HT4020/HT4022

MANUAL DE INSTRUÇÕES

CE

© Copyright HT ITALIA 2006
Versão PT 1.06 de 26/11/2007

Índice:

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA 2
   1.1. Instruções preliminares 3
   1.2. Durante a utilização 3
   1.3. Após a sua utilização 3
   1.4. Definição de Categoria de medida (Sobretensão) 4
2. DESCRIÇÃO GERAL 5
3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO 6
   3.1. Controlos iniciais 6
   3.2. Alimentação do instrumento 6
   3.3. Calibragem 6
   3.4. Armazenamento 6
4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO 7
   4.1. Descrição do instrumento 7
      4.1.1. Descrição dos comandos 7
      4.1.2. Marcas de alinhamento 7
      4.1.3. Uso do capacete em borracha 8
      4.1.4. Função AUTO POWER OFF (DESLIGAR AUTOMÁTICO) 8
   4.2. Descrição dos botões de funções 9
      4.2.1. Botão FUNC 9
      4.2.2. Botão D-H / 9
      4.2.3. Botão MAX/MIN/PK 10
      4.2.4. Botão ENERGY 10
   4.3. Descrição das funções do selector de funções 11
      4.3.1. Medição de tensões CA / CC 11
      4.3.2. Medição de frequências (através dos terminais de medida) 12
      4.3.3. Medição dos harmónicos de tensão (só HT4022) 13
      4.3.4. Medição de resistências e teste de continuidade 14
      4.3.5. Medição de correntes CA 15
      4.3.6. Medição de frequências (através de toróide) 16
      4.3.7. Medição de harmónicos de corrente (só HT4022) 17
      4.3.8. Medição de potência e energia em sistemas monofásico 18
         4.3.8.1. Medição da energia em sistemas monofásicos 19
      4.3.9. Medição de potências e energias em sistemas trifásicos equilibrados 20
         4.2.9.1 Medição da energia em sistemas trifásicos equilibrados 21
      4.3.10. Medição da sequência das fases 22
         4.3.10.1. Medição da concordância de fase 24
         4.3.10.2. Função Procura de fase 26
5. MANUTENÇÃO 27
   5.1. Generalidades 27
   5.2. Substituição das Baterias 27
   5.3. Limpeza do instrumento 27
   5.4. Fim de vida 27
6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 28
   6.1. Características Técnicas 28
      6.1.1. Normas de Segurança 29
      6.1.2. Características gerais 29
   6.2. Ambiente 30
      6.2.1. Condições ambientais de utilização 30
   6.3. Acessórios 30
      6.3.1. Fornecimento standard 30
7. ASSISTÊNCIA 31
   7.1. Condições de Garantia 31
   7.2. Assistência 31
8. APÊNDICE: HARMÓNICOS DE TENSÃO E CORRENTE 32
   8.1. Teoria 32
   8.2. Valores limite para os harmónicos 32
   8.3. Causas da presença de harmónicos 33
   8.4. Consequência da presença de harmónicos 34

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

Este instrumento foi construído em conformidade com a norma EN 61010-1 referente aos instrumentos de medida electrónicos.

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 ⚠.

ATENÇÃO

O não cumprimento das advertências e/ou instruções pode danificar o instrumento e/ou os seus componentes e pode ser uma fonte de perigo para o operador.

Antes e durante a execução das medições seguir escrupulosamente as seguintes indicações:

- Não efectuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos.
- Não efectuar medições na presença de gases ou materiais explosivos, combustíveis ou em ambientes com pó.
- Evitar contactos com o circuito em exame durante as medições.
- Evitar contactos com partes metálicas expostas, com terminais de medida inutilizados, circuitos, etc.
- Ter especial atenção quando se efectuam medições de tensões superiores a 20V porque pode haver o risco de choques eléctricos.
- Não efectuar qualquer medição no caso de se detectarem anomalias no instrumento tais como: deformações, roturas, derrame de substâncias, ausência de display, etc.
- Nas medições de corrente e tensão não ultrapassar com a mão a marca de segurança (ver Fig. 1, ponto 2).

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 ou nos seus componentes.

Perigo Alta Tensão: risco de choques eléctricos.

Instrumento com duplo isolamento.

Tensão ou corrente CA.

Tensão CC.

1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- Este instrumento foi concebido para ser utilizado em ambientes com nível de poluição 2.
- Pode ser utilizado para medições de **CORRENTE** até 400A em instalações com categoria de sobretensão III até 600V (tensão entre fase e terra) e para medições de **TENSÃO** e **FREQUÊNCIA** em instalações com categoria de sobretensão III até 600V (tensão nos terminais de entrada e para a terra). Para a definição das categorias de sobretensão ver parágrafo 1.4.
- Ao efectuar as medições deve seguir-se as regras de segurança referentes a:
  - ♦ Protecção contra correntes perigosas.
  - ♦ Protecção do instrumento contra utilizações impróprias.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Os mesmos devem estar em boas condições e substituídos, se necessário, por modelos idênticos.
- Não efectuar medições em circuitos que superem os limites de corrente e tensão especificados.
- Não efectuar medições em condições ambientais fora dos limites indicados no parágrafo 6.2.1
- Verificar se a bateria está inserida correctamente.
- Antes de ligar as ponteiras ao circuito em exame, verificar se o selector está na posição correcta.
- Verificar se o display LCD e o selector 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 selector, retirar o condutor do toróide ou as ponteiras de medida do circuito em exame.
- Quando o instrumento está ligado ao circuito em exame nunca tocar num terminal inutilizado.
- 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 mesmo.
- Antes de efectuar uma medição de corrente através do toróide, retirar as ponteiras do instrumento.
- Durante a medição de corrente e de potência qualquer outra fonte localizada na proximidade do instrumento pode influenciar a precisão da medição.
- Durante a medição de correntes e de potências, colocar sempre o condutor o mais possível no centro do toróide de modo a obter uma leitura mais precisa (ver parágrafo 4.1.2).
- Se, durante uma medição, o valor ou o sinal da grandeza em exame permanecerem constantes, verificar se está activa a função HOLD (símbolo **H** no display).

1.3. APÓS A SUA UTILIZAÇÃO

- Após terminar as medições, colocar o selector em OFF.
- Retirar a bateria se se prevê não utilizar o instrumento durante muito tempo.

1.4. DEFINIÇÃO DE CATEGORIA DE MEDIDA (SOBRETENSÃO)

A norma CEI 61010-1: Prescrições de segurança para aparelhos eléctricos de medida, controlo e para utilização em laboratório, Parte 1: Prescrições gerais, define o que se entende por categoria de medida, vulgarmente chamada categoria de sobretensão. No parágrafo 6.7.4: Circuitos de medida, indica:

(OMISSOS)

os circuitos estão subdividos nas seguintes categorias de medida:

- A **categoria de medida IV** serve para as medições efectuadas sobre uma fonte de uma instalação de baixa tensão.

  Exemplo: contadores eléctricos e de medida sobre dispositivos primários de protecção das sobrecorrentes e sobre a unidade de regulação da ondulação.
- A **categoria de medida III** serve para as medições efectuadas em instalações interiores de edifícios.

  Exemplo: medições sobre paineis de distribuição, disjuntores, cablagens, incluídos os cabos, os barramentos, as caixas de junção, 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 efectuadas em circuitos ligados directamente às instalações de baixa tensão.

  Exemplo: medições em aparelhgens para uso doméstico, utensílios portáteis e aparelhos similares.
- A **categoria de medida I** serve para as medições efectuadas em circuitos não ligados directamente à REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

  Exemplo: medições sobre não derivados da REDE e derivados da REDE mas com protecção 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

A pinça agora adquirida, se utilizada segundo o descrito neste manual, garantir-lhe-á medições seguras e fiáveis.
A pinça é fabricada de modo a garantir-lhe a máxima segurança graças a uma nova concepção que assegura o duplo isolamento e a obtenção da categoria de sobretensão III até 600V (ver parágrafo 6.1.1).

Os instrumentos HT4020 e HT4022 podeM efectuar as seguintes medições:

- Medição de tensões CA (V_{CA}) em valor eficaz real TRMS.
- Medição de tensões CC (V_{CC}).
- Medição do valor da corrente CA (I_{CA}) em valor eficaz real TRMS.
- Medição dos harmónicos (CC –25ª) de tensão CA (só para HT4022).
- Medição dos harmónicos (1 –25ª) de corrente CA (só para HT4022).
- Medição de frequências de tensão CA através dos terminais de entrada.
- Medição de frequências de corrente CA através do toróide.
- Medição de resistências e testes de continuidade.
- Detecção da sequência de fases só com uma ponteira.
- Medição da potência activa, reactiva, aparente e factor de potência nos sistemas monofásicos e/ou trifásicos equilibrados.
- Medição da energia activa, reactiva, aparente nos sistemas monofásicos e/ou trifásicos equilibrados.

