PORTUGUÊS

Manual de instruções

© Copyright HT ITALIA 2024

Versão PT 2.01 - 13/12/24

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 ▲ 8
4.2.5. Botão RCDI∆N/ 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 limite da tensão de contacto 9
4.2.11. Configuração da tensão nominal nas medições Loop/Ra 10
4.2.12. Configuração fundo escala do transdutor com 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 total de terra sem disparo do RCD 17
5.7. Medição da Impedância da Linha/Loop 20
5.8. Testes em interruptores diferenciais tipo A e CA 24
5.9. Correntes CC, CA, CA+CC, INRUSH com transdutores 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 36
8. ASSISTÊNCIA 37
8.1. Condições de garantia 37
8.2. Assistência 37
9. APÊNDICES TEÓRICOS 38
9.1. Testes em interruptores diferenciais (RCD) 38
9.2. Medição da resistência global de terra nas instalações TT 39
9.3. Loop e cálculo da corrente de curto-circuito provável 40
9.4. Harmónicos de tensão e corrente 41

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 a Sua segurança e para evitare de danneggiare o instrumento, A preghiamo de seguire le procedure descritte nel presente manual e de leggere com particolare atenção tutte le note precedute dal símbolo ⚠.
Prima e durante l'execução delle misure attenersi scrupolosamente alle seguintes indicazioni:

- 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, circuitos, 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 ou criar situações perigosas para o operador

Pericolo 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 690V 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 os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Os mesmos devem estar em boas condições e substituídos, se necessário use exclusivamente acessórios 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 inutilizado.
- 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: 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 transdutor flexível
- 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 global de terra sem disparo do RCD
- Impedância do Loop L-L, L-N e cálculo da corrente de curto-circuito provável
- Teste em RCD´s Gerais tipo A e CA
- 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 Fator de Crista: CF (G)= $\frac{G_p}{G_{RMS}}$ é definido como a relação entre o Valor de Pico de um sinal e o seu Valor Eficaz. 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

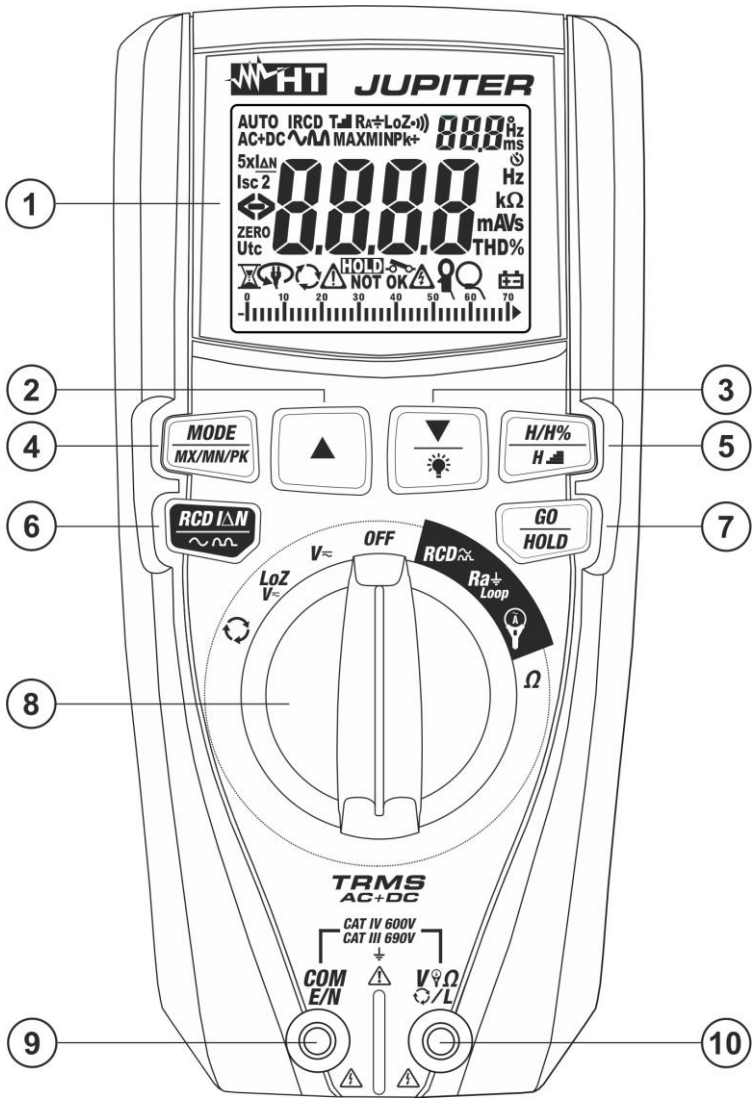
O instrumento é alimentado com 4x1.5V baterias alcalinas tipo AAA IEC LR03 incluídas na embalagem. Quando as baterias estão descarregadas aparece no display o símbolo "". Para substituir as baterias consultar o § 6.1.

3.3. ARMAZENAMENTO

Para garantir medições precisas, após um longo período de armazenamento em condições ambientais extremas, 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 seta ▲
3. Botão ▼/☀
4. Botão **MODE/MXMNPK**
5. Botão **H/H%/H**
6. Botão **RCDIΔN/**
7. Botão **GO/HOLD**
8. Seletor de funções
9. Terminal de entrada **COM/E/N**
10. Terminal de entrada **VΩL**

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 Firmware e Hardware.

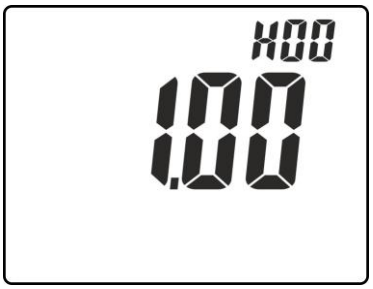


Fig. 2: Ecrã inicial do instrumento

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 **RCD**, **Ra⏚Loop**, , **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 § 9.4) como se mostra na Fig. 3. Usar os botões ▲ e ▼/ para aumentar/diminuir a ordem do harmónico

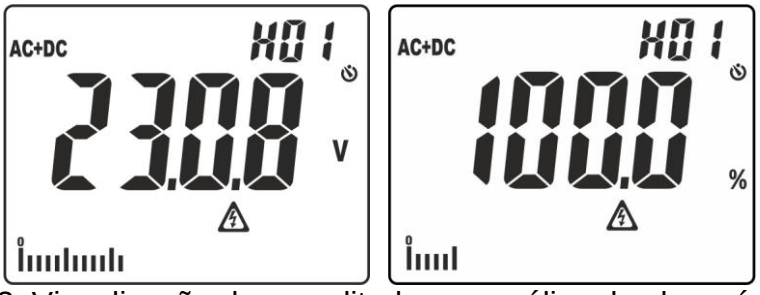


Fig. 3: Visualização das amplitudes na análise dos harmónicos

- 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 "" aparece no display, a barra gráfica é desativada e o instrumento apresenta o valor das amplitudes de todos os harmónicos compreendidos entre a ordem 2 e a 25, por **ordem decrescente** a partir do harmónico de amplitude maior como se mostra na Fig. 4

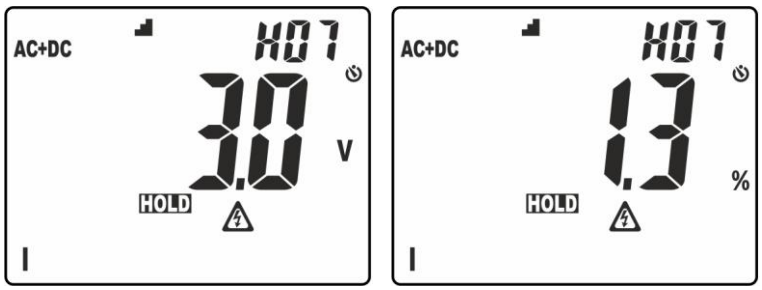


Fig. 4: Visualização da ordenação das amplitudes da análise harmónica

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 da Resistência global de terra sem disparo do RCD (**RCDRa⏚**), Resistência global de terra L-PE (100mA) e Impedância do Loop L-L, L-N na posição **Ra⏚Loop**
- Seleção da medição do tempo de disparo com “½IΔn”, “IΔn”, “5xΔIn” e corrente de disparo “” do diferencial (RCD) na posição **RCD**
- Seleção da medição de Resistências “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 ▲

A pressão simples dos botões ▼/ e ▲ 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)
- Seleção do limite na tensão de contacto considerada nas posições **Ra⏚Loop** e **RCD** entre as opções: **25V, 50V** (consultar o § 4.2.10)
- Azeramento da resistência dos cabos na posição **Ω** (consultar o § 5.4)

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.

4.2.5. Botão RCDIΔN/

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

- Seleção da corrente de disparo nominal do RCD entre as opções; **30mA, 100mA, 300mA** na posição **RCD**

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

- Seleção do tipo de diferencial (RCD) entre as opções: “” (tipo CA), “” (tipo A) na posição **RCD**

4.2.6. Função LoZ

Questo modo permite de eseguire a misura da tensão CA/CC com uma baixa impedância de entrada in modo da eliminare le letture errate dovute a tensões parassite para accoppiamenti de tipo capacitivo.

ATENÇÃO

Inserendo o instrumento entre i condutores de fase e terra, para effetto da baixa impedância do instrumento na misura, le proteções a diferencial (RCD) possono intervenire durante l'execução da teste. Se si deve eseguire questo teste, eseguire preliminarmente uma misura de pelo menos 5s entre fase e neutro in presenza de tensão

4.2.7. Função CA+CC

O instrumento é in grado de medir l'eventuale presenza de componenti alternate sovrapposte ad uma generica tensão o corrente contínua. Ciò pode ser de utilità na medição dei sinais impulsivi tipici de cargas não lineari (ex: saldatrici, forni, ecc..).

4.2.8. Função corrente de pico (INRUSH)

A medição da corrente de pico (consultar o § 5.9) 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 gire o interruptor de posição **OFF** para ligar novamente o instrumento. Para desativar o desligar automático proceder do seguinte modo:

- Desligar o instrumento (**OFF**)
- Mantendo premido **▲,** 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 limite da tensão de contacto

Para configurar o limite da tensão de contacto Ut, utilizada nas posições **Ra⏚Loop** e **RCD**, proceder do seguinte modo:

1. Desligar o instrumento (**OFF**)
2. Mantendo premido o botão ▼/ ligar o instrumento rodando o seletor. O ecrã da Fig. 5 – parte esquerda aparece no display com o símbolo "Set" intermitente.

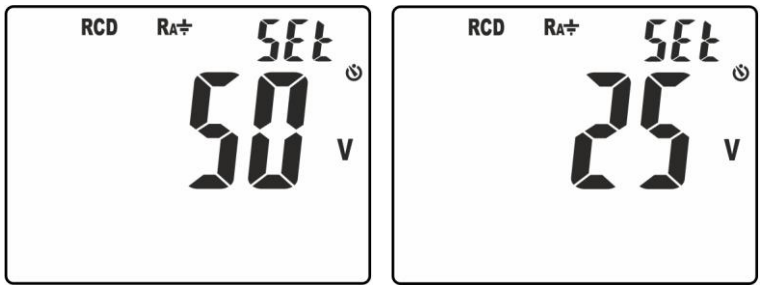


Fig. 5: Configuração do limite na tensão de contacto

3. Premir os botões ▼/ ou ▲ para selecionar os valores limite **50V** ou **25V**
4. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e voltar para o ecrã de medida.

4.2.11. Configuração da tensão nominal nas medições Loop/Ra

Para configurar o valor da tensão nominal necessária ao instrumento para o cálculo da corrente de curto-circuito provável na posição **Ra⏚Loop**, proceder do seguinte modo:

1. Selecionar a posição **Ra⏚Loop**
2. Mantendo premido (>2s) o botão **MODE/MXMNPK**. No display aparece um ecrã com o símbolo “Set” intermitente

Fig. 6: Configuração da tensão nominal nas medições de Loop

3. Premir os botões ▼/💡ou ▲ para configurar o valor da tensão nominal (Fase-Terra, Fase-Neutro ou Fase-Fase) no campo **100V ÷ 690V**. Manter premido os botões ▼/💡ou ▲ para uma configuração rápida do valor pretendido.
4. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e voltar para o ecrã de medida

4.2.12. Configuração fundo escala do transdutor com pinça flexível

O instrumento pode ser usado com um transdutor de pinça flexível (acessório opcional). Para uma medição de corrente correta, **você deve** ajustar o fundo escala de tensão do de pinça usada (consulte o manual do usuário do transdutor para obter o valor da fundo escala correto). Proceder do seguinte modo:

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

Fig. 7: Configuração fundo escala do transdutor com pinça flexível

3. Premir os botões ▼/💡ou ▲ para configurar o valor do fundo escala de pinça usada entre as opções: **3VAC** (modelo F3000U) ou **1VAC** (outros modelos)
4. Premir o botão **GO/HOLD** para confirmar e voltar para o ecrã de medida
5. As configurações feitas são mantidas em cada reinicialização do instrumento

5. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

5.1. MEDIÇÃO DE TENSÕES CC

ATENÇÃO

A tensão máxima CC na entrada é 690V. 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.

