

FAMÍLIA 400

MANUAL DE INSTRUÇÕES



Copyright HT ITALIA 2014
Versão PT 2.02 de 24/09/2014

Índice:

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA	4
1.1. Instruções preliminares.....	4
1.2. Durante a utilização	5
1.3. Após a utilização	5
1.4. Definição de Categoria de medida (Sobretensão)	6
2. DESCRIÇÃO GERAL	7
2.1. Introdução	7
2.2. Funcionalidades do instrumento	7
3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO	8
3.1. Controlos iniciais	8
3.2. Alimentação do instrumento	8
3.3. Calibração	8
3.4. Armazenamento	8
4. NOMENCLATURA.....	9
4.1. Descrição do instrumento	9
4.2. Retroiluminação.....	9
4.3. Descrição do teclado	10
4.4. Descrição do display	10
4.5. Ecrã inicial.....	10
5. MENU PRINCIPAL	11
5.1. AUTO ÷ PWR	11
5.2. SET – Configuração do instrumento	11
5.2.1. Idioma	11
5.2.2. Desligar automático	12
5.2.3. V nominal	12
5.2.4. Frequência	12
5.2.5. Sistema	12
5.3. MEM.....	12
5.4. RS232	12
6. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO.....	13
6.1. AUTO	13
6.1.1. Situações anómalas.....	15
6.2. LOWΩ: Continuidade dos condutores de proteção com 200mA	18
6.2.1. Modalidade CAL.....	20
6.2.2. Situações anómalas.....	21
6.3. MΩ: Medição da resistência de isolamento	23
6.3.1. Situações anómalas.....	25
6.4. RCD: Testes em interruptores diferenciais do tipo A e CA.....	27
6.4.1. Modalidade AUTO	29
6.4.2. Modalidade x½.....	30
6.4.3. Modalidade x1, x2, x5	31
6.4.4. Modalidade 	32
6.4.5. Modalidade RA.....	33
6.4.6. Situações anómalas.....	33
6.5. LOOP: Medição da impedância da linha/Loop.....	38
6.5.1. Modalidade P-N	40
6.5.2. Modalidade P-P.....	41
6.5.3. Modalidade P-PE em sistemas TT ou TN	41
6.5.4. Modalidade P-PE em sistemas IT.....	43
6.5.5. Situações anómalas.....	43
6.6. R _A : Medição da resistência total de terra através de uma tomada.....	47
6.6.1. Situações anómalas.....	49
6.7. 123: Verificação da sequência das fases.....	52
6.7.1. Situações anómalas.....	55
6.8. AUX: Medição dos parâmetros ambientais através de sondas externas.....	56
6.8.1. Modalidade AIR, RH, TMP °F, TMP °C, Lux	57
6.8.2. Situações anómalas.....	57

6.9.	LEAK: Medição da corrente de fuga através de pinça externa.....	58
6.9.1.	Situações anómalas.....	59
7.	ANÁLISE DE REDES	60
7.1.	PWR: Medição, em tempo real, dos parâmetros da rede.....	60
7.1.1.	Modalidade PAR	61
7.1.2.	Modalidades HRM V e HRM I.....	61
8.	GESTÃO DA MEMÓRIA.....	62
8.1.	Guardar as medições	62
8.1.1.	Situações anómalas.....	62
8.2.	Medições memorizadas.....	63
8.2.1.	Voltar a chamar uma medição.....	63
8.2.2.	Apagar a última ou todas as medições.....	64
8.2.3.	Situações anómalas.....	64
9.	LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC	65
10.	MANUTENÇÃO	66
10.1.	Generalidades	66
10.2.	Substituição das pilhas.....	66
10.3.	Limpeza do instrumento	66
10.4.	Fim de vida.....	66
11.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	67
11.1.	Características técnicas.....	67
11.2.	Normas de segurança	71
11.2.1.	Gerais.....	71
11.2.2.	Referências normativas das medições de verificação.....	71
11.3.	Características gerais	71
11.4.	Ambiente	71
11.4.1.	Condições ambientais de utilização.....	71
11.5.	Acessórios.....	71
12.	ASSISTÊNCIA.....	72
12.1.	Condições de garantia.....	72
12.2.	Assistência	72
13.	FICHAS PRÁTICAS PARA AS VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS.....	73
13.1.	Teste da continuidade dos condutores de proteção.....	73
13.1.1.	Finalidade do teste.....	73
13.1.2.	Partes da instalação a verificar.....	73
13.1.3.	Valores admissíveis	73
13.2.	Medição da resistência de isolamento	74
13.2.1.	Finalidade do teste.....	74
13.2.2.	Partes da instalação a verificar.....	74
13.2.3.	Valores admissíveis	74
13.3.	Verificação da separação dos circuitos.....	77
13.3.1.	Definições	77
13.3.2.	Finalidade do teste.....	77
13.3.3.	Partes da instalação a verificar.....	77
13.3.4.	Valores admissíveis	77
13.4.	Teste dos dispositivos de proteção com corrente diferencial (RCD)	79
13.4.1.	Finalidade do teste.....	79
13.4.2.	Partes da instalação a verificar.....	79
13.4.3.	Valores admissíveis	79
13.4.4.	Notas.....	79
13.5.	Medição da corrente de disparo das proteções diferenciais	80
13.5.1.	Finalidade do teste.....	80
13.5.2.	Partes da instalação a verificar.....	80
13.5.3.	Valores admissíveis	80
13.5.4.	Notas.....	80
13.6.	Medição da impedância da linha	81
13.6.1.	Finalidade do teste.....	81
13.6.2.	Partes da instalação a verificar.....	81

13.6.3. Valores admissíveis	81
13.7. Medição da impedância do circuito de defeito	81
13.7.1. Finalidade do teste.....	81
13.7.2. Partes da instalação a verificar.....	81
13.7.3. Valores admissíveis	81
13.8. Medição da resistência de terra nas instalações TT	82
13.8.1. Finalidade do teste.....	82
13.8.2. Partes da instalação a verificar.....	82
13.8.3. Valores admissíveis	82
13.9. Harmônicos de tensão e corrente	83
13.9.1. Teoria	83
13.9.2. Valores limite para os harmônicos	83
13.9.3. Causas da presença de harmônicos	84
13.9.4. Consequência da presença dos harmônicos.....	85
13.10. Definições de potência e fator de potência	85
13.10.1. Notas	86
13.10.2. Convenções sobre potências e fatores de potência.....	86

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

Os modelos da Família 400 (ISO410, SPEED418S, COMBI419S, COMBI420S e COMBI421) foram projetados em conformidade com as normativas IEC/EN61557-1 e IEC/EN61010-1 referentes aos instrumentos de medida eletrónicos. Antes e durante a execução das medições seguir, escrupulosamente, as seguintes indicações:

- Não efetuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos.
- Não efetuar 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.
- Não efetuar qualquer medição no caso de se detetarem anomalias no instrumento tais como, deformações, roturas, derrame de substâncias, ausência de display, etc.
- Ter especial atenção quando se efetuam medições de tensões superiores a 25V em ambientes especiais (estaleiros de obras, piscinas, etc.) e 50V em ambientes normais porque pode haver o risco de choques elétricos.
- Utilizar apenas os acessórios originais da HT.

Neste manual 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.



Tensão ou corrente CC ou CA



Tensão ou corrente unidirecional.

1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- Este instrumento foi projetado para ser utilizado nas condições ambientais especificadas nos § 11.2.1 e § 11.4.1. Não operar em condições ambientais diferentes.
- Pode ser utilizado para efetuar medições e testes de verificação da segurança em instalações elétricas. Não operar em circuitos que superem os limites especificados no § 11.2.1
- Seguir as normais regras de segurança orientadas para o proteger contra correntes perigosas e proteger o instrumento contra utilizações erradas.
- 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.
- Verificar se as pilhas estão inseridas corretamente.
- Antes de ligar as ponteiros ao circuito em exame, verificar se está selecionada a função pretendida.

1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

Ler, atentamente, as recomendações e as instruções seguintes:



ATENÇÃO

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

- Antes de rodar o seletor de funções retirar as ponteiras de medida do circuito em exame.
- Quando o instrumento está ligado ao circuito em exame nunca tocar num terminal, mesmo que inutilizado.
- Evitar a medição de resistências na presença de tensões externas; mesmo que o instrumento esteja protegido, uma tensão excessiva poderá provocar-lhe danos.
- Durante a medição de correntes, afastar, o mais possível, o toróide da pinça dos condutores não implicados na medição visto que a escala magnética destes poderá influenciar a medição e colocar o condutor o mais próximo possível do centro do toróide de modo a maximizar a precisão.
- Durante uma medição de tensão, corrente etc. se o valor da grandeza em exame permanecer inalterado, verificar e eventualmente desativar a função STOP.



ATENÇÃO

O símbolo  indica o nível de carga. Com pilhas completamente carregadas estão presentes cinco barras ao lado do símbolo de pilha; o diminuir do número de barras indica a descarga das pilhas. Neste caso, interromper os testes e proceder à substituição das pilhas de acordo com o descrito no § 10.2. **O instrumento é capaz de manter os dados memorizados mesmo na ausência das pilhas.**

1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

Quando se termina as medições, desligar o instrumento mantendo pressionado o botão **ON/OFF** durante alguns segundos. Quando se prevê não utilizar o instrumento durante um longo período, retirar as pilhas e seguir o especificado no § 3.4

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, define o que se entende por categoria de medida, vulgarmente chamada categoria de sobretensão. No § 6.7.4: Circuitos de medida, indica:

(OMISSOS)

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: medições sobre painéis 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 efetuadas em circuitos ligados diretamente às instalações de baixa tensão.
 - *Exemplo: medições em aparelhagens para uso doméstico, utensílios portáteis e aparelhos similares.*
- A **categoria de medida I** serve para as medições efetuadas em 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

2.1. INTRODUÇÃO

Este manual refere-se aos seguintes modelos: **ISO410**, **SPEED418S**, **COMBI419S**, **COMBI420S** e **COMBI421**. As características dos instrumentos são apresentadas na seguinte Tabela 1. No seguimento deste manual quando surge a palavra “instrumento” está-se a referir genericamente ao modelo COMBI421 salvo notação à ocorrência indicada

Função	ISO410	SPEED418S	COMBI419S	COMBI420S	COMBI421
AUTO (Ra + RCD + MΩ)			✓	✓	✓
LOWΩ	✓		✓	✓	✓
MΩ	✓		✓	✓	✓
RCD \sim e $\sim\sim$		✓	✓	✓	✓
Ra		✓	✓	✓	✓
LOOP		✓	✓	✓	✓
123		✓	✓	✓	✓
AUX				✓	✓
LEAKAGE			✓	✓	✓
POWER				✓	✓

Tabela 1: Características dos modelos

2.2. FUNCIONALIDADES DO INSTRUMENTO

O instrumento pode efetuar os seguintes testes (compativelmente com as características ilustradas na tabela acima):

- **AUTO** Executa automaticamente os seguintes testes sequencialmente: medição da resistência total de terra, medição do tempo de disparo do interruptor diferencial, medição da resistência de isolamento entre os condutores de fase e terra.
- **LOWΩ** Teste de continuidade dos condutores de terra, de proteção e equipotenciais com corrente de teste superior a 200mA e tensão em vazio compreendida entre 4 e 24V.
- **MΩ** Medição da resistência de isolamento com tensão contínua de teste 50V, 100V, 250V, 500V ou 1000V.
- **RCD** Medição em diferenciais gerais e/ou seletivos do tipo A ($\sim\sim$) e CA (\sim) dos seguintes parâmetros: tempo de disparo, corrente de disparo, tensão de contacto (U_t), resistência total de terra (R_A).
- **LOOP** Medição da impedância da linha e do circuito de defeito com cálculo da corrente de curto-circuito provável.
- **Ra** Medição da resistência total de terra com 15mA sem provocar o disparo das proteções diferenciais.
- **123** Indicação da sequência das fases.
- **AUX** Medição dos parâmetros ambientais (iluminação, temperatura, humidade) através de sondas externas.
- **LEAKAGE** Medição, em tempo real, da corrente de fuga através da pinça externa.
- **POWER** Medição, em tempo real, dos valores das grandezas elétricas de uma instalação monofásica e da análise harmónica até à 49ª ordem da tensão e da corrente com cálculo do THD%.

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 § 11.5. No caso de discrepâncias, contactar o seu fornecedor. Se, por qualquer motivo, for necessário devolver o instrumento, deve-se seguir as instruções indicadas no § 12.

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por pilhas. Para saber o modelo e autonomia das pilhas consultar o § 11.3.

O símbolo  indica o nível de carga. Com as pilhas completamente carregadas estão presentes as cinco barras ao lado do símbolo de pilha, o diminuir do número de barras indica a descarga das pilhas. Neste caso, interromper os testes e proceder à substituição das pilhas de acordo com o descrito no § 10.2.

O instrumento é capaz de manter os dados memorizados mesmo sem pilhas.

Para a introdução das pilhas seguir as indicações do § 10.2. O instrumento possui sofisticados algoritmos para aumentar, ao máximo, a autonomia das pilhas. Em particular:

- o desligar automático da retroiluminação do display decorridos cerca de 5 segundos
- a desativação da função de retroiluminação do display quando a tensão fornecida pelas pilhas é muito baixa.

3.3. CALIBRAÇÃO

O instrumento respeita as características técnicas indicadas neste manual. As suas prestações são garantidas durante um ano após a data de aquisição.

3.4. ARMAZENAMENTO

Para garantir medições precisas, após um longo período de permanência em armazém em condições ambientais extremas, aguardar que o instrumento retorne às condições normais (ver as especificações ambientais indicadas no § 11.4.1).

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO

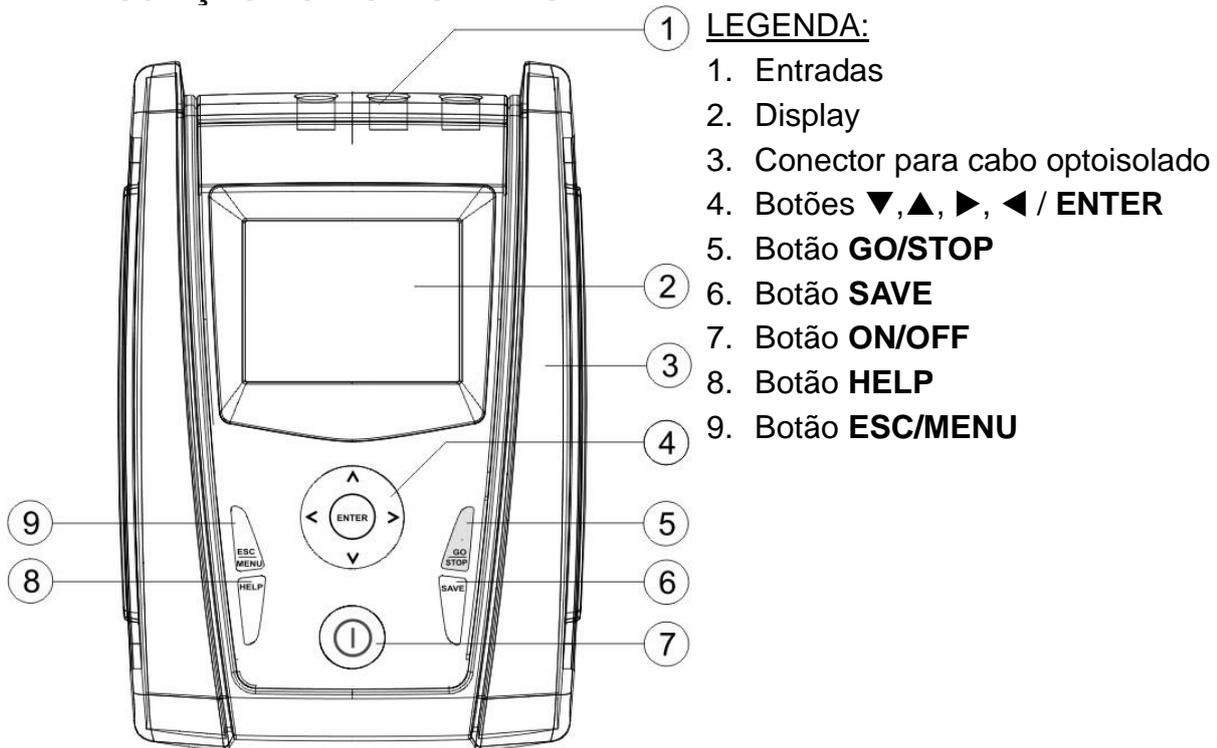


Fig. 1: Descrição da parte frontal do instrumento

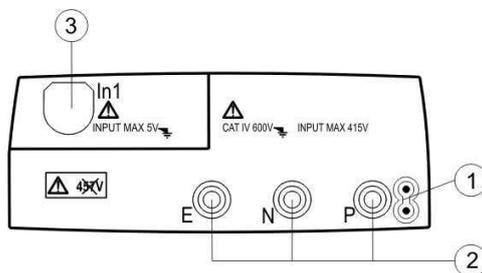


Fig. 2: Descrição da parte superior do instrumento

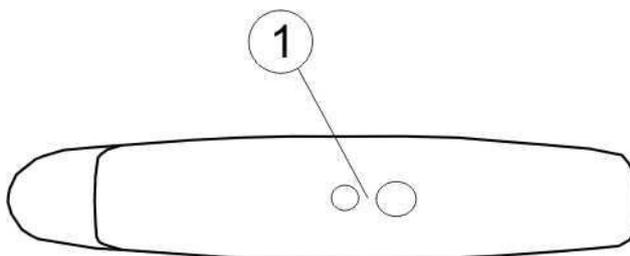


Fig. 3: Descrição da parte lateral do instrumento

4.2. RETROILUMINAÇÃO

Uma breve pressão do botão ativa a retroiluminação do display (quando o nível de tensão das pilhas é suficiente). Para salvaguardar a eficiência das pilhas, a retroiluminação desliga-se automaticamente decorridos cerca de 20 segundos. A utilização sistemática da retroiluminação diminui a autonomia das pilhas.

4.3. DESCRIÇÃO DO TECLADO

O teclado é constituído pelos seguintes botões:



Botão **ON/OFF** para ligar e desligar o instrumento



Botão **ESC** para sair do menu selecionado sem confirmar as alterações

Botão **MENU** para ativar a gestão do menu



Botões ◀ ▶ ▲ ▼ para mover o cursor dentro das várias opções a fim de selecionar os parâmetros de programação

Botão **ENTER** para confirmar as alterações, os parâmetros de programação selecionados e para selecionar do menu a função à qual se pretende aceder



Botão **GO** para iniciar a medição

Botão **STOP** para terminar a medição



Botão **SAVE** para guardar a medição



Botão **HELP** (pressão prolongada) para aceder ao menu de ajuda online apresentando, para cada função selecionada, as possíveis ligações entre instrumento e instalação

Botão (simples pressão) para ativar a retroiluminação do display

4.4. DESCRIÇÃO DO DISPLAY

O display é um módulo gráfico com resolução 128 x 128 pontos. Na primeira linha do display é apresentado o tipo de medição ativa e o indicador do estado das pilhas.

LOW Ω			
-.-.- Ω			
R+		R-	
-.-.- Ω		-.-.- Ω	
--- mA		--- mA	
Medição ...			
AUTO	1.00 Ω		0.12 Ω
Func	Lim		CAL

4.5. ECRÃ INICIAL

Ao ligar o instrumento é apresentado, durante alguns segundos, o ecrã inicial. Nele são apresentados:

- o modelo do instrumento
- o construtor
- o número de série do instrumento (SN:)
- a versão do firmware presente na memória do instrumento (FW:)
- a data em que foi efetuada a calibração do instrumento (Calibração:).