Cada uma destas funções pode ser seleccionada através de um selector de funções com 7 posições, incluída a posição OFF. Além destes existem ainda os seguintes botões: "**FUNC** ", "**MAX/MIN/PK**", "**ENERGY**" e "**D-H /** " (só para HT4020) e "**FUNC / HARM**", "**MAX/MIN/PK / H↓**", "**ENERGY / H↑**" e "**D-H /** " (só para HT4022). Consultar o parágrafo 4.2. para ver o seu uso. A grandeza seleccionada aparece no display com indicação da unidade de medida e as funções activas.

3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO

3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento, antes de ser expedido, foi controlado do ponto de vista eléctrico e mecânico.

Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento seja entregue sem danos.

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

Verificar, ainda, se a embalagem contém todos os componentes indicados no parágrafo 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 capítulo 7.

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentato através de duas baterias modelo 1.5V LR03 AAA UM-4. A autonomia das baterias é de cerca de 90 horas.

Quando as baterias estão descarregadas aparece o símbolo "". Para substituir as baterias seguir as instruções indicadas no parágrafo 5.2.

3.3. CALIBRAGEM

O instrumento respeita as características técnicas indicadas neste manual. As prestações do instrumento são garantidas durante um ano.

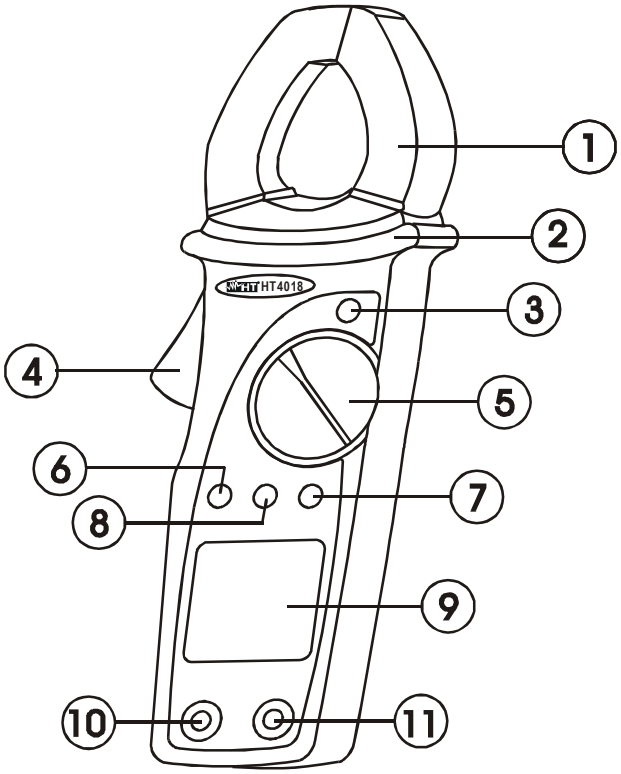
3.4. ARMAZENAMENTO

Para garantir medições precisas, após um longo período de armazenamento em condições ambientais extremas, deve-se aguardar que o instrumento retorne às condições normais (ver as especificações ambientais listadas no parágrafo 6.2.1).

4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO

4.1.1. Descrição dos comandos

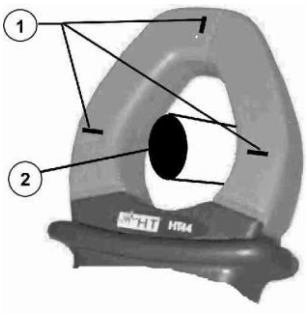


LEGENDA:
1. Toróide de abrir
2. Marca de segurança
3. Botão **D-H** / ☼
4. Alavanca de abertura do toróide
5. Selector de funções
6. Botão **ENERGY** (HT4020)
   Botão **ENERGY/H↑** (HT4022)
7. Botão ⟲ **FUNC** (HT4020)
   Botão ⟲ **FUNC/HARM** (HT4022)
8. Botão **MAX/MIN/PK** (HT4020)
   Botão **MAX/MIN/PK/H↓** (HT4022)
9. Display LCD
10. Terminal COM
11. Terminal V/Ω

Fig. 1: Descrição do instrumento

4.1.2. Marcas de alinhamento

Para obter as características de precisão declaradas para o instrumento, colocar sempre o condutor o mais possível no centro do toróide indicado pelas marcas assinaladas no mesmo (ver Fig. 2)



LEGENDA:
1. Marcas de alinhamento.
2. Condutor.

Fig. 2: Marcas de alinhamento

4.1.3. Uso do capacete em borracha

O instrumento é fornecido com um capacete em borracha que, inserido no toróide, permite alojar um dos dois terminais de medida conforme o mostrado na Fig. 3.

Fig. 3: Utilização da pinça com capacete de borracha

Isto permite uma utilização muito prática do instrumento, ajudando o operador a efectuar medições com os dois terminais de medida e, simultaneamente, ver o valor indicado pelo display do instrumento.

4.1.4. Função AUTO POWER OFF (DESLIGAR AUTOMÁTICO)

Para prolongar a duração das baterias, esta função prevê desligar, automaticamente, o instrumento decorridos cerca de 5 minutos da última função ou selecção utilizada. A activação desta função é indicada pelo símbolo ⏲.
Para desactivar esta modalidade de funcionamento deve-se desligar o instrumento e voltar a ligá-lo mantendo pressionado o botão **FUNC**.
Desligando e voltando a ligar o instrumento é, automaticamente, activada a função de DESLIGAR AUTOMÁTICO.
Para qualquer medição que possa demorar mais do que 5 minutos, como é o caso das medições de energia, é necessário desactivar a função DESLIGAR AUTOMÁTICO.

4.2. DESCRIÇÃO DOS BOTÕES DE FUNÇÕES

4.2.1. Botão FUNC

Este botão permite comutar entre as várias modalidades de medida, que se apresentam, ciclicamente, para cada pressão, associadas às posições do selector rotativo. Em especial para as posições do selector:

- **V** ⎓ : a pressão do botão **FUNC** permite comutar entre a medição de tensão e a medição da frequência do sinal de entrada nos terminais do instrumento.
- **A**∿: a pressão do botão **FUNC** permite comutar entre a medição da corrente que circula no cabo abraçado pela pinça e a medição de frequência do mesmo sinal.
- : a pressão do botão **FUNC** inicia a detecção da sequência das fases.
- **W**: a pressão do botão **FUNC** permite seleccionar a medição da potência activa, potência reactiva, potência aparente, factor de potência nos sistemas monofásico.
- **W3Φ**: a pressão do botão **FUNC** permite seleccionar a medição da potência activa, potência reactiva, potência aparente, factor de potência nos sistemas trifásico equilibrados.

Para o modelo HT4022, a pressão do botão **FUNC**, durante pelo menos 1 segundo, activa a modalidade "Medição de harmónicos". Em especial para as posições do selector de funções:

- **V** ⎓ : a pressão do botão **FUNC**, durante pelo menos 1 segundo, activa a análise dos harmónicos de tensão. Os valores dos harmónicos são visualizados através da pressão dos botões **H↑** e **H↓**.
- **A**∿: a pressão do botão **FUNC**, durante pelo menos 1 segundo, activa a análise dos harmónicos de corrente. Os valores dos harmónicos são visualizados através da pressão dos botões **H↑** e **H↓**.

Este modo de funcionamento é desactivado quando:
- Se pressiona, novamente, o botão durante mais de um segundo
- Se roda o selector rotativo.

Para mais detalhes sobre a utilização do botão **FUNC** consultar os parágrafos descritivos dos procedimentos de medição.

4.2.2. Botão D-H /

Uma pressão do botão **D-H** activa a função HOLD, ou seja, a fixação do valor da grandeza medida. No display aparece o símbolo "H".
Esta modalidade de funcionamento é desactivada quando:
- Se pressiona, novamente, o botão.
- Se roda o selector rotativo.

A pressão do botão , durante pelo menos 1 segundo, activa a retroiluminação do display. Decorridos cerca de 5 segundos da última pressão de um botão ou rotação do selector de funções a retroiluminação é automaticamente desactivada.

4.2.3. Botão MAX/MIN/PK

A pressão do botão **MAX/MIN/PK,** durante pelo menos 1 segundo, activa a detecção do valor Máximo, Mínimo, Médio e do valor de Pico (este último só para as medições de tensão e de corrente) da grandeza em exame. Estas funções apresentam-se, ciclicamente, para cada nova pressão do referido botão. No display aparece o símbolo associado à função seleccionada: "**MAX**" para detecções do valor máximo, "**MIN**" para mínimo, "**AVG**" para médio e "**PK**" para pico.
Esta modalidade de funcionamento é desactivada quando:

- Se pressiona, novamente, o botão **MAX/MIN/PK** durante pelo menos 1 segundo.
- Se roda o selector.