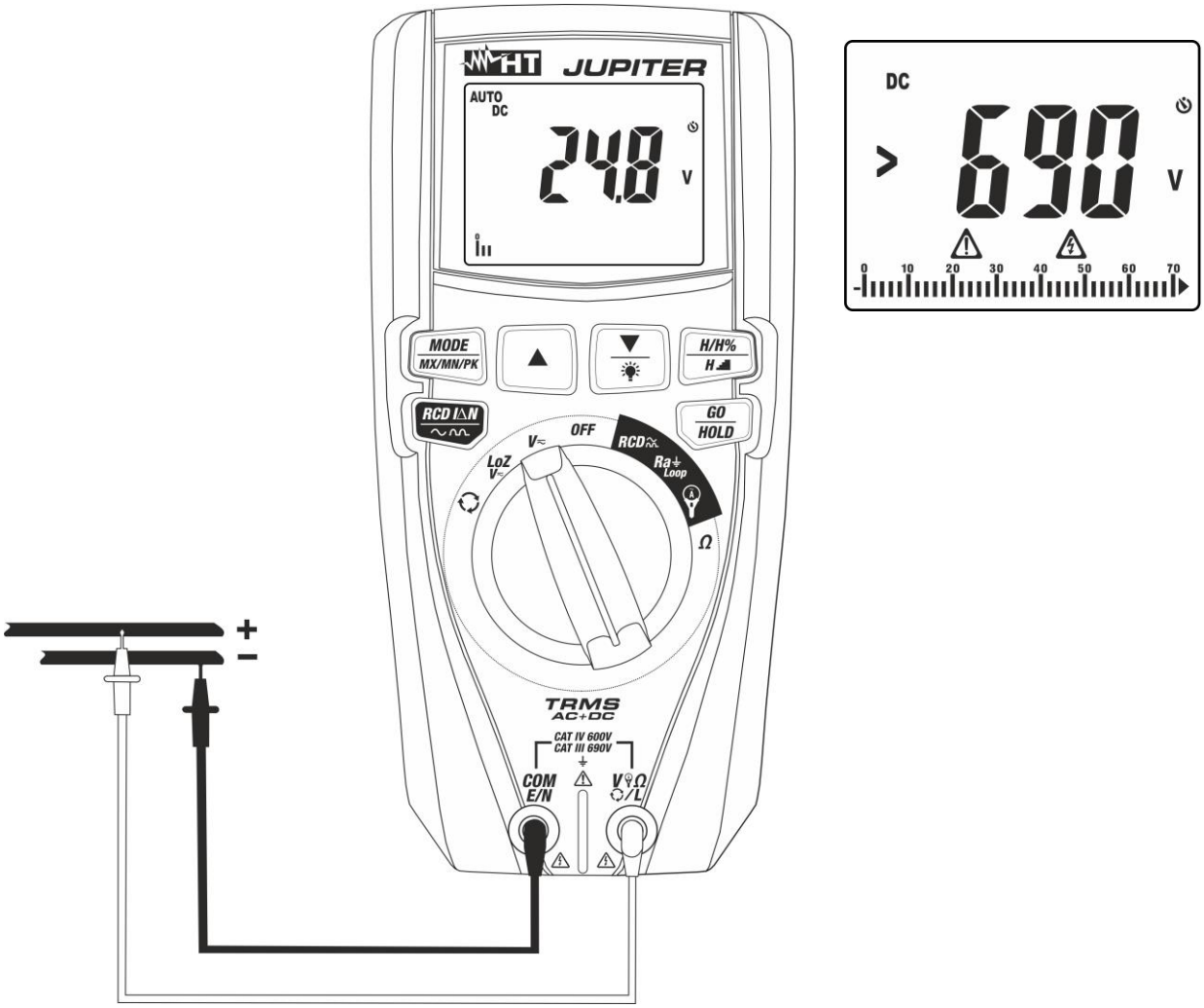


Fig. 8: Uso do instrumento para medir Tensões CC

1. Selecionar a posição **V⎓.**
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/E/N.**
3. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos com potencial positivo e negativo do circuito em exame (ver Fig. 8). O valor da tensão é apresentado no display.
4. Se no display aparecer a mensagem "**>690V**" (ver Fig. 8) 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. 8.
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 690V 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.

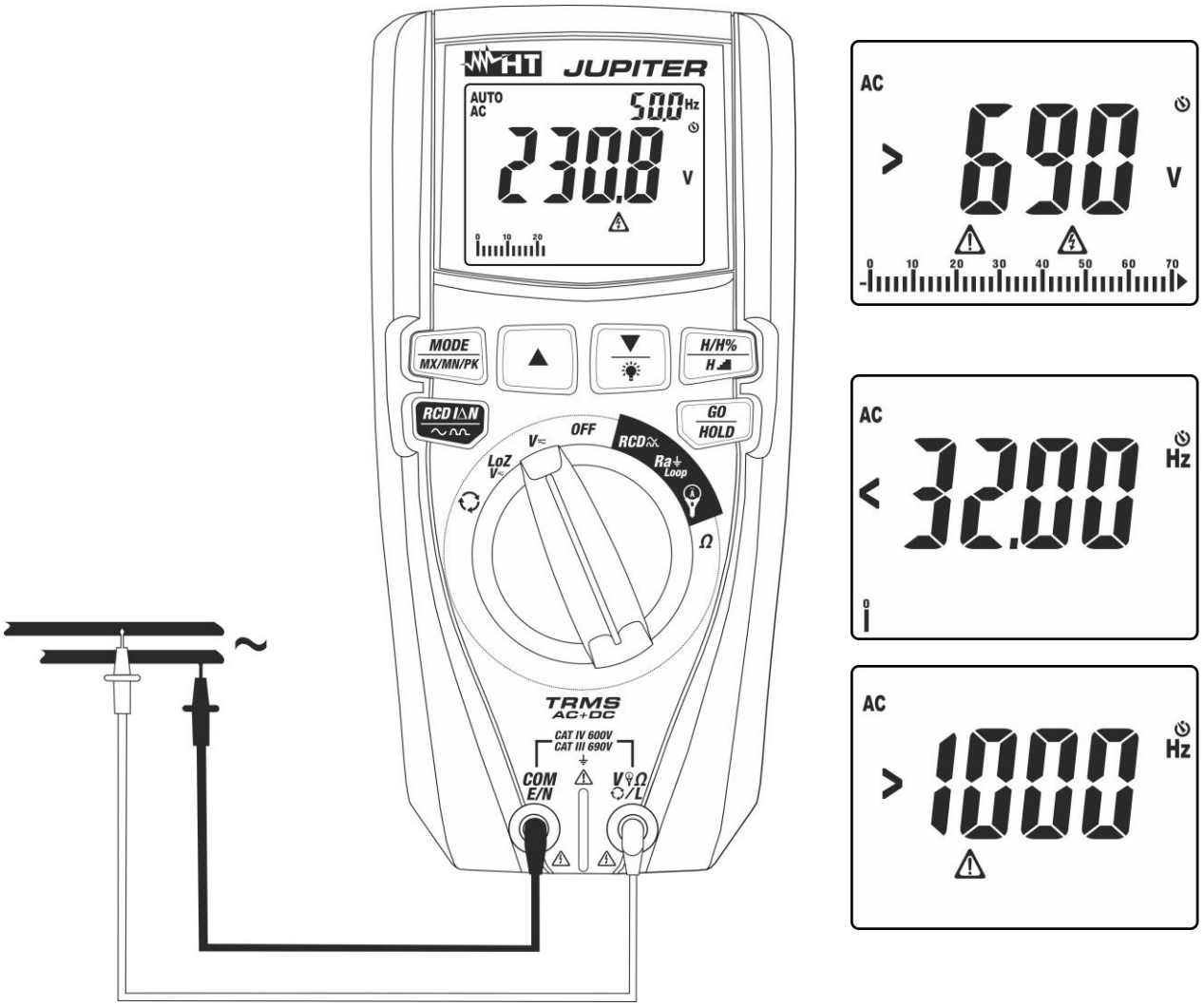


Fig. 9: Uso do instrumento para medir Tensões CA

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 **VΩL** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/E/N.**
4. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos do circuito em exame (ver Fig. 9). 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 "**>690V**" (ver Fig. 9) atingiu-se o fundo de escala do instrumento
6. Se no display aparecerem as mensagens "**<32Hz**" ou “**>1000Hz**” (ver Fig. 9) 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 690V 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

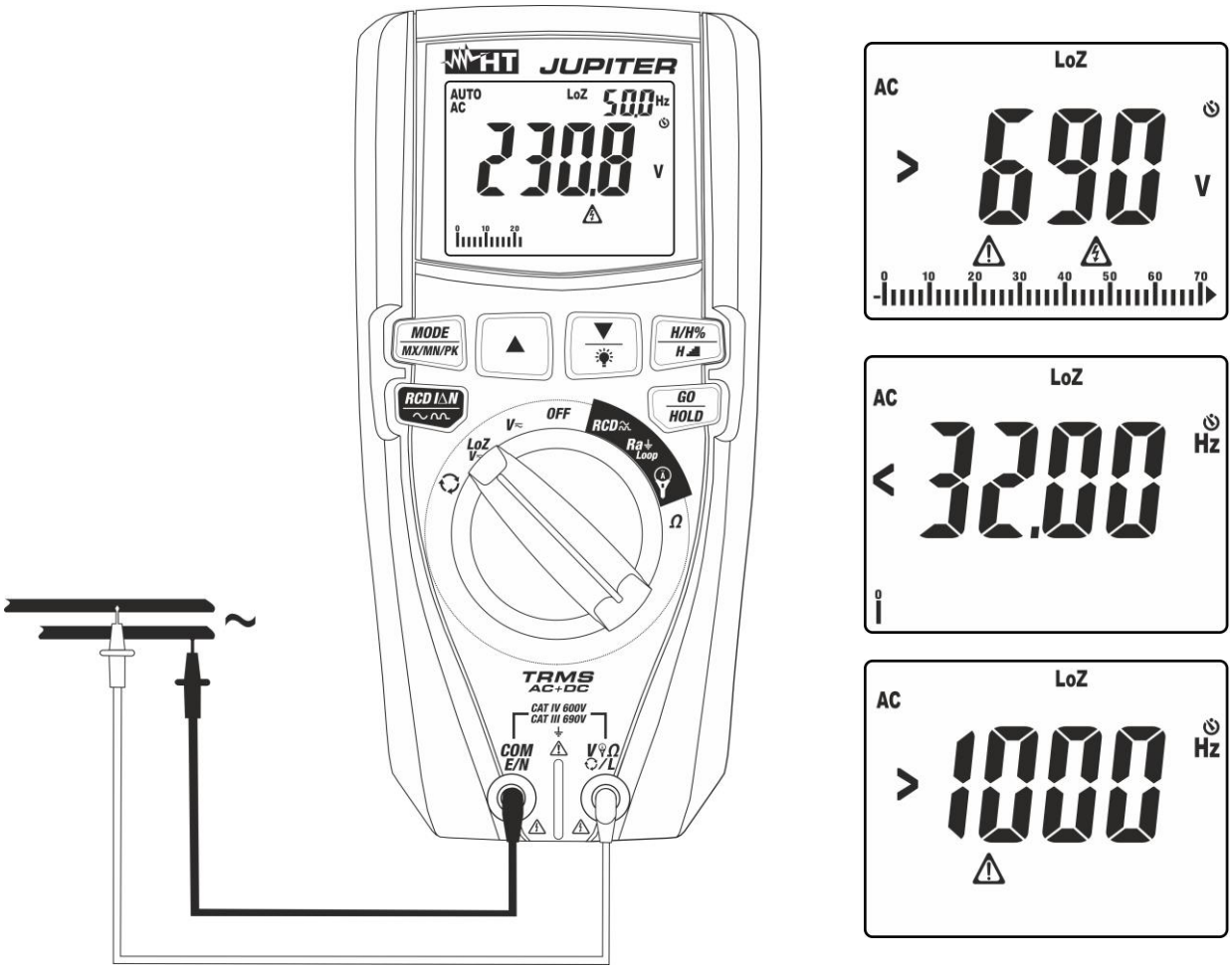


Fig. 10: Uso do instrumento para medir Tensões CA/CC com a função LoZ

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 L** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/E/N.**
4. Colocar a ponteira vermelha e a ponteira preta respetivamente nos pontos do circuito em exame (ver Fig. 10) para a medição da tensão CA ou nos pontos com potencial positivo e negativo do circuito em exame (ver Fig. 8) 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. 10) 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. 8
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.

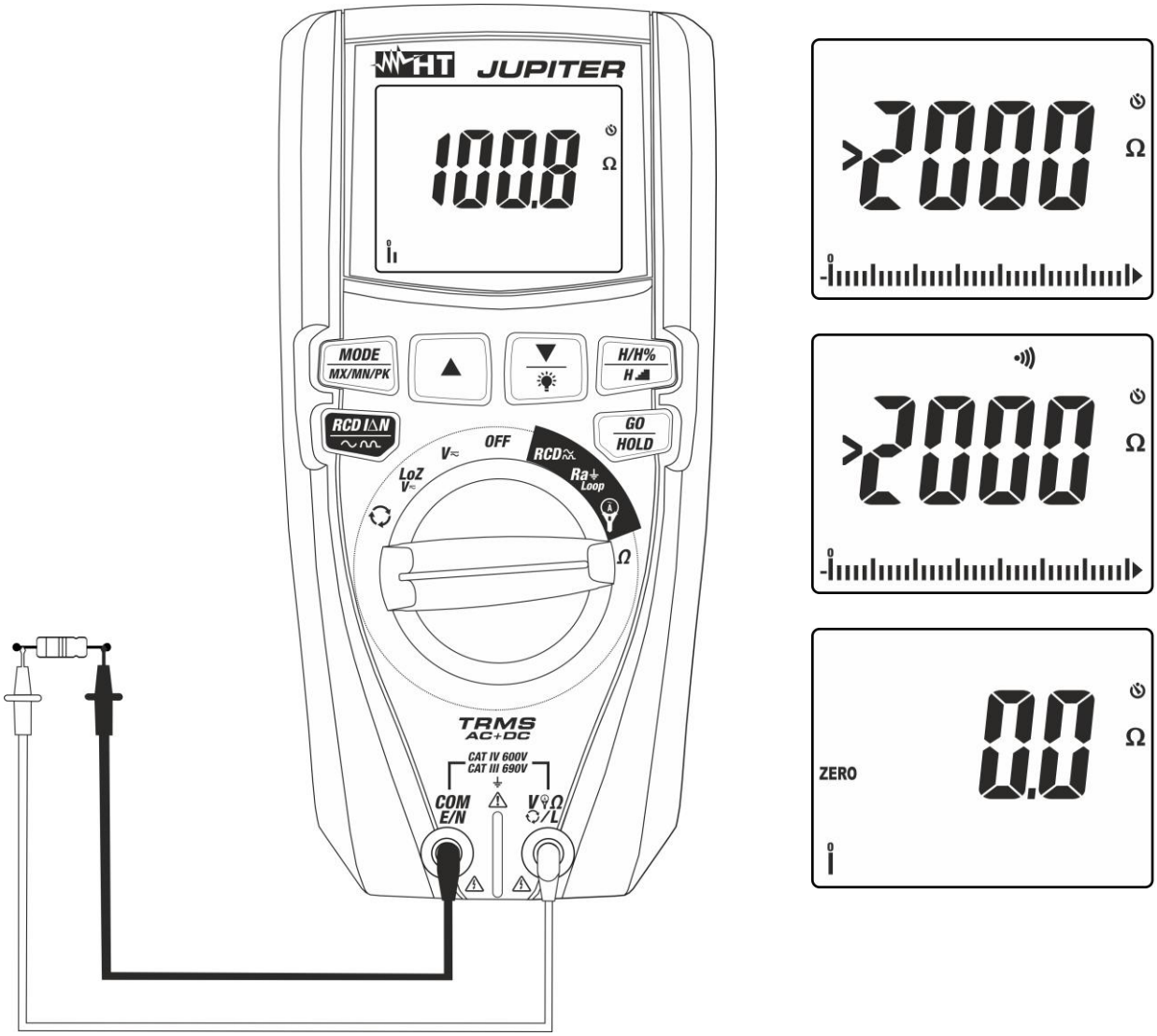


Fig. 11: Uso do instrumento para medir Resistências e efetuar o Teste de continuidade

