função é executada de acordo com a norma IEC/EN61557-4 e permite a medição da continuidade dos condutores de proteção e equipotenciais). Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **AUTO** o teste é ativado pressionando o botão **GO/HOLD** e o resultado é apresentado imediatamente no display após a comparação com o valor do patamar limite máximo configurado. Modalidade aconselhada
- **TMR** o teste é executado no modo contínuo para a duração (timer) configurada no intervalo **1s ÷ 30s** e o resultado é apresentado no display após a comparação com o valor do patamar limite máximo configurado
- **ZERO** compensação da resistência dos cabos utilizados para a medição, o instrumento subtrai automaticamente o valor da resistência dos cabos ao valor da resistência medido. Portanto é necessário que esse valor seja medido (através da função **ZERO**) sempre que os cabos de medida sejam mudados ou prolongados

Modo AUTO

ATENÇÃO

- Verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se todas as eventuais cargas dele derivadas estão desligadas antes de efetuar a medição de isolamento
- O teste de continuidade é executado fornecendo uma corrente superior a 200mA para resistências não superiores a **5Ω** (incluída a resistência dos cabos de medida). Para valores de resistência superiores o instrumento executa o teste com uma corrente inferior a 200mA

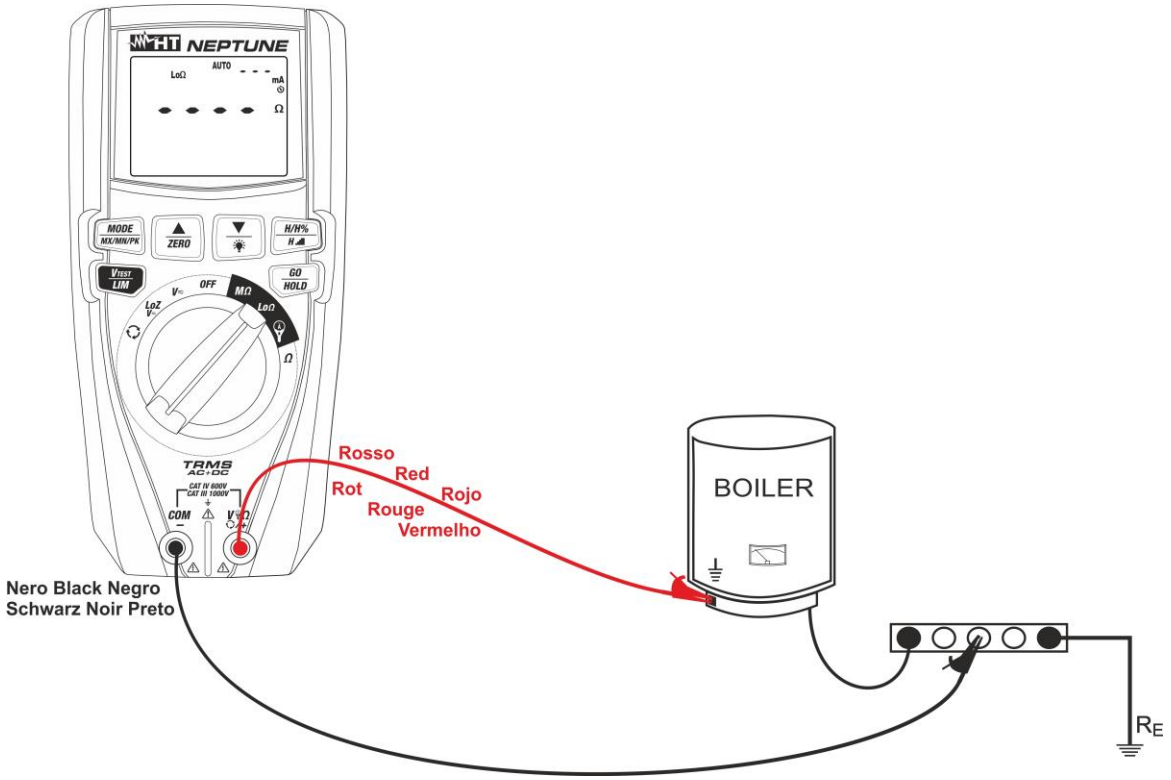


Fig. 25: Uso do instrumento para a medição da continuidade no modo AUTO

1. Selecionar a posição **LoΩ**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “AUTO”
3. Premir e manter pressionado o botão **VTEST/LIM** (>2s) para configurar o patamar limite **máximo** na medição. O símbolo “Set” fica intermitente no display
4. Premir os botões **▼/**💡 ou **▲/ZERO** para selecionar o valor compreendido no intervalo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (ver Fig. 26)

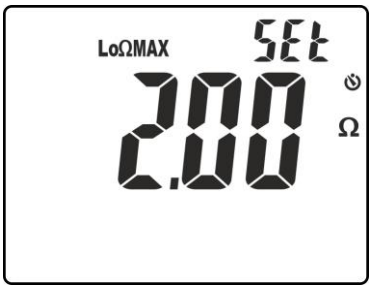


Fig. 26: Configuração do patamar limite na medição da continuidade

5. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e sair da configuração. Um som contínuo é emitido pelo instrumento durante alguns segundos
6. Efetuar eventualmente a compensação dos cabos de teste (consultar o § 5.7.1)
7. Inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/–** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 25)
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. O seguinte ecrã pode ser apresentado no display para assinalar a presença de uma tensão **>10V** existente nos terminais de entrada que bloqueia o desenvolvimento do teste

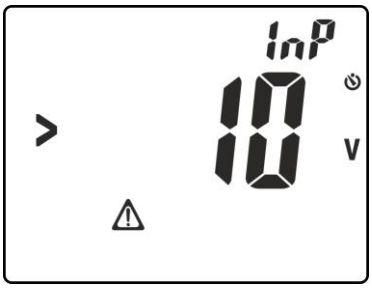


Fig. 27: Presença de tensão nos terminais de entrada

9. Na ausência de condições anómalas o instrumento executa o teste e o símbolo ⌛ fica intermitente no display. No final do teste no display são apresentados os seguintes ecrãs:

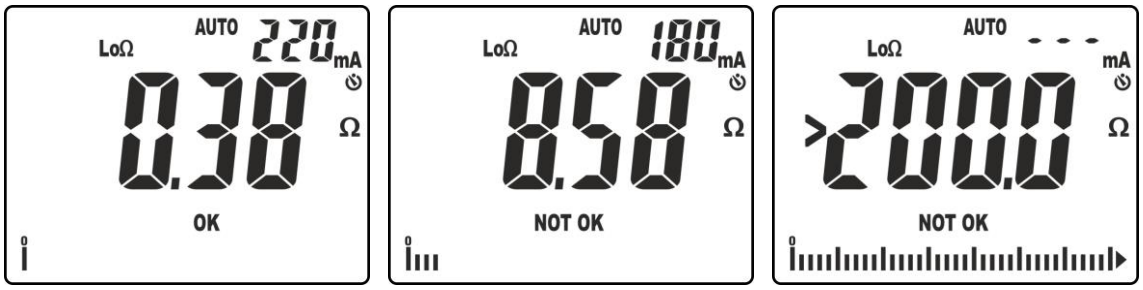


Fig. 28: Resultados da medição de continuidade no modo AUTO

10. No ecrã da Fig. 28 – parte esquerda é apresentado um resultado positivo do teste “OK” (valor inferior ao patamar configurado e corrente de teste >200mA). No ecrã da Fig. 28 – parte central aparece um resultado negativo do teste “NOT OK” (valor superior ao patamar configurado e corrente de teste <200mA). No ecrã da Fig. 28 – parte direita aparece um resultado negativo “NOT OK” correspondente a fora de escala (símbolo “**>200.0**”

Modo TMR

ATENÇÃO

- Verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se todas as eventuais cargas dele derivadas estão desligadas antes de efetuar a medição de isolamento
- O teste de continuidade é executado fornecendo uma corrente superior a 200mA para resistências não superiores a **5Ω** (incluída a resistência dos cabos de medida). Para valores de resistência superiores o instrumento executa o teste com uma corrente inferior a 200mA