4.2.4. Botão ENERGY

Com o selector funções nas posições "**W**" ou "**W3Φ**", a pressão desto botão durante cerca de 2 segundos activa a medição de Energia.

Em especial para as posições:

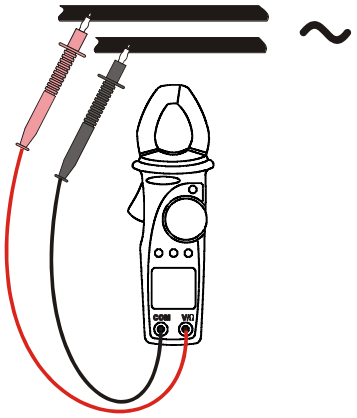
- **W**: a pressão do botão **ENERGY** inicia a medição da Energia Activa, Reactiva, Aparente nos sistemas monofásico. Os respectivos valores são visualizados através da pressão do Botão **FUNC** em analogia com o descrito no parágrafo 4.2.1
- **W3Φ**: a pressão do Botão **ENERGY** inicia a medição da Energia Activa, Reactiva, Aparente nos sistemas Trifásico Equilibrados. Os respectivos valores são visualizados através da pressão do botão **FUNC** em analogia com o descrito no parágrafo 4.2.1

4.3. DESCRIÇÃO DAS FUNÇÕES DO SELECTOR DE FUNÇÕES

4.3.1. Medição de tensões CA / CC

ATENÇÃO

- A tensão máxima na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.
- Quando o valor da tensão, na entrada, for inferior a 1.5V o instrumento não apresenta qualquer valor.



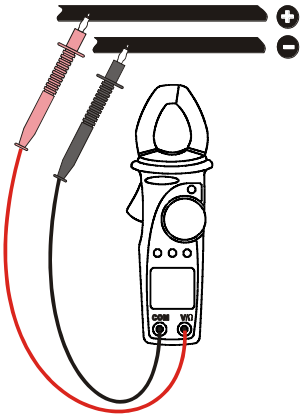


Fig. 4: Medição de tensões CA Fig. 5: Medição de tensões CC

1. Seleccionar a posição "**V** ⎓ ".
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM (ver Fig. 4 ou Fig. 5). Utilizar, eventualmente, o capacete em borracha para alojar a ponteira vermelha e trabalhar com mais comodidade (ver Fig. 3).
3. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame. O instrumento selecciona, inicialmente, a indicação CC que automaticamente passa para CA no caso da medição de tensões alternas. O valor da tensão é apresentado no display e, no caso da tensão CA, é também apresentado o valor da frequência, no display secundário.
4. Se aparecer o símbolo "-" significa que a polaridade da tensão CC é negativa (polaridade invertida em relação ao indicado na Fig. 5).
5. A visualização do símbolo "**O.L**" indica que o valor da tensão em exame é superior ao fundo da escala do instrumento.
6. Quando a medição se torna difícil, premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor visualizado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
7. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados, pode-se utilizar a função retroiluminação pressionando o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.

Mantendo pressionado durante 1 segundo o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), médio (AVG) e de pico (PK). Todos estes valores serão constantemente actualizados mesmo que só um deles seja visualizado. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da tensão serão visualizados, ciclicamente, com o respectivo valor da frequência (para o valor de pico é associada a frequência referente ao valor máximo). Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.2. Medição de frequências (através dos terminais de medida)

ATENÇÃO

- A tensão máxima CA na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.
- Quando o valor da tensão, na entrada, for inferior a 1.5V o instrumento não apresenta qualquer valor.

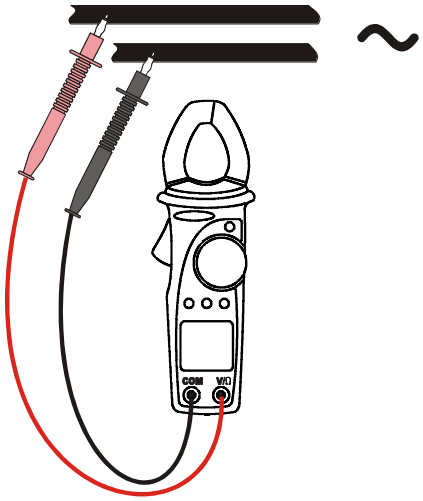


Fig. 6: Medição de frequências através dos terminais.

1. Seleccionar a posição "**V** ≂ ".
2. Premir o botão **FUNC** para seleccionar a função **Hz**.
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM. Utilizar eventualmente o capacete em borracha para alojar uma ponteira e trabalhar com mais comodidade (ver Fig. 3).
4. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame (ver Fig. 6). O valor de frequência do sinal na entrada é apresentado no display.
5. A visualização do símbolo "**O.L**" indica que o valor da frequência do sinal em exame é superior ao fundo da escala do instrumento.
6. Quando a medição se tornar difícil, premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
7. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação pressionando o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se, automaticamente, decorridos cerca de 5 segundos.
8. Premir o botão **FUNC** para sair desta modalidade e retornar à visualização da tensão (ver parágrafo 4.3.1).

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), médio (AVG) e de pico (PK). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado no display. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da frequência são apresentados ciclicamente. Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.3. Medição dos harmónicos de tensão (só HT4022)

ATENÇÃO

- A tensão máxima CA na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.
- A medição de harmónicos de tensão só é activa na presença de tensões CA na entrada.

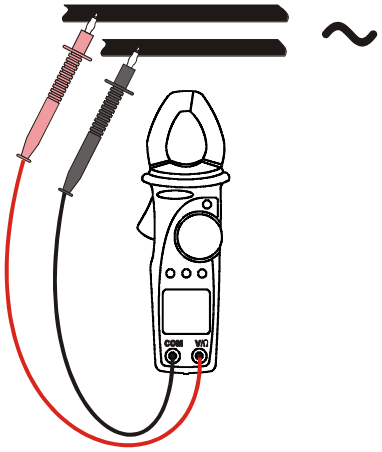


Fig. 7: Análise de harmónicos de tensão.

1. Seleccionar a posição "**V** ≂ ".
2. Manter pressionado o botão **FUNC** durante 1 segundo até aparecer no display o símbolo "**THD%**".
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM. Utilizar, eventualmente, o capacete de borracha para alojar uma ponteira e trabalhar com mais comodidade (ver Fig. 3).
4. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame (ver Fig. 7). O instrumento apresenta o símbolo "**THD%**" correspondente à medição percentual da Distorsão Harmónica Total para a tensão em exame (para o significado das grandezas medidas consultar o capítulo 7).
5. Para visualizar os valores percentuais dos harmónicos (do CC ao 25°) utilizar os botões **H↑** e **H↓**. No display secundário é indicada a ordem do harmónico ou qual valor percentual é apresentado no display principal (ex. **H3%** significa terceiro harmónico).
6. Premir o botão **FUNC** para visualizar os valores absolutos dos harmónicos (do CC ao 25°). No display secundário é indicada a ordem do harmónico ou qual valor absoluto é apresentado no display principal (ex. **H3** significa terceiro harmónico).
7. Quando a medição se tornar difícil, premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
8. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se, automaticamente, decorridos cerca de 5 segundos.
9. Premir o botão **FUNC** para sair desta modalidade e voltar à visualização da tensão (ver parágrafo 4.3.1).

4.3.4. Medição de resistências e teste de continuidade

ATENÇÃO

Antes de efectuar qualquer medição de resistência verificar se o circuito em exame não está a ser alimentado e se existirem condensadores, estes estão descarregados.

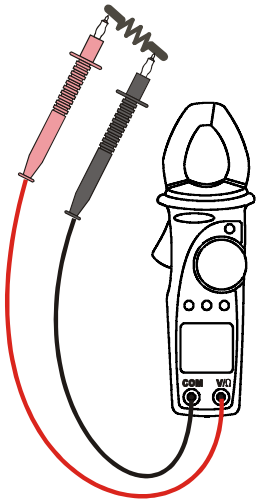


Fig. 8: Medição de resistências e da continuidade.