<p>COMBI 421 HT ITALIA SN: 14020100</p> <p>FW: 1.22 Calibração: 22/05/2014</p>

Decorridos alguns instantes o instrumento passa para a última função selecionada.

5. MENU PRINCIPAL

A pressão do botão **MENU/ESC**, em qualquer condição em que se encontre o instrumento, provoca o aparecimento do ecrã através do qual é possível configurar o instrumento, visualizar as medições memorizadas, e seleccionar a medição pretendida.

MENU	
AUTO	: Ra, RCD, MΩ
LOWΩ	: continuidade
MΩ	: isolamento
RCD	: diferenciais
LOOP	: l.c.to circ.
Ra	: res. terra
123	: seq. fase
AUX	: med. ambient.
LEAK	: l fuga
PWR	: análise redes
▶ SET	: configurações
MEM	: gest. memória
RS232	: transf. dados

5.1. AUTO ÷ PWR

Seleccionando, com o cursor, uma das medições listadas entre AUTO e PWR, compativelmente com as características ilustradas na Tabela 1, e confirmando com **ENTER** a selecção, acede-se à medição pretendida.

5.2. SET – CONFIGURAÇÃO DO INSTRUMENTO

Colocar o cursor na opção **SET** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmando com **ENTER**. Aparece o ecrã que lista as várias configurações do instrumento.

As configurações mantêm-se mesmo depois de desligar o instrumento.

SET	
Idioma	
Desligar automático	
V nominal	
Frequência	
Sistema	
↑↓	
VAL	

5.2.1. Idioma

Colocar o cursor na opção **Idioma** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o ecrã que permite definir o idioma do instrumento.

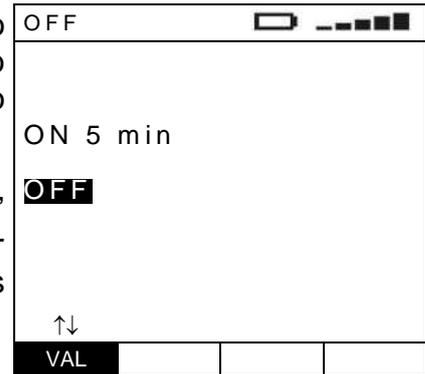
Seleccionar a opção pretendida utilizando os botões “seta” (▲, ▼). Para memorizar as configurações efetuadas premir o botão **ENTER**. Para sair sem guardar as alterações efetuadas premir o botão **ESC**.

LNG	
Italiano	
Inglês	
Espanhol	
Alemão	
Francês	
Sueco	
Norueguês	
Dinamarquês	
↑↓	
VAL	

5.2.2. Desligar automático

Colocar o cursor na opção **Desligar automático** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o ecrã que permite ativar ou desativar o desligar automático do instrumento após um período de inatividade de 5 minutos.

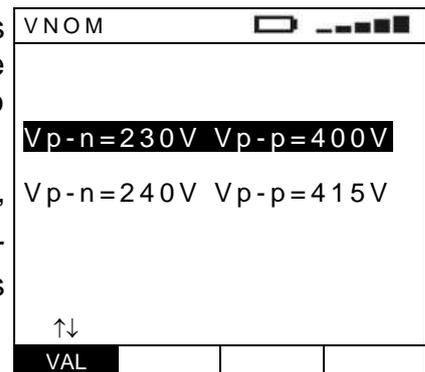
Selecionar a opção pretendida utilizando os botões “seta” (▲, ▼), para memorizar as configurações efetuadas e premir o botão **ENTER**. Para sair sem guardar as alterações efetuadas premir o botão **ESC**.



5.2.3. V nominal

Colocar o cursor na opção **V nominal** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o ecrã que permite definir o valor da tensão nominal a utilizar no cálculo da corrente de curto-circuito provável.

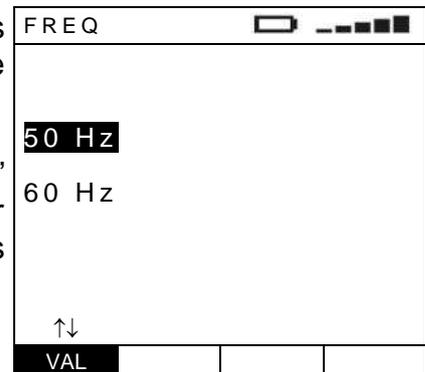
Selecionar a opção pretendida utilizando os botões “seta” (▲, ▼), para memorizar as configurações efetuadas e premir o botão **ENTER**. Para sair sem guardar as alterações efetuadas premir o botão **ESC**.



5.2.4. Frequência

Colocar o cursor na opção **Frequência** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o ecrã que permite definir o valor da frequência da rede.

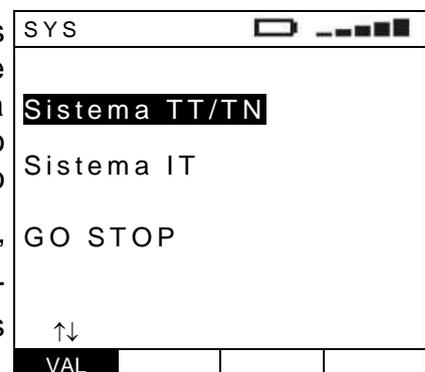
Selecionar a opção pretendida utilizando os botões “seta” (▲, ▼), para memorizar as configurações efetuadas e premir o botão **ENTER**. Para sair sem guardar as alterações efetuadas premir o botão **ESC**.



5.2.5. Sistema

Colocar o cursor na opção **Sistema** utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o ecrã que permite definir o tipo de sistema de distribuição da energia elétrica. A opção “**GO STOP**” permite a eventual desativação do controlo na presença de tensão em PE premindo o botão **GO/STOP**

Selecionar a opção pretendida utilizando os botões “seta” (▲, ▼), para memorizar as configurações efetuadas e premir o botão **ENTER**. Para sair sem guardar as alterações efetuadas premir o botão **ESC**.



5.3. MEM

Selecionando com o cursor **MEM**, e confirmando com **ENTER** a seleção, acede-se à gestão da memória (consultar o § 8)

5.4. RS232

Selecionar a opção **RS232** para ativar a transferência de dados p/ um PC (consultar o § 9)

6. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO



Premir (simples pressão) o botão para ativar a retroiluminação do display quando a leitura do mesmo se torna difícil.



Premir (pressão prolongada) o botão **HELP** para aceder à ajuda online visualizando as ligações possíveis entre instrumento e instalação.



Quando para a mesma função existem vários ecrãs de ajuda, utilizar os botões ▲, ▼ para os percorrer.



Premir o botão **ESC** para sair da ajuda online e voltar para a medição selecionada.

6.1. AUTO

Esta função permite executar uma sequência automática dos principais testes inerentes à segurança elétrica de uma instalação, ou seja:

- medição da resistência de terra através da tomada
- medição do tempo de disparo do interruptor diferencial
- medição da resistência de isolamento entre fase e terra.

ATENÇÃO



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 ligados equipamentos ou cargas que se possam ressentir da colocação em “fora de serviço” da instalação.** Desligar todas as cargas existentes a jusante do interruptor diferencial visto que poderão introduzir correntes de fuga adicionais às que circulam pelo instrumento invalidando assim os resultados do teste.

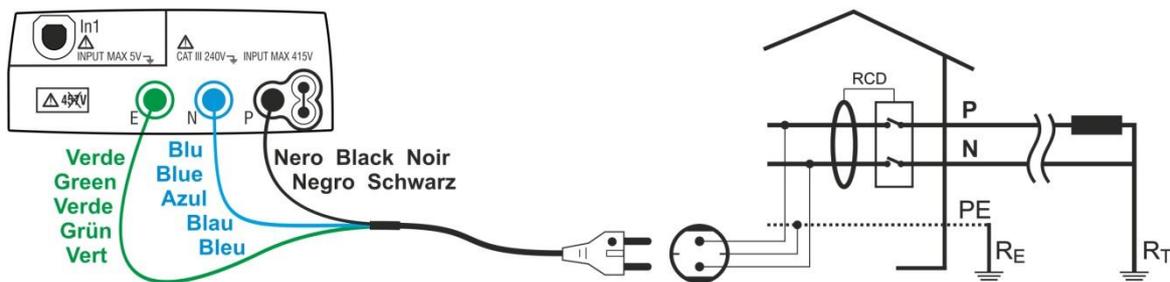


Fig. 4: Ligação através de ficha shuko

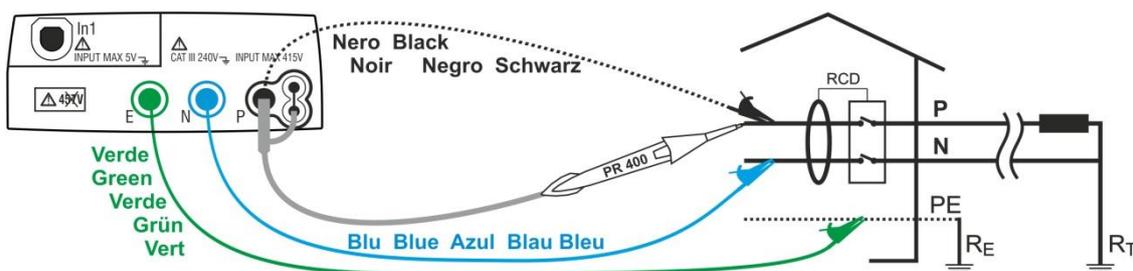
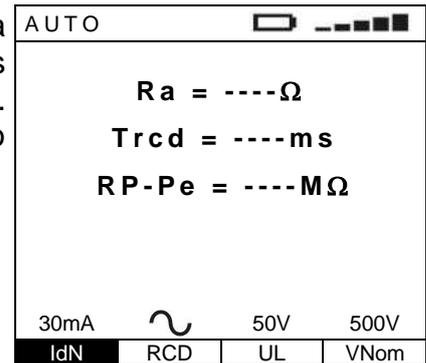


Fig. 5: Ligação através de cabos individuais e ponteira remota

1.  Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **AUTO** do menu principal utilizando os botões “seta” (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao apresentado ao lado.



2.  Utilizar os botões **◀ ▶** para seleccionar o parâmetro de teste em que se pretende configurar o valor e os botões **▲, ▼** para alterar o valor do referido parâmetro.
Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.

IdN O botão virtual IdN permite configurar o valor nominal da corrente de disparo da proteção diferencial. Estão disponíveis os seguintes valores: **10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA, 650mA, 1A**

ATENÇÃO



Ter atenção na definição da corrente de teste do interruptor diferencial certificando-se de ter seleccionado o valor correto. Quando se atribui uma corrente superior à nominal do dispositivo em exame, o interruptor diferencial será testado a uma corrente maior do que a correta favorecendo um disparo mais rápido do referido interruptor.

RCD O botão virtual RCD permite a seleção do tipo de proteção diferencial. Estão disponíveis os seguintes valores: **CA, CA \overline{S} , A, A \overline{S}** (A, A \overline{S} não disponíveis com sistema elétrico definido IT).

ATENÇÃO



A opção de teste de interruptores diferenciais seletivos (símbolo \overline{S}) implica um intervalo entre os testes de 60 segundos (30 segundos no caso de testes a $\frac{1}{2}IdN$). No display é apresentado um temporizador que indica o tempo de espera para que o instrumento possa efetuar automaticamente o teste.

UL O botão virtual UL permite configurar o valor limite da tensão de contacto para o sistema em exame. Estão disponíveis os seguintes valores: **25V, 50V**

VNom O botão virtual VNom permite definir o valor da tensão de teste para a medição de isolamento. Estão disponíveis os seguintes valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000V**

3. Inserir os conectores verde, azul e preto do cabo shuko com três terminais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento E, N, P. Como alternativa, utilizar os cabos individuais e inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos. Eventualmente, utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P. Ligar a ficha shuko, os crocodilos ou a ponteira remota à rede elétrica de acordo com as Fig. 4 e Fig. 5

4.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a sequência automática de testes.



ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição...**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento da rede elétrica.

5. No final do teste, no caso em que todos os valores medidos estão corretos, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem “OK” para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

AUTO					
Ra = 49.1 Ω					
Trcd = 24 ms					
RP-Pe > 999 MΩ					
OK					
30mA		50V	500V		
IdN	RCD	UL	VNom		

Valor da resistência de terra

Valor do tempo de disparo da proteção diferencial

Valor da resistência de isolamento fase-terra

6.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.1.1. Situações anómalas

1. Quando é detetada uma resistência superior ao fundo da escala, ou seja, ao valor limite calculado como UL/IdN ($1666\Omega @ UL=50V$ e $IdN=30mA$), o instrumento interrompe a execução da medição, emite um sinal acústico prolongado e apresenta a mensagem.

AUTO					
Ra = 1789 Ω					
Trcd = ----ms					
RP-Pe = ----MΩ					
NÃO OK					
30mA		50V	500V		
IdN	RCD	UL	VNom		

Valor da resistência de terra

“NÃO OK” para assinalar o inêxito do teste, e depois apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

2. Nos casos em que o interruptor diferencial dispara num tempo superior ao valor limite, ou não dispara de modo nenhum, o instrumento pára a execução do teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta a mensagem “NÃO OK” para assinalar o inêxito do teste, e depois apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

AUTO					
Ra = 1789 Ω					
Trcd > 999 ms					
RP-Pe = ----MΩ					
NÃO OK					
30mA		50V	500V		
IdN	RCD	UL	VNom		

Valor da resistência de terra

Valor do tempo de disparo da proteção diferencial

3. Quando é detetada uma resistência de isolamento fase – terra inferior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta a mensagem “NÃO OK” para assinalar o inêxito do teste, depois apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

AUTO			
$R_a = 1789\Omega$ $Trcd > 999ms$ $RP-Pe = 0.01M\Omega$			
NÃO OK			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Valor da resistência de terra

Valor do tempo de disparo da proteção diferencial

Valor da resistência de isolamento fase-terra

4.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

5. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e neutro o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Rodar a ficha shuko ou verificar a ligação dos cabos de medida.

AUTO			
$R_a = ----\Omega$ $Trcd = ----ms$ $RP-Pe = ----M\Omega$			
INVERTER P-N			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Os condutores de fase e neutro estão trocados entre si

6. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e terra o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.

AUTO			
$R_a = ----\Omega$ $Trcd = ----ms$ $RP-Pe = ----M\Omega$			
INVERTER P-PE			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Os condutores de fase e terra estão trocados entre si

7. Quando é detetada uma tensão fase – neutro e fase – terra inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se a instalação em exame está a ser alimentada.

AUTO			
$R_a = ----\Omega$ $Trcd = ----ms$ $RP-Pe = ----M\Omega$			
Tensão baixa			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Tensão insuficiente

8. Quando é detetada uma tensão fase – neutro ou fase – terra superior ao limite máximo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.

AUTO			
Ra = ----Ω Trcd = ----ms RP-Pe = ----MΩ			
Tensão alta			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Tensão muito elevada

9.  As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis

6.2. LOW Ω : CONTINUIDADE DOS CONDUTORES DE PROTEÇÃO COM 200mA

Esta função é executada segundo as normas CEI 64.8 612.2, IEC/EN61557-4 e permite a medição da resistência dos condutores de proteção e equipotenciais. Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **CAL** compensação da resistência dos cabos utilizados para a medição, o instrumento subtrai automaticamente o valor da resistência dos cabos ao valor da resistência medido. Portanto, é necessário que este valor seja medido (através da função **CAL**) sempre que os cabos de medida são mudados ou aumentados
- **AUTO** o instrumento efetua duas medições com polaridade invertida e apresenta o valor médio entre as duas medições. Modalidade aconselhada
- **R+** o instrumento efetua a medição com polaridade positiva e com a possibilidade de definir o tempo de duração do teste. O operador pode definir um tempo suficientemente longo para poder mudar os condutores de proteção enquanto o instrumento está executando o teste a fim de poder identificar uma eventual má ligação
- **R-** o instrumento efetua a medição com polaridade negativa e com a possibilidade de definir o tempo de duração do teste. O operador pode definir um tempo suficientemente longo para poder mudar os condutores de proteção enquanto o instrumento está executando o teste a fim de poder identificar uma eventual má ligação.



ATENÇÃO

O teste de continuidade é efetuado fornecendo uma corrente superior a 200mA para resistências não superiores a cerca de 10 Ω (compreendida a resistência dos cabos de medida). Para valores de resistência superiores o instrumento efetua o teste com uma corrente inferior a 200mA.

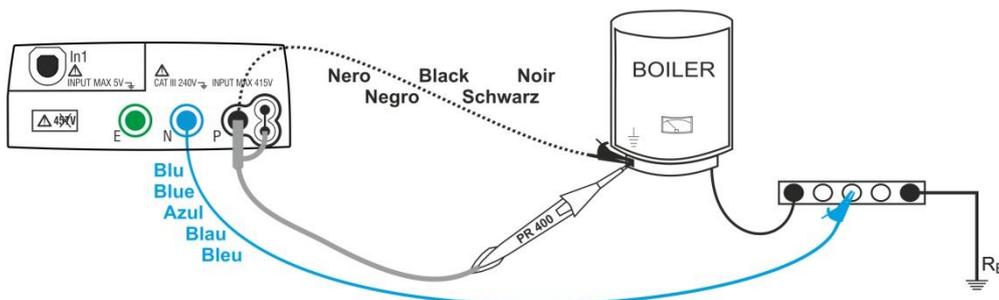
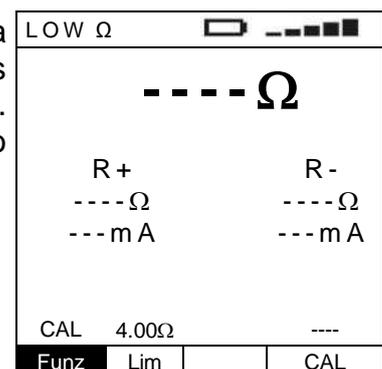


Fig. 6: Teste de continuidade através de cabos individuais e ponteira remota

1.



Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **LOW Ω** do menu principal utilizando os botões “seta” (\blacktriangle , \blacktriangledown) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



2.  Utilizar os botões ◀ ▶ para selecionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões ▲, ▼ para alterar o valor do referido parâmetro. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

Funz O botão virtual Funz permite definir a modalidade de teste. Estão disponíveis as seguintes opções: **CAL, AUTO, R+, R-**

Lim O botão virtual Lim permite a seleção do limite máximo para considerar correto o valor medido. Estão disponíveis os seguintes valores: **1.00Ω, 2.00Ω, 3.00Ω, 4.00Ω, 5.00Ω**

3. Inserir os conectores azul e preto dos cabos individuais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento N, P. Inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos ou ponteiras. Eventualmente utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P.
4. Quando são necessários cabos de medida mais compridos, prolongar o cabo azul.
5. Selecionar a modalidade **CAL** para compensar a resistência dos cabos utilizados para a medição de acordo com o indicado no § 6.2.1.

6.  Utilizar os botões ◀ ▶ para selecionar o botão virtual Funz e definir a modalidade de teste pretendida através dos botões ▲, ▼. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

ATENÇÃO



Verificar se nas extremidades do condutor em exame não existe tensão antes de lhes ligar os terminais de medida.

7. Ligar os crocodilos e/ou as ponteiras e/ou a ponteira remota ao condutor em exame de acordo com a Fig. 6.

ATENÇÃO



Verificar sempre, antes de cada medição, se o valor da resistência de compensação se refere aos cabos efetivamente utilizados. Em caso de dúvida repetir o procedimento de compensação de acordo com o § 6.2.1.

8.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.