1. Selecionar a posição **Ω.**
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/E/N.**
3. Curto-circuitar as ponteiras de medida e premir o botão ▲ 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. 11). O valor da resistência é apresentado no display.
5. Se no display aparecer a mensagem "**>2000Ω**" (ver Fig. 11) 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 **130V ÷ 690V** com frequência dentro do intervalo **42.5Hz ÷ 69Hz**
- O teste só pode ser efetuado **tocando as partes metálicas dos condutores**

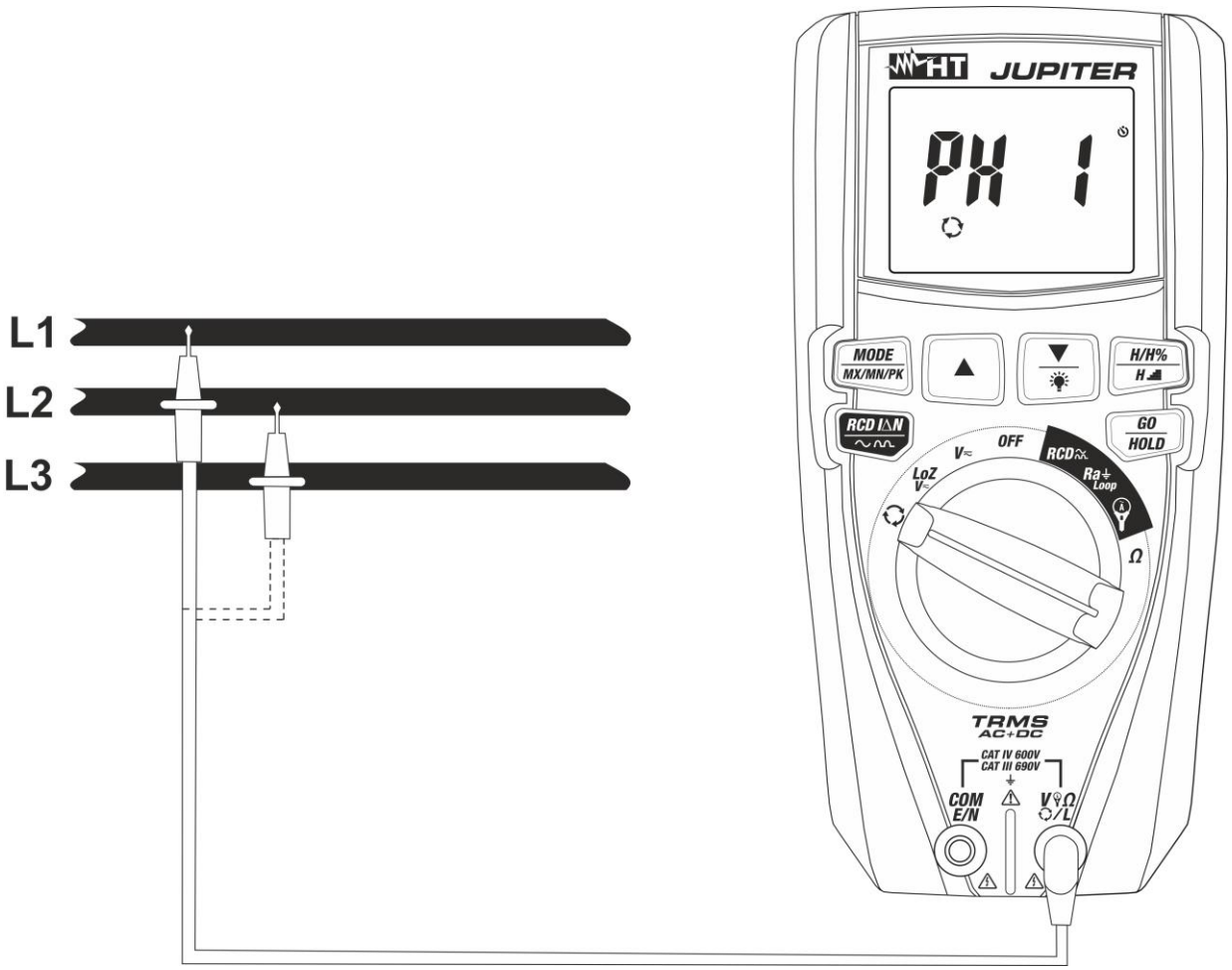


Fig. 12: Uso do instrumento para efetuar o teste de sentido cíclico e concordância das fases

1. Selecionar a posição ⟲. A mensagem "**PH 1**" aparece intermitente no display.
2. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ⟲L.**
3. Colocar a ponteira vermelha na fase **L1** do sistema trifásico em exame (ver Fig. 12). As seguintes mensagens podem aparecer no display (ver Fig. 13) 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.

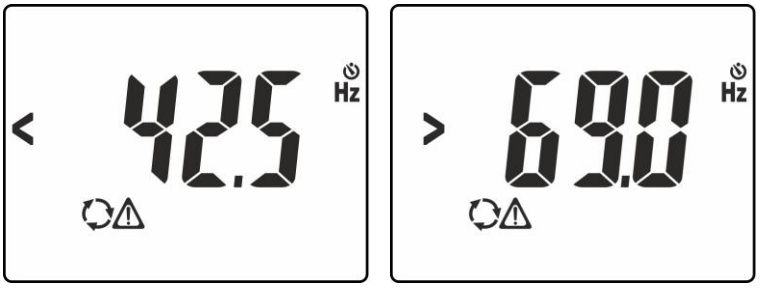


Fig. 13: Sinalização de tensão com frequência errada

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. 14 – parte esquerda)

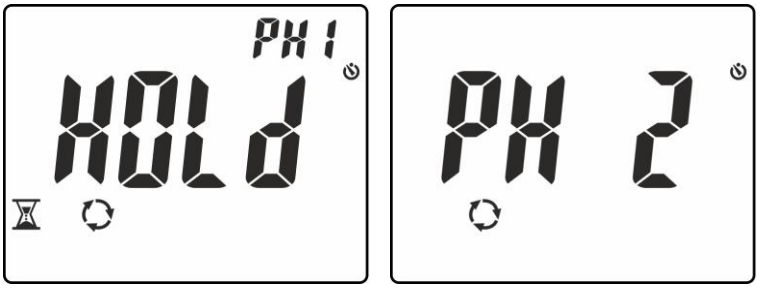


Fig. 14: Reconhecimento da fase L1 e aguardando pela fase L2

5. **<u>Não retirar a ponteira da fase L1</u>** até à visualização da mensagem "**PH 2**" intermitente no display (ver Fig. 14 – parte direita).

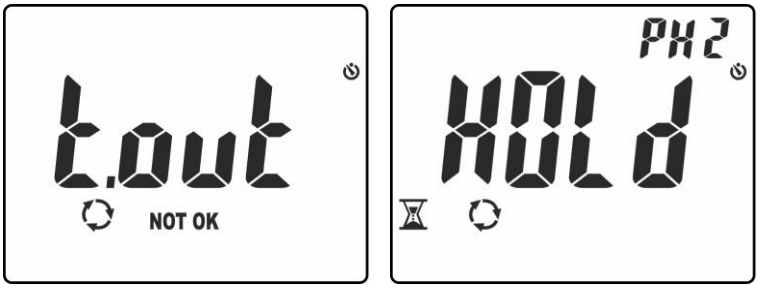


Fig. 15: Reconhecimento da fase L1 e aguardando pela fase L2

6. Colocar a ponteira vermelha na fase **L2** do sistema trifásico em exame (ver Fig. 12). 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. 15 – 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. 15 – 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 (NÃO OK)) como se mostra na Fig. 16.

Fig. 16: 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. 16 – parte direita)

5.6. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA TOTAL DE TERRA SEM DISPARO DO RCD

Esta função é efetuada de acordo com as norma IEC/EN61557-6 e permite a medição da impedância do circuito de defeito, equiparável nas instalações TT à resistência global de terra (consultar o § 9.2).

ATENÇÃO

- A tensão máxima CA na entrada é 690V para a terra e entre as entradas. 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
- A medição da resistência global de terra implica a circulação de uma corrente de aprox. **15mA** entre fase e terra de acordo com as especificações técnicas do instrumento (consultar o § 7.1). Isto poderá implicar o disparo de eventuais proteções com correntes de disparo inferiores

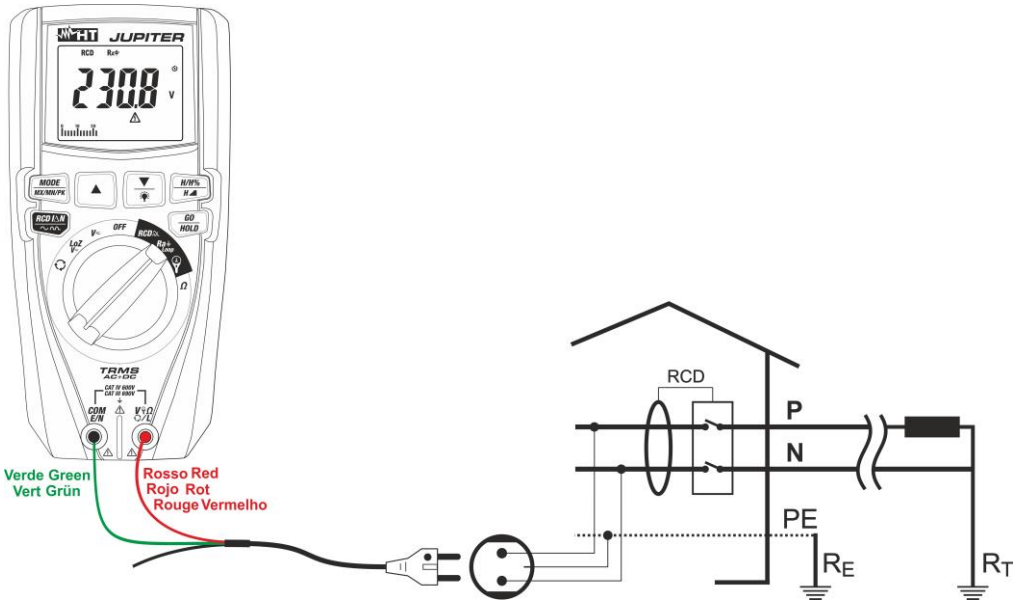


Fig. 17: Uso do instrumento para medir a resistência global de terra com cabo Schuko

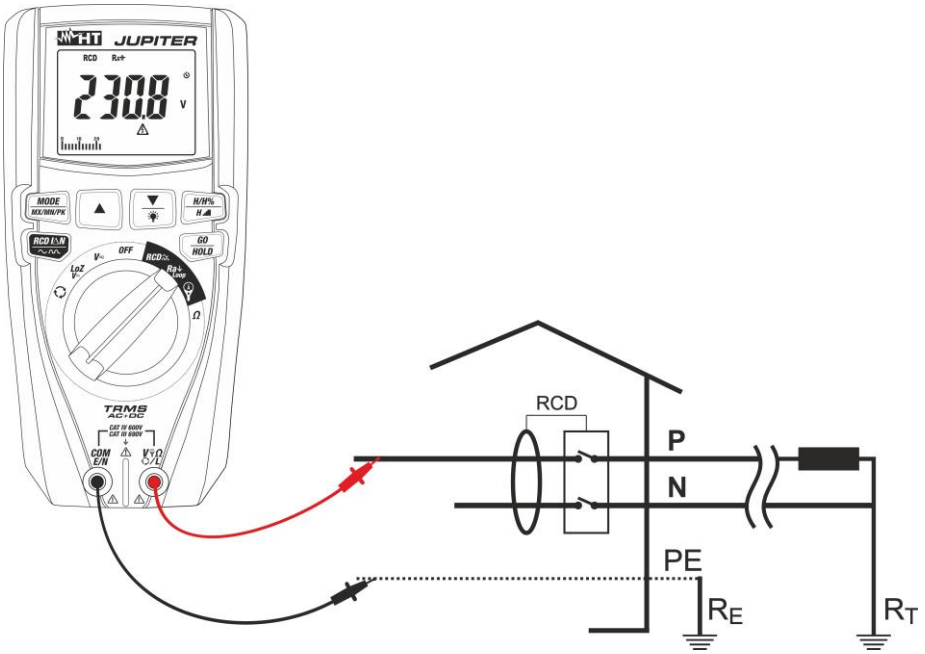


Fig. 18: Uso do instrumento para medir a resistência global de terra com ponteiras

1. Configurar o valor da tensão nominal Fase-Terra (consultar o § 4.2.11)
2. Configurar o valor limite da tensão de contacto (consultar o § 4.2.10)
3. Selecionar a posição **Ra⏚Loop**.
4. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar a opção “RCD Ra⏚”
5. No caso de usar um cabo com ficha shuko inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ⏚L** e o condutor verde no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 17). O valor da tensão Fase-Terra é apresentado no display.
6. No caso de usar ponteiras de medida inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ⏚L** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 18). O valor da tensão Fase-Terra é apresentado no display.
7. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. Os seguintes ecrãs podem aparecer no display durante alguns segundos para assinalar condições anómalas em que o instrumento não executa o teste:

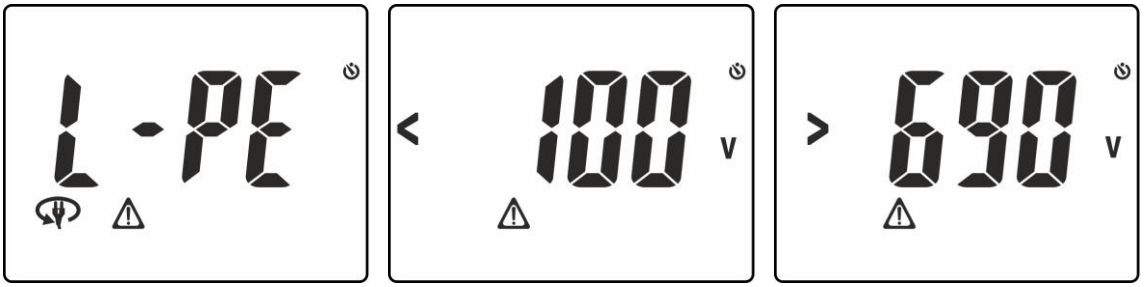


Fig. 19: Situações anormais à pressão do botão **GO/HOLD** – Ecrã 1

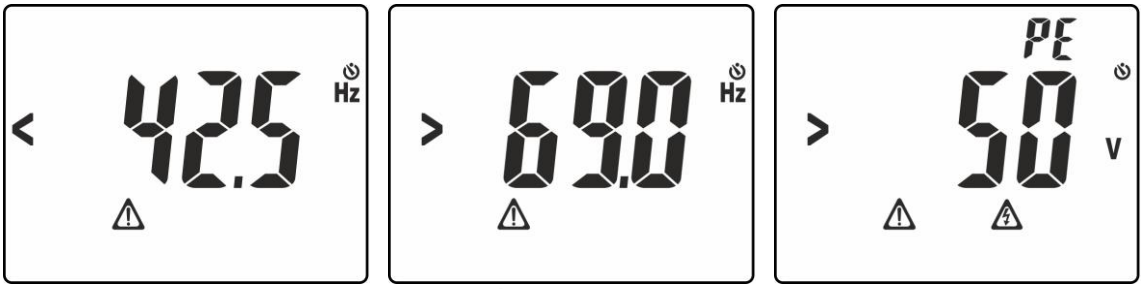


Fig. 20: Situações anormais à pressão do botão **GO/HOLD** – Ecrã 2

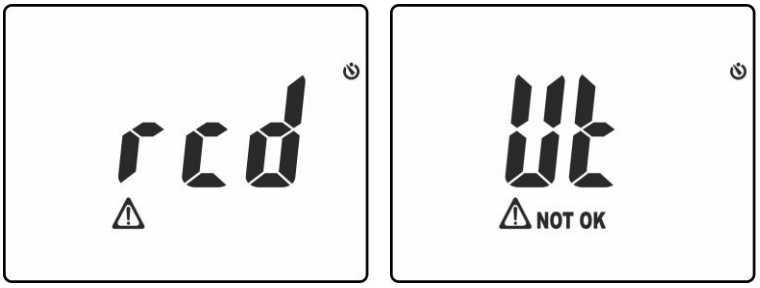


Fig. 21: Situações anormais à pressão do botão **GO/HOLD** – Ecrã 3

L-PE	Rodar a ficha Schuko na tomada em teste
< 100V	Tensão na entrada < 100V. Verificar a rede elétrica
> 690V	Tensão na entrada > 690V. Verificar a rede elétrica
< 42.5Hz	Frequência da tensão na entrada < 42.5Hz. Verificar a rede elétrica
> 69.0Hz	Frequência da tensão na entrada > 69.0Hz. Verificar a rede elétrica
> 50V	Tensão perigosa no condutor PE > 50V. Verificar o circuito de terra
rcd	RCD disparou. Verificar possíveis fugas de corrente para a terra e desconectar as cargas da linha em teste
Ut	Tensão de contacto oltre limite (25V/50V). Verificar circuito de terra e desconectar as cargas da linha em teste

8. Na ausência de condições anormais, o instrumento executa o teste e apresenta o símbolo ⌛ intermitente no display. No final do teste são apresentados os seguintes ecrã no display.

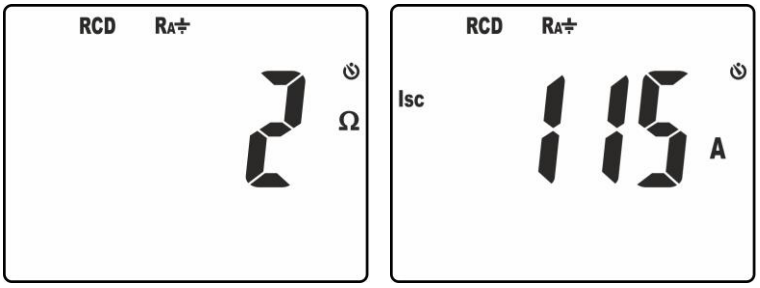


Fig. 22: Resultados da medição da resistência global de terra

9. No ecrã da Fig. 22 – parte esquerda é apresentado o valor da resistência global de terra. Premir os botões ▼/💡 ou ▲ para visualizar o valor da corrente de curto-circuito provável **Isc** (consultar o § 9.3)

5.7. MEDIÇÃO DA IMPEDÂNCIA DA LINHA/LOOP

Esta função é executada segundo as norma IEC/EN61557-3 e permite a medição da impedância da linha, do circuito de defeito e da corrente de curto-circuito provável (consultar o § 9.3). Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **L-N** medição da impedância da linha entre o condutor da fase e o condutor do neutro e cálculo da corrente de curto-circuito provável fase – neutro
- **L-L** medição da impedância da linha entre dois condutores de fase e cálculo da corrente de curto-circuito provável fase – fase
- **L-PE** medição da impedância do circuito de defeito entre o condutor de fase e o condutor de terra Ra⏚ e cálculo da corrente de curto-circuito provável fase – terra)

ATENÇÃO

- A tensão máxima CA na entrada é 690V para a terra e entre as entradas. 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.
- A medição da resistência global de terra implica a circulação de uma corrente de cerca de **100mA** entre fase e terra conforme as especificações técnicas do instrumento (consultar o § 7.1). Isto poderá implicar o disparo de eventuais proteções com correntes de disparo inferiores.

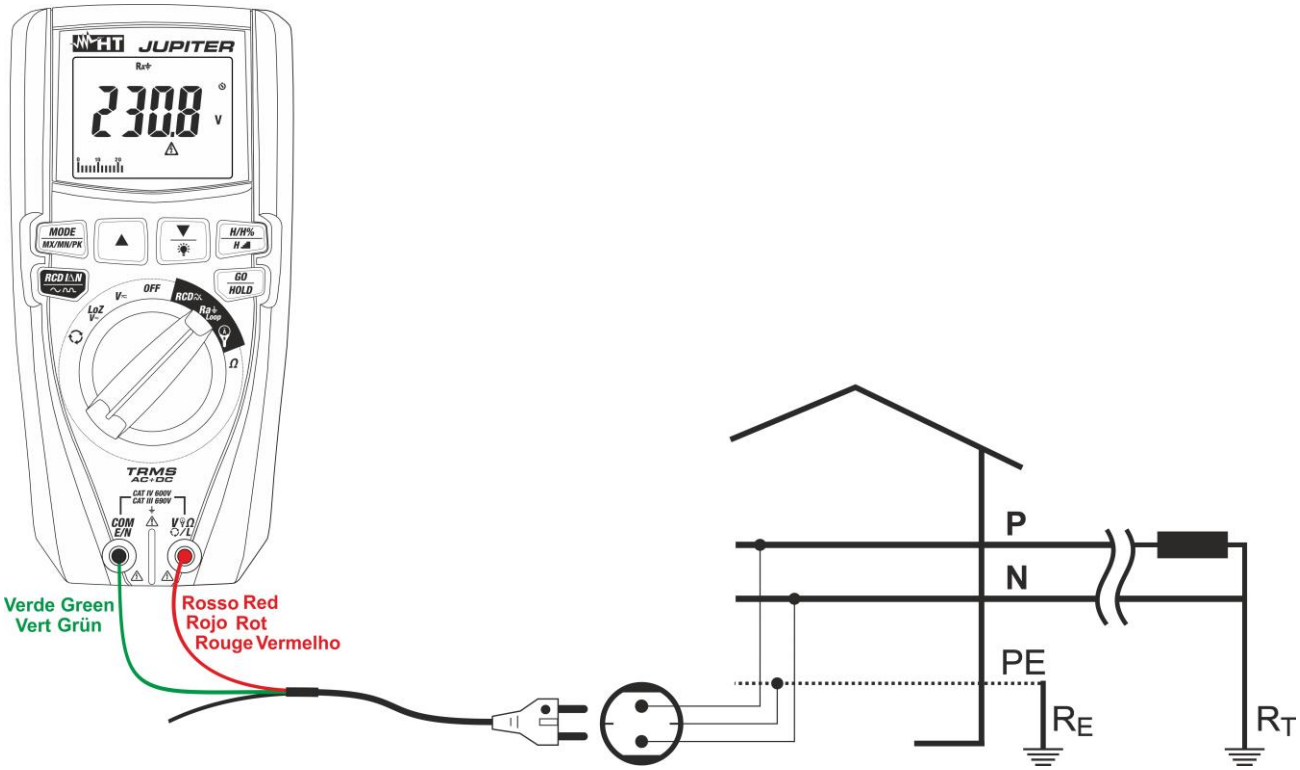


Fig. 23: Uso do instrumento para medir a impedância Loop L-PE com cabo com ficha Schuko

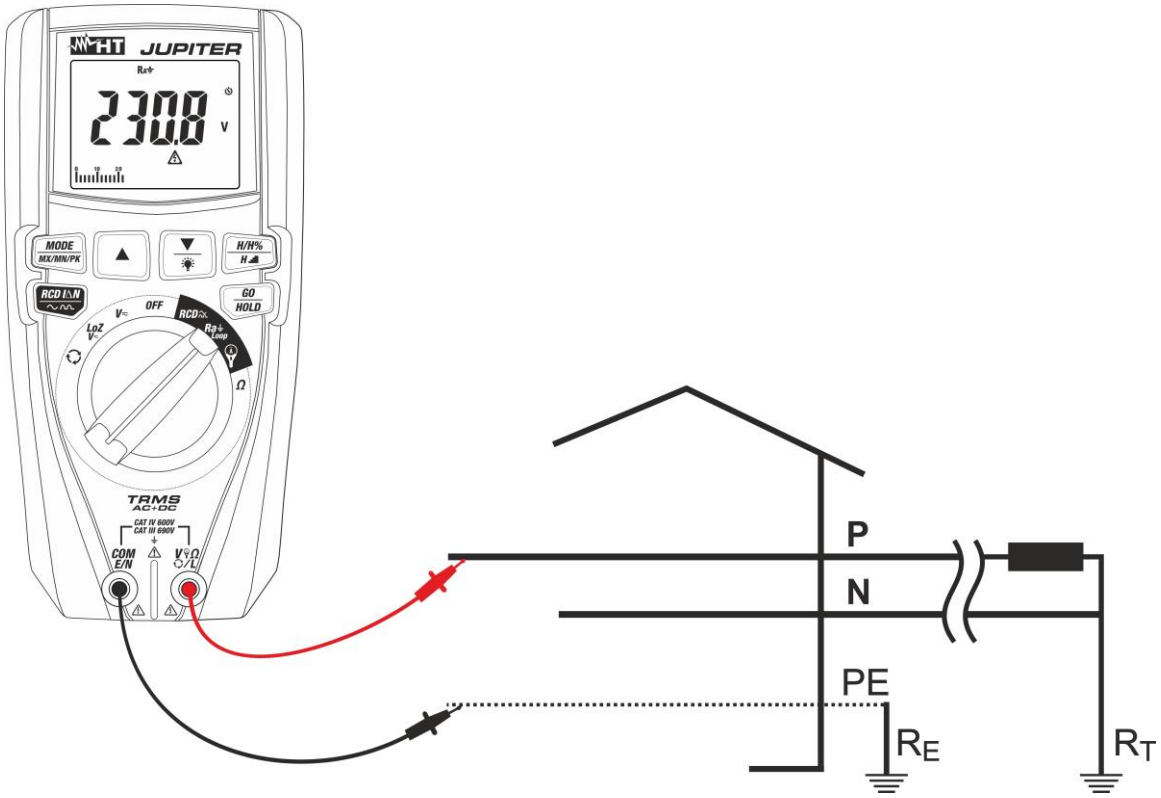


Fig. 24: Uso do instrumento para medir a impedância Loop L-PE com ponteiras

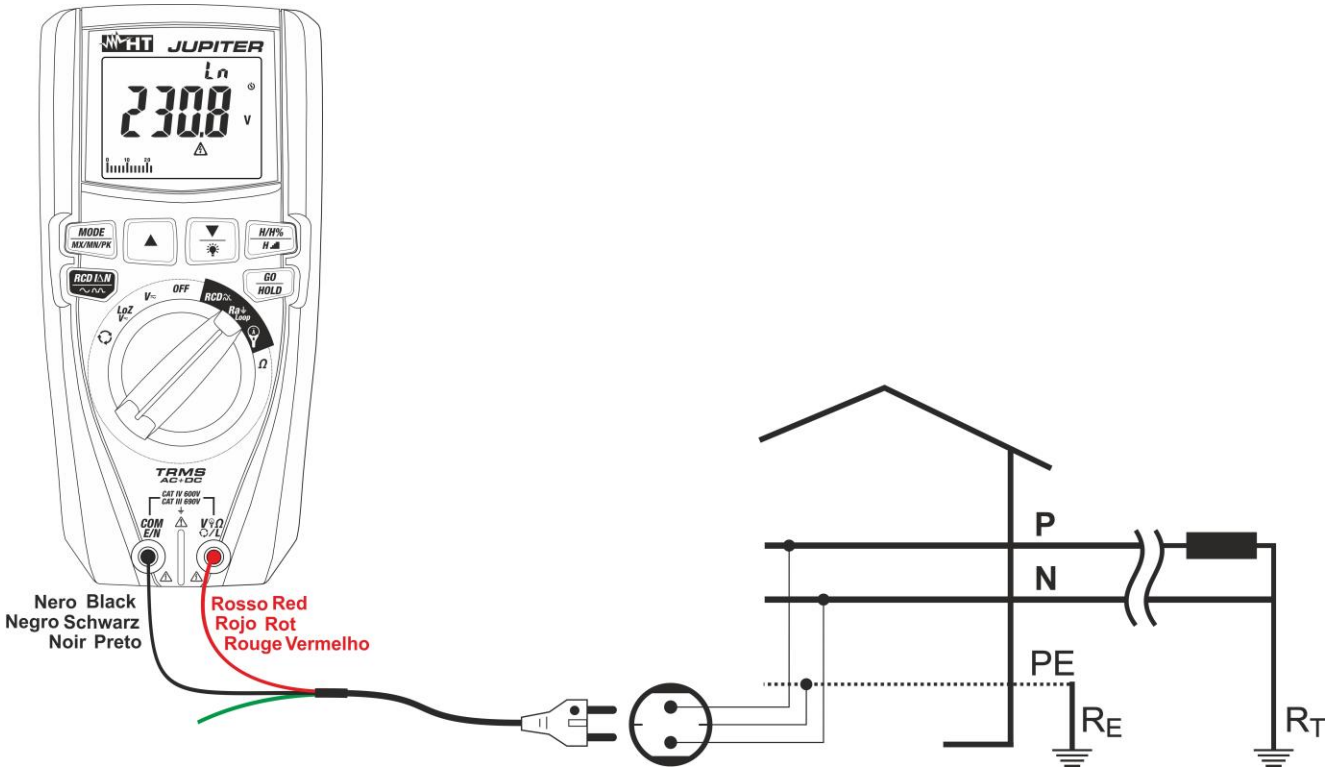


Fig. 25: Uso do instrumento para medir a impedância Loop L-N com cabo com ficha Schuko