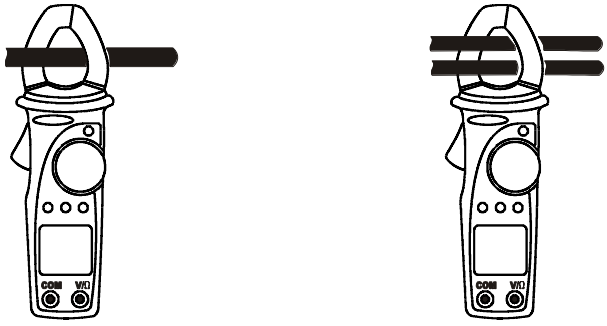
1. Seleccionar a posição "Ω•))".
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM. Utilizar, eventualmente, o capacete de borracha para alojar uma ponteira e trabalhar com mais comodidade (ver Fig. 3).
3. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame (ver Fig. 8). O valor da resistência é apresentado no display.
4. O besouro para o teste de continuidade emite um sinal acústico quando o valor da resistência medida é inferior a cerca de 40Ω.
5. A visualização do símbolo "**O.L**" indica que o valor da resistência em exame é superior ao valor máximo mensurável pelo instrumento.
6. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
7. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação pressionando o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se, automaticamente, decorridos cerca de 5 segundos.

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), médio (AVG) e de pico (PK). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado no display. A cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da resistência são apresentados ciclicamente. Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.5. Medição de correntes CA

ATENÇÃO

Verificar se todos os terminais de entrada do instrumento estão desconectados.



CORRECTO **INCORRECTO**

Fig. 9: Medição de correntes CA.

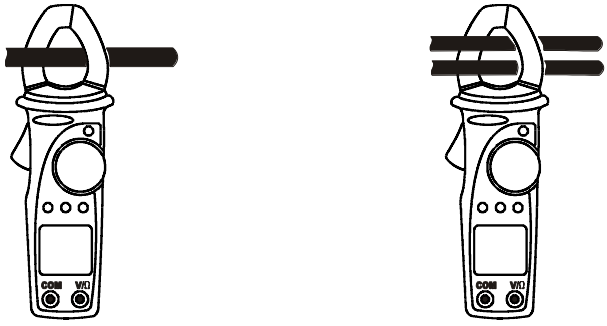
1. Seleccionar a posição "**A∿**".
2. Abrir o toróide e inserir apenas um cabo no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2 e Fig. 9). O valor da corrente e da frequência são apresentados, respectivamente, no display principal e secundário.
3. A visualização do símbolo "**O.L**" indica que o valor da corrente em exame é superior ao fundo da escala do instrumento.
4. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
5. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), médio (AVG) e de pico (PK). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da corrente são apresentados ciclicamente com o respectivo valor da frequência (ao valor de pico é associada a frequência referente ao valor máximo). Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.6. Medição de frequências (através de toróide)

ATENÇÃO

Verificar se todos os terminais de entrada do instrumento estão desconectados.



CORRECTO **INCORRECTO**

Fig. 10: Medição de frequências.

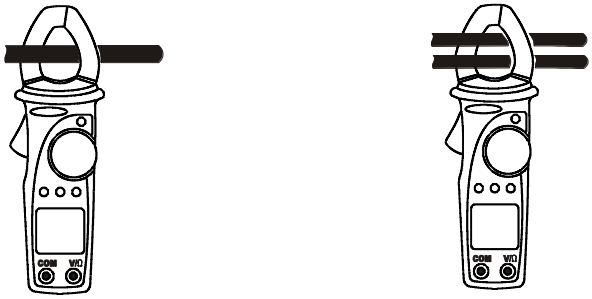
1. Seleccionar a posição "**A∿**".
2. Premir o botão **FUNC** para seleccionar a função **Hz.**
3. Abrir o toróide e inserir apenas um cabo no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2 e Fig. 10), o valor da frequência será apresentado no display.
4. A visualização do símbolo "**O.L**" indica que o valor da frequência em exame é superior ao fundo da escala do instrumento.
5. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
6. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.
7. Premir o botão **FUNC** para sair da modalidade e voltar à visualização da corrente (ver o parágrafo 4.3.5).

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN), médio (AVG) e de pico (PK). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado no display. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da frequência são apresentados ciclicamente. Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.7. Medição de harmónicos de corrente (só HT4022)

ATENÇÃO

Verificar se todos os terminais de entrada do instrumento estão desconectados.



CORRECTO **INCORRECTO**

Fig. 11: Análise de harmónicos de corrente

1. Seleccionar a posição "**A∿**".
2. Manter pressionado o botão **FUNC,** durante 1 segundo, até aparecer no display o símbolo "**THD%**".
3. Abrir o toróide e inserir apenas um cabo no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2 e Fig. 11). O instrumento apresenta o símbolo **THD%** correspondente à medição da Distorsão harmónica total para a corrente em exame (para o significado das grandezas medidas consultar o capítulo 7).
4. Para visualizar os valores percentuais dos Harmónicos (do 1° ao 25°) utilizar os botões **H↑** e **H↓**. No display secundário é indicada a ordem do harmónico ou qual valor percentual é apresentado no display principal (ex. **H3%** significa terceiro harmónico).
5. Premir o botão **FUNC** para visualizar os valores absolutos dos harmónicos (do 1° ao 25°). No display secundário é indicada a ordem do harmónico ou qual valor absoluto é apresentado no display principal (ex. **H3** significa terceiro harmónico).
6. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
7. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.

4.3.8. Medição de potência e energia em sistemas monofásico

ATENÇÃO

A tensão CA máxima na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.

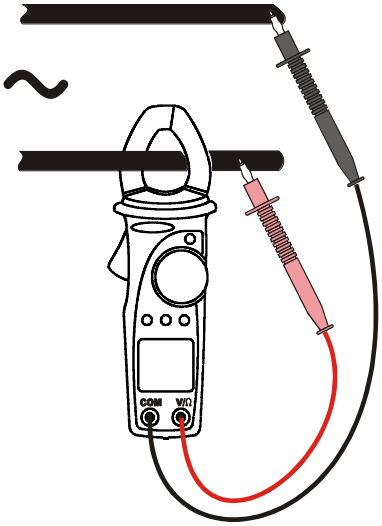


Fig. 12: Medição de potências e energias num sistema monofásico.

1. Seleccionar a posição "**W**".
2. Abrir o toróide e inserir o cabo no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2)..
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM (ver Fig. 12).
4. A visualização no display do símbolo "⚠" indica que o valor da tensão ou da corrente é superior ao fundo da escala do instrumento e, portanto, os valores da potência e factor de potência apresentados poderão não estar correctos.
5. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame. O valor da potência activa será apresentado no display acompanhado do símbolo "**CA**".
6. A pressão do botão **FUNC** permite visualizar, ciclicamente, as seguintes grandezas: Potência activa (kW); Potência reactiva (kVAR, capacitiva **C**, indutiva **I**); Potência aparente (kVA); Factor de potência (Pfi ou Pfc respectivamente indutivo e capacitivo).
7. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
8. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN) e médio (AVG). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado no display. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da potência são apresentados ciclicamente. Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.3.8.1. Medição da energia em sistemas monofásicos

1. Seleccionar a posição “**W**”.
2. Abrir o toróide e inserire o cabo no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2).
3. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM (ver Fig. 12).
4. A visualização no display do símbolo "⚠" indica que o valor da tensão ou da corrente é superior ao fundo da escala do instrumento e, portanto, os valores da potência e factor de potência apresentados poderão não estar correctos.
5. Colocar as ponteiras nos pontos pretendidos do circuito em exame. O valor da potência activa é apresentado no display acompanhado do símbolo “**CA**”.
6. Premir o botão **ENERGY** durante 1 segundo para definir a medição da energia. A pressão do botão **FUNC** permite apresentar, ciclicamente, as seguintes grandezas: Energia activa (kWh o MWh); Energia reactiva (kVARh o MVARh indutiva **I** ou capacitiva **C**); Energia aparente (kVAh ou MVAh); Tempo (TIME) para indicar a duração da medição de energia.
7. Para iniciar a medição de energia, premir o botão **ENERGY**. O contador activa-se e a mensagem “**MEASURING**” aparece na parte inferior do display. Para parar a medição de energia premir novamente o botão **ENERGY**, a mensagem “**MEASURING**” desaparece do display.
8. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
9. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.
10. Premir, durante 1 segundo, o botão **ENERGY** para sair da medição de energia.

4.3.9. Medição de potências e energias em sistemas trifásicos equilibrados

ATENÇÃO

A tensão CA máxima na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.