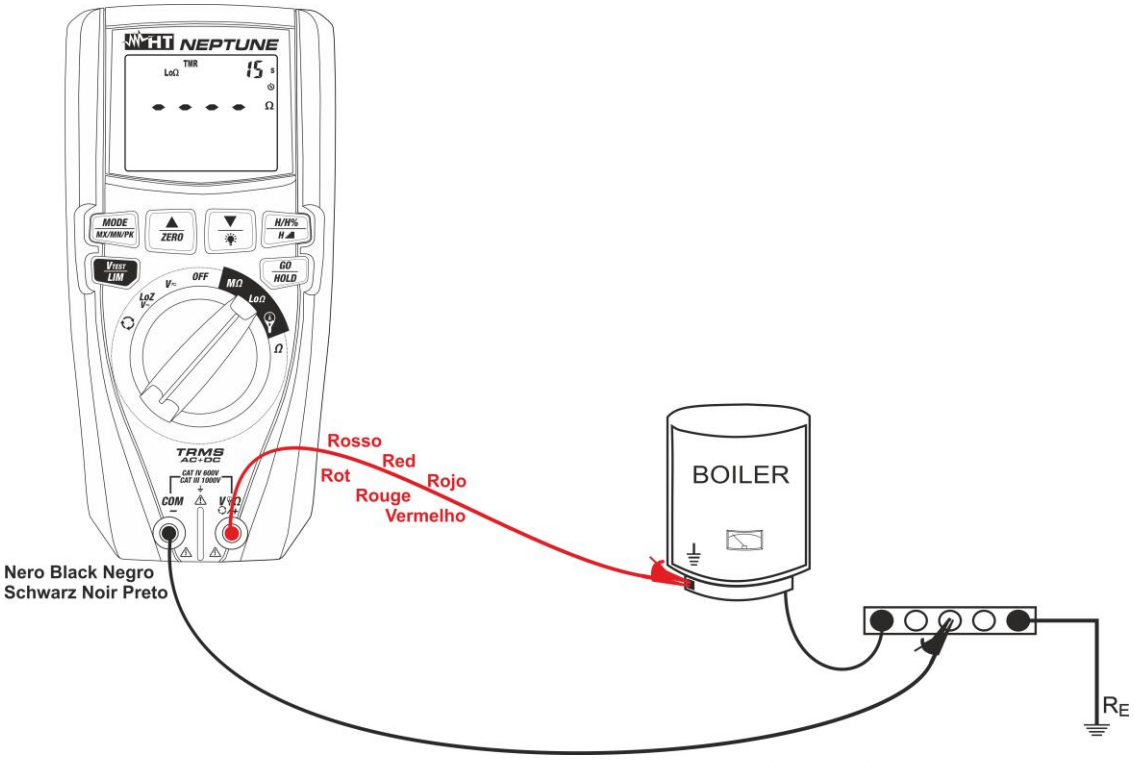


Fig. 29: Uso do instrumento para a medição da continuidade no modo TMR

1. Selecionar a posição **LoΩ**
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “TMR”
3. Premir e manter pressionado o botão **VTEST/LIM** (>2s) para configurar o patamar limite **máximo** na medição. O símbolo “Set” fica intermitente no display
4. Premir os botões ▼/💡 ou **▲/ZERO** para selecionar o valor no intervalo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (ver Fig. 26)
5. Premir os botões ▼/💡 ou **▲/ZERO** para configurar o tempo de medição (Timer) no intervalo: **1s ÷ 30s**. Notar o valor na parte superior direita do display (ver Fig. 30)

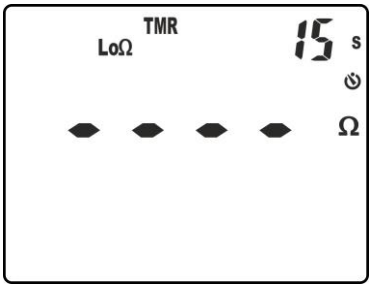


Fig. 30: Configuração do tempo de medida no modo TMR

6. Efetuar, eventualmente, a compensação dos cabos de teste (consultar o § 5.7.1)
7. Inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/**– e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 29)
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. O ecrã da Fig. 27 pode aparecer no display para assinalar a presença de uma tensão **>10V** existente nos terminais de entrada que bloqueie o desenrolar do teste
9. Na ausência de condições anómalas o instrumento executa o teste em modo contínuo com tempo decrescente (até chegar a "0") durante todo o tempo configurado e o símbolo ⌛ intermitente no display. No final do teste são apresentados no display os seguintes ecrãs:

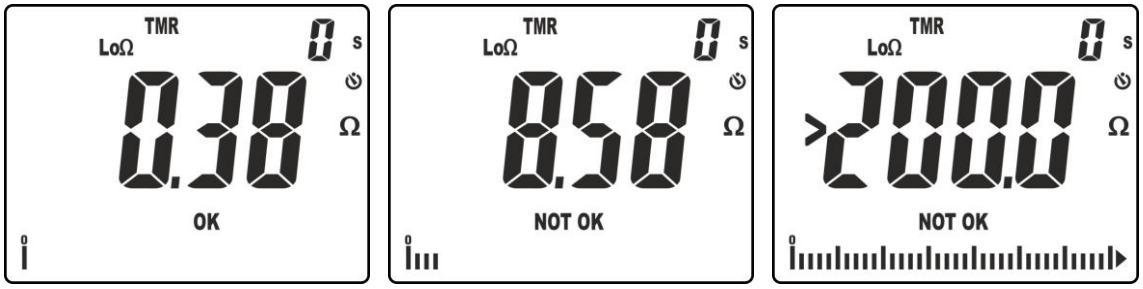


Fig. 31: Resultados da medição da continuidade no modo TMR

10. No ecrã da Fig. 31 – parte esquerda é apresentado um resultado positivo do teste "OK" (valor inferior ao patamar configurado e corrente de teste >200mA). No ecrã da Fig. 31– parte central é apresentado um resultado negativo do teste "NOT OK" (valor superior ao patamar configurado e corrente de teste <200mA). No ecrã da Fig. 31 – parte direita é apresentado um resultado negativo "NOT OK" correspondente a fora de escala (símbolo "**>200.0**")

5.7.1. Função ZERO – Azeramento da resistência dos cabos de teste

Em qualquer modo de funcionamento (AUTO, TMR) é possível efetuar o azeramento preliminar da resistência dos cabos de teste antes de executar as medições de continuidade. Esta operação é recomendada para a primeira utilização dos cabos de teste fornecidos e quando se pretende usar cabos diferentes (por exemplo extensões) dos que são fornecidos. **A operação só é possível para resistências dos cabos de teste <5.00Ω.**

1. Selecionar a posição **LoΩ**
2. Inserir os cabos de medida nos terminais de entrada **VΩ/+** e **COM/–**, ligar os terminais com crocodilos e curtocircuitar as extremidades dos cabos entre si (ver Fig. 32)