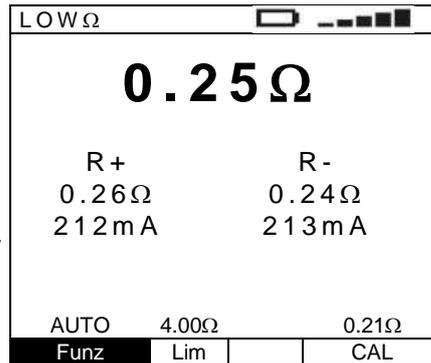
ATENÇÃO



A visualização da mensagem "**Medição... (Misura...)**" indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento do condutor em exame.

9.  Nas modalidades **R+** e **R-** uma segunda pressão do botão **GO/STOP** ou do botão **START** na ponteira remota pára o teste independentemente do tempo definido.

10. No final do teste na modalidade AUTO e nos casos em que o valor médio da resistência medida é inferior ao limite definido, o instrumento emite um duplo sinal acústico para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

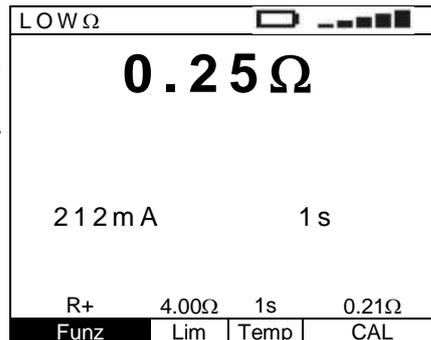


Valor da resistência medida

Valores das resistências R+ e R-

Valores das correntes de teste R+ e R-

11. No final do teste nas modalidades R+ ou R- e nos casos em que o valor da resistência medida é inferior ao limite definido, para assinalar o êxito do teste o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Valor da resistência medida

Valores da corrente de teste e do tempo definido

12.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.2.1. Modalidade CAL

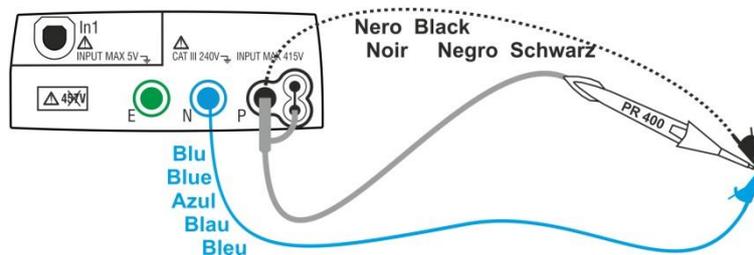


Fig. 7: Compensação da resistência dos cabos individuais e da ponteira remota

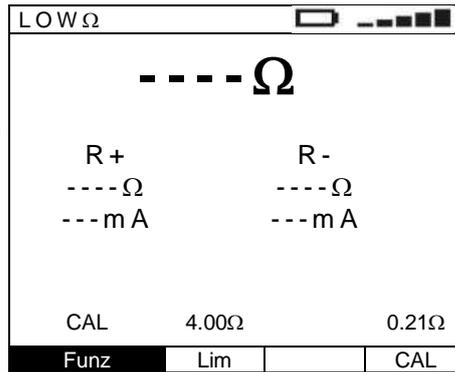
-  Utilizar os botões ◀ ▶ para seleccionar o botão virtual Funz e definir a modalidade de teste CAL através dos botões ▲, ▼.
Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.
- Ligar os crocodilos e/ou as ponteiros e/ou a ponteira remota entre si como se mostra na Fig. 7.
-  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão START na ponteira remota. O instrumento inicia a compensação da resistência dos cabos imediatamente seguida da verificação do valor compensado.

ATENÇÃO



A visualização da mensagem “**Medição...**” indica que o instrumento está a executar o teste. A visualização da mensagem “**VERIFICAÇÃO...**” indica que o instrumento está executando a verificação do valor compensado. Durante estas fases não retirar os terminais de medida do instrumento.

4. No final do procedimento de compensação e nos casos em que o valor da resistência medida é inferior a 5Ω , o instrumento emite um duplo sinal acústico para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

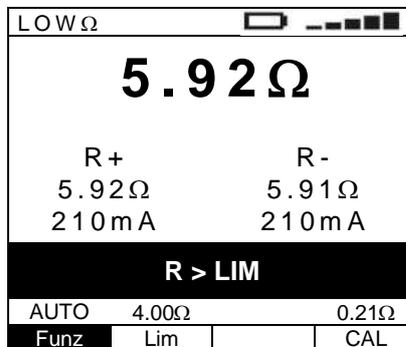


Valor da resistência compensada

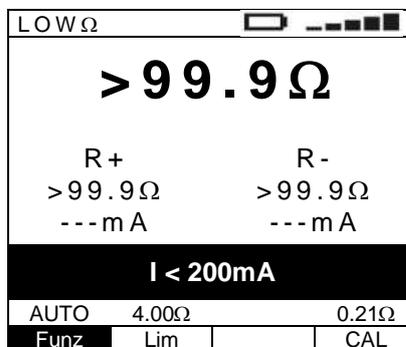
5. Para cancelar o valor da resistência compensada efetuar um procedimento de compensação com uma resistência superior a 5Ω como, por exemplo, com as ponteiras abertas.

6.2.2. Situações anómalas

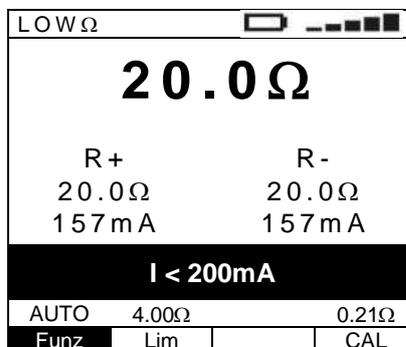
1. Quando nas modalidades AUTO, R+ ou R- o instrumento deteta uma resistência superior ao valor limite definido, emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



2. Quando nas modalidades AUTO, R+ ou R- o instrumento deteta uma resistência superior ao fundo da escala, emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

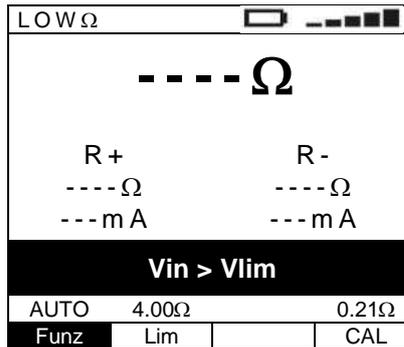


3. Quando nas modalidades AUTO, R+ ou R- o instrumento deteta uma resistência para a qual não consegue fazer circular uma corrente de 200mA, emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

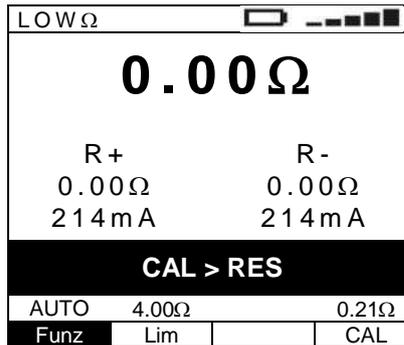


4.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

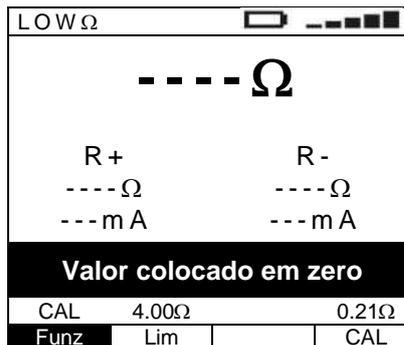
5. Quando o instrumento deteta nos seus terminais uma tensão superior a 10V não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



6. Quando é detetado que a resistência calibrada é mais elevada que a resistência medida majorada de 0.05Ω ($R_{CAL} > R_{MIS} + 0.05\Omega$), o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



7. Quando na modalidade CAL o instrumento deteta nos seus terminais uma resistência superior a 5Ω , emite um sinal acústico prolongado, coloca em zero o valor compensado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



8. Quando na modalidade CAL, durante a verificação do valor compensado e no final de tal procedimento, o instrumento não deteta a situação:

$R_{CAL} \leq R_{MIS} \leq R_{CAL} + 0.05\Omega$
emite um sinal acústico prolongado, permanece na condição de nenhum valor compensado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



9.  As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis.

6.3. MΩ: MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

Esta função é efetuada segundo as normas CEI 64.8 612.3, IEC/ EN61557-2 e permite a medição da resistência de isolamento entre os condutores ativos e entre cada condutor ativo e a terra. Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **MAN** o teste dura enquanto o botão **GO/STOP** do instrumento (ou **START** da ponteira remota) é mantido pressionado. Quando o botão **GO/STOP** (ou **START** da ponteira remota) é pressionado e libertado imediatamente o teste tem uma duração de 2 segundos. Modalidade aconselhada.
- **TMR** o operador pode definir um tempo suficientemente longo para poder mudar a ponteira nos condutores em exame enquanto o instrumento executa o teste. Durante toda a duração da medição o instrumento emite um curto sinal acústico cada dois segundos decorridos (é aconselhável, para ter uma leitura de resistência estável, aguardar pelo menos por dois sinais acústicos antes de mudar a ponteira para outro condutor). Se, durante a medição, a resistência de isolamento assumisse um valor inferior ao limite definido, emite um sinal acústico contínuo. Para interromper o teste premir, novamente, o botão **GO/STOP** ou o botão **START** na ponteira remota.

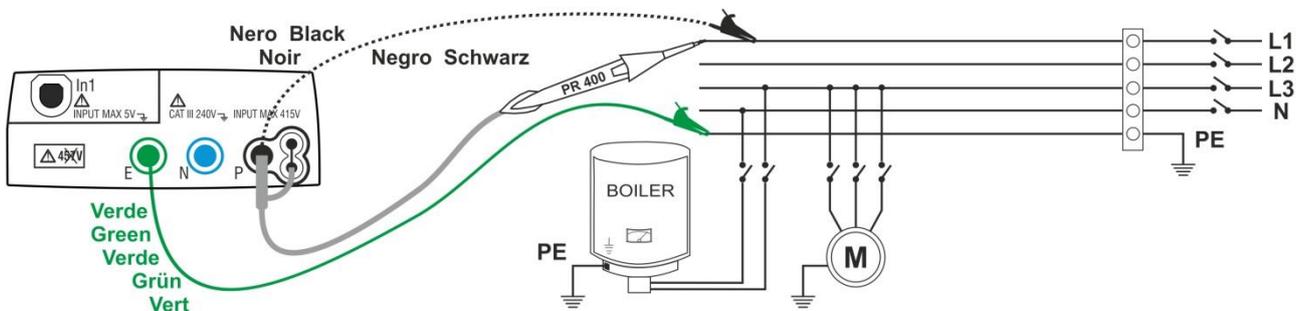


Fig. 8: Verificação do isolamento entre fase e terra através dos cabos individuais e ponteira remota

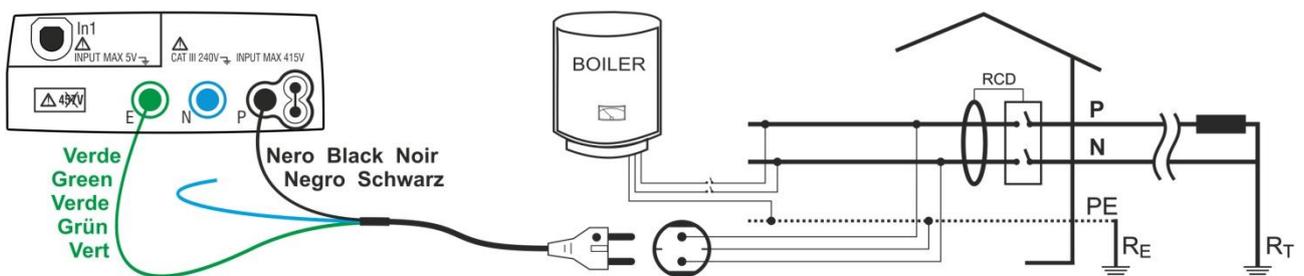


Fig. 9: Verificação do isolamento entre fase e terra através da ficha shuko

1.



Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **MΩ** do menu principal utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

MΩ			
--- MΩ			
---- V		--- S	
MAN	500V	0.50M	
Funz	Vom	Lim	

2.  Utilizar os botões ◀ ▶ para seleccionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões ▲, ▼ para alterar o valor do referido parâmetro. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

Funz O botão virtual Funz permite definir a modalidade de teste. Estão disponíveis as seguintes opções: **MAN, TMR**

VNom O botão virtual VNom permite a seleção da tensão fornecida durante a medição. Estão disponíveis os seguintes valores: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000V**

Lim O botão virtual Lim permite a seleção do limite mínimo para considerar correta a medição. Estão disponíveis os seguintes valores: **0.05MΩ, 0.10MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ**

Temp Presente só na modalidade TMR, o botão virtual Temp permite definir o tempo de duração do teste entre **10 e 999 segundos**.

3. Sugere-se que seja definido o valor da tensão fornecida durante a medição e o limite mínimo para considerar correta a medição de acordo com o previsto pela normativa de referência (§ 13.2).
4. Inserir os conectores verde e preto dos cabos individuais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento E, P. Inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos ou ponteiras. Eventualmente utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P.
5. Quando são necessários cabos de medida mais compridos, prolongar o cabo verde.

ATENÇÃO



- Retirar do instrumento qualquer outro cabo que não seja estritamente necessário para a medição e, em particular, verificar se na entrada In1 não está ligado qualquer cabo.
- Verificar se nas extremidades dos condutores em exame não existe tensão antes de lhes ligar os terminais de medida.

6. Ligar os crocodilos e/ou as ponteiras e/ou a ponteira remota às extremidades dos condutores em exame de acordo com as Fig. 8 e Fig. 9.

7.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão START na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.

ATENÇÃO



A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento do condutor em exame. Este poderá permanecer carregado com uma tensão perigosa por causa de eventuais capacidades parasitas presentes no circuito testado.

8. Independentemente da modalidade de teste, no final da medição o instrumento insere uma resistência nos terminais de saída para efetuar a descarga das eventuais capacidades parasitas presentes no circuito testado.

9.  Na modalidade **TMR** uma segunda pressão do botão **GO/STOP** ou do botão **START** na ponteira remota pára o teste independentemente do tempo definido.

10. No final do teste e nos casos em que o valor da resistência medida é superior ao limite definido, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem "OK" para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

MΩ			
578 MΩ			
526 V		15 s	
MAN	500V	0.50M	15s
Funz	Vom	Lim	Temp

Valor da resistência medida

Valores da tensão de teste e da duração da medição

11. No final do teste e nos casos em que o valor da resistência medida é superior ao fundo da escala (§ 11.1), o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem "OK" para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

MΩ			
> 999 MΩ			
526 V		2 s	
MAN	500V	0.50M	
Funz	Vom	Lim	

Valor da resistência medida

Valores da tensão de teste e da duração da medição

12.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.3.1. Situações anómalas

1. Quando o instrumento não consegue gerar a tensão nominal, emite um sinal acústico prolongado para assinalar o inêxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

MΩ			
0.01 MΩ			
64 V		6 s	
Não correto			
MAN	500V	0.50M	
Funz	Vom	Lim	

2. No final do teste e nos casos em que o valor da resistência medida é inferior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado para assinalar o inêxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

MΩ			
0.19 MΩ			
526 V		2 s	
Não correto			
MAN	500V	0.50M	
Funz	Vom	Lim	

3.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

4. Quando o instrumento deteta nos seus terminais uma tensão superior a 10V não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

M.Ω			
- - - M Ω			
- - - V		- - - s	
Vin > Vlim			
MAN	500V	0.50M	15s
Funz	Vom	Lim	Temp

5.  A situação anómala acima indicada não é memorizável

6.4. RCD: TESTES EM INTERRUPTORES DIFERENCIAIS DO TIPO A E CA

Esta função é efetuada segundo as normas CEI 64-8 612.9 e apêndice D, IEC/EN61557-6 e permite a medição do tempo de disparo e da corrente dos interruptores diferenciais da instalação. Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **AUTO** execução automática de uma sequência de seis testes com correntes de fuga iguais a metade, uma vez e cinco vezes o valor da corrente nominal definida e com corrente de fuga em fase com a semionda positiva e negativa da tensão da rede. Modalidade aconselhada
- **x1/2** teste com corrente de fuga igual a metade do valor da corrente nominal definida
- **x1** teste com corrente de fuga igual a uma vez o valor da corrente nominal definida
- **x2** teste com corrente de fuga igual a duas vezes o valor da corrente nominal definida
- **x5** teste com corrente de fuga igual a cinco vezes o valor da corrente nominal definida
-  teste com corrente de fuga crescente. Modalidade aconselhada para determinar a efetiva corrente de disparo do interruptor diferencial
- **RA** medição da tensão de contacto e da resistência total de terra efetuada com corrente de fuga igual a metade do valor da corrente nominal definida a fim de não fazer disparar o interruptor diferencial.

ATENÇÃO



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 ligados equipamentos ou cargas que se possam ressentir da colocação em “fora de serviço” da instalação.** Desligar todas as cargas existentes a jusante do interruptor diferencial visto que poderão introduzir correntes de fuga adicionais às que circulam pelo instrumento, invalidando assim os resultados do teste.