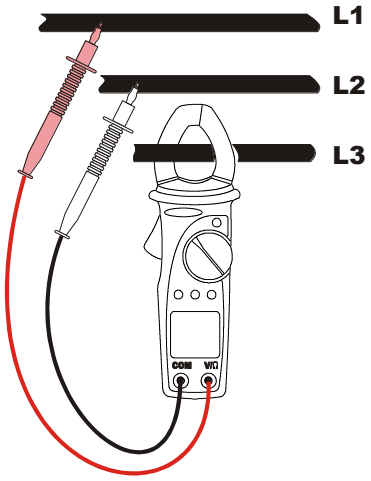


Fig. 13: Medição de potências e energias num sistema trifásico

1. Seleccionar a posição ”**W3Φ**”.
2. Abrir o toróide e inserir o cabo correspondente à fase 3 no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2), conforme o mostrado na Fig. 13.
3. A visualização no display do símbolo "⚠" indica que o valor da tensão ou da corrente é superior ao fundo da escala do instrumento e, portanto, os valores da potência e factor de potência apresentados poderão não estar correctos.
4. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM (ver Fig. 13).
5. Colocar a ponteira vermelha no condutor correspondente à fase 1 e a ponteira preta no condutor correspondente à fase 2, conforme é mostrado na Fig. 13. O valor da potência activa è apresentado no display acompanhado do símbolo CA.
6. A pressão do botão **FUNC** permite visualizar, ciclicamente, as seguintes grandezas: Potência activa (kW); Potência reactiva (kVAR, Capacitiva **C**, Indutiva **I**); Potência aparente (kVA); Factor de potência (Pfi ou Pfc respectivamente para indutivo e capacitivo).
7. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
8. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.

Mantendo pressionado, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** é activada a detecção dos valores máximo (MAX), mínimo (MIN) e médio (AVG). Todos estes valores são constantemente actualizados mesmo que só um deles seja apresentado no display. Para cada pressão do botão **MAX/MIN/PK,** os valores da potência são apresentados ciclicamente. Para sair desta função premir novamente, durante 1 segundo, o botão **MAX/MIN/PK** ou rodar o selector.

4.2.9.1 Medição da energia em sistemas trifásicos equilibrados

1. Seleccionar a posição “**W3Φ**”.
2. Abrir o toróide e inserir o cabo correspondente à fase 3 no centro do mesmo (ver parágrafo 4.1.2), conforme é mostrado na Fig. 13.
3. A visualização no display do símbolo "⚠" indica que o valor da tensão ou da corrente é superior ao fundo da escala do instrumento e, portanto, os valores da potência e factor de potência apresentados poderão não estar correctos.
4. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω e o cabo preto no terminal de entrada COM (ver Fig. 13).
5. Colocar a ponteira vermelha no condutor correspondente à fase 1 e a ponteira preta no condutor correspondente à fase 2, conforme é mostrado na Fig. 13. O valor da potência activa é apresentado no display acompanhado do símbolo CA.
6. Premir o botão **ENERGY,** durante 1 segundo, para definir a medição da energia. A pressão do botão **FUNC** permite visualizar, ciclicamente, as seguintes grandezas: Energia activa (kWh o MWh); Energia reactiva (kVARh ou MVARh indutiva **I** ou capacitiva **C**); Energia aparente (kVAh ou MVAh); Tempo (TIME) para definição da medição de energia.
7. Para iniciar a medição de energia premir o botão **ENERGY**. O contador activa-se e a mensagem “**MEASURING**” aparece na parte inferior do display. Para parar a medição de energia premir novamente o botão **ENERGY**, a mensagem “**MEASURING**” desaparece do display.
8. Quando a medição se tornar difícil premir o botão **D-H** para activar a função HOLD que fixa o valor apresentado. Para sair desta função premir novamente o botão **D-H**.
9. Se a medição é efectuada em ambientes pouco iluminados pode-se utilizar a função retroiluminação premendo o botão durante 1 segundo. A retroiluminação do display apaga-se automaticamente decorridos cerca de 5 segundos.
10. Premir, durante 1 segundo, o botão **ENERGY** para sair da medição de energia.

4.3.10. Medição da sequência das fases

ATENÇÃO

A tensão CA máxima entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.

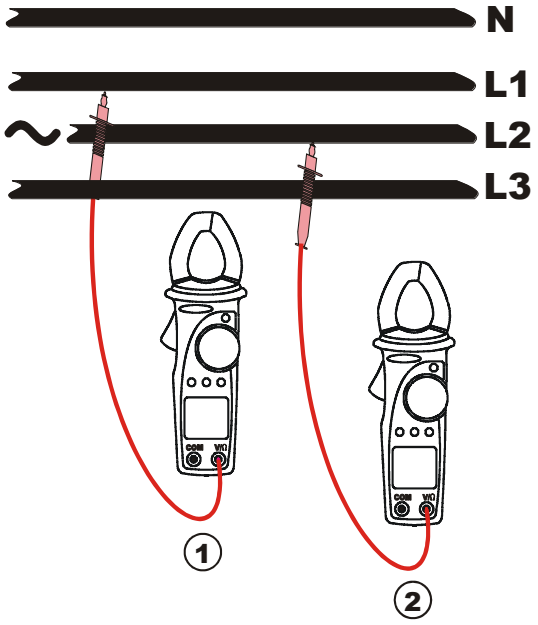


Fig. 14: Detecção da sequência das fases

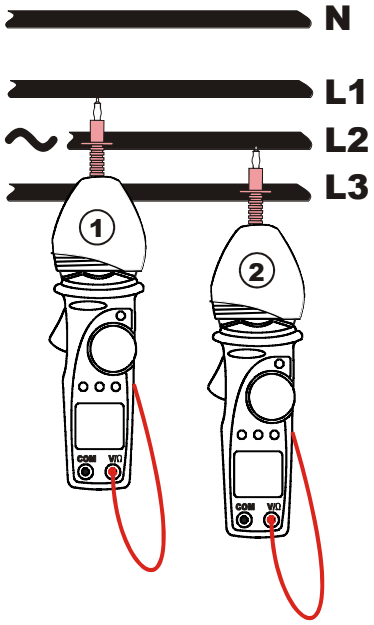


Fig. 15: Detecção da sequência das fases com capacete de borracha

1. Seleccionar a posição "".
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω.
3. No display secundário aparece o símbolo "**1PH**". O instrumento está pronto para efectuar a primeira medição.
4. Ligar a ponteira vermelha à fase L1 (ver Fig. 14, 1ª medição). Como alternativa, usar o capacete de borracha para alojar a ponteira vermelha (ver Fig. 15, 1ª medição).

ATENÇÃO

Durante a execução da medição:

- O instrumento deve manter-se sempre na mão do operador.
- O cabo vermelho do terminal de teste não deve estar em contacto ou na proximidade de qualquer fonte de tensão que, devido à sensibilidade do instrumento, poderá bloquear a medição.

5. Quando é detectada uma tensão superior a 80V, o instrumento emite um sinal acústico (besouro) e no display principal é apresentado o símbolo "**PH**". Não premir qualquer botão e manter a ponteira ligada à fase L1.

ATENÇÃO

Quando o valor de tensão, na entrada, for inferior a 80V, o instrumento não mostra o símbolo “**PH**” e não permite a detecção da sequência das fases.

6. Decorrido, cerca de um segundo, o instrumento apresenta o símbolo "**MEASURING**" para indicar que está pronto para efectuar a primeira medição.
7. Premir o botão **FUNC**. O instrumento apaga o símbolo "**MEASURING**".
8. No display secundário aparece o símbolo "**2PH**". O instrumento está pronto para efectuar a segunda medição.
9. Retirar a ponteira da fase L1 e colocá-la na fase L2 (ver Fig. 14 ou Fig. 15, 2ª medição).
10. Quando é detectada uma tensão superior a 80V, o instrumento emite um sinal acústico (besouro) e no display principal é apresentado o símbolo "**PH**". Não premir qualquer botão e manter a ponteira ligada à fase L2.

ATENÇÃO

Quando o valor da tensão, na entrada, for inferior a 80V, o instrumento não mostra o símbolo “**PH**” e não permite a detecção da sequência das fases.

11. Decorrido cerca de um segundo, o instrumento apresenta o símbolo "**MEASURING**" para indicar que está pronto para efectuar a segunda medição.
12. Premir o botão **FUNC**. O instrumento apaga o símbolo "**MEASURING**".

ATENÇÃO

Deixando passar mais 10 segundos entre a primeira e a segunda pressão do botão **FUNC,** o instrumento apresenta no display a mensagem “**SEC**” e deve-se repetir toda a medição. Rodar o selector de funções para outra posição para sair da função e recomeçar do ponto 1.

13. Se as duas fases às quais foi ligada a ponteira estão na sequência correcta, o instrumento apresenta "**1.2.3.**” caso contrário mostra "**2.1.3.**" a significar uma sequência das fases incorrecta.