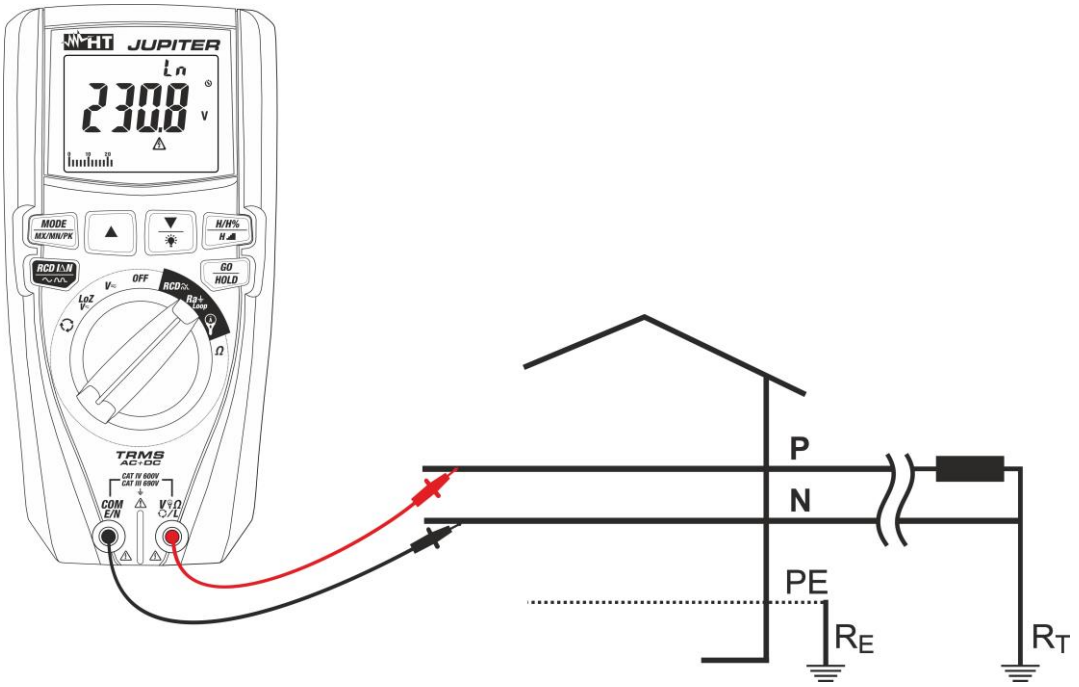


Fig. 26: Uso do instrumento para medir a impedância Loop L-N com ponteiras

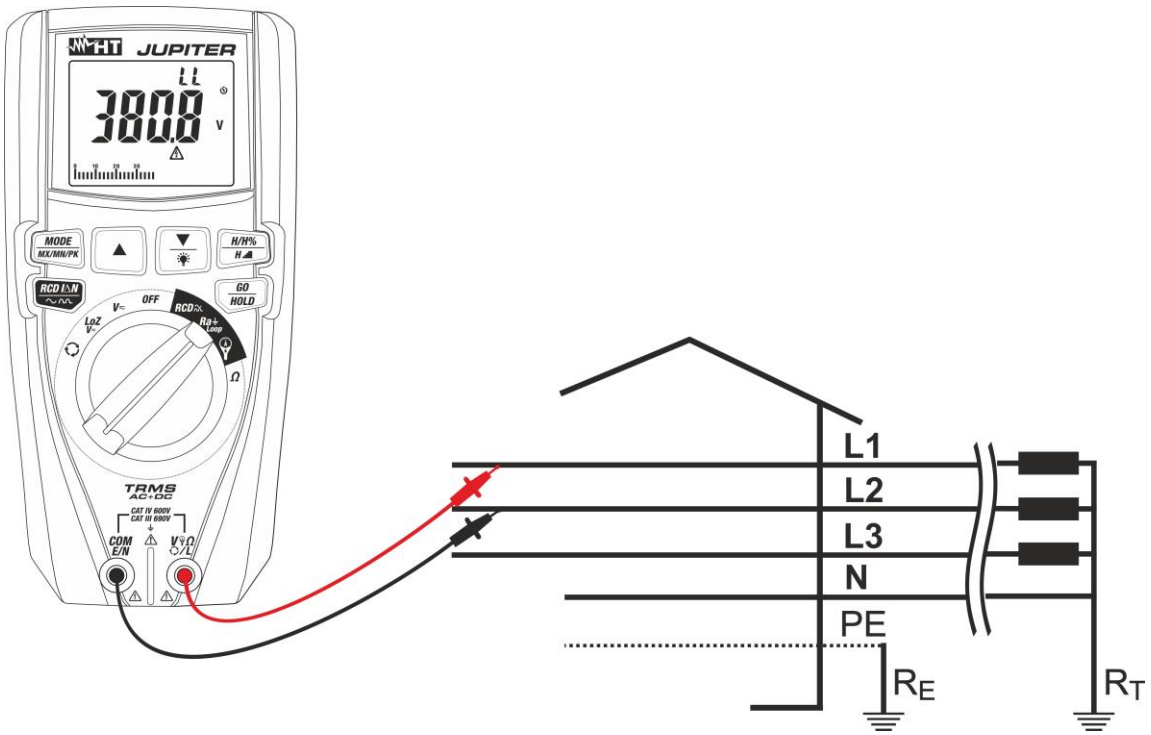


Fig. 27: Uso do instrumento para medir a impedância Loop L-L com ponteiras

1. Configurar o valor da tensão nominal Fase-Terra, Fase-Neutro ou Fase-Fase (consultar o § 4.2.11).
2. Configurar o valor limite da tensão de contacto (consultar o § 4.2.10)
3. Selecionar a posição **Ra⏚Loop**.
4. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar uma entre as opções “Ra⏚”, “Ln” ou “LL”.
5. **Para medição do Loop L-PE** no caso de usar um cabo com ficha shuko inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩ⟲L** e o condutor verde no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 23). O valor da tensão Fase-Terra é apresentado no display.

6. **<u>Para medição do Loop L-PE</u>** <u>no caso de usar ponteiras de medida</u> inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 24). O valor da tensão Fase-Terra é apresentado no display.
7. **<u>Para medição do Loop L-N</u>** <u>no caso de usar um cabo com ficha shuko</u> inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 25). O valor da tensão Fase-Neutro é apresentado no display.
8. **<u>Para medição do Loop L-N</u>** <u>no caso de usar ponteiras de medida</u> inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 26). O valor da tensão Fase-Neutro é apresentado no display.
9. **<u>Para medição do Loop L-L</u>** <u>no caso de usar ponteiras de medida</u> inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 27). O valor da tensão Fase-Fase é apresentado no display.
10. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste. Os ecrãs referentes às Fig. 19, Fig. 20 e Fig. 21 podem ser apresentados no display durante alguns segundos para assinalar condições anormais em que o instrumento não executa o teste.
11. Na ausência de condições anormais, o instrumento executa o teste e o símbolo ⌛ fica intermitente no display. No final do teste são apresentados no display os seguintes ecrãs (por exemplo referentes à medição Loop L-L).

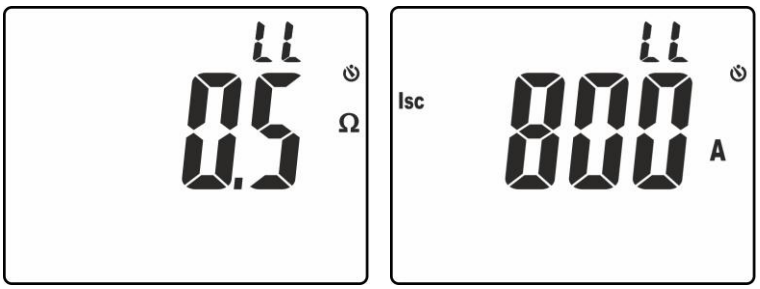


Fig. 28: Resultados da medição da impedância Loop L-L

12. No ecrã da Fig. 28 – parte esquerda aparece o valor da impedância de Loop L-L. Premir os botões ▼/💡 ou ▲ para visualizar o valor da corrente de curto-circuito provável **Isc** (consultar o § 9.3)

5.8. TESTES EM INTERRUPTORES DIFERENCIAIS TIPO A E CA

Esta função é executada de acordo com as normas IEC/EN61557-6 e permite a medição do tempo de disparo e da corrente dos interruptores diferenciais (RCD) do tipo **Geral instantâneo** da instalação (consultar o § 9.1). Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **AUTO** execução automática de uma sequência de seis testes com correntes de fuga igual a metade, uma vez e cinco vezes o valor da corrente nominal configurada e com corrente de fuga em fase com a semionda positiva e negativa da tensão de rede. Modalidade aconselhada
- **x½** teste com corrente de fuga igual a metade do valor da corrente nominal configurada
- **x1** teste com corrente de fuga igual a uma vez o valor da corrente nominal configurada
- **x5** teste com corrente de fuga igual a cinco vezes o valor da corrente nominal configurada
- ⅀ teste com corrente de fuga crescente. Modalidade aconselhada para determinar a corrente de disparo real do interruptor diferencial

ATENÇÃO

- A tensão máxima CA na entrada é 690V para a terra e entre as entradas. 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
- A verificação do tempo de disparo de um interruptor diferencial implica o disparo da referida proteção. **Verificar, portanto, se a jusante da proteção diferencial em exame NÃO estão conectados utilitários ou cargas que possam provocar a colocação fora de serviço da instalação.** Desligar todas as cargas conectadas a jusante do interruptor diferencial visto que poderão introduzir correntes de fuga adicionais àquelas que circulam no instrumento invalidando assim os resultados do teste

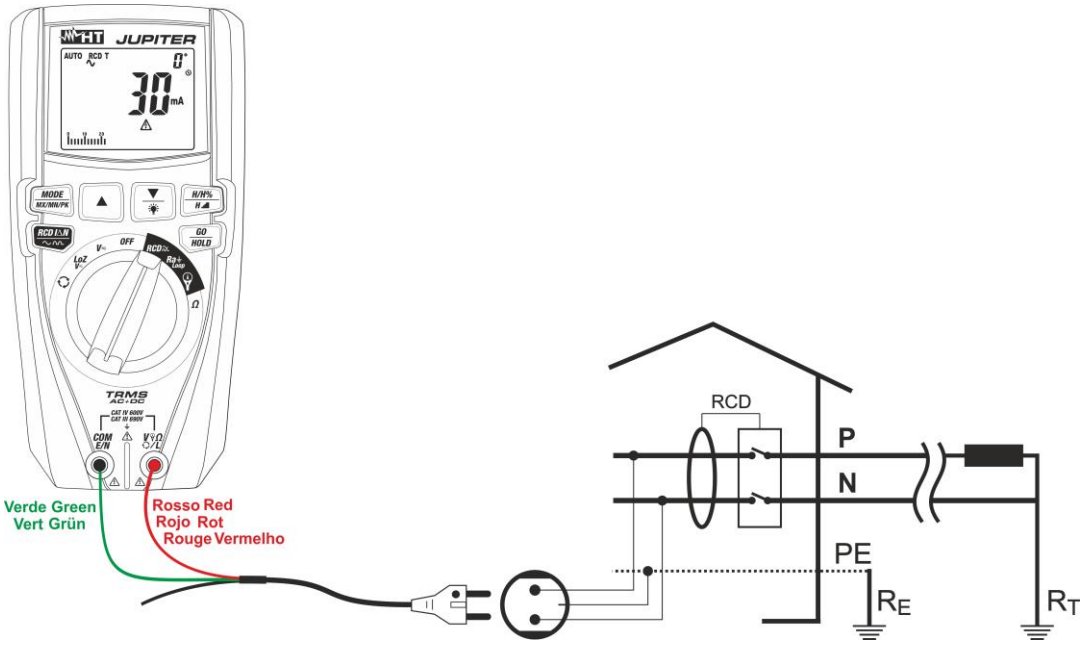


Fig. 29: Uso do instrumento para teste do RCD num sistema Monofásico com cabo com ficha Schuko