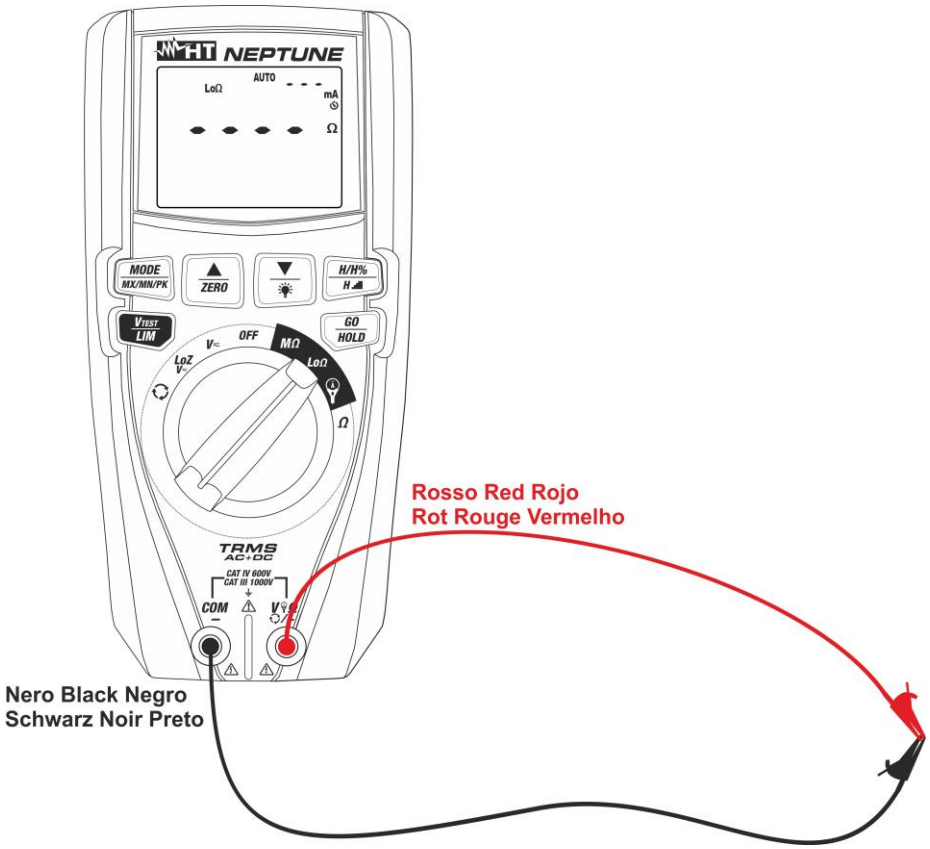


Fig. 32: Ligação dos cabos em função da compensação

3. Premir durante (>2s) o botão **▲/ZERO**. O instrumento inicia o procedimento de compensação da resistência dos cabos imediatamente a seguir à verificação do valor compensado. Os seguintes ecrãs são apresentados numa sequência rápida:

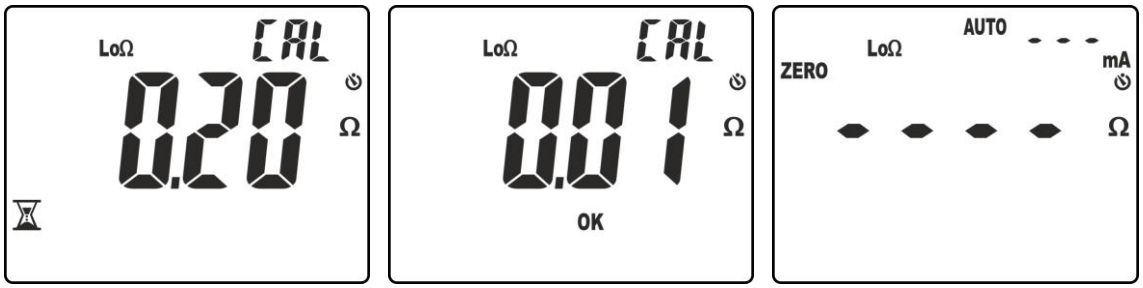


Fig. 33: Resultados do azeramento corretamente efetuado

4. O instrumento executa a primeira medição detetando a resistência dos cabos de teste (ver Fig. 33 – parte esquerda). Se esse valor compensado (ZERO) for **≤5.00Ω** o instrumento mantém esse valor memorizado e executa a próxima verificação efetuando uma segunda medição e fazendo a diferença entre este novo valor e o compensado. Se esse valor for **≤0.01Ω** a calibração é confirmada e a mensagem "OK" é apresentada no display (ver Fig. 33 – parte central). De seguida, o instrumento volta para o ecrã de medição com a mensagem "ZERO" presente no display para significar a presença da compensação dos cabos
5. Nos casos em que a primeira medição deteta uma resistência dos cabos de teste **>5.00Ω** o instrumento apresenta os seguintes ecrãs numa rápida sequência:

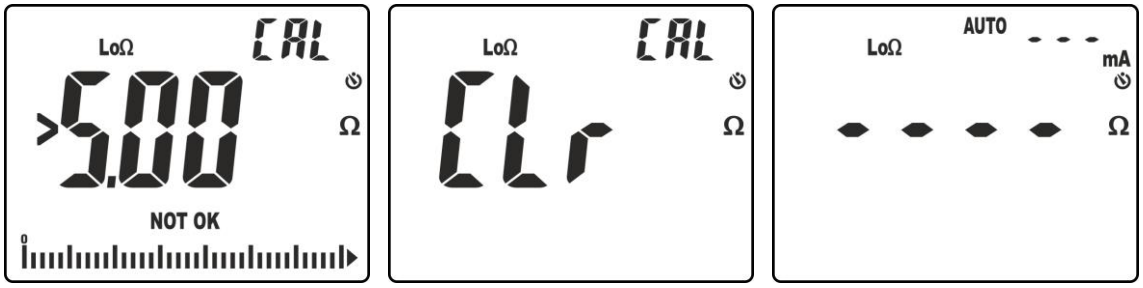


Fig. 34: Resultado dos azeramento não efetuados corretamente

6. As mensagens "**>5.00Ω**" e "NOT OK" são apresentadas inicialmente no display (ver Fig. 34 – parte esquerda). De seguida, a mensagem "**CLr**" é apresentada para significar o cancelamento da calibração (ver Fig. 34 – parte central) e a mensagem "ZERO" não é apresentada no ecrã de medição (ver Fig. 34 – parte direita)
7. Para azerar uma calibração dos cabos existentes no instrumento efetuar o procedimento **com os terminais de entrada VΩ/+ e COM/– abertos** e premir durante (>2s) o botão **▲/ZERO**. Os seguintes ecrãs são apresentados numa rápida sequência:

Fig. 35: Azeramento de uma calibração

5.8. MEDIÇÃO DE CORRENTES CC, CA, CA+CC, INRUSH COM PINÇA

ATENÇÃO

- A corrente máxima mensurável nesta função é 3000A CA ou 1000A CC. Não medir correntes que excedam os limites indicados neste manual
- O instrumento executa a medição tanto com transdutores com pinças flexíveis (acessórios opcionais) como com outros transdutores com pinça **standard** da família HT (acessórios opcionais). Com transdutores tendo um conetor de saída Hypertac é necessário o adaptador opcional NOCANBA para efetuar a ligação