ATENÇÃO

- A tensão detectada pelo instrumento nesta modalidade NÃO é a tensão de fase real, mas a tensão entre a fase e a mão do operador (presente na entrada dos terminais do referido instrumento) que pode ser muito mais baixa que a tensão de fase. **NÃO TOCAR NO CABO DE FASE SEM TER A CERTEZA QUE NÃO ESTÁ SOB TENSÃO**.
- Pode acontecer, no caso em que o isolamento da terra do operador assuma valores elevados (pavimentos isolantes, calçado com sola de borracha muito grossa, etc..), que o instrumento não efectue correctamente a medição. Aconselha-se, portanto, a repetir, pelo menos duas vezes, a medição para confirmar o resultado obtido.

4.3.10.1. Medição da concordância de fase

A finalidade desta função é verificar a concordância de fases entre os condutores de 2 terminais trifásicos antes de efectuar a ligação em paralelo.

ATENÇÃO

A tensão CA máxima entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.

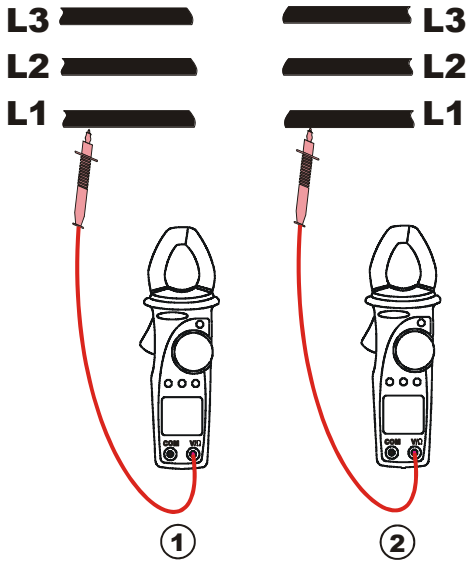


Fig. 16: Detecção da concordância de fase

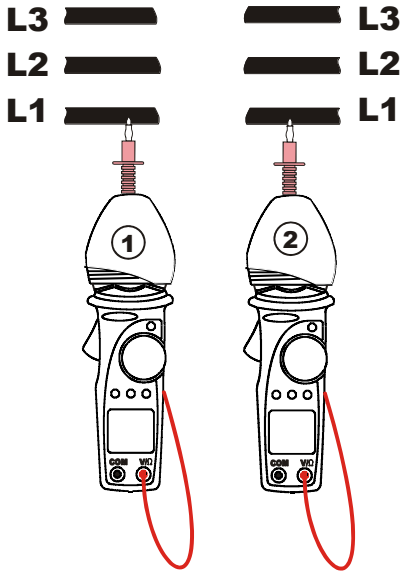


Fig. 17: Detecção da concordância de fase com capacete de borracha

1. Seleccionar a posição .
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω.
3. No display secundário aparece o símbolo "**1PH**". O instrumento está pronto a efectuar a primeira medição.
4. Ligar a ponteira vermelha à fase L1 (ver Fig. 16, 1ª medição). Como alternativa usar o capacete de borracha para alojar a ponteira vermelha (ver Fig. 17, 1ª medição).

ATENÇÃO

Durante a execução da medição:

- O instrumento deve manter-se sempre na mão do operador.
- O cabo vermelho do terminal de teste não deve estar em contacto ou na proximidade de qualquer fonte de tensão que, devido à sensibilidade do instrumento, poderá bloquear a medição.

5. Quando for detectada uma tensão superior a 80V o instrumento emite um sinal acústico (besouro) e no display principal é visualizado o símbolo "**PH**". Não premir qualquer botão e manter a ponteira ligada à fase L1.

ATENÇÃO

Quando o valor da tensão na entrada for inferior a 80V, o instrumento não mostra o símbolo “**PH**” e não permite a detecção da sequência das fases.

6. Decorrido cerca de um segundo, o instrumento apresenta o símbolo "**MEASURING**" para indicar que está pronto para efectuar a primeira medição
7. Premir o botão **FUNC**. O instrumento apaga o símbolo "**MEASURING**".
8. No display secundário aparece o símbolo "**2PH**". O instrumento está pronto para efectuar a segunda medição.
9. Retirar a ponteira do primeiro cabo e colocá-la no segundo (ver Fig. 14 ou Fig. 15, 2ª medição).
10. Quando for detectada uma tensão superior a 80V o instrumento emite um sinal acústico (besouro) e no display principal é apresentado o símbolo "**PH**". Não premir qualquer botão e manter a ponteira ligada à fase L2.

ATENÇÃO

Quando o valor da tensão na entrada for inferior a 80V, o instrumento não mostra o símbolo “**PH**” e não permite a detecção da sequência das fases.

11. Decorrido cerca de um segundo, o instrumento apresenta o símbolo "**MEASURING**" para indicar que está pronto para efectuar a segunda medição.
12. Premir o botão **FUNC**. O instrumento apaga o símbolo "**MEASURING**".

ATENÇÃO

Deixando passar mais 10 segundos entre a primeira e a segunda pressão do botão **FUNC,** o instrumento apresenta no display a mensagem “**SEC**” e deve-se repetir toda a medição. Rodar o selector de funções para outra posição para sair da função e recomeçar do ponto 1.

13. Se as duas fases às quais foi ligada a ponteira coincidem, o instrumento mostra o símbolo "**1.1.-.**" caso contrário apresenta "**2.1.3.**" ou "**1.2.3.**" a significar que as fases examinadas não coincidem.

ATENÇÃO

- A tensão detectada pelo instrumento nesta modalidade NÃO é a tensão de fase real, mas a tensão entre a fase e a mão do operador (presente na entrada dos terminais do referido instrumento) que pode ser muito mais baixa que a tensão de fase. **NÃO TOCAR NO CABO DE FASE SEM TER A CERTEZA QUE NÃO ESTÁ SOB TENSÃO**.
- Pode acontecer, no caso em que o isolamento da terra do operador assuma valores elevados (pavimentos isolantes, calçado com sola de borracha muito grossa, etc..), que o instrumento não efectue correctamente a medição. Aconselha-se, portanto, a repetir, pelo menos duas vezes, a medição para confirmar o resultado obtido.

4.3.10.2. Função Procura de fase

ATENÇÃO

A tensão CA máxima na entrada é 600Vrms. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual. A passagem destes limites poderá provocar choques eléctricos no utilizador e danos no instrumento.

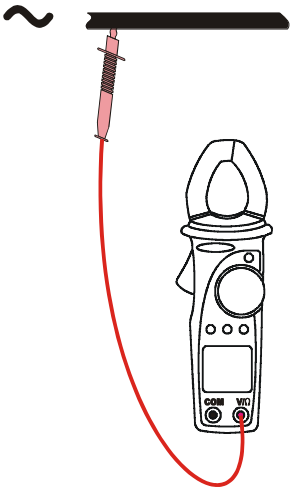


Fig. 18: Procura de fase

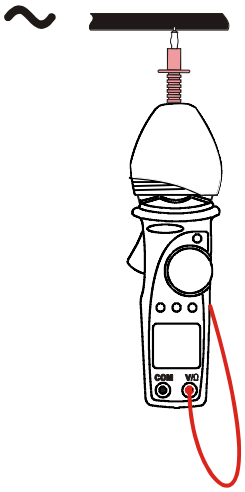


Fig. 19: Procura de fase com capacete de borracha

1. Seleccionar a posição .
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada V/Ω.
3. Ligar a ponteira vermelha ao cabo de teste (ver Fig. 18). Como alternativa, usar o capacete de borracha para alojar a ponteira vermelha (ver Fig. 19).
4. A visualização do símbolo "**PH**" no display principal, acompanhada do toque do besouro, indica a presença, no cabo em exame, de uma tensão superior a 80V.

ATENÇÃO

Durante a execução da medição:

- O instrumento deve manter-se sempre na mão do operador.
- O cabo vermelho do terminal de teste não deve estar em contacto ou na proximidade de qualquer fonte de tensão que, devido à sensibilidade do instrumento, poderá bloquear a medição.

ATENÇÃO

- A tensão detectada pelo instrumento nesta modalidade NÃO é a tensão de fase real, mas a tensão entre a fase e a mão do operador (presente na entrada dos terminais do referido instrumento) que pode ser muito mais baixa que a tensão de fase. **NÃO TOCAR NO CABO DE FASE SEM TER A CERTEZA QUE NÃO ESTÁ SOB TENSÃO**.
- Pode acontecer, no caso em que o isolamento da terra do operador assuma valores elevados (pavimentos isolantes, calçado com sola de borracha muito grossa, etc..), que o instrumento não efectue correctamente a medição. Aconselha-se, portanto, a repetir, pelo menos duas vezes, a medição para confirmar o resultado obtido.