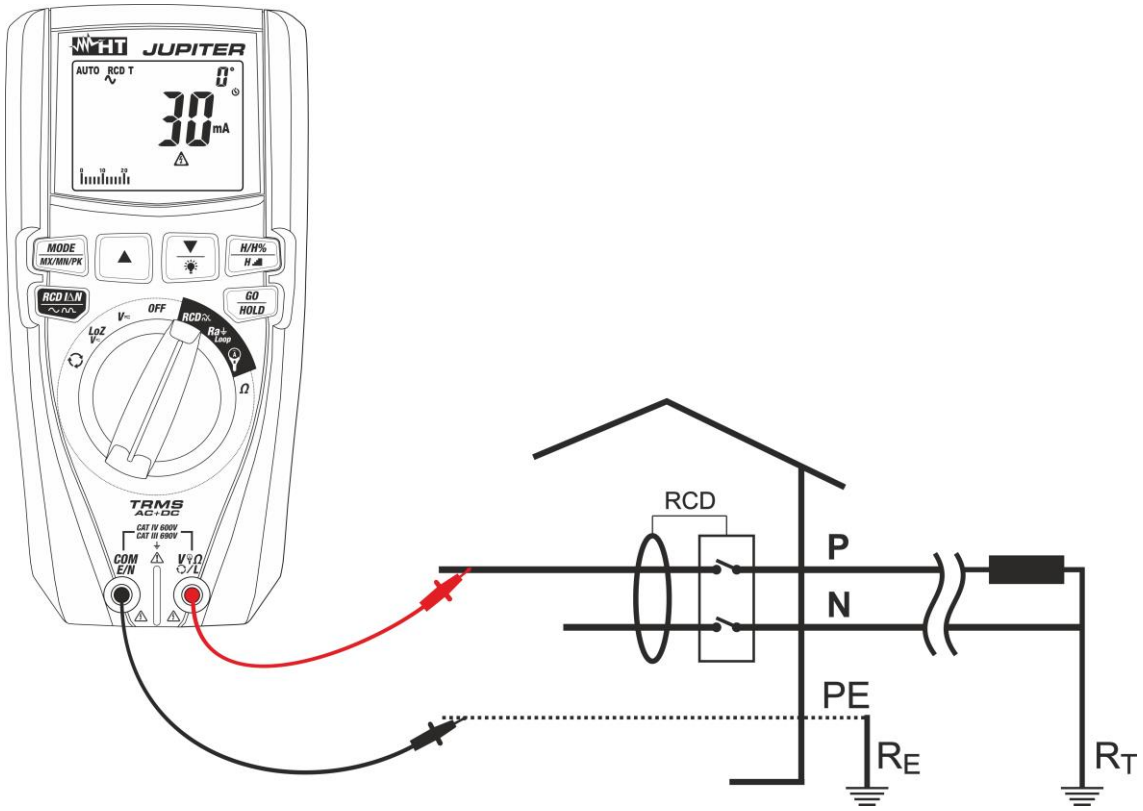


Fig. 30: Uso do instrumento para teste do RCD num sistema Monofásico com ponteiras de medida

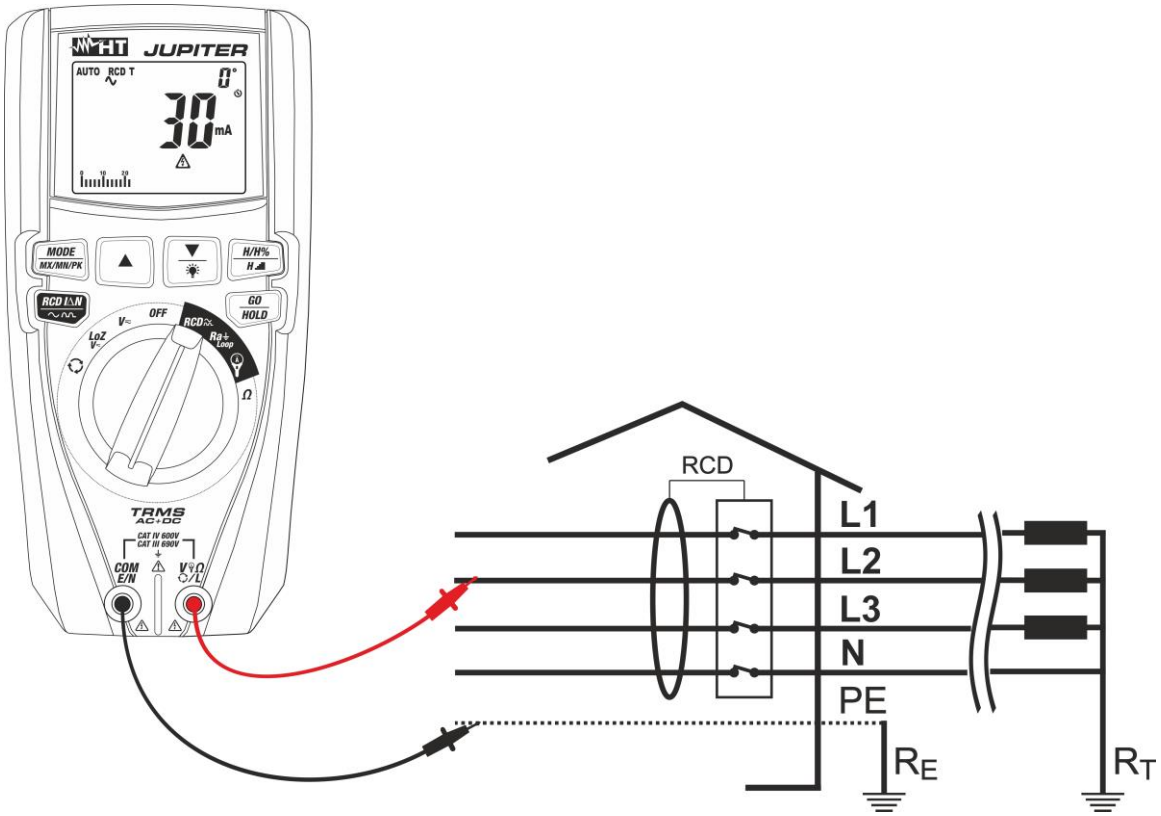


Fig. 31: Uso do instrumento para teste do RCD num sistema Trifásico com ponteiras de medida

1. Configurar o valor limite da tensão de contacto (consultar o § 4.2.10)
2. Selecionar a posição **RCD**
3. Premir o botão **MODE/MXMNPK** e selecionar uma entre as seguintes opções:

   - Modo **AUTO RCD T** → Medição do tempo de disparo do RCD em sequência automática com correntes de teste na ordem **IΔn, 5xIΔn, ½IΔn** e polaridade **0°** e **180°.** Ver Tabela 1 no § 7.1 para identificar as possíveis combinações
   - Modo **RCD T ½IΔn** → Medição do tempo de disparo manual com corrente de teste ½IΔn e polaridade **0°** e **180°.** Ver Tabela 1 no § 7.1 para identificar as possíveis combinações
   - Modo **RCD T IΔn** → Medição do tempo de disparo manual com corrente de teste IΔn e polaridade **0°** e **180°**
   - Modo **RCD T 5xIΔn** → Medição do tempo de disparo manual com corrente de teste 5xIΔn e polaridade **0°** e **180.** Ver Tabela 1 no § 7.1 para identificar as possíveis combinações
   - Modo **RCD** → Medição de correntes de disparo pelo método "em rampa" crescente e polaridade **0°** e **180°** (só RCD tipo CA e A com 30mA)
4. Premir o botão **RCDIΔN/** para configurar a corrente nominal de disparo do RCD entre as opções: **30mA, 100mA, 300mA**. Ver tabela no § para identificar as possíveis combinações
5. Premir prolongadamente (>2s) o botão **RCDIΔN/** para configurar o tipo de RCD entre as opções: (tipo CA) e (tipo A). Ver tabela no § 7.1 para identificar as possíveis combinações
6. No caso de uso do cabo com ficha shuko inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor verde no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 29). A presença da tensão Fase-Terra é mostrada na barra gráfica
7. No caso de uso das ponteiras de medida inserir o condutor vermelho no terminal de entrada **VΩL** e o condutor preto no terminal de entrada **COM/E/N** e ligar o instrumento à instalação em exame (ver Fig. 30 ou Fig. 31). A presença da tensão Fase-Terra é mostrada na barra gráfica
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar o teste com polaridade **0°**. Premir novamente o botão **GO/HOLD** com símbolo fica intermitente para ativar a polaridade **180°**. Os ecrãs referentes às Fig. 19, Fig. 20 e Fig. 21 podem ser apresentados no display durante alguns segundos para assinalar condições anormais em que o instrumento não efetua o teste
9. Na ausência de condições anormais o instrumento executa o teste e o símbolo fica intermitente no display. Durante e no final do teste são apresentados no display os seguintes ecrãs:

Tempo de disparo no modo automático (AUTO) (6 teste em sequência)

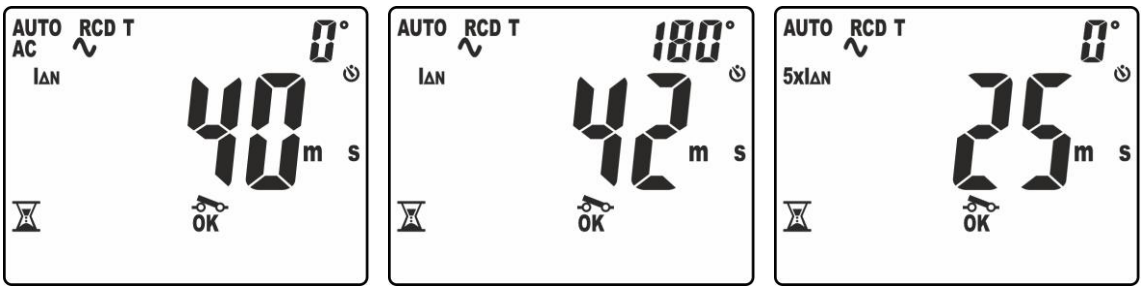


Fig. 32: Tempo de disparo no modo AUTO – Ecrã 1

10. O primeiro teste é aquele que é executado com corrente de teste **IΔn** e polaridade **0°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display com indicação “OK” ou “NÂO OK” (ver Fig. 32 – parte esquerda). O símbolo “” intermitente indica que se deve rearmar o RCD
11. O segundo teste é aquele que é executado com corrente de teste **IΔn** e polaridade **180°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display com indicação “OK” ou “NÂO OK” (ver Fig. 32 – parte central). O símbolo “” intermitente indica que se deve rearmar o RCD
12. O terceiro teste é aquele que é executado com corrente de teste **5xIΔn** e polaridade **0°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display com indicação “OK” ou “NÃO OK” (ver Fig. 32 – parte direita). O símbolo “” intermitente indica que se deve rearmar o RCD

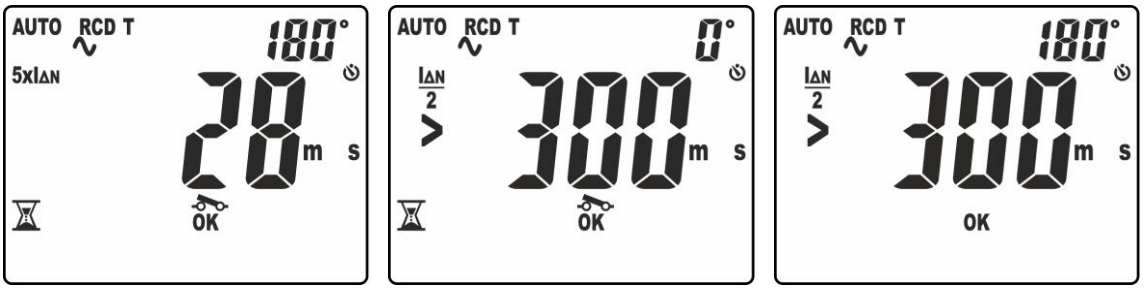


Fig. 33: Tempo de disparo no modo AUTO – Ecrã 2

13. O quarto teste é aquele que é executado com corrente de teste **5xIΔn** e polaridade **180°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display com indicação “OK” ou “NÃO OK” (ver Fig. 33 – parte direita). O símbolo “” intermitente indica que se deve rearmar o RCD
14. O quinto teste é aquele que é executado com corrente de teste **½IΔn** e polaridade **0°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display com indicação “OK” ou “NÃO OK” (ver Fig. 33 – parte central). A mensagem “**>300ms**” indica a saída para fora de escala do instrumento para indicar o correto não disparo do RCD nesta situação. O símbolo “” intermitente indica que se deve rearmar o RCD
15. O sexto e último teste é aquele que é executado com corrente de teste **½IΔn** e polaridade **180°**. O resultado da medição parcial é apresentado no display (ver Fig. 33 – parte direita). A mensagem “**>300ms**” indica a saída para fora de escala para indicar o correto não disparo do RCD nesta situação. A indicação “OK” ou “NÃO OK” indica também neste caso o resultado final do teste
16. O indicação "ALL OK" na indica o resultado final correto da prova

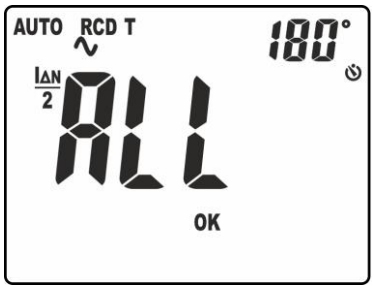


Fig. 34: Resultado final test AUTO

Tempo de disparo no modo manual (corrente de teste IΔn)

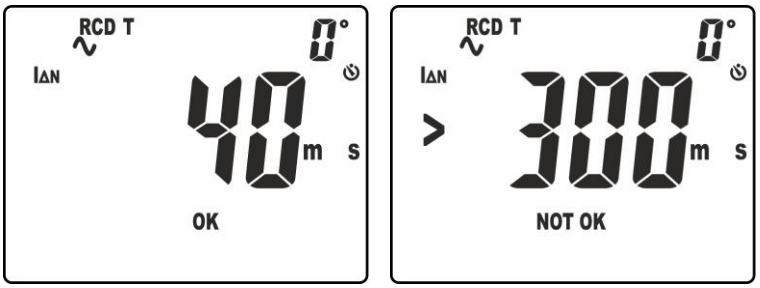


Fig. 35: Tempo de disparo no modo manual em IΔn

10. O resultado correto da medição é apresentado no display (ver Fig. 35 – parte esquerda) com indicação “OK”
11. O resultado da medição incorreto é apresentado no display (ver Fig. 35 – parte direita) com indicação “NÃO OK”. Um curto som contínuo é emitido pelo instrumento