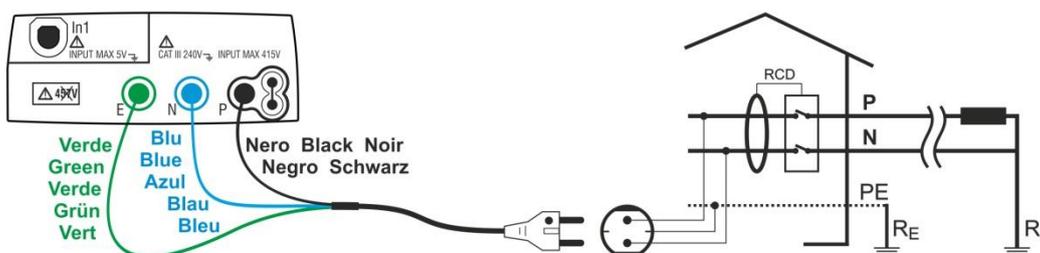


Fig. 10: Verificação do interruptor diferencial monofásico ou bifásico 230V através de uma ficha shuko

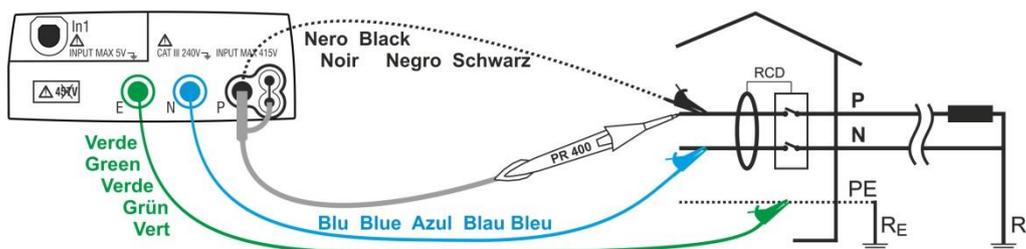


Fig. 11: Verificação do interruptor diferencial monofásico ou bifásico 230V através de cabos individuais e ponteira remota

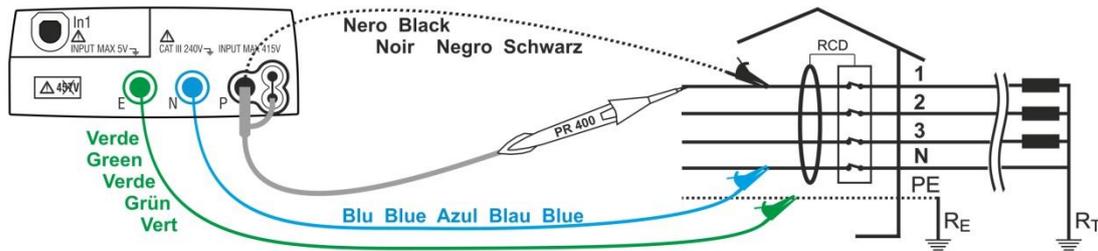


Fig. 12: Verificação do interruptor diferencial trifásico 400V + N + PE através de cabos individuais e ponteira remota

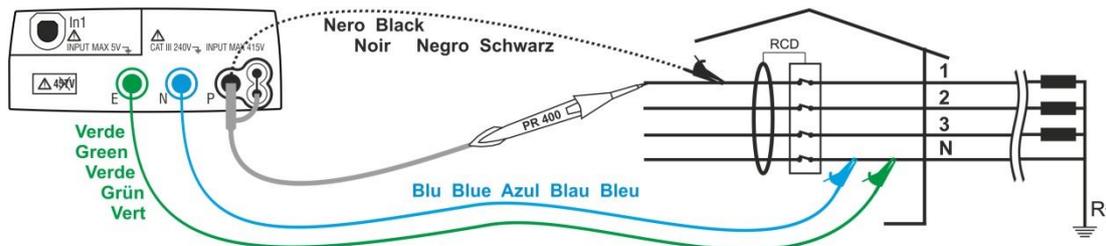


Fig. 13: Verificação do interruptor diferencial trifásico 400V + N (sem PE) através de cabos individuais e ponteira remota

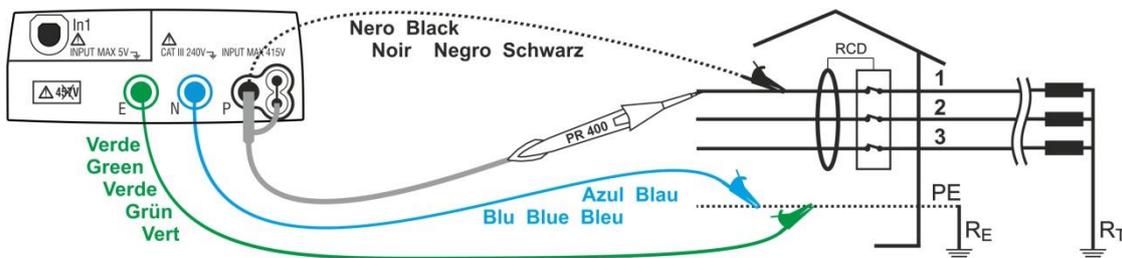


Fig. 14: Verificação do interruptor diferencial trifásico 400V + PE (sem N) através de cabos individuais e ponteira remota

- Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **RCD** do menu principal utilizando os botões “seta” (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

RCD			
0°			
---ms			
FRQ=50.0Hz	Ut=0.0V		
VP-N=230V	VP-Pe=230V		
x1	30mA		50V
Funz	IdN	RCD	UL

- Utilizar os botões **◀ ▶** para seleccionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões **▲**, **▼** para alterar o valor do referido parâmetro. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

Funz Este botão virtual permite definir a modalidade de teste entre as seguintes opções: **AUTO**, **x1/2**, **x1**, **x2**, **x5**, **▲**, **RA**

IdN Este botão virtual permite a seleção da corrente nominal de disparo do interruptor diferencial em exame. Estão disponíveis os seguintes valores: **10mA**, **30mA**, **100mA**, **300mA**, **500mA**, **650mA**, **1A**

RCD Este botão virtual permite a seleção do tipo de diferencial em exame. Estão disponíveis os seguintes valores:

-  RCD geral tipo CA
-  RCD seletivo tipo CA
-  RCD geral tipo A
-  RCD seletivo tipo A

UL Este botão virtual permite definir o valor limite para a tensão de contacto. Estão disponíveis os seguintes valores: **50V, 25V**

3. No caso de dúvida sobre o valor correto, sugere-se definir o limite para a tensão de contacto a 25V visto que este é o limite mais convincente (a favor da segurança).
4. Inserir os conectores verde, azul e preto do cabo shuko com três terminais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento E, N, P. Como alternativa, utilizar os cabos individuais e inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos. Eventualmente, utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P. Ligar a ficha shuko, os crocodilos ou a ponteira remota à rede elétrica de acordo com as Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13 e Fig. 14.

6.4.1. Modalidade AUTO

1.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.
2. A modalidade AUTO prevê a execução automática de seis medições em sequência:
 - IdN x ½ com fase 0° (o diferencial não deve disparar)
 - IdN x ½ com fase 180° (o diferencial não deve disparar)
 - IdN x 1 com fase 0° (o diferencial deve disparar, rearmar o interruptor)
 - IdN x 1 com fase 180° (o diferencial deve disparar, rearmar o interruptor)
 - IdN x 5 com fase 0° (o diferencial deve disparar, rearmar o interruptor)
 - IdN x 5 com fase 180° (o diferencial deve disparar, fim do teste).
3. Os tempos de disparo do interruptor diferencial, para que sejam considerados corretos, devem estar de acordo com o listado na Tabela 6. O teste termina sem êxito quando um dos valores medidos fique fora dos limites.

ATENÇÃO



A visualização da mensagem "**Medição... (Misura...)**" indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar, os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

4. A modalidade AUTO não está disponível para diferenciais do tipo A  com IdN 500mA, 650mA e 1A

5. Durante a execução do teste o instrumento faz circular uma corrente de fuga de acordo com o multiplicador e com a fase indicada no display. A partir do terceiro teste está previsto o disparo do diferencial e o sucessivo rearme efetuado pelo operador.

RCD			
	0°	180°	
x1/2	>999ms	>999ms	
x1	28ms	---	ms
x5	---	---	ms
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=228V		VP-Pe=228V	
REARMAR RCD			
AUTO	30mA		50V
Funz	IdN	RCD	UL

Tempos de disparo do interruptor diferencial para as várias correntes prevista pelo teste

Indica ao operador para efetuar o rearme do interruptor diferencial

6. No final do teste e nos casos em que o tempo de disparo de cada teste esteja de acordo com o listado na Tabela 6, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem "RCD OK" para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

RCD			
	0°	180°	
x1/2	>999ms	>999ms	
x1	28ms	31ms	
x5	8ms	10ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=228V		VP-Pe=228V	
RCD OK			
AUTO	30mA		50V
Funz	IdN	RCD	UL

Tempos de disparo do interruptor diferencial para as várias correntes prevista pelo teste

7. As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.4.2. Modalidade x¹/₂

Como alternativa:

5. Premir uma vez o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição fazendo circular uma corrente de fuga "0°" em fase com a semionda positiva da tensão.

Ou:

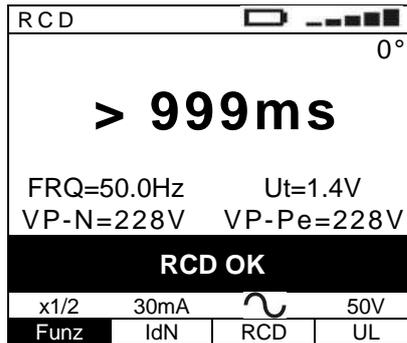
5. Premir duas vezes, numa rápida sucessão, o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia o teste fazendo circular uma corrente de fuga "180°" em fase com a semionda negativa da tensão.

ATENÇÃO



A visualização da mensagem "**Medição... (Misura...)**" indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar, os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

6. No final do teste e nos casos em que o interruptor diferencial não tenha disparado, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem “RCD OK” para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Indicação do teste a 0° ou 180°

Tempo de disparo do diferencial

Valor da tensão de contacto Ut detetada, referida ao valor nominal da corrente diferencial

7. As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.4.3. Modalidade x1, x2, x5

Como alternativa:

5. Premir uma vez o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição fazendo circular uma corrente de fuga “0°” em fase com a semionda positiva da tensão.

Ou:

5. Premir duas vezes, numa rápida sucessão, o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia o teste fazendo circular uma corrente de fuga “180°” em fase com a semionda negativa da tensão.

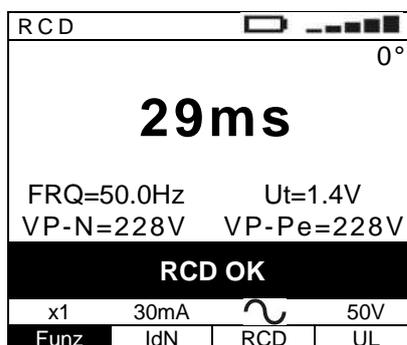
ATENÇÃO



A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

6. A modalidade “x5” não está disponível para diferenciais do tipo A ~ com IdN 500mA, 650mA e 1A

7. No final do teste e nos casos em que o interruptor diferencial tenha disparado de acordo com o listado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem “RCD OK” para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Indicação do teste a 0° ou 180°

Tempo de disparo do diferencial

Valor da tensão de contacto Ut detetada, referida ao valor nominal da corrente diferencial

8. As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.4.4. Modalidade

A normativa define, para os interruptores diferenciais, os tempos de disparo à corrente nominal. A modalidade é executada, pelo contrário, para detetar o tempo de disparo à corrente de disparo (que também poderá ser menor que a corrente nominal).

Como alternativa:

5. Premir uma vez o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição fazendo circular uma corrente de fuga “0°” em fase com a semionda positiva da tensão.

Ou:

5. Premir duas vezes, numa rápida sucessão, o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia o teste fazendo circular uma corrente de fuga “180°” em fase com a semionda negativa da tensão.

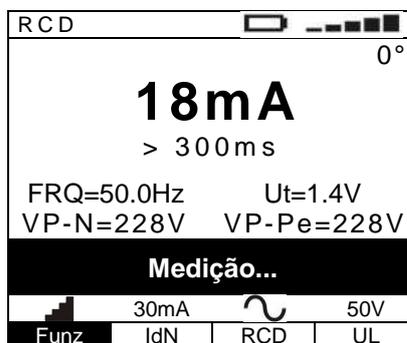


ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar, os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

6. De acordo com a normativa EN61008 o teste para interruptores diferenciais seletivos implica um intervalo entre os testes de 60 segundos. Portanto, a modalidade **não está disponível para diferenciais seletivos, sejam eles do tipo A ou do tipo CA.**

7. Durante a execução do teste, o instrumento faz circular uma corrente de fuga crescente e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

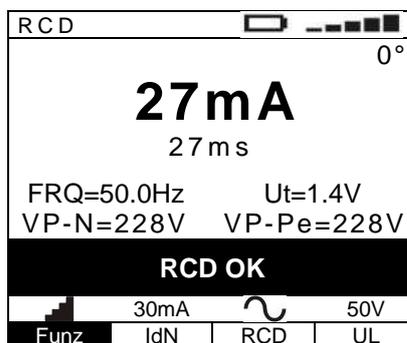


Indicação do teste a 0° ou 180°

Corrente de teste do diferencial

O interruptor diferencial não disparou à corrente indicada

8. No final do teste e nos casos em que o interruptor diferencial tenha disparado de acordo com o listado na Tabela 6, o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem “RCD OK” para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Indicação do teste a 0° ou 180°

Corrente de disparo

Tempo de disparo à corrente de disparo do diferencial em exame

9. As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.4.5. Modalidade RA

Na modalidade RA efetua-se a medição da tensão de contacto e da resistência total de terra fazendo percorrer uma corrente de fuga igual a metade do valor da corrente nominal definida, a fim de evitar o disparo do interruptor diferencial.

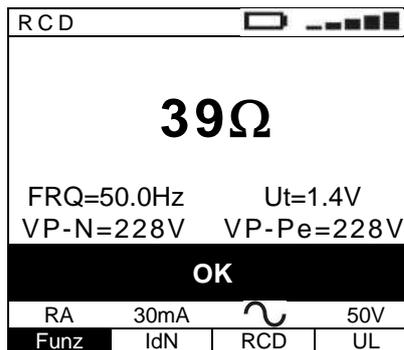
5.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.



ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

6. No final do teste e nos casos em que o valor da resistência medido fique coordenado com a corrente nominal e a tensão de contacto limite definidas, $RA < UI / IdN$ ($1666\Omega @ UL=50V$ e $IdN=30mA$), o instrumento emite um duplo sinal acústico, apresenta a mensagem “OK” para assinalar o êxito do teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



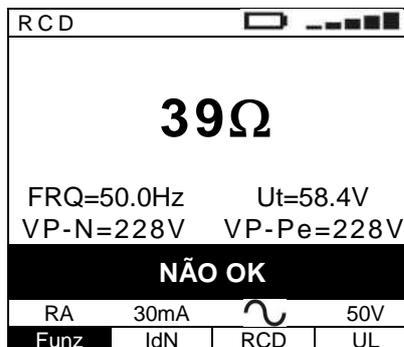
Resistência total de terra

Valor da tensão de contacto U_t detetada, referida ao valor nominal da corrente diferencial

7.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

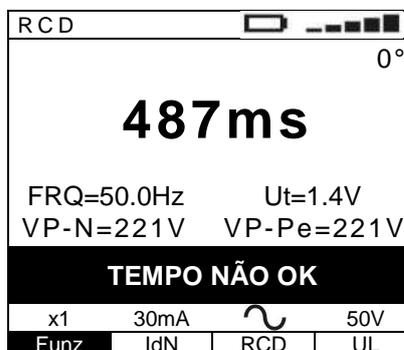
6.4.6. Situações anómalas

1. Quando, na modalidade RA, é detetada uma tensão de contacto superior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



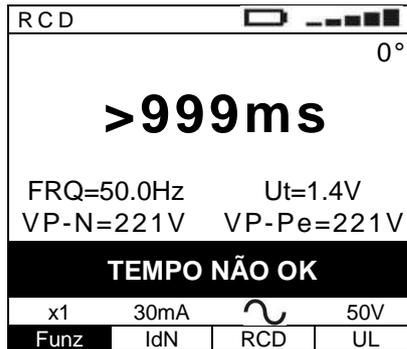
Tensão de contacto perigosa

2. Quando for detetado um tempo de disparo do diferencial em exame superior ao limite máximo previsto pela Tabela 6, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se o tipo e a corrente nominal definidas correspondem às características do interruptor em exame.



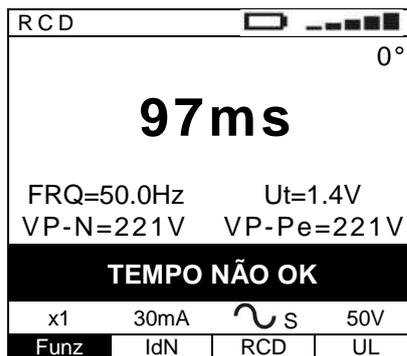
Tempo de disparo não conforme

3. Quando o interruptor diferencial em exame não dispara dentro da duração máxima do teste, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se o tipo e a corrente nominal definidos correspondem às características do interruptor em exame.



Tempo de disparo não conforme

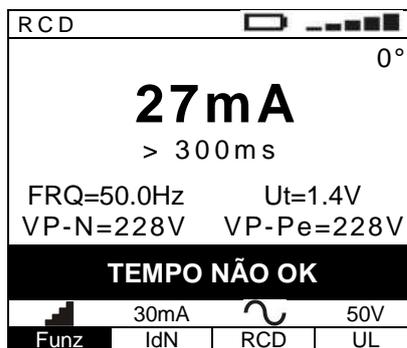
4. Quando for detetado um tempo de disparo do diferencial seletivo em exame inferior ao limite mínimo previsto pela Tabela 6, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se o tipo e a corrente



Tempo de disparo não conforme

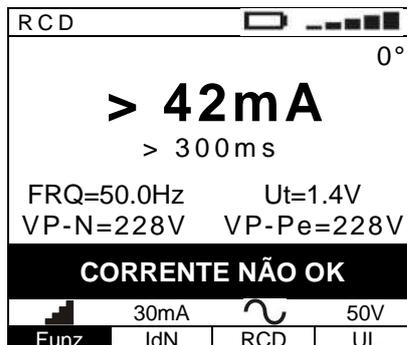
nominal definidos correspondem às características do interruptor em exame.

5. Quando, na modalidade , for detetado um tempo de disparo do diferencial em exame superior ao limite máximo previsto na Tabela 6, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Tempo de disparo não conforme

6. Quando, na modalidade , o interruptor diferencial em exame não dispara dentro da duração máxima do teste, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



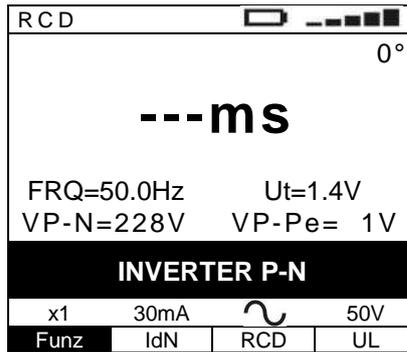
Corrente de disparo não conforme

- 7.



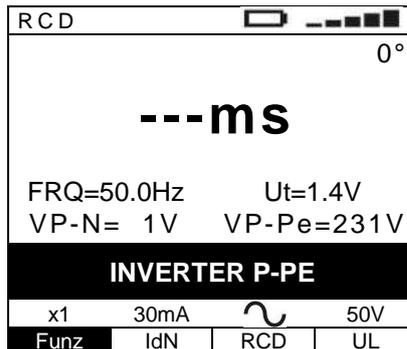
As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

8. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e neutro, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Rodar a ficha shuko ou verificar a ligação dos cabos de medida.



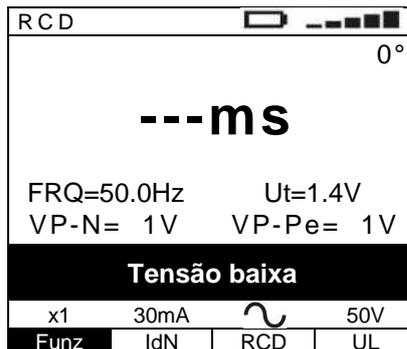
Os condutores de fase e neutro estão trocados entre si

9. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.



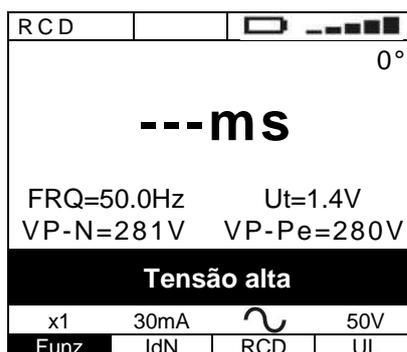
Os condutores de fase e terra estão trocados entre si

10. Quando é detetada uma tensão fase–neutro e fase–terra inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se a instalação em exame está a ser alimentada.



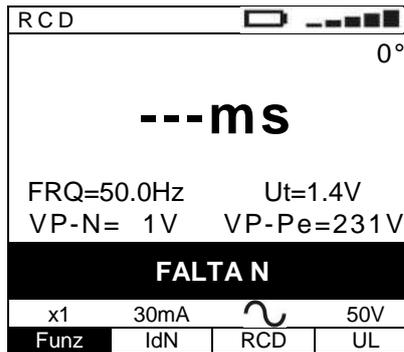
Tensão insuficiente

11. Quando é detetada uma tensão fase–neutro ou fase–terra superior ao limite máximo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.



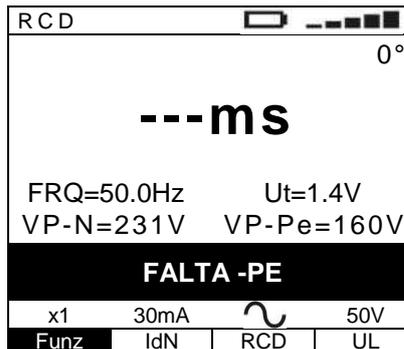
Tensão muito elevada

12. Quando é detetada uma tensão fase-neutro inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação do cabo do neutro



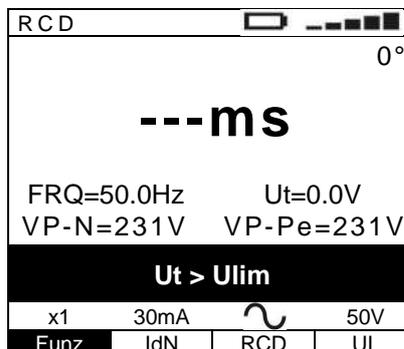
Ligação do condutor de neutro ausente

13. Quando é detetada uma resistência de terra tão elevada capaz de manter ausente o condutor de proteção ou a referida instalação de terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.