5. MANUTENÇÃO

5.1. GENERALIDADES

1. Este aparelho é um instrumento de precisão. Durante a sua utilização e armazenamento, respeitar as recomendações apresentadas neste manual para evitar possíveis danos ou perigos durante a utilização.
2. Não utilizar o instrumento em ambientes caracterizados por taxas de humidade ou temperatura elevadas. Não o expôr directamente à luz solar.
3. Desligar sempre o instrumento após a sua utilização. Se se prevê não o utilizar durante um período prolongado, retirar a bateria para evitar o derrame de líquidos por parte desta última que podem danificar os circuitos internos do instrumento.

5.2. SUBSTITUIÇÃO DAS BATERIAS

Quando no display LCD aparece o símbolo "+ −" deve-se substituir as baterias.

ATENÇÃO

Só técnicos qualificados podem efectuar esta operação.
Antes de efectuar esta operação, verificar se foram retirados todos os cabos dos terminais de entrada ou o cabo em exame do interior do toróide.

1. Colocar o selector de funções em OFF.
2. Retirar os cabos dos terminais de entrada e o cabo em exame do interior do toróide.
3. Desapertar o parafuso de fixação da tampa do alojamento da bateria e removê-la.
4. Retirar as baterias.
5. Inserir duas baterias novas do mesmo tipo (1.5V LR 03 AAA) respeitando as polaridades indicadas.
6. Recolocar a tampa do alojamento da bateria e fixá-la com o respectivo parafuso.
7. Não deitar no ambiente as baterias utilizadas. Usar os contentores respectivos para a reciclagem.

5.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

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

5.4. FIM DE VIDA

ATENÇÃO: o símbolo impresso no instrumento indica que o equipamento e os seus acessórios devem ser recolhidos separadamente e tratados de modo correcto.

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Este instrumento está conforme os requisitos da Directiva Europeia sobre baixa tensão 73/23/CEE (LVD) e da directiva EMC 89/336/CEE, modificada pela 93/68/CEE.

6.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A precisão é indicata como [% da leitura + número de dígitos] e é referida às seguintes condições atmosféricas: temperatura 23°C ± 5°C com humidade relativa < 75%.

Tensão CC

Escalas	Resolução	Precisão	Impedância de entrada
0 ÷ 599.9V	0.1V	±(1.0% leit. + 3 díg.)	1MΩ

Tensão CA (TRMS)

Escalas	Resolução	Precisão		Impedância de entrada
		40 ÷ 200Hz	200 ÷ 400Hz	
1.6 ÷ 599.9V	0.1V	±(1.0% leit. + 3 díg.)	±(5.0% leit. + 3 díg.)	1MΩ

Max. Factor de Crista = 1.41

MAX / MIN / MÉDIO / PICO Tensão CA/CC

Função	Escalas	Resolução	Precisão	Tempo de resposta
MAX,MIN,AVG	10 ÷ 599.9V	0.1V	±(5.0% leit. + 10 díg.)	500ms
PEAK	10 ÷ 850V	1V	±(5.0% leit. + 10 díg.)	1ms

Corrente CA (TRMS)

Escalas	Resolução	Precisão		Protecção contra sobrecargas
		40 ÷ 200Hz	200 ÷ 400Hz	
0.0 ÷ 399.9A	0.1A	±(1.0% leit.+3 díg.)	±(5.0% leit. + 5 díg.)	600A RMS

Max. Factor de Crista = 2

MAX / MIN / MÉDIO / PICO Corrente CA

Função	Escalas	Resolução	Precisão	Tempo de esposta
MAX,MIN,AVG	1.0 ÷ 399.9A	0.1A	±(5.0% leit. + 10 díg.)	500ms
PEAK	10 ÷ 800A	1A	±(5.0% leit. + 10 díg.)	15ms

Resistência e Teste de continuidade

Escalas	Resolução	Precisão	Protecção contra sobrecargas
0.0 ÷ 499.9Ω	0.1Ω	±(1.0% leit. + 5 díg.)	600V RMS
500 ÷ 999Ω	1Ω		
1000 ÷ 1999Ω	3Ω		

O instrumento emite um sinal acústico para R<40Ω

Frequência (através de ponteiras de medida / toróide)

Escalas	Resolução	Precisão	Protecção contra sobrecargas
40.0 ÷ 399.9Hz	0.1Hz	±(0.5% leit. + 1 díg.)	600V RMS / 600A RMS

Escalas de tensão para medição de frequências: 0.5 ÷ 600V / Escalas de corrente para medição de frequências através de toróide: 0.5 ÷ 400A

Harmónicos de tensão e Corrente (só HT4022)

Ordem do harmónico	Resolução [V], [A]	Precisão
1 ÷ 15	0.1	±(10.0% leit. + 5 díg.)
16 ÷ 25	0.1	±(15.0% leit. + 5 díg.)

Factor de Potência

Escalas	Resolução	Precisão
0.20 ÷ 1.00	0.01	± 3°

Precisão definida para: forma de onda sinusoidal, tensão 230 - 400V, corrente ≥2A, frequência 50-60Hz

Potência Activa, Potência Reactiva, Potência Aparente

Escalas [kW], [kVAR], [kVA]	Resolução [kW], [kVAR], [kVA]	Precisão
0.00 ÷ 99.99	0.01	±(3.5% leit. + 3 díg.)
100.0 ÷ 999.9	0.1	

Precisão definida para: forma de onda sinusóidal, tensão 100 – 600V, corrente ≥1A, frequência 50-60Hz, Pf: 0.8i ÷0.8c

MAX / MIN / MÉDIO Resistência e Teste de Continuidade

Escalas	Campo de frequência	Impedância de entrada	Protecção contra sobrecargas
50 ÷ 600V	40 ÷ 69Hz	1MΩ	600V RMS

Sentidoo cíclico das fases e concordância de fase

Escalas	Resolução	Precisão	Tempo de resposta
0.0 ÷ 499.9Ω	0.1Ω	±(1.0% rdg + 5 dgt)	1s
500 ÷ 999Ω	1Ω		
1000 ÷ 1999Ω	3Ω		

O instrumento emite um sinal acústico para R<40Ω

MAX / MIN / MÉDIO Frequenza (tramite Puntali di misura / tramite toroide)

Escalas	Resolução	Precisão	Tempo de resposta
40.0 ÷ 399.9Hz	0.1Hz	±(0.5% rdg + 1 dgt)	1s

Max Δf/Δt =0.5Hz/s

MAX / MIN / MÉDIO Potência Activa, Potência Reactiva, Potência Aparente

Escalas [kW], [kVAR], [kVA]	Resolução [kW], [kVAR], [kVA]	Precisão	Tempo de resposta
0.1 ÷ 99.99	0.01	±(3.5%rdg+3dgt)	1s
100.0 ÷ 999.9	0.1		

Precisão definida para: forma de onda sinusoidal, tensão 230 - 400V, corrente ≥1A, frequência 50-60Hz, Pf: 0.8i ÷0.8c

MAX / MIN / MÉDIO Factor de Potência

Escalas	Resolução	Precisão	Tempo de resposta
0.20 ÷ 1.00	0.01	± 3°	1s

Precisão definida para: forma de onda sinusoidal, tensão 230 - 400V, corrente ≥2A, frequência 50-60H

6.1.1. Normas de Segurança

Conforme as normas: EN 61010
Isolamento: Classe 2, Duplo isolamento
Nível de Poluição: 2
Altitude máx: 2000m, utilização em interiores
Categoria de sobretensão: CAT III 600V entre as entradas e para a terra

6.1.2. Características gerais

Características mecânicas

Dimensões: 205 (L) x 64 (A) x 39 (H) mm
Peso (baterias incluídas): cerca de 280g
Abertura da Pinça: 30 mm
Diâmetro máx. do cabo: 30 mm

Alimentação

Tipo baterias: 2 baterias x 1.5V LR 03 AAA
Indicação baterias descarregadas: No display aparece o símbolo "+ −" quando a tensão fornecida pelas baterias é muito baixa
Duração das baterias: Cerca de 90 horas de utilização contínua

Display

Características: 4 LCD (máx 9999 pontos), sinal e ponto decimal
Velocidade de amostragem: 64 amostragens em 20ms

6.2. AMBIENTE

6.2.1. Condições ambientais de utilização

Temperatura de referência:	23° ± 5 °C
Temperatura de utilização:	0 ÷ 40 °C
Humidade relativa admitida:	< 80%
Temperatura de armazenamento:	-10 ÷ 60 °C
Humidade de armazenamento:	< 80%

Este instrumento está conforme os requisitos da Directiva Europeia sobre baixa tensão 2006/95/CEE (LVD) e da directiva EMC 2004/108/CEE

6.3. ACESSÓRIOS

6.3.1. Fornecimento standard

O conjunto contém:

- Instrumento
- Par de ponteiras
- Par de terminais com crocodilo
- Capacete de borracha
- Certificado de calibragem ISO9000
- Manual de instruções
- Bolsa
- Baterias

7. ASSISTÊNCIA

7.1. 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 do instrumento ser devolvido ao 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 objectos.