Tempo de disparo no modo manual (corrente de teste 5xIΔn)

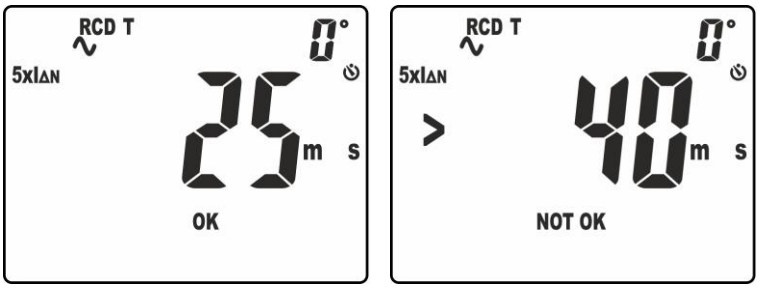


Fig. 36: Tempo de disparo no modo manual a 5xIΔn

10. O resultado da medição correto é apresentado no display (ver Fig. 36 – parte esquerda) com indicação “OK”
11. O resultado da medição incorreto (**tempo de disparo > 40ms)** é apresentado no display (ver Fig. 36 – parte direita) com indicação “NÃO OK”. Um curto som contínuo é emitido pelo instrumento

Corrente de disparo RCD

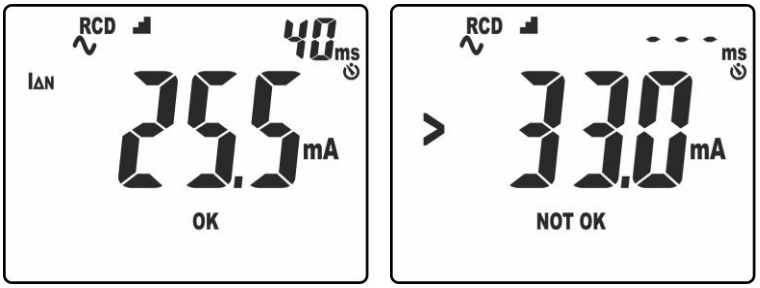


Fig. 37: Corrente de disparo RCD

10. O resultado da medição correto é apresentado no display (ver Fig. 36 – parte esquerda) com indicação “OK”. Notar a presença do tempo de disparo na parte superior direita do display
11. O resultado da medição incorreto é apresentado no display (ver Fig. 36 – parte direita) com indicação “NÃO OK” (**corrente de disparo > 33mA)**. Um curto som contínuo é emitido pelo instrumento

5.9. CORRENTES CC, CA, CA+CC, INRUSH COM TRANSDUTORES 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 o transdutor com pinça flexível (acessório opcional) como com outros transdutores com pinça **standard** da família HT (acessório opcional). Com transdutores com conector de saída Hypertac é necessario o adaptador opcional NOCANBA para efetuar a ligação

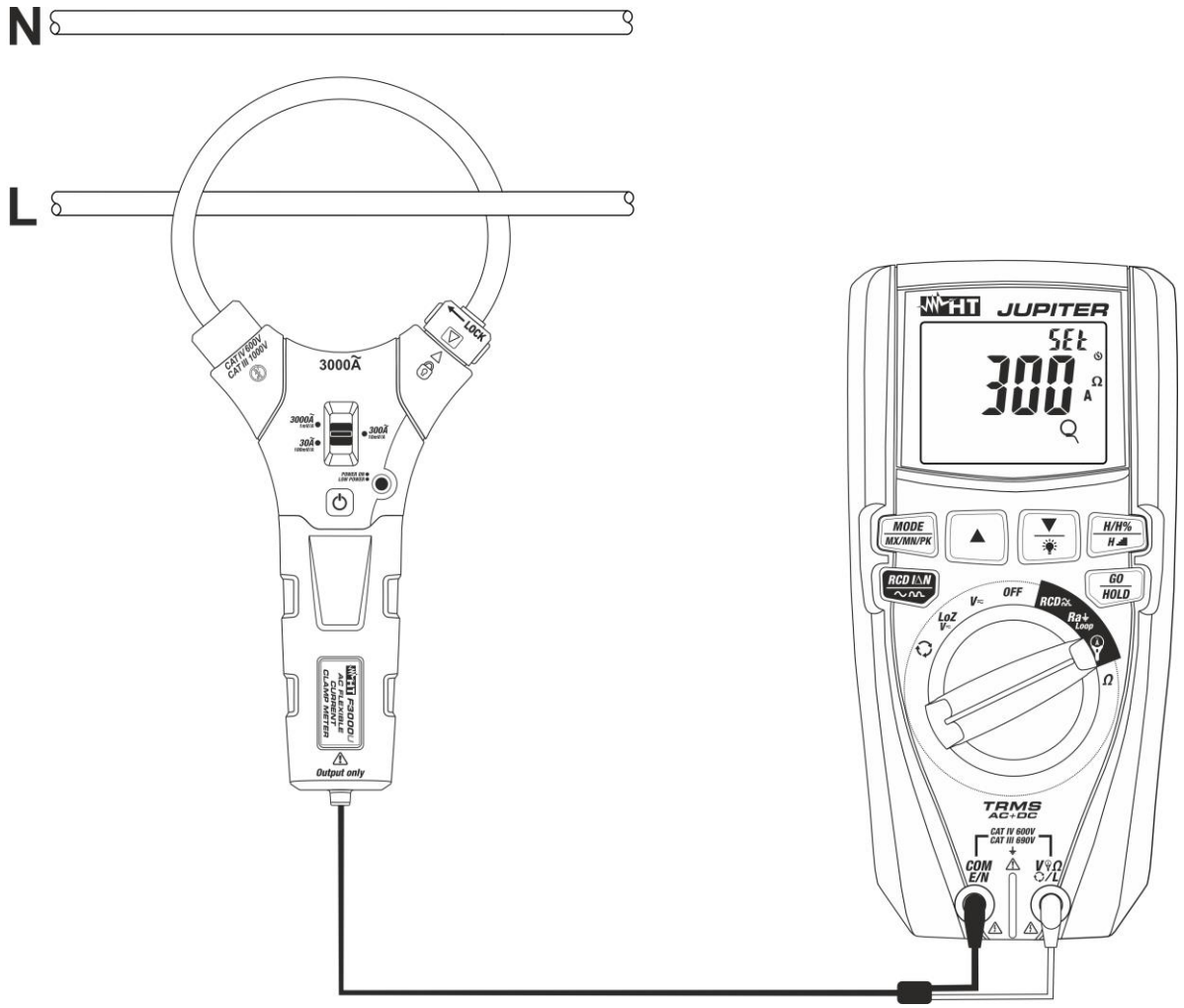


Fig. 38: Uso do instrumento para medir correntes com transdutor com pinça

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 – CA unicamente) 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 de corrente CA com pinça flexível) ou: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para medição de corrente CA, CC, CA+CC com pinça standard)
4. Para transdutor com pinça flexível ajustar o fundo escala de tensão (ver § 4.2.12)
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, a função de reconhecimento automático das grandezas CA ou CC
7. Inserir o cabo vermelho no terminal de entrada **VΩ L** e o cabo preto no terminal de entrada **COM/E/N**. Para modelos de transdutores standard com conector Hypertac usar o adaptador opcional NOCANBA. Para informações sobre o uso dos transdutores com pinça consultar o respetivo manual de instruções
8. Inserir o cabo no interior do toroide (ver Fig. 38). O valor da corrente é apresentado na Fig. 39

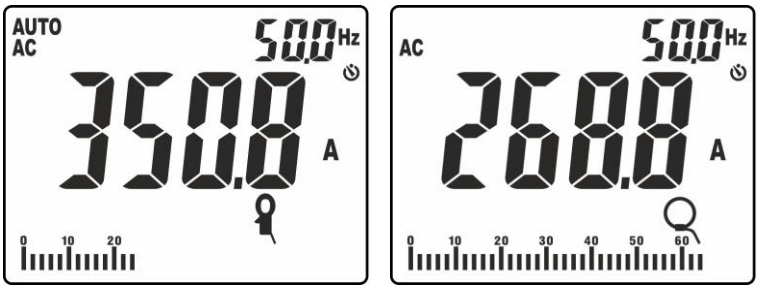


Fig. 39: Resultado da medição de correntes CA com pinça standard e flexível

9. Premir o botão **MODE/MXMNPK** para visualizar o valor da frequência da corrente CA com resolução elevada (ver Fig. 40)

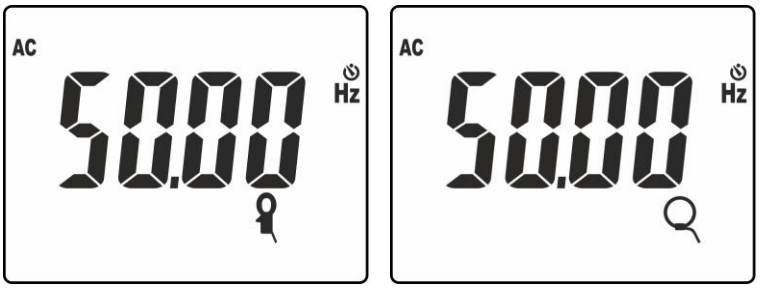


Fig. 40: Resultado da medição de frequência com pinça standard e flexível

10. No display podem ser apresentados os seguintes ecrãs

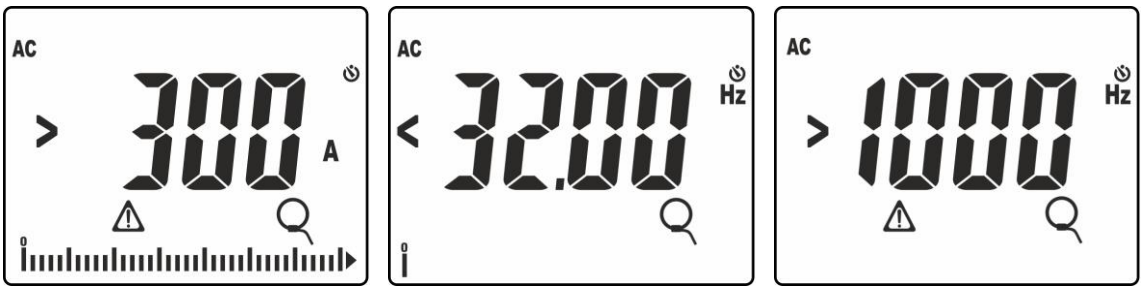


Fig. 41: Situações anormais na medição de correntes com transdutores com pinça

11. A mensagem “**>300A**” indica que o valor da corrente medida é maior do que o fundo da escala configurado (300A no caso da Fig. 41). Se no display aparecerem as mensagens "**<32.00Hz**" ou “**>1000Hz**” o valor da frequência da corrente medida é exterior ao intervalo da medição **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 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 o transdutor com pinça flexível (acessório opcional) como com outros transdutores com pinça **standard** da família HT (acessório opcional). Para a corrente de pico que contém um componente CC alto são recomendáveis la pinça CA/CC. Com transdutores tendo o conector de saída Hypertac é necessario 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 – CA unicamente) 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 de correntes CA com pinça) ou: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** para medição de correntes CA, CC, CA+CC com pinça standard
4. Para transdutor com pinça flexível ajustar o fundo escala de tensão (ver § 4.2.12)
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 utilizada:

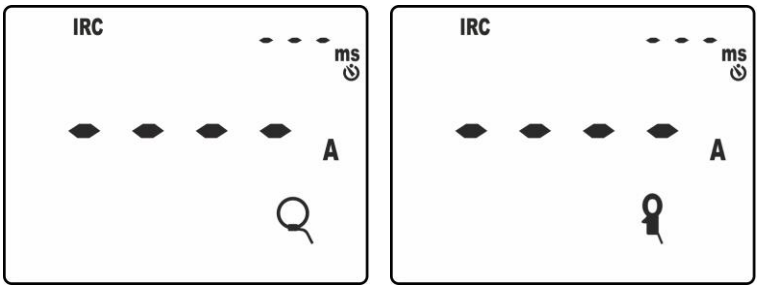


Fig. 42: Ecrã iniciais na medição de correntes de pico

7. Efetuar as ligações das pinças à instalação em exame conforme o indicado no § 5.9
8. Premir o botão **GO/HOLD** para ativar a função. O instrumento coloca-se à espera do reconhecimento do evento (valor medido superior ao patamar fixo do impulso igual a **1%FS pinça: ex 30A para FS = 3000A**) mostrando o símbolo "" no display (ver Fig. 43 – parte esquerda)

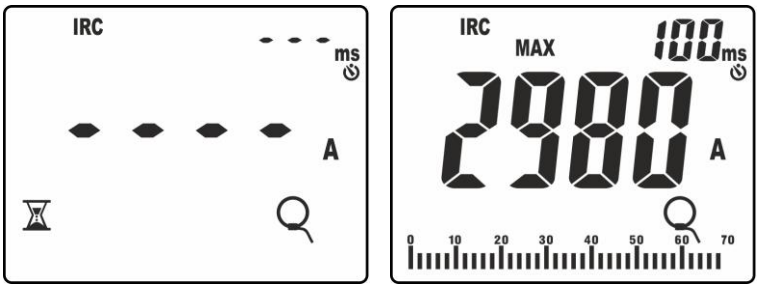


Fig. 43: Reconhecimento do evento corrente de pico

9. Ao reconhecimento do evento **a medição termina automaticamente** e o instrumento apresenta no display principal o valor **Max RMS** calculado no tempo de avaliação de **100ms** (por defeito) assinalado no display secundário (ver Fig. 43 – parte direita)
10. Premir os botões ▼/☼ ou ▲ para selecionar a visualização dos seguintes parâmetros:
    - Valor de pico "Pk" calculado num **1ms** (ver Fig. 44 – 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**