Condutor de proteção e/ou instalação de terra não eficientes

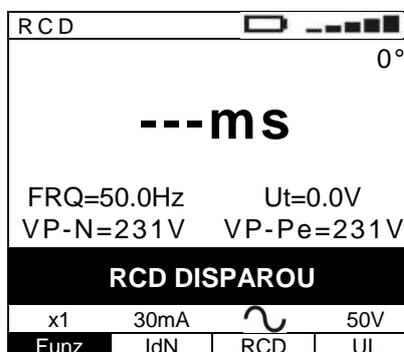
14. Quando é detetada uma resistência de terra tal que, ao efetuar o teste na instalação em exame, se localizava uma tensão de contacto superior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã



Tensão de contacto perigosa

idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.

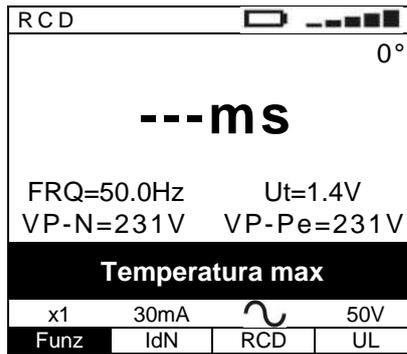
15. Quando o interruptor diferencial em exame dispara durante a fase de pré-teste (executado em modo automático pelo instrumento antes de efetuar o teste selecionado), o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã



Interruptor diferencial disparou durante a fase de pré-teste

idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se o valor definido para IdN é coerente com o interruptor diferencial em exame e se, todas as cargas ligadas a jusante do mesmo, estão desligadas.

16. Se, depois de repetidos testes, o instrumento sobreaquece, é apresentado um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Antes de efetuar mais testes, esperar até que esta mensagem desapareça



Instrumento sobreaquecido

17.  As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis.

6.5. LOOP: MEDIÇÃO DA IMPEDÂNCIA DA LINHA/LOOP

Esta função é efetuada segundo as normas CEI 64-8 612.6.3, IEC / EN61557-3 e permite a medição da impedância da linha, do circuito de defeito e a corrente de curto-circuito provável. Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

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

ATENÇÃO



A medição da impedância da linha ou do circuito de defeito implica a circulação de uma corrente máxima de acordo com as características técnicas do instrumento (§ 11.1). Isto poderá provocar o disparo de eventuais proteções magnetotérmicas ou diferenciais com correntes de disparo inferiores.

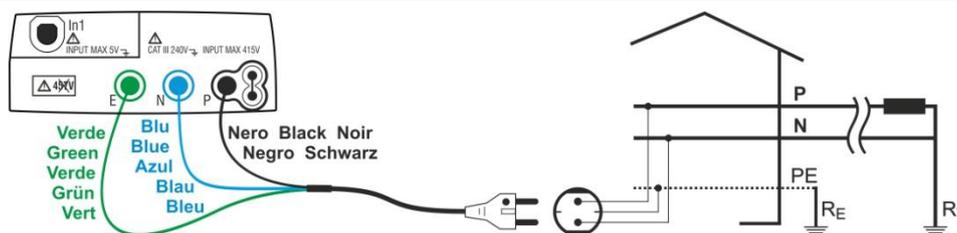


Fig. 15: Medição da impedância da linha fase – neutro ou da impedância do circuito de defeito em instalações monofásicas ou bifásicas 230V através da ficha shuko

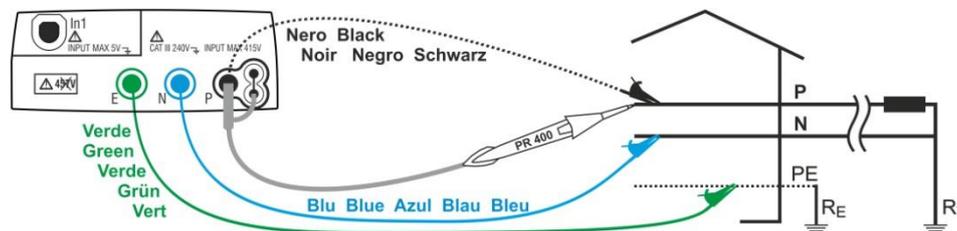


Fig. 16: Medição da impedância da linha fase – neutro ou da impedância do circuito de defeito em instalações monofásicas ou bifásicas 230V através de cabos individuais e ponteira remota

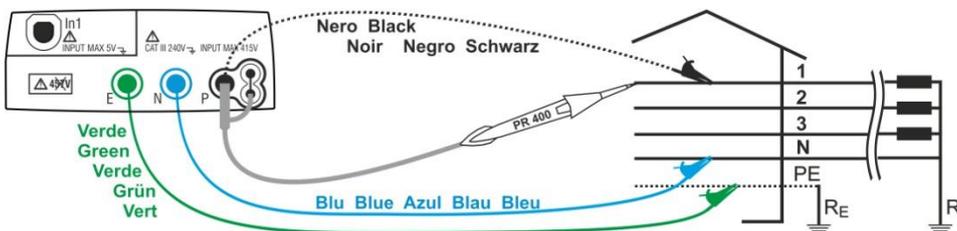


Fig. 17: Medição da impedância da linha fase – neutro ou da impedância do circuito de defeito em instalações trifásicas 400V + N + PE através de cabos individuais e ponteira remota

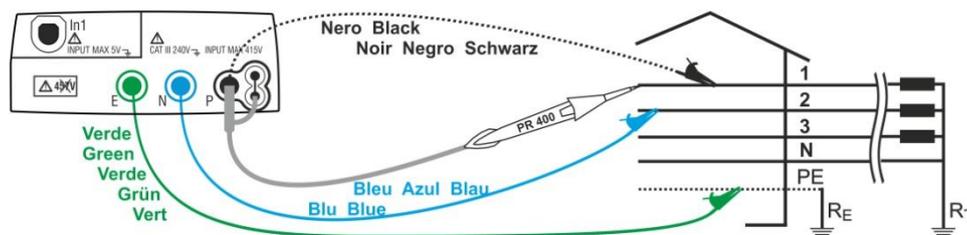


Fig. 18: Medição da impedância da linha fase – fase em instalações trifásicas 400V + N + PE através de cabos individuais e ponteira remota

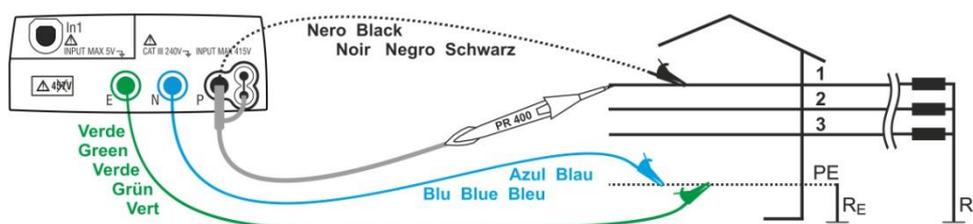
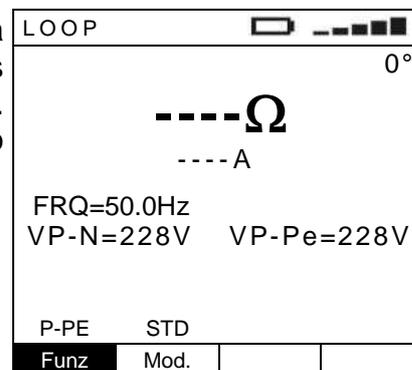


Fig. 19: Medição da impedância do circuito de defeito em instalações trifásicas 400V + PE (sem N) através de cabos individuais e ponteira remota

1.



Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **LOOP** do menu principal utilizando os botões “seta” (\blacktriangle , \blacktriangledown) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



2.



Utilizar os botões \blacktriangleleft \blacktriangleright para seleccionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões \blacktriangle , \blacktriangledown para alterar o valor do referido parâmetro. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

Funz Este botão virtual permite definir a modalidade de teste entre as seguintes opções: **P-N, P-P, P-PE**

UL Este botão virtual, ativo apenas na modalidade P-PE para sistemas IT (§ 5.2.5), permite definir o valor limite para a tensão de contacto. Estão disponíveis os seguintes valores: **50V, 25V**

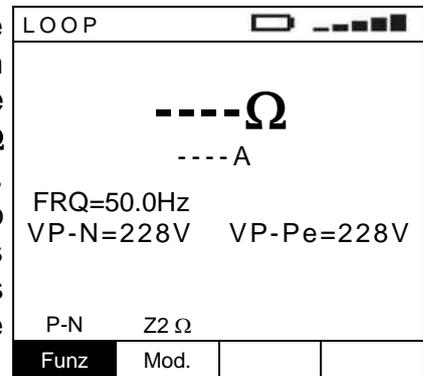
Mod. Este botão virtual, presente em todas as modalidades exceto P-PE para sistemas IT (§ 5.2.5), permite definir a modalidade de teste entre as seguintes opções: **STD, Z2Ω**

ICAL Este botão virtual, ativo apenas quando, com o botão Mod., é seleccionada a opção **Z2Ω**, permite a seleção da corrente provável de curto-circuito ou de defeito que é apresentada. Estão disponíveis os seguintes valores: **IkMax3Ph, IkMin3Ph, IkMax2Ph, IkMin2Ph, IkMaxP-N, IkMinP-N, IkMaxP-PE, IkMinP-PE, IkSTD**

RMT Selecionando este botão virtual, ativo apenas quando, com o botão Mod., é selecionada a opção Z2Ω, o instrumento apresenta o número de série, a versão firmware e a data de calibração do acessório IMP57 ligado através do cabo ótico-série

3. Desligar, quando possível, todas as cargas ligadas a jusante do ponto de medição visto que a impedância dos referidos utilizadores poderá influenciar os resultados do teste.

4. Através o botão virtual Mod. definir a modalidade de teste STD. Quando se pretende efetuar medições com resolução elevada, recomendadas na proximidade de transformadores MT/BT, aconselha-se a modalidade Z2Ω que pressupõe a utilização do acessório opcional IMP57. Ao selecionar a modalidade Z2Ω, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Através do cabo ótico série ligar o acessório IMP57 e efetuar as medições conforme o descrito no seu manual de instruções.



5. Inserir os conectores verde, azul e preto do cabo shuko com três terminais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento E, N, P. Como alternativa, utilizar os cabos individuais e inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos. Eventualmente, utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P. Ligar a ficha shuko, os crocodilos ou a ponteira remota à rede elétrica de acordo com as Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18 e Fig. 19.

6.5.1. Modalidade P-N

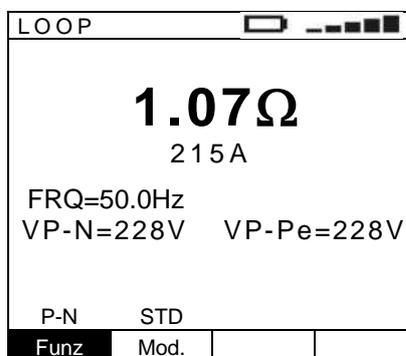
6.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.



ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

7. No final do teste e nos casos em que a impedância medida é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



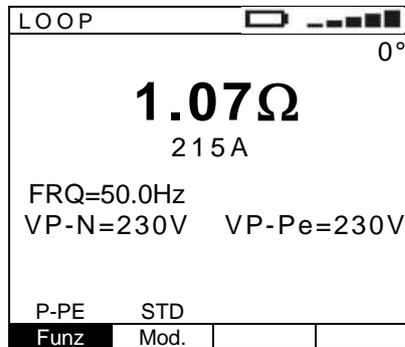
Impedância medida
Corrente de curto-circuito provável
Tensões P-N e P-PE medidas

ATENÇÃO



A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar, os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

7. No final do teste e nos casos em que a impedância medida é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Indicação do teste a 0° ou 180°

Impedância medida

Corrente de curto-circuito provável

Tensões P-N e P-PE medidas

8. A corrente de defeito é calculada aplicando a seguinte fórmula: $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$

onde: Z_{PE} é a impedância do circuito de defeito medida

U_N é a tensão fase – terra nominal

$$U_N = 127V \text{ se } V_{P-PE \text{ mis}} \leq 150V$$

$$U_N = 230V \text{ ou } U_N = 240V \text{ (§ 5.2.3) se } V_{P-PE \text{ mis}} > 150V$$

9. Nos sistemas TT o valor da impedância do circuito de defeito é sempre maior que a resistência de terra e assume o nome de resistência total de terra. Portanto, de acordo com o especificado pela CEI 64-8, o valor da impedância do circuito de defeito medido pode ser assumido como o valor da resistência de terra da instalação em exame.

10. As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.5.4. Modalidade P-PE em sistemas IT

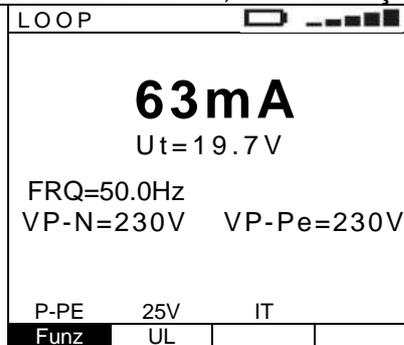
6.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão START na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.



ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

7. No final do teste e nos casos em que a tensão de contacto é inferior ao limite definido, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado



Corrente da primeira avaria

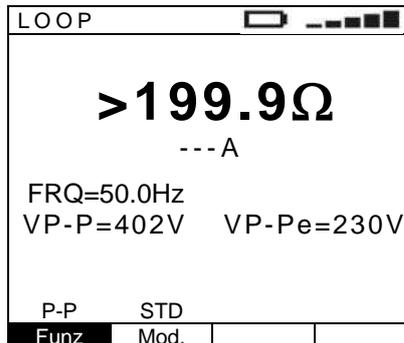
Tensão de contacto medida

Tensões P-N e P-PE medidas

8.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.5.5. Situações anómalas

1. No final do teste e nos casos em que a impedância medida é superior ao fundo da escala, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

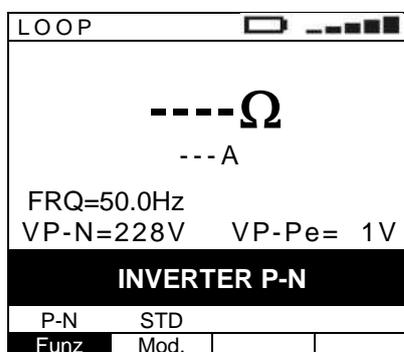


Impedância medida maior que o fundo da escala

Tensões P-P e P-PE medidas

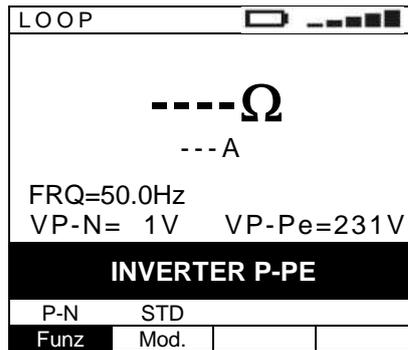
2.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

3. Quando é detetada uma troca entre os terminais de fase e neutro, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Rodar a ficha shuko ou verificar a ligação dos cabos de medida.



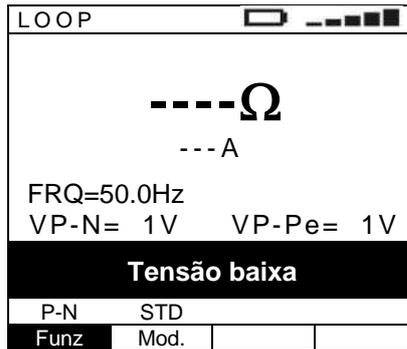
Os condutores de fase e neutro estão trocados entre si
--

4. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida



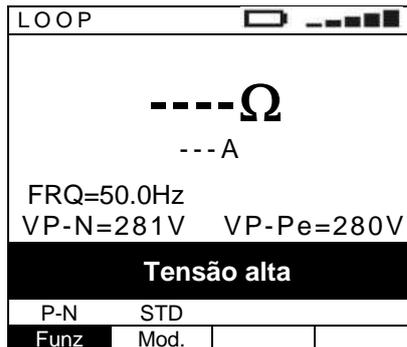
Os condutores de fase e terra estão trocados entre si

5. Quando é detetada uma tensão fase–neutro e fase–terra inferior ao limite mínimo o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste, apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se a instalação em exame está a ser alimentada.



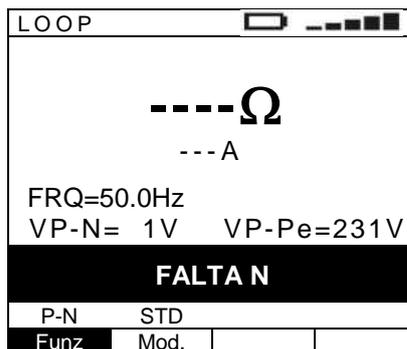
Tensão insuficiente

6. Quando é detetada uma tensão fase–neutro ou fase–terra superior ao limite máximo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.



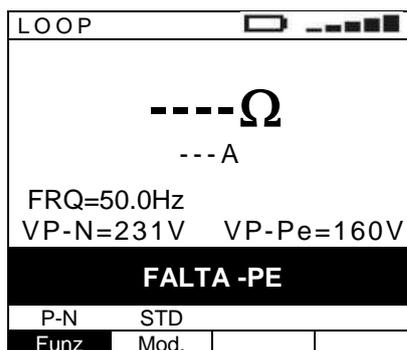
Tensão muito elevada

7. Quando é detetada uma tensão fase–neutro inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação do cabo de neutro.



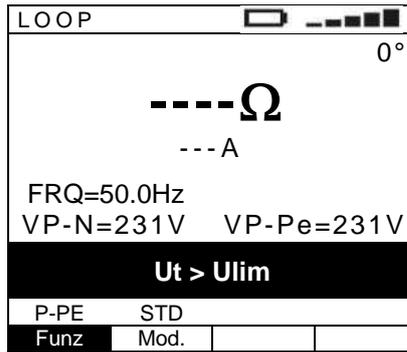
Ligação do condutor de neutro ausente

8. Quando é detetada uma resistência de terra tão elevada capaz de manter ausente o condutor de proteção ou a referida instalação de terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.



Condutor de proteção e/ou instalação de terra não eficientes

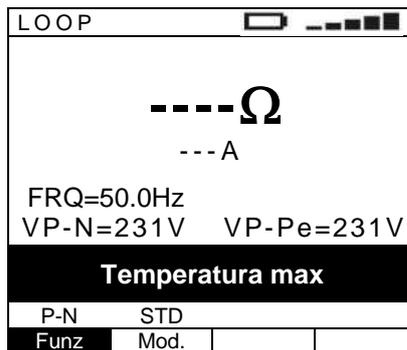
9. Quando, na modalidade P-PE, é detetada uma resistência de terra tal que, ao efetuar o teste, na instalação em exame se localiza uma tensão de contacto superior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o



Tensão de contacto perigosa

teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.

10. Quando, após uma sequência de testes, o instrumento sobreaquece é apresentado um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Antes de efetuar mais testes, esperar que essa mensagem desapareça.



Instrumento sobreaquecido

11.



As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis.