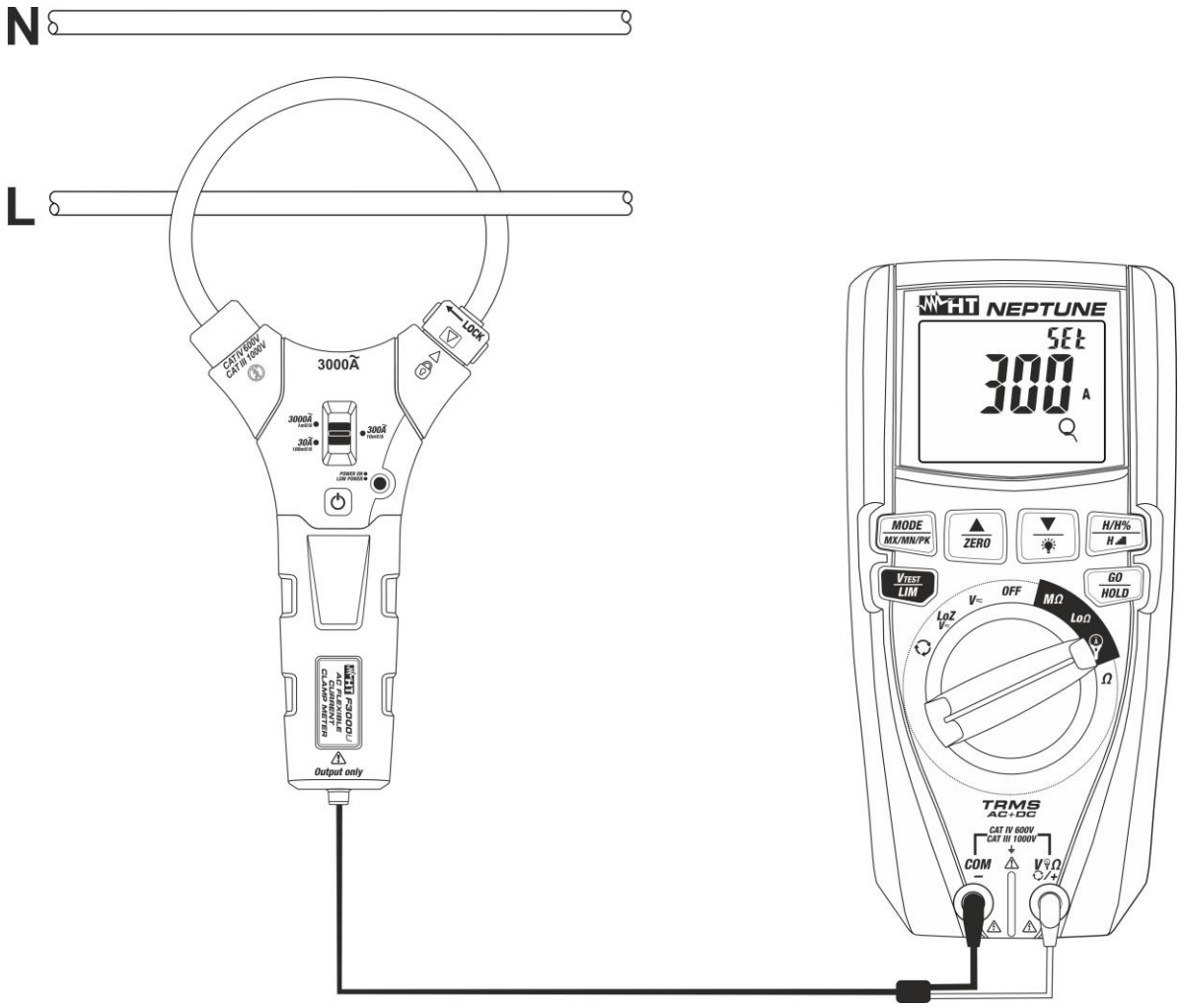


Fig. 36: Uso do instrumento para a medição de corrente com transdutores com pinça

1. Selecionar a posição
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar o tipo de transdutor com pinça entre as opções: "" (transdutor com pinça flexível – só CA) ou "" (transdutor com pinça standard – CA ou CC)
3. Premir os botões ▼/ ou ▲ e selecionar no instrumento a **<u>mesma escala</u>** configurada na pinça entre as opções: **30A, 300A, 3000A** (medição de corrente CA com pinça flexível) ou: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para a medição de corrente CA, CC, CA+CC com pinça standard)
4. <u>Para transdutores com pinça flexível</u> configurar o respetivo fundo de escala da tensão (consultar o § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**)
5. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar as configurações

6. Para transdutores com pinça standard premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar a medição “CA”, “CC” ou “CA+CC”. O instrumento possui, em qualquer caso, da função de reconhecimento automático das grandezas CA ou CC
7. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ/+** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/–**. Para modelos de transdutores standard com conetor Hypertac usar o adaptador opcional NOCANBA. Para informações sobre o uso dos transdutores com pinça consultar o respetivo manual de uso
8. Inserir o cabo no centro do toroide (ver Fig. 36). O valor da corrente é apresentado na Fig. 37

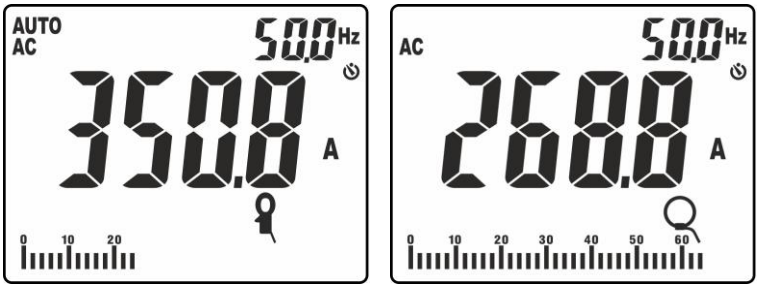


Fig. 37: Resultado da medição da corrente CA com pinça standard e flexível

9. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para visualizar o valor da frequência da corrente CA com resolução elevada (ver Fig. 38)

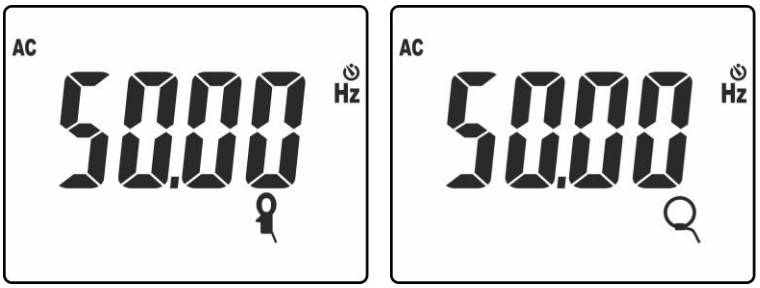


Fig. 38: Resultado da medição da frequência com pinça standard e flexível

10. Os seguintes ecrãs podem ser apresentados no display

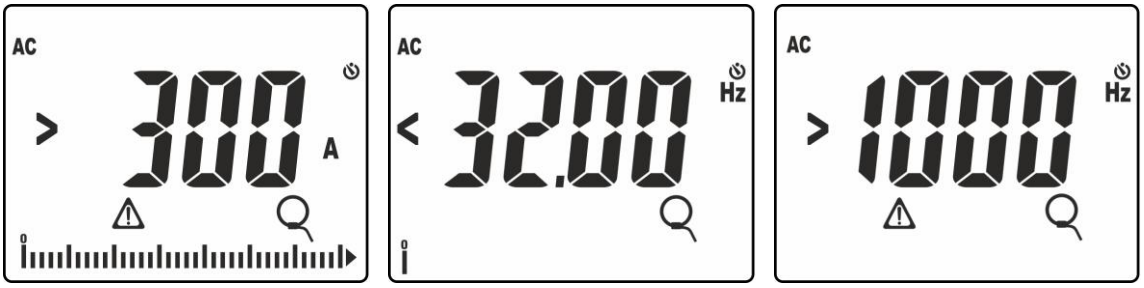


Fig. 39: Situações anómalas na medição da corrente com transdutores com pinça

11. A mensagem “**>300A**” indica que o valor da corrente medida é superior ao fundo da escala configurado (300A no caso da Fig. 39). Se no display aparecerem as mensagens "**<32.00Hz**" ou “**>1000Hz**” o valor da frequência da corrente medida é exterior ao intervalo de medida **32Hz ÷ 1000Hz**
12. Para o uso das funções HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H consultar o § 4.2

Medição da corrente de pico (DIRC)

ATENÇÃO

- A máxima corrente mensurável nesta função é 3000A CA ou 1000A CC. Não medir correntes que excedam os limites indicados neste manual
- O instrumento executa a medição seja com transdutores com pinças flexíveis (acessórios opcionais) seja com outros transdutores com pinça **standard** da família HT (acessórios opcionais). Para situações de corrente que contenham uma elevada componente CC **é recomendado** o uso de pinças CA/CC. Com transdutores que tenham um conetor de saída Hypertac é necessário o adaptador opcional NOCANBA para efetuar a ligação

1. Selecionar a posição
2. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar o tipo de transdutor com pinça entre as opções: "" (transdutor com pinça flexível – só CA) ou "" (transdutor com pinça standard – CA ou CC)
3. Premir os botões ▼/ ou ▲ selecionar no instrumento a **mesma escala** configurada na pinça entre as opções: **30A, 300A, 3000A** (medição da corrente CA com pinça flexível) ou: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para a medição de correntes CA ou CA+CC com pinça standard
4. Para transdutores com pinça flexível configurar o respetivo fundo de escala (consultar o § 4.2.10)
5. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar as configurações
6. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para selecionar a medição "IRC". No display são apresentados os seguintes ecrãs em função do tipo de pinça utilizado:

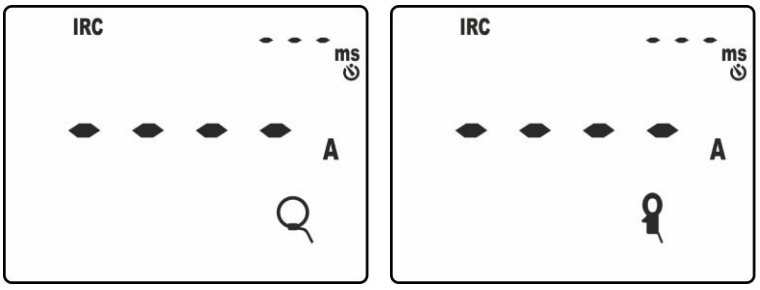


Fig. 40: Ecrãs iniciais da medição da corrente de pico

7. Efetuar as ligações das pinças à instalação em exame conforme o indicado no § 5.8
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar a função. O instrumento coloca-se em espera do reconhecimento do evento (valor medido superior ao patamar fixo de disparo igual a **1%FS pinça: ex 30A para FS = 3000A**) mostrando o símbolo "" no display (ver Fig. 41 – parte esquerda)