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 efectuadas 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.

7.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funciona correctamente, 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 correctamente, verificar se o procedimento de utilização do mesmo está conforme o indicado neste manual.

No caso do instrumento ser devolvido ao 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

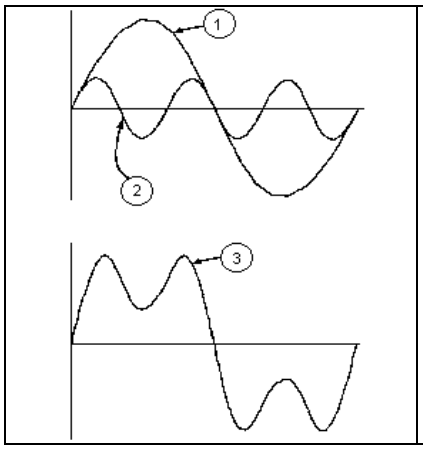
8. APÊNDICE: HARMÓNICOS DE TENSÃO E CORRENTE

8.1. TEORIA

Qualquer onda periódica não sinusoidal pode ser representada através de uma soma de ondas sinusoidais cada uma com frequência múltipla inteira da fundamental segundo 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 anteriores

Efeito da soma de 2 frequências múltiplas.

No caso da tensão da rede, o fundamental tem frequência 50 Hz, o segundo harmónico tem frequência 100 Hz, o terceiro harmónico tem frequência 150 Hz e assim por diante. A distorsão harmónica é um problema constante e não deve ser confundido com fenómenos de curta duração tais como picos, diminuições ou flutuações.
Pode-se observar que em (1) resulta que cada sinal é composto pelo somatório de infinitos harmónicos, existe todavia um número de ordem a partir do qual o valor dos harmónicos pode ser considerado desprezível. A normativa EN 50160 sugere para terminar o somatório a partir do 40º harmónico na expressão (1).

Um factor fundamental para detectar a presença de harmónicos é o THD definido como:

$$THDv = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1}$$

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

8.2. VALORES LIMITE PARA OS HARMÓNICOS

A Normativa EN-50160 fixa os limites dos Harmónicos de Tensão que a Entidade fornecedora pode injectar na rede.

Em condições normais de exercício, durante um período de uma semana, 95% dos valores eficazes de cada tensão harmónica, com intervalos de 10 minutos, deverão ser menores ou iguais do que os valores indicados na Tabela seguinte.
A distorsão harmónica total (THD) da tensão de alimentação (incluindo todos os harmónicos até ao 40° ordem) deve ser menor ou igual a 8%.

Harmónicos Ímpares				Harmónicos Pares	
Não múltiplos de 3		Múltiplos de 3		Ordem h	Tensão referente %Max
Ordem h	Tensão referente % Max	Ordem h	Tensão referente % 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				

Estes limites, teoricamente aplicáveis apenas para as Entidades fornecedoras de energia eléctrica, fornecem uma série de valores de referência entre os quais também se pode incluir os harmónicos introduzidos na rede pelos utilizadores.

8.3. CAUSAS DA PRESENÇA DE HARMÓNICOS

Qualquer aparelhagem que altere a onda sinusoidal ou use apenas uma parte da referida onda provoca distorsões na sinusóide e, como consequência, harmónicos.
Todos os sinais ficarão afectados. A mais comum é a distorsão harmónica provocada por cargas não lineares tais como electrodomésticos, computadores ou reguladores de velocidade para motores. A distorsão harmónica gera correntes significativas com frequências que são múltiplos inteiros da frequência da rede. As correntes harmónicas têm um efeito considerável nos condutores de neutro das instalações eléctricas.
Na maior parte dos países, a tensão da rede em uso é trifásica a 50/60Hz fornecida por um transformador com primário ligado em triângulo e secundário ligado em estrela. O secundário geralmente produz 230V CA entre fase e neutro e 400V CA entre fases. Equilibrar as cargas para cada fase representou sempre um quebra-cabeças para os projectistas de instalações eléctricas.
Até à dez anos atrás, num sistema bem equilibrado, a soma vectorial das correntes no neutro era zero ou mais baixa (dada a dificuldade de atingir o equilíbrio perfeito). As aparelhagens ligadas eram lâmpadas incandescentes, pequenos motores e outros dispositivos que apresentavam cargas lineares. O resultado era uma corrente essencialmente sinusoidal em cada fase e uma corrente com valor de neutro baixo para uma frequência de 50/60Hz. Dispositivos “modernos” tais como televisores, lâmpadas fluorescentes, aparelhos de vídeo e fornos microondas, normalmente absorvem corrente apenas para uma fracção de cada ciclo provocando cargas não lineares e, como consequência, correntes não lineares. Isto gera harmónicos estranhos para frequência de linha de 50/60Hz. Por este motivo, a corrente nos transformadores das cabines de distribuição contêm não só uma componente 50Hz (ou 60Hz) mas também uma componente 150Hz (ou 180Hz), uma componente 250Hz (ou 300Hz) e outros componentes significativos de harmónicos até 750Hz (ou 900Hz) e superiores.
O valor da soma vectorial das correntes num sistema correctamente equilibrado que alimenta cargas não lineares pode ser ainda mais baixo. Todavia, a soma não elimina todos os harmónicos de corrente. Os múltiplos ímpares do terceiro harmónico (chamados “TRIPLENS”) somam-se algebricamente no neutro e podem provocar sobreaquecimentos mesmo com cargas equilibradas.

8.4. CONSEQUÊNCIA DA PRESENÇA DE HARMÓNICOS

Em geral, os harmónicos de ordem par, 2ª, 4ª etc. não provocam problemas.
Os projectistas devem considerar os pontos a seguir apresentados no projecto de um sistema de distribuição de energia contendo correntes de harmónicos:

Partes da instalação	Efeitos imputáveis aos harmónicos
Fusíveis	Aquecimento não homogéneo do elemento fusível interno e consequente sobreaquecimento que pode levar à explosão do invólucro.
Cabos	Aumento do efeito "pele", em que um cabo composto por muitos fios, os interiores apresentam uma impedância superior à dos exteriores. Como consequência, a corrente tende a distribuir-se maioritariamente ao longo da faixa externa do condutor, produzindo: – um sobreaquecimento do condutor; – um envelhecimento precoce do isolamento que o envolve; – uma maior queda de tensão na linha.
Condutor de Neutro	Os harmónicos “triple”, múltiplos ímpares de três, somam-se ao neutro (em vez de os anular) criando assim uma situação de sobreaquecimento do referido condutor potencialmente perigoso.
Transformadores	Aumento das perdas no cobre, devido quer a um aumento do valor eficaz da corrente que circula nos enrolamentos, quer ao efeito “pele” que se manifesta sobre os fios protegidos. Aumento das perdas no ferro devido à distorsão do ciclo de histerese e da formação de correntes parasitas no núcleo magnético. Aquecimento dos isolamentos após uma eventual componente contínua capaz de saturar as colunas do núcleo magnético.
Motores	Aumento das perdas, com sobreaquecimento dos enrolamentos e possíveis danos nos isolamentos. O 5° e o 11° harmónico provocam a formação de pares electromagnéticos alterados, capazes de aumentar a velocidade do motor.
Condensadores de refasamento	Aumento da "ressonância paralela" que se manifesta num circuito pela presença de cargas indutivas e de condensadores de refasamento, a menos que um dos harmónicos produzidos tenha a mesma frequência que contrarie o fenómeno ressonante. Os efeitos de uma situação similar podem ser desastrosos, com explosão dos condensadores de refasamento presentes.
Dispositivos diferenciais	Possível saturação do toróide de detecção das correntes e consequente mau funcionamento, seja em termos de intervenção intempestiva, seja no aumento do patamar de intervenção.
Contadores de energia de disco	Aumento da velocidade de rotação do disco e consequente erro de medição (especialmente nos casos em que o factor de potência da carga é baixo).
Contactores de potência	Redução da duração eléctrica das superfícies de contacto.
Grupos estáticos de continuidade	Redução da potência máxima emitida pelo grupo.
Aparelhagens electrónicas	Avarias nos circuitos internos não protegidos por dispositivos ideais.

Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
Tel: +39-0546-0621002 (4 linee r.a.)
Fax: +39-0546-621144
Email: ht@htitalia.it
http://www.htitalia.com