6.6. RA: MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA TOTAL DE TERRA NA TOMADA

Esta função é efetuada segundo as normas CEI 64-8 612.6.3, IEC / EN61557-6 e permite a medição da impedância do circuito de defeito, comparável à resistência total de terra em instalações TT. Só está disponível uma modalidade de funcionamento.



ATENÇÃO

A medição da resistência total de terra implica a circulação de uma corrente entre fase e terra de acordo com as características técnicas do instrumento (11.1). Isto poderá provocar o disparo de eventuais proteções com correntes de disparo inferiores.

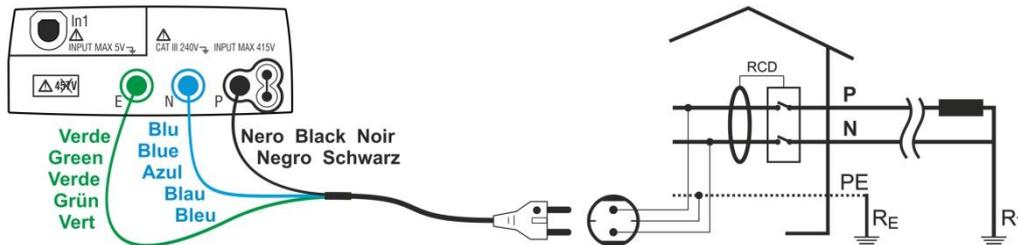


Fig. 20: Medição da resistência total de terra em instalações monofásicas ou bifásicas 230V através de uma ficha shuko

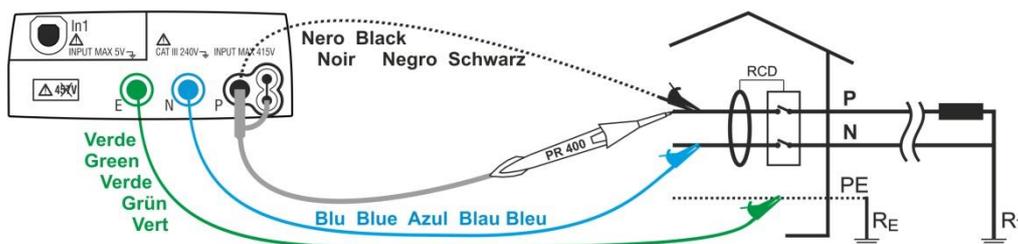


Fig. 21: Medição da resistência total de terra em instalações monofásicas ou bifásicas 230V através de uma ficha shuko

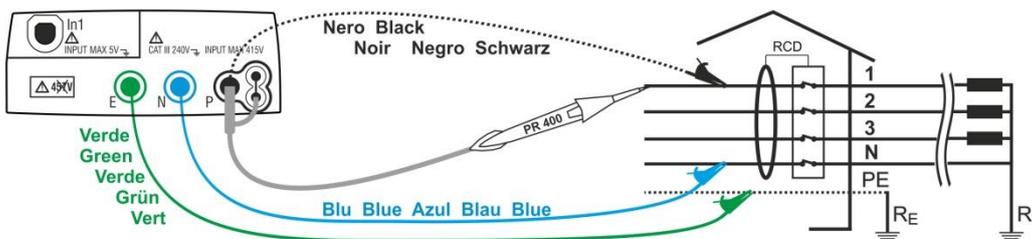


Fig. 22: Medição da resistência total de terra em instalações trifásicas 400V + N + PE através de cabos individuais e ponteira remota

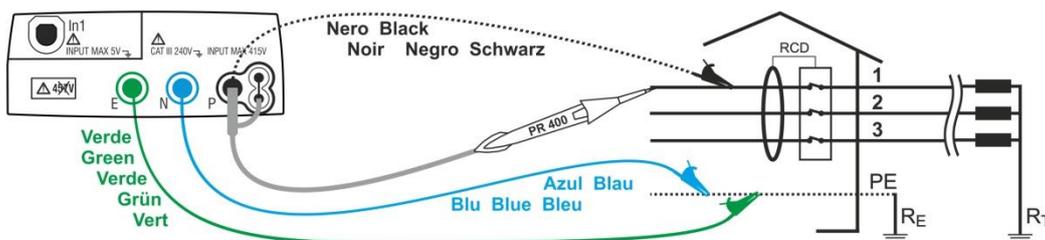
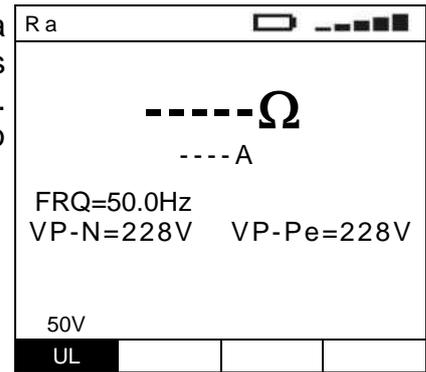


Fig. 23: Medição da resistência total de terra em instalações trifásicas 400V + PE (sem N) através de cabos individuais e ponteira remota

- 

Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **Ra** do menu principal utilizando os botões “seta” (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



- 

Utilizar os botões **▲**, **▼** para definir o valor limite para a tensão de contacto. Estão disponíveis os seguintes valores: **50V**, **25V**.
Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.
- Desligar, quando possível, todas as cargas ligadas a jusante do ponto de medida visto que a impedância dos referidos utilizadores poderá influenciar os resultados do teste.
- Inserir os conectores verde, azul e preto do cabo shuko com três terminais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento E, N, P. Como alternativa, utilizar os cabos individuais e inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos. Eventualmente, utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P. Ligar a ficha shuko, os crocodilos ou a ponteira remota à rede elétrica de acordo com as Fig. 20, Fig. 21, Fig. 22 e Fig. 23.
- 

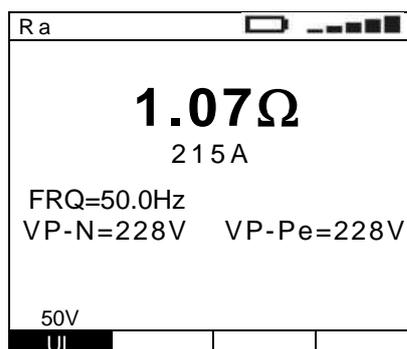
Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão **START** na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.

ATENÇÃO



A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar, os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

- No final do teste e nos casos em que a impedância medida é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Impedância medida
Corrente de curto-circuito provável
Tensões P-N e P-PE medidas

7. A corrente do circuito de defeito é calculada aplicando a seguinte fórmula: $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$

onde: Z_{PE} é a impedância do circuito de defeito medida

U_N é a tensão fase – terra nominal

$$U_N = 127V \text{ se } V_{P-PE \text{ mis}} \leq 150V$$

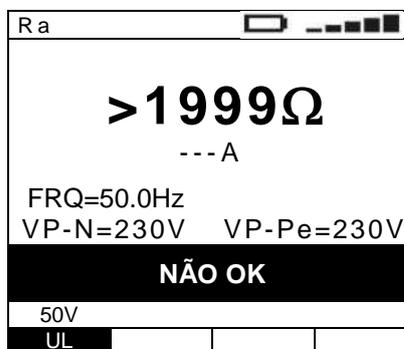
$$U_N = 230V \text{ ou } U_N = 240V \text{ (§ 5.2.3) se } V_{P-PE \text{ mis}} > 150V$$

8. Nos sistemas TT, o valor da impedância do circuito de defeito é sempre maior que a resistência de terra e assume o nome de resistência total de terra. Portanto, de acordo com o especificado pela CEI 64-8, o valor da impedância do circuito de defeito medido pode ser assumido como o valor da resistência de terra da instalação em exame.

9.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e, de seguida, o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.6.1. Situações anómalas

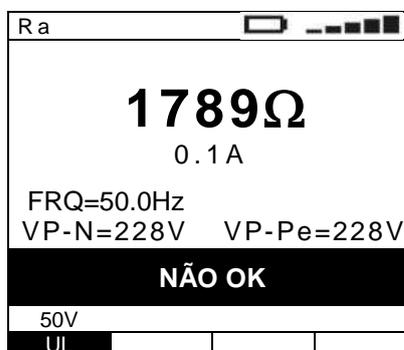
1. No final do teste e nos casos em que a impedância medida é superior ao fundo da escala, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Impedância medida maior que o fundo da escala

Tensões P-N e P-PE medidas

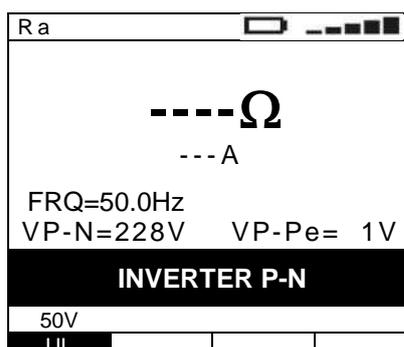
2. No final do teste e nos casos em que a impedância medida é superior ao valor limite calculado como $U_{LIM}/30mA$ (1666Ω@ $U_{LIM}=50V$, 833Ω@ $U_{LIM}=25V$), o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



A impedância medida é superior ao valor limite

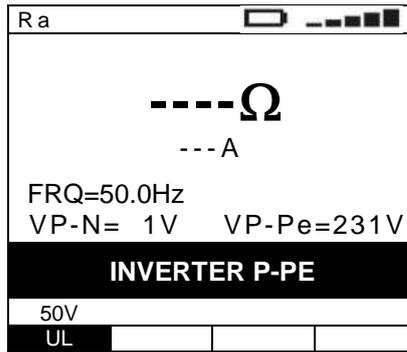
3.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e, de seguida, o botão **ENTER** (§ 8.1)

4. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e neutro, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Rodar a ficha shuko ou verificar a ligação dos cabos de medida.



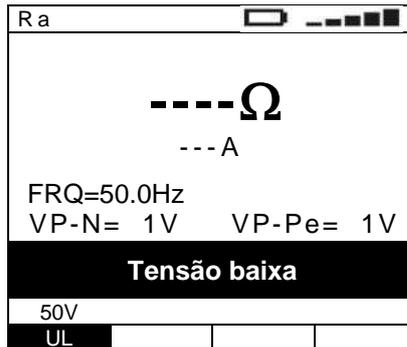
Os condutores de fase e neutro estão trocados entre si

5. Quando é detetada a troca entre os terminais de fase e terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.



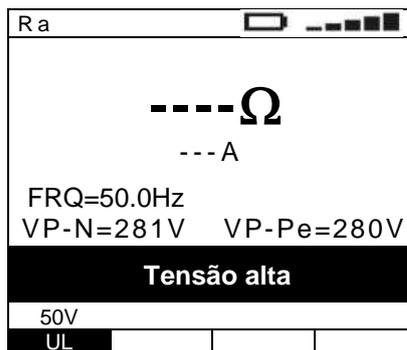
Os condutores de fase e terra estão trocados entre si

6. Quando é detetada uma tensão fase–neutro e fase–terra inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se a instalação em exame está a ser alimentada.



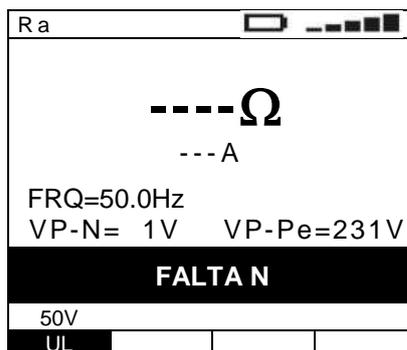
Tensão insuficiente

7. Quando é detetada uma tensão fase–neutro ou fase–terra superior ao limite máximo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação dos cabos de medida.



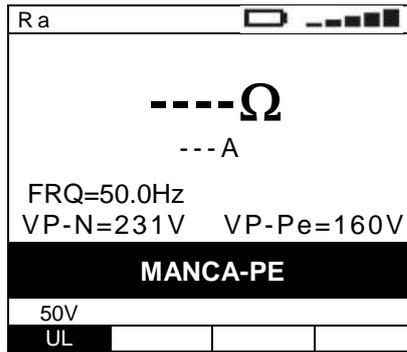
Tensão muito elevada

8. Quando é detetada uma tensão fase–neutro inferior ao limite mínimo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a ligação do cabo do neutro.



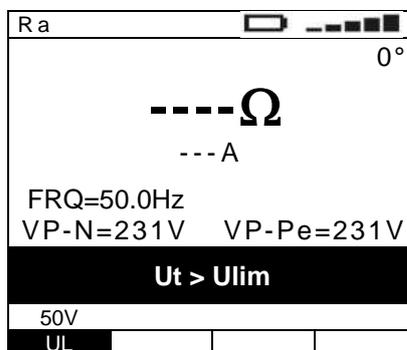
Ligação do condutor do neutro ausente

9. Quando é detetada uma resistência de terra tão elevada capaz de manter ausente o condutor de proteção ou a referida instalação de terra, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.



Condutor de proteção e/ou instalação de terra não eficientes

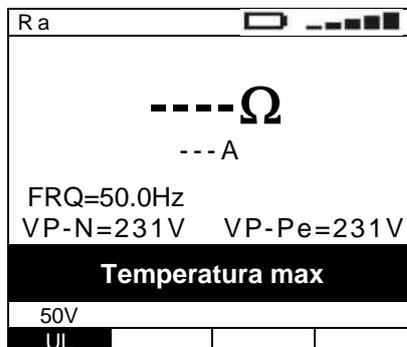
10. Quando é detetada uma resistência de terra tal que, ao efetuar o teste na instalação em exame, se localiza uma tensão de contacto superior ao limite definido, o instrumento emite um sinal acústico prolongado, não efetua o teste e apresenta um ecrã



Tensão de contacto perigosa

idêntico ao mostrado ao lado. Verificar a eficiência do condutor de proteção e da instalação de terra.

11. Quando, após uma sequência de testes, o instrumento sobreaquece é apresentado um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Antes de efetuar mais testes, esperar que essa mensagem desapareça.



Instrumento sobreaquecido

12.



As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis.

6.7. 123: VERIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DAS FASES

Esta função é efetuada segundo as normas IEC / EN61557-7 e permite a verificação da sequência das fases e da concordância de fase por contacto direto com partes sob tensão (não em cabos com bainha isolante). Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **1T** medição efetuada com um terminal
- **2T** medição efetuada com dois terminais.

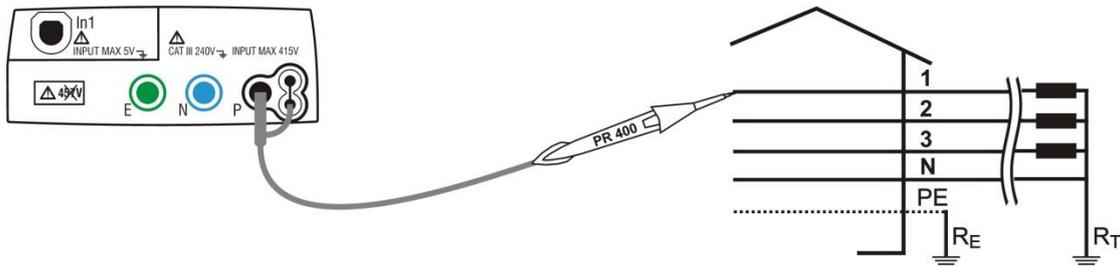


Fig. 24: Verificação da sequência das fases com um terminal, ligação fase 1

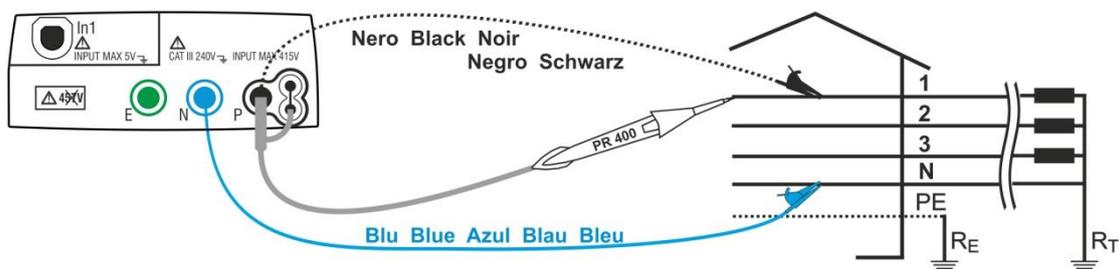
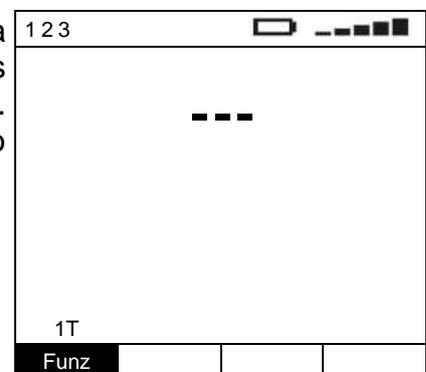


Fig. 25: Verificação da sequência das fases com dois terminais, ligação fase 1

1.  Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **123** do menu principal utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



2.  Utilizar os botões ▲, ▼ para definir a modalidade de funcionamento. Estão disponíveis os seguintes valores: **1T, 2T**. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**
3. Inserir os conectores azul e preto dos cabos individuais nos correspondentes terminais de entrada do instrumento N, P. Inserir nas extremidades livres os correspondentes crocodilos ou ponteiras. Eventualmente utilizar a ponteira remota inserindo o conector multipolar no terminal de entrada P. Ligar os crocodilos, ponteiras ou a ponteira remota à rede elétrica de acordo com as Fig. 24 e Fig. 25.

4.  Premir o botão **GO/STOP** no instrumento ou o botão START na ponteira remota. O instrumento inicia a medição.



ATENÇÃO

A visualização da mensagem “**Medição... (Misura...)**” indica que o instrumento está a executar o teste. Durante toda esta fase não retirar os terminais de medida do instrumento, da instalação em exame.

5. O instrumento coloca-se na condição de espera, apresentando o ecrã mostrado ao lado até que os terminais de medida detetem uma tensão superior ao limite mínimo.



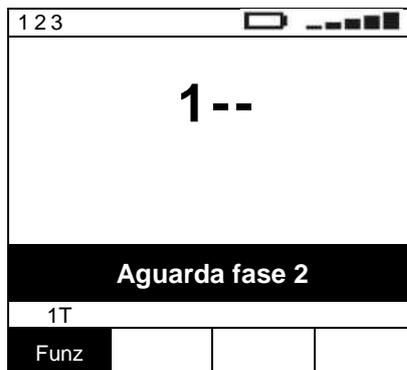
Aguardando pela fase 1

6. Logo que o instrumento deteta uma tensão superior ao limite mínimo, apresenta o ecrã mostrado ao lado e inicia a aquisição da primeira fase. É emitido um sinal acústico prolongado enquanto existe tensão na entrada.



Aquisição da 1ª fase

7. Uma vez completada a aquisição da primeira fase, o instrumento coloca-se na condição de espera, apresentando o ecrã mostrado ao lado até que os terminais de medida detetem uma nova tensão cujo valor seja superior ao limite mínimo.



Esperando pela 2ª fase

8. Ligar o crocodilo ou a ponteira preta, ou a ponteira remota à segunda fase da rede elétrica em exame de acordo com as Fig. 26 e Fig. 27.