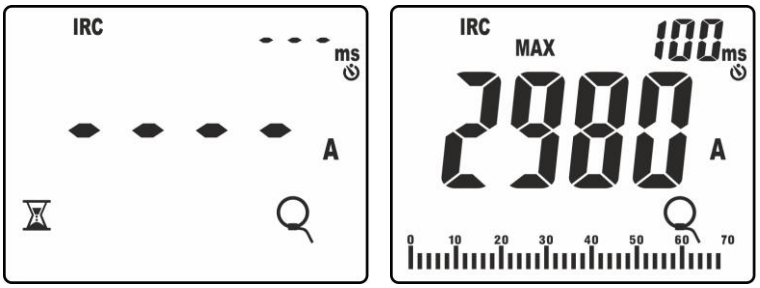


Fig. 41: Reconhecimento do evento corrente de pico

9. Com o reconhecimento do evento **a medição pára automaticamente** e o instrumento apresenta no display principal o valor **Max RMS** calculado no tempo de avaliação de **100ms** (por defeito) indicado no display secundário (ver Fig. 41 – parte direita)
10. Premir os botões ▼/💡 ou ▲ para selecionar a visualização dos seguintes parâmetros:
    - Valor de pico "Pk" calculado em **1ms** (ver Fig. 42 – parte esquerda)
    - Max valor RMS calculado em **16.7ms**
    - Max valor RMS calculado em **20ms**
    - Max valor RMS calculado em **50ms**
    - Max valor RMS calculado em **100ms**
    - Max valor RMS calculado em **150ms**
    - Max valor RMS calculado em **175ms**
    - Max valor RMS calculado em **200ms**

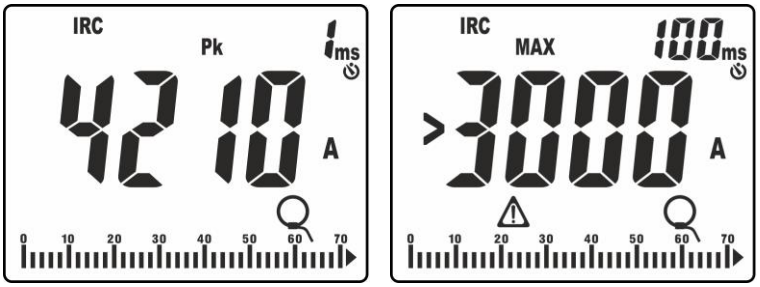


Fig. 42: Exemplos de visualizações da corrente de pico

11. Se a corrente medida for superior ao FS da pinça configurado, no display é apresentada uma mensagem idêntica à que aparece na Fig. 42 – parte direita (relativa ao FS = 3000A).
12. Premir o botão **GO/HOLD** para iniciar uma nova medição ou rodar o seletor para sair da função

6. MANUTENÇÃO

ATENÇÃO

- Só técnicos qualificados podem efetuar as operações de manutenção. Antes de efetuar a manutenção retirar todos os cabos dos terminais de entrada
- Não utilizar o instrumento em ambientes caracterizados por uma elevada taxa de humidade ou temperatura elevada. Não o expor diretamente à luz solar
- Desligar sempre o instrumento após a utilização. Quando se prevê não o utilizar durante um longo período retirar a bateria para evitar o derrame de líquidos por parte desta última que podem danificar os circuitos internos do instrumento

6.1. SUBSTITUIÇÃO DAS BATERIAS

Quando no display LCD aparece o símbolo "" e a indicação "**bAtt**" (ver Fig. 43**)** deve-se substituir as baterias, procedendo do seguinte modo:

Fig. 43: Ecrã com a indicação de bateria descarregada

1. Colocar o seletor na posição **OFF** e retirar os cabos dos terminais de entrada
2. Rodar o parafuso de fixação do compartimento das baterias da posição "" para a posição "" e retirar o mesmo
3. Retirar a bateria e inserir no compartimento a nova bateria do mesmo tipo (consultar o § 7.1.1) respeitando as polaridades indicadas
4. Recolocar o compartimento das baterias e rodar o parafuso de fixação do compartimento das baterias da posição "" para a posição ""
5. Não dispersar no ambiente as baterias utilizadas. Usar os respetivos contentores para a sua eliminação

6.2. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

Para a limpeza do instrumento utilizar um pano macio e seco. Nunca usar panos húmidos, solventes, água, etc.

6.3. FIM DE VIDA

ATENÇÃO: o símbolo assinalado no instrumento indica que o equipamento e os seus acessórios devem ser reciclados separadamente e tratados de modo correto.

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

7.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Precisão calculada como [%leitura + (nº. Dígitos(dgt)*resolução)] a 23°C ±5°C, <80%RH

Tensão CC (Escala automática)

Escala [V]	Resolução [V]	Precisão	Impedância de entrada	Proteção contra sobrecargas
0.0 ÷ 999.9	0.1	±(0.5%leitura + 2dgt)	5MΩ	1000VCC/CArms

Tensão CA, CA+CC, Loz TRMS (Escala automática)

Escala [V]	Resolução [V]	Frequência	Precisão	Proteção contra sobrecargas
0.5 ÷ 999.9	0.1	32Hz ÷ 1kHz	±(0.5%leitura + 2dgt)	1000VCC/CArms

Impedância de entrada da função VCA: 5MΩ,
Impedância de entrada da função LoZ: 3.5kΩ para 10s (@ 110V/50Hz), 4.5s (@ 230V/50Hz), 1s (@ 400V/50Hz). Para valores de tensão superiores, a impedância de entrada sobe além dos 10kΩ. **ATENÇÃO: não deixar ligado o instrumento durante mais de 1min**
Seleção automática do modo CC, Fator de crista máx.: 1.5

Frequência da corrente e da tensão (Escala automática)

Escala [Hz]	Resolução [Hz]	Precisão
32.00 ÷ 99.99	0.01	±(0.1%leitura+1dgt)
100.0 ÷ 999.9	0.1	

Escala da tensão: 0.5V÷999.9V, Escala da corrente: 0.5A÷3000A (Pinças Flex F3000U), 1mV÷1000mV (Pinças STD)

Corrente CA TRMS (Pinça flexível F3000U) – (Escala automática)

Escala [mV]	Resolução [mV]	Precisão (*)
1 ÷ 3000	1	±(0.5%leitura + 2dgt)

(*) Para frequências >100Hz a precisão é: ±(1.5%leitura + 5dgt)
Fator de crista máx.: 3, Banda da frequência: 1kHz; Corrente azerada para valores <1%FS [A]

Corrente CA TRMS (Pinça flexível FS 1V) e CC,CA,CA+CC (Pinça STD) – (Autorange)

Escala [mV]	Resolução [mV]	Precisão (*)
1 ÷ 1000	1	±(0.5%leitura + 2dgt)

(*) Para frequências >100Hz a precisão é: ±(1.5%leitura + 5dgt)
Fator de crista máx.: 3, Banda da frequência: 1kHz;
Corrente azerada para valores <1%FS [A] (Pinça Flex 1V), Corrente azerada para valores <1%FS [A] (Pinça STD)

Corrente de pico CA TRMS (Pinça flexível F3000U)

Escala [mV]	Resolução [mV]	Precisão (*)
1 ÷ 3000	1	±(2%leitura + 2dgt)

(*) Precisão declarada para a frequência: CC, 42.5 ÷ 69Hz
Fator de crista máx.: 3, Frequência de amostragem: 4kHz
Patamar de deteção: 1%FS [A] fixo
Tempo de resposta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Corrente de pico CA TRMS (Pinça flexível 1V) e CC, CA, CA+CC TRMS (Pinça STD)

Escala [mV]	Resolução [mV]	Precisão (*)
1 ÷ 1000	1	±(2%leitura + 2dgt)

(*) Precisão declarada para a frequência: CC, 42.5 ÷ 69Hz
Fator de crista máx.: 3, Frequência de amostragem: 4kHz
Patamar de deteção: 1%FS [A] fixo
Tempo de resposta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Resistência e Teste de Continuidade (Escala automática)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão	Besouro
0.0 ÷ 199.9	0.1	±(1.0%leitura + 5dgt)	<30Ω
200 ÷ 1999	1		