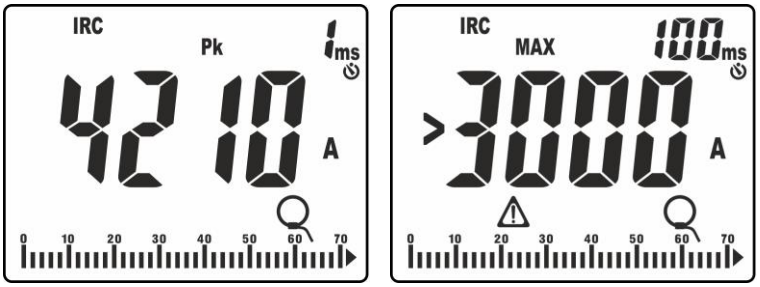


Fig. 44: Exemplos de visualizações da corrente de pico

11. Se a corrente medida é maior do que o FS da pinça configurado, uma mensagem semelhante à da Fig. 44 – parte direita (relativo a FS = 3000A) é apresentado no display
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 expôr 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 o mensagem "**bAtt**" deve-se substituir as baterias, procedendo do seguinte modo:

Fig. 45: 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 parafusp 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 panod 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°, <80%RH

Tensão CC (Escala automática)

Escala [V]	Resolução [V]	Precisão	Impedância de entrada	Proteção contra sobrecargas
0.0 ÷ 690.0	0.1	±(0.5%leitura + 2dgt)	1MΩ	690VCC/CArms

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

Escala [V]	Resolução [V]	Frequência	Precisão	Proteção contra sobrecargas
0.5 ÷ 690.0	0.1	32Hz ÷ 1kHz	±(0.5%leitura + 2dgt)	690VCC/CArms

Impedância de entrada da função VCA: 1MΩ,
Impedância de entrada da função LoZ: 3.5kΩ para 10s (@ 110V/50Hz), 4.5s(@ 230V/50Hz), 1s (@ 400V/50Hz). Para valores de voltagem mais elevados, a impedância de entrada sobe acima de 10kΩ. **ATENÇÃO: Não deixe o instrumento conectado por 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
33.00 ÷ 99.99	0.01	±(0.1%leitura+1dgt)
100.0 ÷ 999.9	0.1	

Escala da tensão: 0.5V ÷ 690V, Escala da corrente: 0.5A ÷ 3000A (Pinças Flex F300U), 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 frequência >100Hz o precisão é ±(1.5%leitura + 5dgt)
Fator de crista máx.: 3, Banda da frequência: 1kHz

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

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

(*) Para frequência >100Hz o precisão é ±(1.5%leitura + 5dgt)
Fator de crista máx.: 3, Banda de frequência: 1kHz

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
Tempo de resposta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms,200ms (max RMS)
Patamar de detecção: 1%FE Pinças [A] fixa

Corrente de pico CA TRMS (Pinça flexível FS 1V) – CC,CA,CA+CC (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
Tempo de resposta: 1ms (Pico), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms,200ms (max RMS)
Patamar de detecção: 1%FE Pinças [A] fixa

Resistência e Teste de continuidade (Escala automática)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão	Ind. sonoro
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 colocados em zero)
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:
- 1a harmónico: valor <0.5V
- CC, 2a a 25a harmónico: valor do harmónico <0.5% valor fundamental ou valor <0.5V

(*) As correntes dos harmónicos são colocadas em zero nas seguintes condições:
- 1a harmónico: valor <0.5%FE Pinças [A]
- CC, 2a ao 25a harmónico: valor do harmónico <0.5% valor fundamental ou valor <0.5%FE Pinças [A]

Impedância Loop L-N, L-L, Ra⏚, Ra⏚RCD (sem disparo do RCD)

Tensão L-PE, L-N, L-L: 100V ÷ 690V, 42.5 ÷ 69Hz
Corrente de teste : (ver tabela seguinte)

Teste	Corrente de teste	Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
Ra⏚ RCD	15mA	1 ÷ 1999	1	-0%,+(5.0%leitura + 3Ω)
L-N, L-L, Ra⏚	100mA	0.1 ÷ 199.9	0.1	-0%,+(5.0%leitura + 0.3Ω)

Teste no RCD (tipo caixa moldada instantâneo)

Tipo de diferencial (RCD): CA (∿), A (⌒),Geral (G)
Tensão L-PE, L-N: 100V ÷ 690V, 42.5 ÷ 69Hz
Correntes de disparo (IΔN): 30mA, 100mA, 300mA (ver Tabela 1)
Tempo de disparo: resolução: 1ms, precisão: ±(2.0%leitura + 2dgt)

Tempos de disparo para diferenciais RCD tipo caixa moldada
(n.d. = função não disponível)

		x 1/2 G	x 1 G	x 5 G	⟋ G	AUTO G		
30mA	CA	300	310	40	310	x1	x5	x½
	A	300	310	40	310	x1	x5	x½
100mA	CA	300	310	n.d	n.d.	x1	x½	
	A	300	310	n.d	n.d.	x1	x½	
300mA	CA	300	310	n.d.	n.d.	x1	x½	
	A	300	310	n.d.	n.d.	x1	x½	

Tabela 1: Combinações possíveis e duração do tempo de disparo [ms]

Corrente de disparo (Rampa ⟋)

Tipo	IΔN	Rampas [LCD]	Valor da corrente [mA RMS @20ms]	Precisão
CA	30mA	6.0, 6.5, 7.0 .. 32.5, 33.3	6.0, 6.5, 7.0 .. 32.5, 33.0	- 0%, +5%$I\Delta_N$
A	30mA	6.0, 6.5, 7.0 .. 32.5, 33.3	8.5, 9.2, 9.9 .. 46, 46.7	- 0%, +5%$I\Delta_N$

Sentido cíclico das fases com 1 terminal (*)

Escala da tensão L-N, L-PE, L-L [V]	Escala da frequência
130 ÷ 690	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
Teste RCD:	IEC/EN61557-6
Teste LOOP P-P, P-N, P-PE, Ra⏚:	IEC/EN61557-3
Sentido cíclico:	IEC 61557-7
Isolamento:	duplo isolamento
Nível de poluição:	2
Categoria de medida:	CAT IV 600V, CAT III 690V para a terra e entre as entradas

7.1.1. Características gerais

Características mecânicas

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

Alimentação

Tipo de baterias:	4x1.5V baterias tipo AAA IEC LR03
Indicação de bateria descarregada:	símbolo "[+-]" no display
Autonomia das baterias:	V, A, Ω, ↻ → cerca de 132h (retro.OFF) V, A, Ω, ↻ → cerca de 68h (retro. ON) Ra⏚(15mA)→ cerca de 5400 testes (retro. ON) Ra⏚(100mA)→ cerca de 13k testes (retro. ON) RCD▟→ cerca de 8600 testes (retro. ON) RCDT → cerca de 160k testes (retro. ON)
Desligar automático:	após 15min de não utilização (desativável)

Display

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

7.2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C
Temperatura de utilização:	5°C ÷ 40°C
Humidade relativa admitida:	<80%RH
Temperatura de armazenamento:	-20°C ÷ 60°C
Humidade de armazenamento:	<80%RH
Altitude max de utilização:	2000m

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/CE (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/CE (WEEE)

7.3. ACESSÓRIOS

Ver lista anexa

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. ASSISTÊNCIA

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. TESTES EM INTERRUPTORES DIFERENCIAIS (RCD)

Finalidade do teste

Verificar se os dispositivos de proteção diferencial Gerais (G) foram instalados e regulados corretamente e se conservam ao longo do tempo as suas características. A verificação deve certificar se o interruptor diferencial intervém a uma corrente não superior à sua corrente nominal de funcionamento IdN e se o tempo de disparo **não supera o tempo máximo definido pela normativa no caso de interruptores diferenciais do tipo Geral (de acordo com o descrito na Tabela 2)**.

O teste do interruptor diferencial efetuado com o botão de teste serve para ver se "o efeito cola" não compromete o funcionamento do dispositivo deixado inativo durante muito tempo. Este teste é executado apenas para verificar a funcionalidade mecânica do dispositivo e não é suficiente para poder declarar a conformidade à normativa do dispositivo com corrente diferencial. Dados estatísticos sugerem que a verificação com botão de teste dos interruptores efetuada uma vez por mês reduz para metade a taxa de defeito dos mesmos, porém tal teste deteta apenas 24% dos interruptores diferenciais defeituosos.

Partes da instalação a verificar

Todos os diferenciais devem ser testados quando são instalados. Nas instalações com baixa tensão aconselha-se a efetuar este teste, fundamental para garantir um nível de segurança correto. Nos locais de uso médico esta verificação deve ser efetuada periodicamente em todos os diferenciais de acordo com o imposto pelas normas.

Valores admissíveis

Em cada RCD do tipo em caixa moldada devem ser efetuados dois testes: um com corrente de fuga que se inicia em fase com a semionda positiva da tensão (0°) e outro com corrente de fuga que se inicia na fase com a semi onda negativa da tensão (180°). O resultado indicativo é o tempo mais alto. O teste a ½IdN não deve, em caso algum, provocar o disparo do diferencial.

Tipo diferencial	IdN x 1	IdN x 5	Descrição
Geral	0.3s	0.04s	Tempo de disparo máximo em segundos

Tabela 2: Tempos de disparo para interruptores RCD do tipo em caixa moldada Gerais

Medição da corrente de disparo das proteções diferenciais

- A finalidade do teste é verificar corrente de disparo real dos diferenciais gerais (**não se aplica aos diferenciais seletivos**)
- Para os diferenciais com corrente diferencial fixa este teste pode ser efetuado para detetar eventuais fugas para utilizadores ligados à instalação
- Nos casos em que não está disponível a instalação de terra efetuar o teste ligando o instrumento com um terminal num condutor a jusante do dispositivo diferencial e um terminal ao outro condutor a montante do referido dispositivo.
- A corrente de disparo deve estar compreendida entre ½IΔN e IΔN.

9.2. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA GLOBAL DE TERRA NAS INSTALAÇÕES TT

Finalidade do teste

Verificar se o dispositivo de proteção está coordenado com o valor da resistência de terra.
,

Partes da instalação a verificar

A instalação de terra nas condições de exercício. A verificação deve ser efetuada sem desligar os dispersores.

Valores admissíveis

O valor da resistência global de terra medido deve satisfazer a seguinte relação:

$$R_A < 50 / Ia$$

onde:

Ia = corrente de disparo do interruptor automático ou corrente nominal de disparo do diferencial I∆n expressa em A

50 = tensão de contacto limite de segurança (reduzida a 25V em ambientes especiais)

EXEMPLO DE VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE TERRA

Instalação protegida por um diferencial de 30mA

- Medição da resistência global de terra
- Para entender se a resistência da instalação deve ser considerada de acordo com a norma multiplicar o valor encontrado por 0.03A (30mA)
- Se o resultado for inferior a 50V (ou 25V para ambientes especiais) a instalação deve ser considerada coordenada porque respeita a relação indicada acima

Quando se está na presença de diferenciais de 30mA (a quase totalidade das instalações civis) a resistência de terra máxima admitida é **50/0.03=1666Ω,** isto permite utilizar também os métodos simplificados indicados que embora não fornendo um valor extremamente preciso, fornecem um valor suficientemente aproximado para o cálculo da coordenação.

9.3. LOOP E CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PROVÁVEL

Finalidade do teste

Por circuito de defeito (Loop) entende-se o circuito que é atravessado pela corrente provocada por um defeito de isolamento para a terra (falha). O circuito de defeito inclui:

- O enrolamento da fase do transformador
- O condutor de linha, até ao ponto da falha
- O condutor de proteção do ponto de falha para o centro-estrela do transformador.

Medida a impedância é possível determinar a corrente da falha para a terra (corrente de curto-circuito provável **Isc**) e avaliar se os dispositivos de proteção contra sobrecargas estão devidamente coordenados com a proteção contra os contactos indiretos.

Partes da instalação a verificar

O teste deve ser efetuado, obrigatoriamente, nos sistemas TN e IT não protegidos com dispositivos diferenciais.

Valores admissíveis

O objetivo da medição é o de verificar se a corrente de disparo do dispositivo automático de proteção **Ia** satisfaz uma das seguintes relações:

$$I_a \leq Isc = \frac{U_{L-PE}}{Z_{LPE}}$$ Para medição da impedância da linha/Loop L-PE

$$I_a \leq Isc = \frac{U_{L-N}}{Z_{LN}}$$ Para medição da impedância da linha/Loop L-N

$$I_a \leq Isc = \frac{U_{L-L}}{Z_{LL}}$$ Para medição da impedância da linha/Loop L-L

onde:

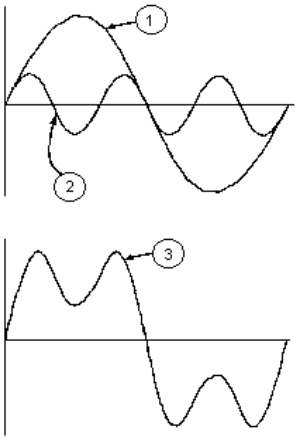
U_{L-PE} = Tensão nominal L-PE configurada no instrumento (consultar o § 4.2.11)
U_{L-N} = Tensão nominal L-N configurada no instrumento (consultar o § 4.2.11)
U_{L-L} = Tensão nominal L-L configurada no instrumento (consultar o § 4.2.11)
Z_{LPE} = Impedância de Loop L-PE medida pelo instrumento
Z_{LN} = Impedância de Loop L-N medida pelo instrumento
Z_L = Impedância de Loop L-L medida pelo instrumento
I_{SC} = Corrente de curto-circuito provável medida pelo instrumento

9.4. 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 da fundamental de v(t)
V_k = amplitude do k-ésimo harmónico de v(t)



LEGENDA:
1. Fundamental
2. Terceiro harmónica
3. Onda distorcida soma das duas componentes

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

No caso da tensão da rede a fundamental tem frequência 50Hz, o segundo harmónico tem frequência 100 Hz, o terceiro harmónico tem frequência 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, 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 considerato desprezível. 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 3. 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 3: Limites para as tensões harmónicas que a entidade fornecedora pode injetar na rede

Estes limites, teoricamente aplicáveis apenas para as Entidades fornecedoras de energia elétrica, fornecem uma série de valores de referência entre os quais também se pode incluir os harmónicos introduzidos 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