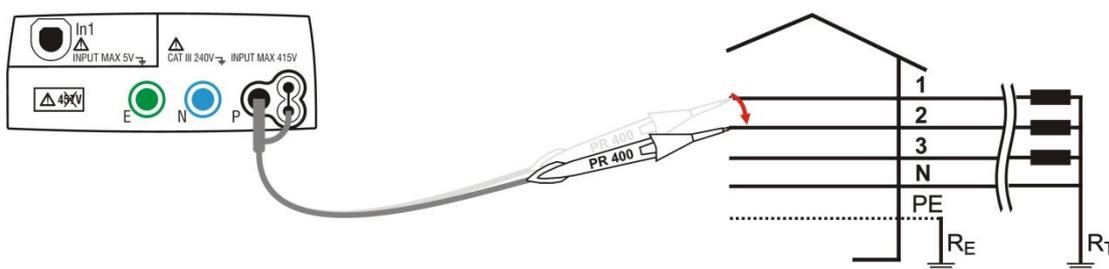


Fig. 26: Verificação da sequência das fases com um terminal, ligação fase 2

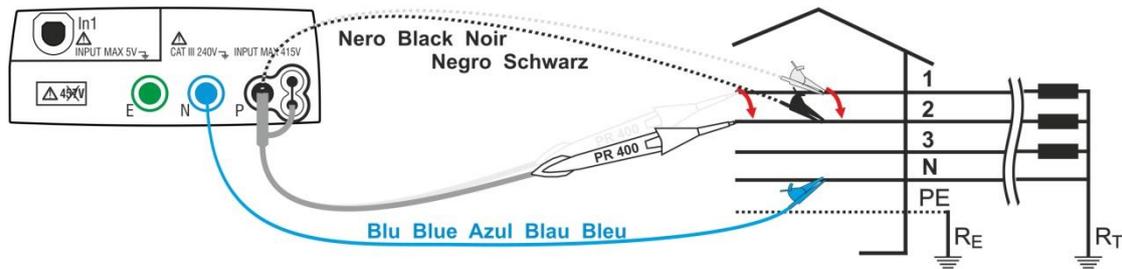


Fig. 27: Verificação da sequência das fases com dois terminais, ligação fase 2

9. Logo que o instrumento deteta uma tensão superior ao limite mínimo, apresenta o ecrã mostrado ao lado e inicia a aquisição da segunda fase. É emitido um sinal acústico prolongado enquanto existe tensão na entrada.



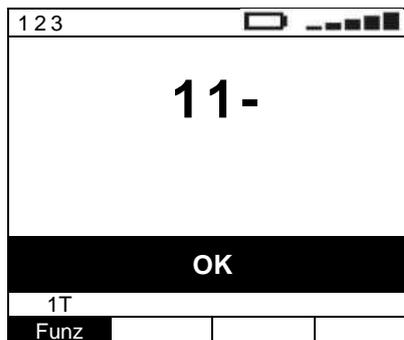
Aquisição da segunda fase

10. No final do teste e nos casos em que a sequência detetada está correta, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Sequência detetada correta

11. No final do teste e nos casos em que as duas tensões detetadas estão em fase, o instrumento emite um duplo sinal acústico e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

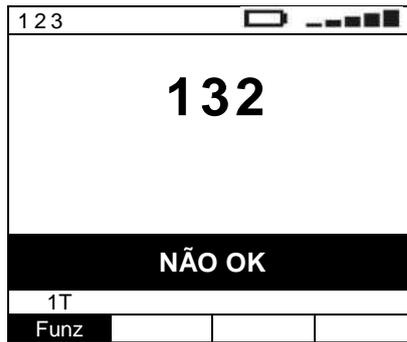


Concordância de fase

12.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.7.1. Situações anómalas

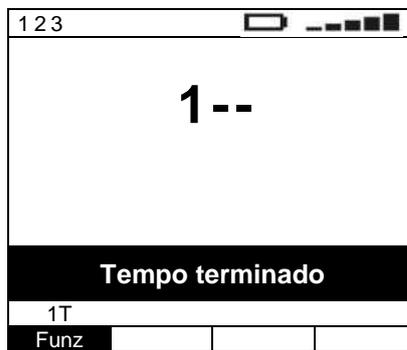
1. No final do teste e nos casos em que a sequência detetada não está correta, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



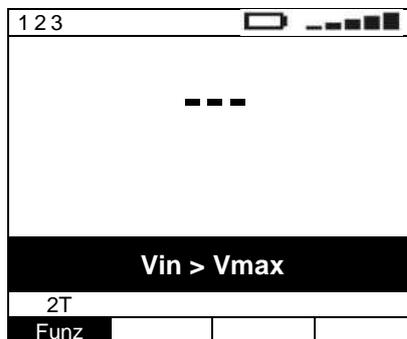
Sequência detetada incorreta

2.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

3. Quando, entre o início do teste e a aquisição da primeira tensão, ou entre as aquisições da primeira e da segunda tensão, decorreu um tempo superior ao limite, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



4. Quando é detetada uma tensão na entrada superior ao limite máximo, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



5.  As situações anómalas acima apresentadas não são memorizáveis.

6.8. AUX: MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS ATRAVÉS DE SONDAS EXTERNAS

Esta função permite, através da utilização de transdutores externos, a medição dos seguintes parâmetros ambientais:

- **AIR** velocidade do ar através do transdutor anemométrico
- **RH** humidade do ar através do transdutor higrométrico
- **TMP °F** temperatura do ar em graus Fahrenheit através do transdutor termométrico
- **TMP °C** temperatura do ar em graus centígrados através do transdutor termométrico
- **Lux** iluminação através do transdutor luximétrico
- **VOLT** tensão na entrada (sem aplicar qualquer constante de transdução)

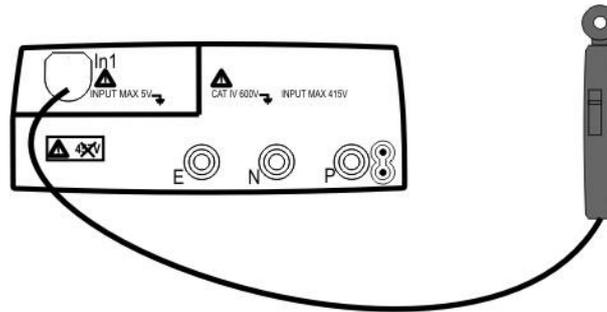
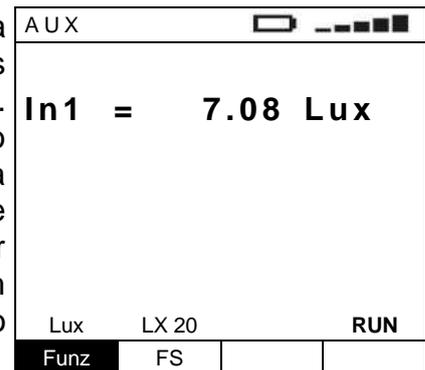


Fig. 28: Medição dos parâmetros ambientais através de transdutor externo

1.  Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **AUX** do menu principal utilizando os botões “seta” (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Com exceção da modalidade dB, o instrumento mede e apresenta no display, em tempo real, o valor instantâneo do parâmetro na entrada. Em baixo à direita do display aparece a inscrição **RUN**



2.  Utilizar os botões **◀ ▶** para seleccionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões **▲, ▼** para alterar o valor do referido parâmetro. **Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.**

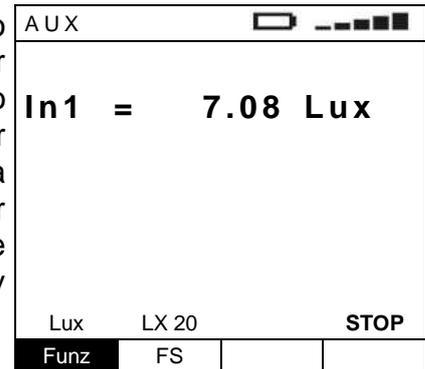
Funz Este botão virtual permite configurar o parâmetro ambiental para medir entre as seguintes opções: **AIR, RH, TMP °F, TMP °C, Lux, VOLT**

FS Este botão virtual, ativo apenas na modalidade Lux, permite definir o fundo da escala do transdutor em uso. Estão disponíveis os seguintes valores: **20, 2k, 20k.**

6.8.1. Modalidade AIR, RH, TMP °F, TMP °C, Lux

3. Inserir na entrada auxiliar In1 o transdutor necessário para a medição pretendida

4.  Premir o botão **GO/STOP**, o instrumento termina a atualização da visualização do valor medido e apresenta a inscrição **STOP** no canto inferior direito do display. Premir novamente o mesmo botão para reiniciar a medição e visualizar, em tempo real, o valor instantâneo do parâmetro na entrada. Neste caso, no canto inferior direito do display aparece a inscrição **RUN**.



5.  As medições são memorizáveis, tanto na modalidade RUN como na modalidade STOP, pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.8.2. Situações anómalas

1. Nas modalidades AIR, RH, TMP °F, TMP °C, Lux ou VOLT, quando o instrumento deteta um valor na entrada superior ao fundo da escala apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se os fundos de escala selecionados no instrumento e no transdutor coincidem.



Valor detetado superior ao fundo da escala do instrumento

2.  As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e, de seguida, o botão **ENTER** (§ 8.1)

3.  A situação anómala acima indicada não é memorizável.

6.9. LEAK: MEDIÇÃO DA CORRENTE DE FUGA ATRAVÉS DA PINÇA EXTERNA

Esta função permite, através da utilização de uma pinça externa, a medição da corrente de fuga.

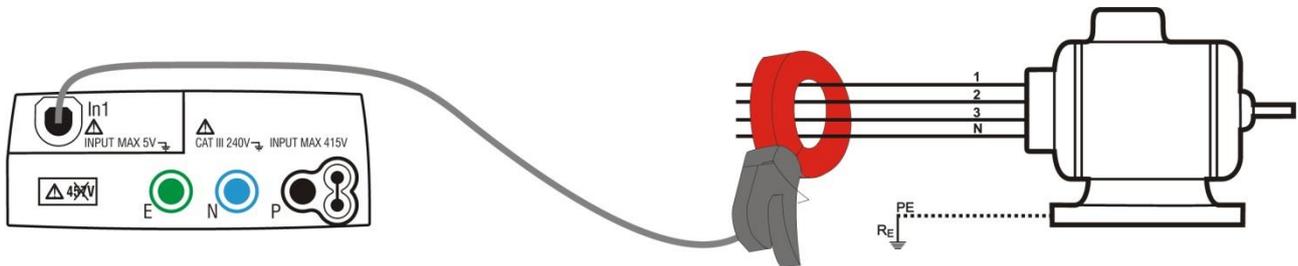


Fig. 29: Medição indireta da corrente de fuga em instalações trifásicas

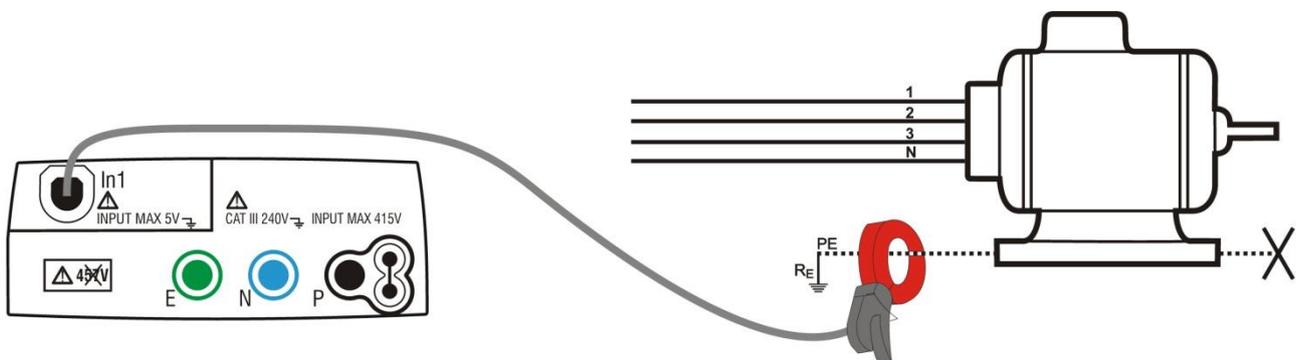


Fig. 30: Medição direta da corrente de fuga em instalações trifásicas

- 

Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **LEAK** do menu principal utilizando os botões “seta” (\blacktriangle , \blacktriangledown) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mede em tempo real e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado com o valor instantâneo do parâmetro na entrada e, em baixo à direita, a inscrição **RUN**.

LEAK		[ícone de bateria]	
I	=	00.0	A
I _{max}	=	00.0	A
100A			RUN
FS			
- 

Utilizar os botões \blacktriangle , \blacktriangledown para definir o valor do fundo de escala da pinça utilizada. Estão disponíveis os seguintes valores: **1A, 10A, 30A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A**. O valor definido é mantido mesmo na função PWR (§ 7.1).
Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.
- Ligar a pinça externa à entrada In1 do instrumento
- Para medições indiretas da corrente de fuga, ligar a pinça externa de acordo com a Fig. 29. Para medições diretas da corrente de fuga ligar a pinça de acordo com a Fig. 30 e desligar as eventuais ligações adicionais de terra que poderão influenciar os resultados do teste

ATENÇÃO

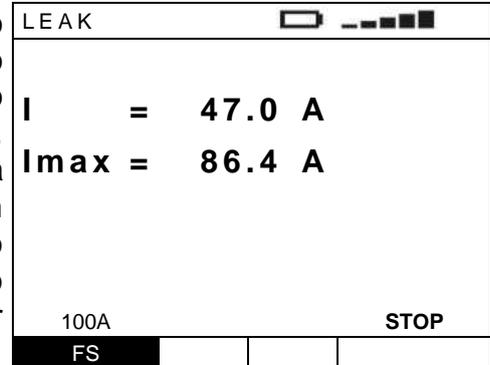


Eventuais ligações adicionais de terra podem influenciar o valor medido. Pela dificuldade desta medição e, às vezes, pela dificuldade de remoção das pinças, aconselha-se a efetuar a medição por via indireta.

5.



Premir o botão **GO/STOP**, o instrumento termina a atualização da visualização do valor medido e apresenta a inscrição **STOP** no canto inferior direito do display. Premir novamente o mesmo botão para reiniciar a medição e visualização, em tempo real, do valor instantâneo do parâmetro na entrada. Neste caso, o instrumento apresenta, no canto inferior direito do display, a inscrição **RUN**.



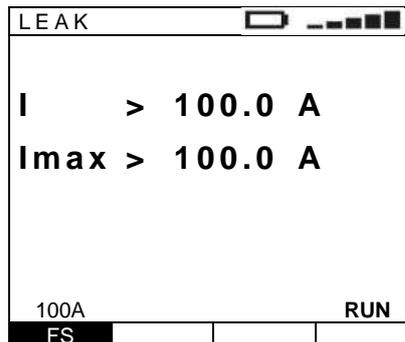
6.



As medições são memorizáveis, tanto na modalidade **RUN** como na modalidade **STOP**, pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

6.9.1. Situações anómalas

1. Quando é detetado um valor na entrada superior ao fundo de escala, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se os fundos de escala selecionados no instrumento e no transdutor coincidem.



Valor detetado superior ao fundo de escala do instrumento

2.



As medições são guardadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

7. ANÁLISE DE REDES

7.1. PWR: MEDIÇÃO, EM TEMPO REAL, DOS PARÂMETROS DA REDE

Esta função permite a medição da tensão da rede e dos respetivos harmónicos. Através da utilização de uma pinça externa também é possível medir a corrente e os respetivos harmónicos e também outros parâmetros elétricos, tais como, potência, fator de potência, etc. Estão disponíveis as seguintes modalidades de funcionamento:

- **PAR** medição de parâmetros elétricos tais como: corrente, tensão, potência, fator de potência, etc.
- **HRM V** medição dos harmónicos de tensão
- **HRM I** medição dos harmónicos de corrente

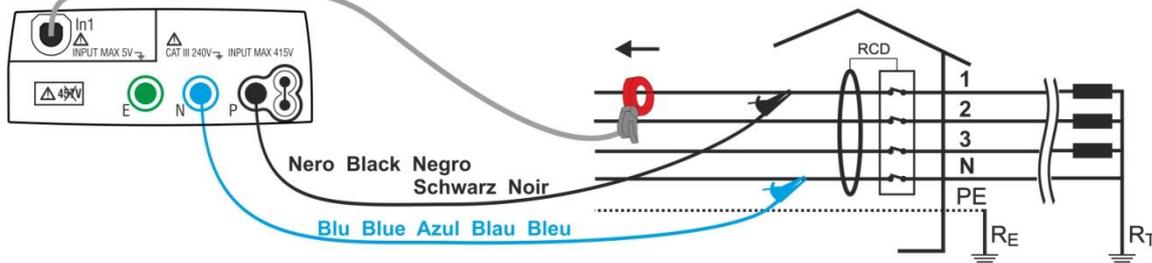


Fig. 31: Med. dos parâmetros da rede em instalações monofásicas, bifásicas ou trifásicas

1.



Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **PWR** do menu principal utilizando os botões “seta” (▲, ▼) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mede em tempo real e apresenta num ecrã idêntico ao mostrado ao lado, o valor instantâneo dos parâmetros na entrada, e em baixo à direita do display a inscrição **RUN**.

PWR		[Ícone de bateria]	
V	=	230.8	V
I	=	27.2	A
f	=	50.0	Hz
P	=	5.09	kW
S	=	6.28	kVA
Q	=	2.14	kVAR
pf	=	0.94	i
dpf	=	0.94	i
PAR	100A	4005	RUN
Funz	FS	Tipo	

2.



Utilizar os botões ◀ ▶ para selecionar o parâmetro de teste cujo valor se pretende mudar e os botões ▲, ▼ para alterar o valor do referido parâmetro.

Não se deve confirmar com ENTER a escolha efetuada.

Funz

Este botão virtual permite definir a modalidade de teste entre as seguintes opções: **PAR, HRM V, HRM I**

FS

Este botão virtual, ativo apenas na modalidade PAR, permite definir o valor do fundo de escala da pinça utilizada entre os valores: **1A, 10A, 30A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A**. Este valor também é mantido na função LEAK (§ 6.9). Só para o FS = 100A é possível selecionar o modelo de pinça utilizada: Tipo = “4005” (→HT4005) ou “STD” (→Pinça Standard).

PAG

Este botão virtual, presente nas modalidades HRM V e HRM I, permite percorrer o histograma dos harmónicos, janela a janela. Estão disponíveis as seguintes opções: **h02÷h08, h09÷h15, h16÷h22, h23÷h29, h30÷h36, h37÷h43, h44÷h50**

hxx

Este botão virtual, presente nas modalidades HRM V e HRM I, permite aumentar ou diminuir a ordem do harmônico do qual se apresenta o valor.

3. Ligar a pinça externa à entrada In1 do instrumento
4. Ligar a pinça externa e as sondas voltimétricas de acordo com a Fig. 31. A “seta” presente na pinça deve seguir o sentido em que flui a potência, por ex., do gerador para a carga.

7.1.1. Modalidade PAR

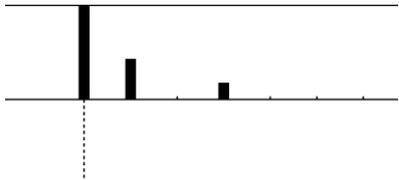
5.  Premir o botão **GO/STOP**. O instrumento pára a atualização da visualização dos valores medidos e apresenta a inscrição **STOP** no canto inferior direito do display. Premir novamente o mesmo botão para reiniciar a medição e visualização, em tempo real, dos valores instantâneos dos parâmetros na entrada. Neste caso, o instrumento apresenta a inscrição **RUN** no canto inferior direito do display.

PWR					
V	=	230.8	V		
I	=	27.2	A		
f	=	50.0	Hz		
P	=	5.09	kW		
Q	=	2.14	kVAR		
S	=	6.28	kVA		
pf	=	0.94	i		
dpf	=	0.94	i		
PAR	100A	4005	STOP		
Funz	FS	TIPO			

6.  As medições são memorizáveis, tanto na modalidade RUN como na modalidade STOP, pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e, de seguida, o botão **ENTER** (§ 8.1)

7.1.2. Modalidades HRM V e HRM I

7.  Premir o botão **GO/STOP**. O instrumento pára a atualização da visualização do valor medido e apresenta a inscrição **STOP** no canto inferior direito do display. Premir novamente o mesmo botão para reiniciar a medição e visualização, em tempo real, dos valores instantâneos dos parâmetros na entrada. Neste caso, o instrumento apresenta a inscrição **RUN** no canto inferior direito do display.