Tensão e corrente harmónica (Escala automática)

Ordem do harmónico	Frequência fundamental	Resolução	Precisão (*) (valores não azerados)
CC	42.5Hz ÷ 69Hz	0.1V / 0.1A /0.1%	±(5.0%leitura+20dgt)
1 ÷ 25			±(5.0%leitura+10dgt)
THD%		0.1%	±(10.0%leitura+10dgt)

A precisão da amplitude dos harmónicos expressa em % é avaliada considerando a precisão da relação dos parâmetros
(*) As tensões dos harmónicos são colocadas em zero nas seguintes condições:

- 1º harmónico: valor <0.5V
- CC, 2º ao 25º harmónico: valor do harmónico <0.5% valor do fundamental ou valor <0.5V

(*) As correntes dos harmónicos são colocadas em zero nas seguintes condições:

- 1º harmónico: valor <1%FS[A]
- CC, 2º a 25º harmónico: valor do harmónico <0.5% valor do fundamental ou valor <1%FS[A]

Resistência de Isolamento (MΩ)

Tensão de teste [V]	Escala [MΩ]	Resolução [MΩ]	Precisão
50	0.1k ÷ 499.9k	0.1k	±(5.0%leit + 5dgt)
	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%leit + 2dgt)
	10.0M ÷ 99.9M	0.1M	
	100M ÷ 499M	1M	±(5.0%leit + 2dgt)
500	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%leit + 2dgt)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 499M	1M	
	500M ÷ 999M		±(5.0%leit + 2dgt)
1000	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%leit + 2dgt)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 999M	1M	
	1000M ÷ 1999M		±(5.0%leit + 2dgt)

Tensão em vazio: tensão de teste nominal (-0% ÷ 10%)
Corrente de curto-circuito: < 6mA (de pico) para cada tensão nominal de teste
Corrente de medida nominal: >1mA com 1kΩ x Vnom (50V, 100V, 250V, 1000V), >2.2mA com 230kΩ @ 500V
Proteção na entrada: mensagem de erro para tensão > 10V

Continuidade dos condutores de proteção (LoΩ)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
0.00 ÷ 9.99	0.01	±(2.0%leitura + 2dgt)
10.0 ÷ 199.9	0.1	

Corrente de teste: >200mA CC até 5Ω (cabos incluídos), resolução 1mA, precisão ±(5.0%leitura + 5dgt)
Tensão em vazio: $4 < V_0 < 12V$
Proteção na entrada: mensagem de erro para tensão > 10V

Sentido cíclico das fases com 1 terminal (*)

Escala da tensão L-N, L-PE [V]	Escala da frequência
100.0 ÷ 999.9	42.5 ÷ 69Hz

(*) Medição possível com contacto direto nas partes metálicas dos condutores (não em manga isolante)

Normativas de referência

Segurança do instrumento:	IEC/EN61010-1,IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033
EMC:	IEC/EN 61326-1
Test MΩ:	IEC/EN 61557-2
Test LoΩ:	IEC/EN 61557-4
Isolamento:	duplo isolamento
Nível de poluição:	2
Categoria de medida:	CAT IV 600V, CAT III 1000V para a terra e entre as entradas

7.1.1. Características gerais

Características mecânicas

Dimensões (L x La x H):	175 x 85 x 55mm
Peso (baterias incluídas):	420g
Proteção mecânica:	IP40

Alimentação

Tipo de bateria:	4x1.5V baterias tipo AAA IEC LR03
Indicação de bateria descarregada:	símbolo "" no display
Autonomia das baterias:	V, A, Ω, → cerca de 132h (retroil. OFF) V, A, Ω, → cerca de 68h (retroil. ON) MΩ(@500V)→cerca 400 testes (retroil. OFF) LoΩ → cerca de 2000 testes (retroil. OFF)
Desligar automático:	após 15min de não utilização (desativável)

Display

Tipo de display:	4 LCD, máx. 9999 pontos, sinal, ponto decimal retroiluminação e gráfico de barras, indicação da polaridade
Frequência de amostragem:	2 vezes/s
Conversão:	RMS

7.2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C (73°F ± 41°F)
Temperatura de utilização:	5°C ÷ 40°C (41°F ÷ 104°F)
Humidade relativa admitida:	<80%RH
Temperatura de armazenamento:	-20°C ÷ 60°C (-4°F ÷ 140°F)
Humidade de armazenamento:	<80%RH
Altitude max de utilização:	2000m (6562ft)

Este instrumento está conforme os requisitos da Diretiva Europeia sobre baixa tensão 2014/35/EU (LVD) e da diretiva EMC 2014/30/EU
Este instrumento está conforme os requisitos da Diretiva Europeia 2011/65/EU (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/EU (WEEE)

7.3. ACESSÓRIOS

7.3.1. Acessórios fornecidos

- Par de ponteiras Vermelho/Preto com ponta 2/4mm Cod.4234-2
- Par de crocodilos Vermelho/Preto Cod. YAAMK0001HT0
- Pilha alcalina tipo AAA LR03, 4 peças Cod. YABAT0001HT0
- Bolsa para transporte Cod. YABRS0002HT0
- Certificado de calibração ISO
- Guia de uso rápido Cod. YAMUM0067HT0
- Manuais de instruções em CD-ROM Cod. YAMUM0068HT0

7.3.2. Acessórios opcionais

- Transdutor com pinça flexível CA 30/300/3000A Cod. F3000U
- Transdutor com pinça standard CC/CA 40-400A/1V Cod. HT4006
- Transdutor com pinça standard CA 1-100-1000A/1V con. Hypertac Cod. HT96U
- Transdutor com pinça standard CA 10-100-1000A/1V con. Hypertac Cod. HT97U
- Transdutor com pinça standard CC 1000A/1V con. Hypertac Cod. HT98U
- Adaptador para conexão c/ pinças standard com conector Hypertac Cod. NOCANBA

8. ASSISTÊNCIA

8.1. CONDIÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento está garantido contra qualquer defeito de material e fabrico, em conformidade com as condições gerais de venda. Durante o período da garantia, as partes defeituosas podem ser substituídas, mas ao construtor reserva-se o direito de reparar ou substituir o produto. No caso de o instrumento ser devolvido ao serviço post - venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do Cliente. A expedição deverá ser, em qualquer caso, acordada previamente. Anexa à guia de expedição deve ser inserida uma nota explicativa com os motivos do envio do instrumento. Para o transporte utilizar apenas a embalagem original; qualquer dano provocado pela utilização de embalagens não originais será atribuído ao Cliente. O construtor não se responsabilidade por danos causados por pessoas ou objetos.

A garantia não é aplicada nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição de acessórios e baterias (não cobertos pela garantia).
- Reparações necessárias provocadas por utilização errada do instrumento ou da sua utilização com aparelhagens não compatíveis.
- Reparações necessárias provocadas por embalagem não adequada.
- Reparações necessárias provocadas por intervenções executadas por pessoal não autorizado.
- Modificações efetuadas no instrumento sem autorização expressa do construtor.
- Utilizações não contempladas nas especificações do instrumento ou no manual de instruções.

O conteúdo deste manual não pode ser reproduzido sem autorização expressa do construtor.

Todos os nossos produtos são patenteados e as marcas registadas. O construtor reserva o direito de modificar as especificações e os preços dos produtos, se isso for devido a melhoramentos tecnológicos.

8.2. ASSISTÉNCIA

Se o instrumento não funciona corretamente, antes de contactar o Serviço de Assistência, verificar o estado das baterias e dos cabos e substituí-los se necessário. Se o instrumento continuar a não funcionar corretamente, verificar se o procedimento de utilização do mesmo está conforme o indicado neste manual. No caso de o instrumento ser devolvido ao serviço post - venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do Cliente. A expedição deverá ser, em qualquer caso, acordada previamente. Anexa à guia de expedição deve ser inserida uma nota explicativa com os motivos do envio do instrumento. Para o transporte utilizar apenas a embalagem original; qualquer dano provocado pela utilização de embalagens não originais será atribuído ao Cliente.

9. APÊNDICES TEÓRICOS

9.1. CONTINUIDADE DOS CONDUTORES DE PROTEÇÃO

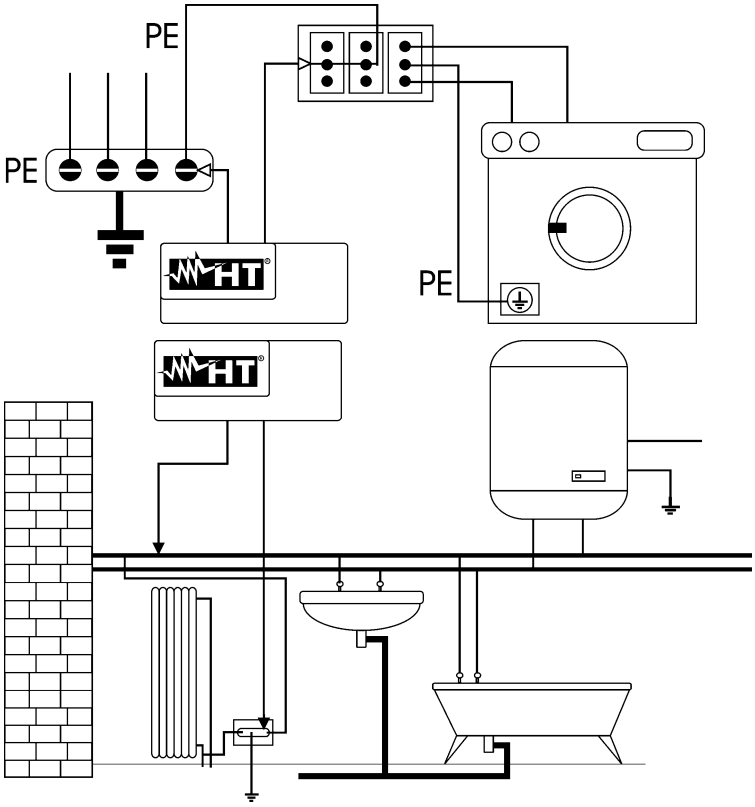
Finalidade do teste

Verificar a continuidade dos:

- Condutores de proteção (PE), condutores equipotenciais principais (EQP), condutores equipotenciais secundários (EQS) nos sistemas TT e TN-S
- Condutores de neutro com função de condutores de proteção (PEN) nos sistemas TN-C.

Este teste instrumental é precedido de um exame visual que verifica a existência dos condutores de proteção e equipotenciais de cor amarelo-verde e se as secções utilizadas estão em conformidade com o prescrito pelas normas.

Partes da instalação a verificar



Ligar uma das ponteiras ao condutor de proteção da tomada da força motriz e a outra ao nodo equipotencial da instalação de terra.

Ligar uma das ponteiras à massa estranha (neste caso é o tubo da água) e a outra à instalação de terra utilizando, por exemplo, o condutor de proteção existente na tomada da força motriz mais próxima.

Fig. 44: Exemplos de medição da continuidade dos condutores

Verificar a continuidade entre:

- Pólos de terra de todas as tomadas de corrente e coletor ou nodo de terra
- Bornes de terra dos aparelhos da classe I (cilindro, etc.) e o coletor ou nodo de terra
- Massas estranhas principais (tubos de água, gás, etc.) e coletor ou nodo de terra
- Massas estranhas suplementares entre si e para o borne de terra.

Valores admissíveis

As normas não exigem a medição da resistência de continuidade e a comparação do que é medido como valores limite. É necessário um teste de continuidade e prescrito que o instrumento de medida assinale ao operador que o teste não é executado com uma corrente de pelo menos 200mA e uma tensão em vazio entre 4 a 24V. Os valores de resistência podem ser calculados com base nas seções e nos comprimentos dos condutores que estão a ser examinados. Em geral, para valores em torno de alguns ohms, o teste pode ser considerado superado.

9.2. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

Finalidade do teste

Verificar se a resistência de isolamento da instalação está em conformidade com o previsto pela norma aplicável. Este teste deve ser efetuado com o circuito em exame não alimentado e desativando as cargas que ele alimenta.

Descrição	Tensão de teste [V]	Valor mínimo admitido [MΩ]
Sistemas SELV ou PELV	250VCC	> 0.250 MΩ
Sistemas até 500V (inst. civis)	500VCC	> 1.00 MΩ
Sistemas acima de 500V	1000VCC	> 1.00 MΩ

Tabela 1: Tipologia de testes mais comuns, tensões de teste e respetivos valores limite

Partes da instalação a verificar

Verificar a resistência de isolamento entre:

- Cada condutor ativo e a terra (o condutor neutro é considerado um condutor ativo, exceto no caso de sistemas de alimentação de energia do tipo TN-C, onde é considerado parte da terra (PEN)). Durante esta medição todos os condutores ativos podem ser ligados entre si, se o resultado da medição não estiver dentro dos limites normativos, o teste deve ser repetido separadamente para cada condutor individual.
- Os condutores ativos. A norma recomenda verificar também o isolamento entre os condutores ativos quando isso for possível.

Valores admissíveis

Os valores da tensão de medida e resistência mínima de isolamento podem ser obtidos na tabela seguinte:

Tensão nominal do circuito [V]	Tensão de teste [V]	Resistência de isolamento [MΩ]
SELV e PELV *	250	≥ 0.250
até 500 V incluídos, excluídos os circuitos acima	500	≥ 0.500
Acima de 500 V	1000	≥ 1.000
* Os termos SELV e PELV substituem no novo projeto legislativo as definições antigas "baixíssima tensão de segurança" ou "funcional"		

Tabela 2: Tipos de testes mais comuns, medição da resistência de isolamento

Se o sistema incluir dispositivos eletrónicos, os mesmos devem ser desligados do sistema. Se isso não for possível, apenas se deve efetuar o teste entre condutores ativos (que neste caso devem ser ligados juntos) e a terra.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO DO ISOLAMENTO NUMA INSTALAÇÃO

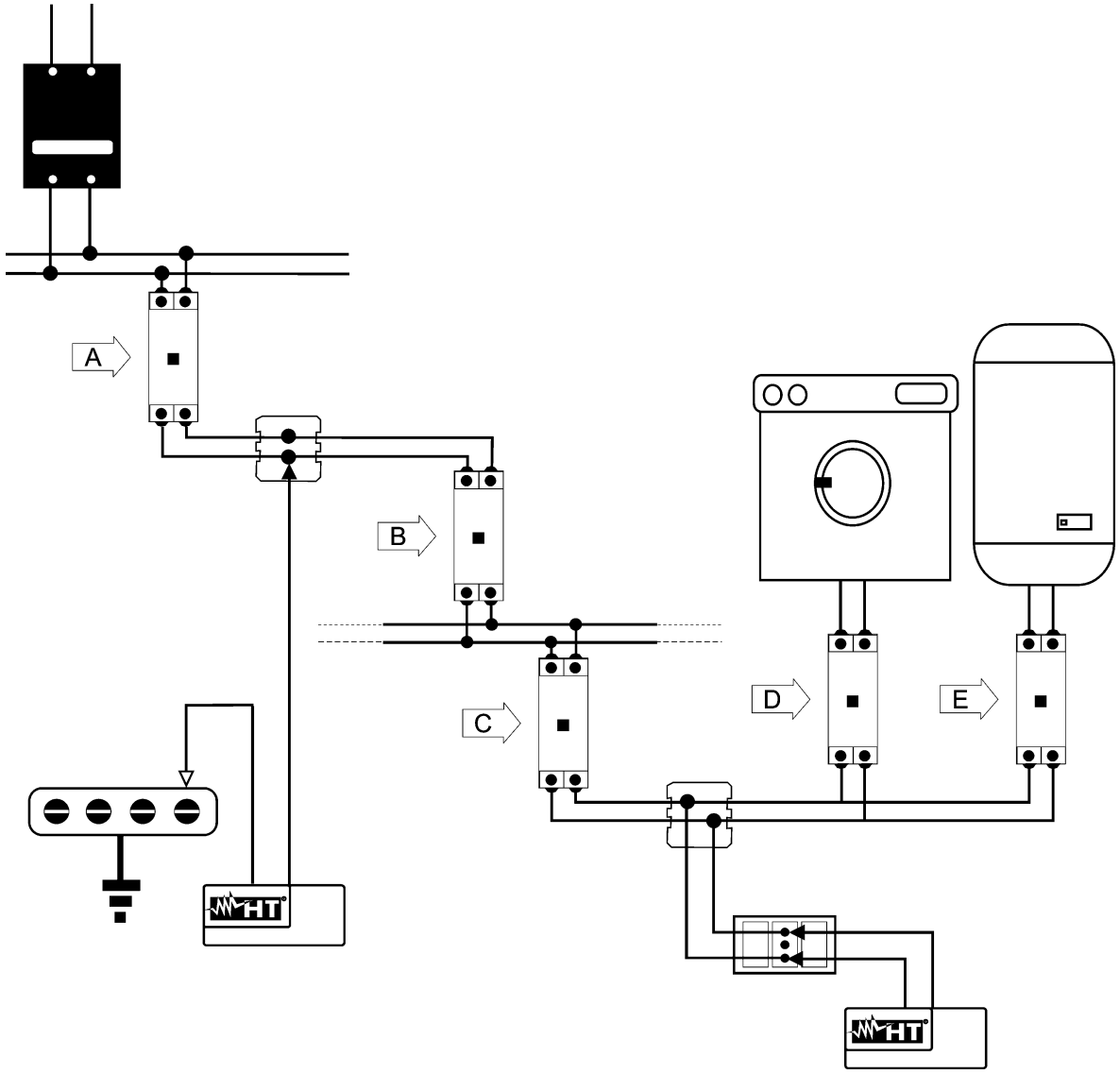


Fig. 45: Exemplo de instalação elétrica

Os interrutores D e E são os interrutores instalados próximo da carga que têm a função de seccionar este último da instalação. Quando não existem estes interrutores, ou são do tipo unipolar, deve-se desligar os utilizadores da instalação antes de efetuar o teste de resistência de isolamento.

Um procedimento indicativo de como se deve efetuar a medição da resistência de isolamento numa instalação é referenciado na seguinte tabela:

Situação dos interrutores		Ponto onde efetuar a medição	Medição	Avaliação da instalação
1.	Abrir os interrutores A, D e E	No interrutor A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fim da verificação)
			Se $R < R_{LIMITE}$	Prosseguir ☞ 2
2.	Abrir o interrutor B	No interrutor A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Prosseguir ☞ 3
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ Entre os interrutores A e B o isolamento tem valores muito baixos, restaurar o isolamento e repetir a medição
3.		No interrutor B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fine verifica)
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ A jusante do interrutor B o isolamento é muito baixo Prosseguir ☞ 4
4.	Abrir o interrutor C	No interrutor B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Prosseguir ☞ 5
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ Entre os interrutores B e C o isolamento tem valores muito baixos, restaurar o isolamento e repetir a medição
5.		No interrutor C	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fim da verificação)
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ A jusante do interrutor B o isolamento é muito baixo, restaurar o isolamento e repetir a medição

Tabela 3: Procedimento de medição do isolamento na instalação referida na Fig. 45

Na presença de um circuito muito extenso os condutores que correm lado a lado constituem uma capacidade que o instrumento deve carregar para obter uma medida correta, neste caso é aconselhável manter pressionado o botão de início da medição (nos casos em que se executa o teste no modo manual) até que o resultado fique estabilizado.

Quando se executam medições entre condutores ativos é essencial desligar todos os utilizadores (luzes piloto, transformadores, etc.) caso contrário o instrumento medirá a sua resistência em vez do isolamento da instalação. Além disso, um eventual teste da resistência de isolamento entre condutores ativos poderá causar danos.

A indicação **"> fundo da escala (fondo scala)"** assinala que a resistência de isolamento medida pelo instrumento é superior ao limite máximo da resistência mensurável, obviamente este resultado é bastante superior aos limites mínimos da tabela normativa acima, portanto, o isolamento nesse ponto seria considerado em conformidade.

9.2.1. Índice de Polarização (PI)

A finalidade deste teste diagnóstico é o de avaliar a influência dos efeitos da polarização. À aplicação de uma tensão elevada num isolante, os dipolos elétricos distribuídos no isolador estão alinhados na direção do campo elétrico aplicado. Este fenómeno é chamado polarização. Por efeito das moléculas polarizadas gera-se uma corrente de polarização (absorção) que reduz o valor global da resistência de isolamento.
O parâmetro **PI** consiste na relação entre o valor da resistência de isolamento medida após 1 minuto e o valor medido após 10 minutos. A tensão de teste é mantida durante o teste e no final o instrumento fornece o valor da relação:

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

Alguns valores de referência:

Valor PI	Condição do isolamento
de 1.0 a 1.25	Não aceitável
de 1.4 a 1.6	Bom
>1.6	Excelente

9.2.2. Relação da Absorção Dielétrica (DAR)

O parâmetro **DAR** consiste na relação entre o valor da resistência de isolamento medida após 30s e o obtido após 1minuto. A tensão de teste é mantida durante toda a duração do teste e no final o instrumento fornece o valor da relação:

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

Alguns valores de referência:

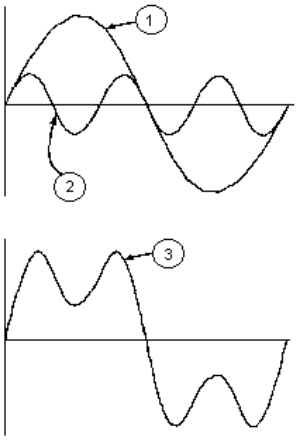
Valor DAR	Condição do isolamento
< 1.0	Perigoso
de 1.0 a 2.0	Discutível
de 2.0 a 4.0	Bom
> 4.0	Excelente

9.3. HARMÓNICOS DE TENSÃO E CORRENTE

Qualquer onda periódica não sinusoidal pode ser representada através de uma soma de ondas sinusoidais cada uma com frequência múltipla inteira da fundamental de acordo com a relação:

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

onde: V_0 = valor médio de v(t)
V_1 = amplitude do fundamental de v(t)
V_k = amplitude do k-ésimo harmónico de v(t)



LEGENDA:
1. Fundamental
2. Terceiro harmónico
3. Onda distorcida soma dos dois componentes

Fig. 46: Efeito da sobreposição de duas frequências múltiplas uma sobre a outra

No caso da tensão da rede o fundamental tem frequência de 50Hz, o segundo harmónico tem frequência de 100 Hz, o terceiro harmónico tem frequência de 150Hz e assim por diante. A distorção harmónica é um problema constante e não deve ser confundido com fenómenos de curta duração tais como picos, reduções ou flutuações. Pode-se observar que em (1) resulta que cada sinal é composto pelo somatório de infinitos harmónicos, porém existe um número de ordem a partir do qual o valor dos harmônicos pode ser considerado insignificante. A normativa EN50160 sugere para terminar o somatório a partir do 40° harmónico na expressão (1). Um fator fundamental para detetar a presença de harmónicos é o parâmetro THD% (Distorção harmónica total) definido como:

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

Este fator tem em conta a presença de todos os harmónicos e é tanto mais elevado quanto mais distorcida é a forma da onda.

Valores limite para os harmónicos

A normativa EN50160 fixa os limites para as tensões harmónicas que a entidade fornecedora pode infetar na rede. Em condições normais de exercício, durante qualquer período de uma semana, 95% dos valores eficazes de qualquer tensão harmónica, mediados nos 10 minutos, deverá ser menor ou igual em relação aos valores indicados na Tabela 4. A distorção harmónica global (THD%) da tensão de alimentação (incluindo todos os harmónicos até à 40° ordem) deve ser menor ou igual a 8%

Harmónicos ímpares				Harmónicos pares	
Não múltiplos de 3		Múltiplos de 3			
Ordem h	**Tensão relativa % Max**	**Ordem h**	**Tensão relativa % Max**	**Ordem h**	**Tensão 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				

Tabela 4: Limites para as tensões dos harmónicos que a entidade fornecedora pode introduzir na rede

Estes limites, teoricamente aplicáveis apenas às entidades fornecedoras de energia elétrica, fornecem, entretanto, uma série de valores de referência os quais contêm também os harmónicos emitidos na rede pelos utilizadores.

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – **Italy**
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M info@ht-instrumnents.com | **www.ht-instruments.it**

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.com/es-es/**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@htinstruments.de | **www.ht-instruments.de**

WHERE WE ARE