PWR					
					
		h02	=	10.0	%
		thdV	=	11.5	%
HRM V	↑↓	↑↓		STOP	
Funz	PAG	hxx			

7.  As medições são memorizáveis, tanto na modalidade RUN como na modalidade STOP, pressionando duas vezes o botão **SAVE** ou pressionando o botão **SAVE** e de seguida o botão **ENTER** (§ 8.1)

8. GESTÃO DA MEMÓRIA

8.1. GUARDAR AS MEDIÇÕES

1. À primeira pressão do botão **SAVE**, tal como o descrito nos parágrafos respetivos das várias medições, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Primeiro espaço da memória disponível (último guardado + 1)

Último valor atribuído ao parâmetro P

Último valor atribuído ao parâmetro L

2. Os parâmetros P (posição) e L (local) podem estar associados a uma medição para ajudar o operador a identificar o ponto onde ela foi efetuada. O valor destes parâmetros é configurável de 001 a 255 independentemente do espaço da memória.
3. Não é possível definir o espaço da memória onde é memorizada a medição. O instrumento utiliza sempre o primeiro espaço disponível, ou seja, o imediatamente a seguir ao último utilizado.
4.  Utilizar os botões ◀ ▶ para selecionar o parâmetro cujo valor se pretende mudar e os botões ▲, ▼ para alterar o valor do referido parâmetro.

Como alternativa:



5. ou



Premir o botão **ENTER** ou o botão **SAVE** para guardar a medição. O instrumento emite um duplo sinal acústico para confirmar a operação.

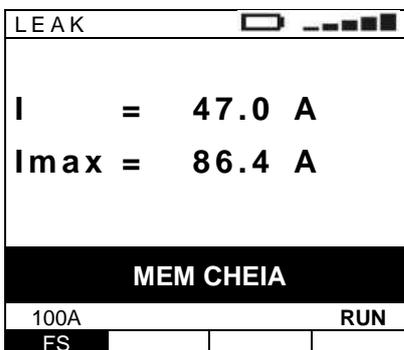
Ou:



5. Premir o botão **ESC** para sair sem guardar

8.1.1. Situações anómalas

1. Quando o espaço em memória está cheio, ou seja, já guardou o número máximo de medições, e se tente guardar uma outra medição, o instrumento emite um sinal acústico prolongado e apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.



Já foi utilizada toda a memória do instrumento

8.2. MEDIÇÕES MEMORIZADAS

- 

Premir o botão **MENU**, colocar o cursor na opção **MEM** do menu principal utilizando os botões “seta” (**▲**, **▼**) e confirmar com **ENTER**. O instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado onde são listados:

 - MEM o espaço de memória ocupado
 - TIPO o tipo de medição efetuado
 - P o valor do parâmetro (posição)
 - L o valor do parâmetro (local)

As medições são listadas por célula de memória e, portanto, por ordem cronológica. Além disso, é apresentado o número das células de memória utilizadas e o número de espaços disponíveis.

MEM			
MEM	TIPO	P	L
001	LOW Ω	110	096
002	LOW Ω	110	096
003	LOW Ω	110	096
004	LOW Ω	110	096
005	LOW Ω	110	096
006	LOW Ω	110	096
007	LOW Ω	110	096
TOT:392		LIBERA:108	
↑↓		↑↓ TOT	
REC	PAG	CANC	

- 

Utilizar os botões **◀▶** para selecionar o parâmetro cujo valor se pretende alterar e os botões **▲, ▼** para alterar o valor do referido parâmetro.

REC O botão virtual REC percorre, uma a uma, as medições memorizadas permitindo a seleção daquela que se pretende voltar a chamar

PAG O botão virtual PAG percorre as páginas da memória permitindo uma mais rápida seleção da medição que se pretende voltar a chamar

CANC O botão virtual CANC permite apagar a última ou todas as medições na memória. Estão disponíveis as opções: **ULT, TOT**

8.2.1. Voltar a chamar uma medição

- 

Através do botão virtual REC e do botão virtual PAG pode-se selecionar a medição que se pretende visualizar e depois premir o botão **ENTER**. O instrumento apresenta o valor guardado e as configurações associadas à medição efetuada.

RCD			
	0°	180°	
x 1/2	>999ms	>999ms	
x 1	28ms	31ms	
x 5	8ms	10ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=228V		VP-Pe=228V	
RCD OK			
AUTO	30mA		50V
Funz	IdN	RCD	UL

- 

Premir o botão **ESC** para voltar à lista das medições memorizadas

- 

Premir o botão **ESC** para voltar ao menu de gestão do instrumento

8.2.2. Apagar a última ou todas as medições

3.  Através do botão virtual CANC selecionar a opção ULT ou TOT de acordo com o que pretende apagar: a última medição ou todas as medições existentes na memória. Depois, premir o botão **ENTER**. O instrumento pede a confirmação da eliminação apresentando um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

CLR			
APAGAR. TUDO? ENTER confirma ESC anula			

Como alternativa:

4.  Premir o botão **ENTER** para confirmar a eliminação das medições. No caso de eliminação de todas as medições, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado.

MEM			
MEM	TIPO	P	L
001	LOW Ω	110	096
002	LOW Ω	110	096
003	LOW Ω	110	096
004	LOW Ω	110	096
005	LOW Ω	110	096
006	LOW Ω	110	096
007	LOW Ω	110	096
TOT:000		LIBERA:500	
↑↓	↑↓	TOT	
REC	PAG	CANC	

Ou:

4.  Premir o botão **ESC** para voltar à lista das medições memorizadas
5.  Premir o botão **ESC** para voltar ao menu de gestão do instrumento

8.2.3. Situações anómalas

1. Quando não existe qualquer medição memorizada e se acede à memória do instrumento, é apresentado um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Nenhum botão está ativo, com exceção do botão ESC para voltar ao menu de gestão do instrumento.

MEM			
MEM	TIPO	P	L
001	LOW Ω	110	096
002	LOW Ω	110	096
003	LOW Ω	110	096
004	LOW Ω	110	096
005	LOW Ω	110	096
006	LOW Ω	110	096
007	LOW Ω	110	096
TOT:000		LIBERA:500	
↑↓	↑↓	TOT	
REC	PAG	CANC	

9. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC

ATENÇÃO



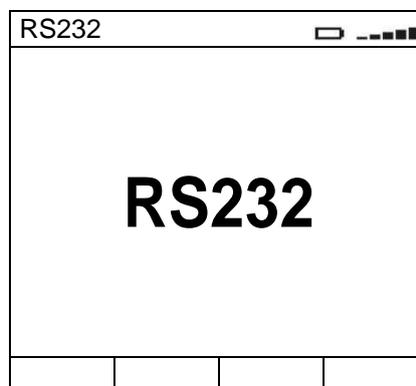
- A conexão entre PC e instrumento é efetuada através do cabo C2006.
- Para efetuar a transferência de dados para um PC é necessário ter instalado anteriormente no PC tanto o software de gestão Topview como o driver do cabo C2006.
- Antes de efetuar a ligação é necessário selecionar no PC a porta utilizada e a taxa de transmissão (baud rate) correta (9600 bps). Para configurar estes parâmetros iniciar o software **TopView** e consultar a ajuda online do programa.
- A porta selecionada não deve ser utilizada por outros dispositivos ou aplicações tais como: rato, modem, etc. Fechar eventualmente processos em execução a partir da função Gestor de Tarefas do Windows
- A porta ótica emite radiações LED invisíveis. Não olhar diretamente com instrumentos óticos. Aparelho LED da classe 1M segundo IEC/EN60825-1

Para transferir os dados memorizados para o PC proceder do seguinte modo:

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligar o instrumento ao PC utilizando o cabo ótico/USB **C2006** fornecido
3. Premir o botão **ESC/MENU** para abrir o menu principal
4. Selecionar com os botões seta (**▲**, **▼**) a opção "**RS232**" para entrar na modalidade de transferência de dados e confirmar com **ENTER**

MENU	
AUTO	: Ra, RCD, MΩ
LOWΩ	: continuidade
MΩ	: isolamento
RCD	: diferenciais
LOOP	: l.c.to circ.
Ra	: res. terra
123	: senso ciclico
AUX	: med. ambient.
LEAK	: l fuga
PWR	: análise redes
SET	: configurações
MEM	: gest. Memória
▶ RS232	: transf. dados

5. O instrumento fornece o seguinte ecrã:



6. Usar os comandos do software TopView para ativar a transferência de dados (consultar a ajuda online do programa)

10. MANUTENÇÃO

10.1. GENERALIDADES

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.

Não utilizar o instrumento em ambientes caracterizados por taxas de humidade ou temperatura elevadas. Não o expor diretamente à luz solar.

Desligar sempre o instrumento após a sua utilização. Quando se prevê não o utilizar durante um período prolongado, retirar a pilha para evitar o derrame de líquidos por parte desta última que podem danificar os circuitos internos do instrumento.

10.2. SUBSTITUIÇÃO DAS PILHAS

Quando no display LCD aparece o símbolo de pilha descarregada (§ 11.3) torna-se necessário substituir as pilhas.



ATENÇÃO

Só técnicos qualificados podem efetuar esta operação. Antes de efetuar esta operação, verificar se foram retirados todos os cabos dos terminais de entrada.

1. Desligar o instrumento pressionando, durante um certo tempo, o respetivo botão
2. Retirar os cabos dos terminais de entrada
3. Desapertar o parafuso de fixação da cobertura do alojamento das pilhas e retirar a referida cobertura.
4. Retirar todas as pilhas do referido alojamento e substituí-las por novas pilhas todas do mesmo tipo (§ 11.3) respeitando as polaridades indicadas
5. Recolocar a cobertura do alojamento das pilhas e fixá-la com o respetivo parafuso.
6. Não dispersar no ambiente as pilhas utilizadas. Usar os respetivos contentores para a reciclagem.

10.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

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

10.4. FIM DE VIDA



ATENÇÃO: Este símbolo indica que o equipamento e os seus acessórios devem ser reciclados separadamente e tratados de modo correto.

11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

A precisão é indicada como: \pm [%leitura + (núm. Dígitos (dgt) * resolução)] a 23°C, <80%RH. Consultar a Tabela 1 para a correspondência entre o modelo e as funções disponíveis.

11.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Continuidade dos condutores de proteção (LOW Ω)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
0.00 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leitura + 2dígitos (dgt))
10.0 ÷ 99.9	0.1	

Corrente de teste: >200mA CC até 5 Ω (cabos incluídos) mesmo em condições de pilha semicarregada

Corrente gerada: resolução 1mA, precisão \pm (5.0%leitura + 5dgt)

Tensão em vazio: $4 < V_0 < 24V_{CC}$

Modalidade de funcionamento: AUTO, R+, R-

Resistência de isolamento (M Ω)

Tensão de teste [V]	Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
50	0.01 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leit + 2dgt)
	10.0 ÷ 49.9	0.1	
	50.0 ÷ 99.9	0.1	\pm (5.0%leit + 2dgt)
100	0.01 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leit + 2dgt)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 199	1	\pm (5.0%leit + 2dgt)
250	0.01 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leit + 2dgt)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 249	1	
	250 ÷ 499	1	\pm (5.0%leit + 2dgt)
500	0.01 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leit + 2dgt)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 499	1	
	500 ÷ 999	1	\pm (5.0%leit + 2dgt)
1000	0.01 ÷ 9.99	0.01	\pm (2.0%leit + 2dgt)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 999	1	
	1000 ÷ 1999	1	\pm (5.0%leit + 2dgt)

Tensão em vazio: < 1.25 x tensão de teste nominal

Corrente de curto-circuito: < 15mA (de pico) para cada tensão nominal de teste

Tensão gerada: resolução 1V, precisão \pm (5.0%leitura + 5dgt) @ Rmis > 0.5% FS

Corrente de medida nominal: > 2.2mA em 230k Ω @ 500V, > 1mA em 1k Ω @ outras Vnom

Testes em interruptores diferenciais (RCD)

Tensão fase-neutro, fase-terra (110 ÷ 240V) \pm 10%

Frequência 50Hz \pm 0.5Hz, 60Hz \pm 0.5Hz

Corrente nominal 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA, 650mA, 1A

Tempo de disparo (x $\frac{1}{2}$, x1, x2, x5, AUTO)

Multiplicador [x IdN]	Escala [ms]	Resolução [ms]	Precisão
$\frac{1}{2}$, 1	1 ÷ 999 (Gerais e Seletivos)	1	\pm (2.0%leitura + 2dgt)
2	1 ÷ 200 (Gerais)		
	1 ÷ 250 (Seletivos)		
5	1 ÷ 50 (Gerais)		
	1 ÷ 160 (Seletivos)		

Tipo de diferencial: CA () , A () , Geral e Seletivo

Correntes nominais (IdN): multiplicador x1, x2, x5, AUTO precisão: -0%, +10% IdN ;

multiplicador x $\frac{1}{2}$: precisão: -10%, +0% IdN

Corrente de disparo (I_{dN})

IdN [mA]	Tipo	Escala IdN [mA]	Resolução [mA]	Precisão
≤ 10	CA	(0.5 ÷ 1.1) IdN	0.1IdN	-0%, +10%leitura
	A	(0.3 ÷ 1.1) IdN		
> 10	CA	(0.5 ÷ 1.1) IdN		
	A	(0.3 ÷ 1.1) IdN		

Tipo de diferencial: CA (⌚), A (⌚), geral
 Tempo de disparo: resolução 1ms, precisão ± (2.0%leitura + 2dgt)

Resistência total de terra sem disparo do RCD (R_a)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
1 ÷ 1999	1	± (5.0%leitura + 3dgt)

Tipo de diferencial: CA (⌚), A (⌚), geral e Seletivo
 Corrente de teste: < ½ IdN, precisão: -10%, +0% IdN
 Tensão de contacto Ut: escala: 0 ÷ 2Ut lim, resolução: 0.1V, precisão: -0%, +(5%leitura + 3dgt)

Impedância da Linha/Loop

Tensão fase-neutro, fase-terra (110 ÷ 240V) ±10%
 Tensão fase- fase (110 ÷ 415V) ±10%
 Frequência 50Hz ÷0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Sistemas TT e TN

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
0.01 ÷ 19.99	0.01	± (5.0%leitura + 3dgt)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999 (só fase-terra)	1	

Corrente de pico máxima: 3A @ 127V, 6A @ 230V, 10A @ 400V

Sistemas IT (Corrente da primeira falha)

Escala [mA]	Resolução [mA]	Precisão
5 ÷ 999	1	± (5.0%leitura + 3dgt)

Tensão de contacto limite: 25V, 50V

Resistência total de terra (R_a)

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
0.01 ÷ 19.99	0.01	± (5.0%leitura + 1Ω)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999 (só fase-terra)	1	

Corrente de teste: <15mA
 Tensão de contacto limite: 25V, 50V
 Tensão fase-neutro, fase-terra: (110 ÷ 240V) ±10%
 Frequência: 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Sequência das fases (123)

Tensão fase-neutro, fase-terra (110 ÷240V) ±10%
 Frequência 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Corrente de fuga (LEAK)

Escala [mV]	Resolução [mV]	Precisão
1 ÷ 1200.0	0.1	± (1.0%leitura + 2dgt)

Fator de crista máx.: 3
 Tempo de resposta: 10ms
 Frequência: 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Parâmetros ambientais (AUX)

Grandeza	Escala	Resolução	Sinal	Precisão
Temperatura	-20.0 ÷ 80.0°C	0.1°C	-20 ÷ +80mV	± (2.0%leitura + 2dgt)
	-4.0 ÷ 176.0°F	0.1°F	-4 v +176mV	
Humidade	0.0 ÷ 100.0% RH	0.1% RH	0 ÷ +100mV	
Tensão CC	± (0.0 ÷ 999.9mV)	0.1mV	± (0.2 ÷ 999.9mV)	
Iluminação	0.001 ÷ 20.00Lux	0.001 ÷ 0.02Lux	0 ÷ +100mV	
	0.1 ÷ 2000Lux	0.1 ÷ 2Lux	0 ÷ +100mV	
	1 ÷ 20000Lux	0.1 ÷ 2Lux	0 ÷ +100mV	

Medições dos parâmetros da rede (PWR)
Frequência

Escala [Hz]	Resolução [Hz]	Precisão
47.0 ± 63.0	0.1	± (2.0%leitura + 2 dgt)

Tensões admitidas: 5.0 ÷ 265.0V
 Correntes admitidas: 0.005 ÷ 1.2 x FS

Tensão CA

Escala [V]	Resolução [V]	Precisão
5.0 ± 265.0	0.1V	± (0.5%leitura + 2 dgt)

Fator de crista máx.: 1,5
 Frequência: 47.0 ÷ 63.0 Hz

Harmônicos de tensão

Escala [V]	Resolução [V]	Ordem	Precisão
0.0 ± 265.0	0.1V	2 ÷ 15	± (2.0%leitura + 5 dgt)
		16 ÷ 49	± (5.0%leitura + 10 dgt)

Frequência do fundamental: 47.0 ÷ 63.0 Hz

Corrente CA

Escala [A]	Resolução [A]	Precisão
0.005 ÷ 1.2 x FS	Ver Tabela 2	± (1.0%leitura + 2 dgt)

Fator de crista máx.: 3
 Frequência: 47.0 ÷ 63.0 Hz

Harmônicos de corrente

Escala [V]	Resolução [A]	Ordem	Precisão
0.005 ÷ 1.2 x FS	Ver Tabela 2	2 ÷ 15	± (2.0%leitura + 5 dgt)
		16 ÷ 49	± (5.0%leitura + 10 dgt)

Frequência do fundamental: 47.0 ÷ 63.0 Hz
 Corrente fundamental ≥ 0.020 x FS

Fundo da escala [A]	Resolução [A]	Fundo da escala [A]	Resolução [A]
1	0.001	300	0.1
10	0.01	400	0.1
30	0.01	1000	1
100	0.1	2000	1
200	0.1	3000	1

Tabela 2: Fundo de escala das pinças e correspondentes resoluções

Potência ativa, reativa e aparente (@ $V_{mis} > 60V$, $\cos\phi = 1$, $f = 50.0Hz$)

Escala [W, VAR, VA]	Resolução [W, VAR, VA]	Fundo escala pinça [A]	Precisão
0.0 ÷ 999.9	0.1	FS ≤ 1	± (1.0%leitura + 6dgt)
1.000 ÷ 9.999k	0.001k		
0.000 ÷ 9.999k	0.001k	1 < FS ≤ 10	
10.00 ÷ 99.99k	0.01k	10 < FS ≤ 100	
0.00 ÷ 99.99k	0.01k		
100.0 ÷ 999.9k	0.1k	100 < FS ≤ 3000	
0.0 ÷ 999.9k	0.1k		
1000 ÷ 9999k	1k		

Fator de potência ($\cos\phi$) (@ $V_{med} > 60V$, $f = 50.0Hz$)

Escala corrente [A]	Escala	Resolução	Precisão
0.005 ÷ 0.1 x FS	0.80c ÷ 1.00 ÷ 0.80i	0.01	± 2°
0.1 ÷ 1.2 x FS			± 1°

11.2. NORMAS DE SEGURANÇA

11.2.1. Gerais

Segurança do instrumento:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61557-1, -2, -3, -4, -6, -7
Documentação técnica:	IEC/EN61187
Segurança acessórios de medida:	IEC/EN61010-031, IEC/EN61010-2-032
Isolamento:	duplo isolamento
Grau de poluição:	2
Altitude máx. de utilização:	2000m
Categoria de sobretensão:	CAT III 240V para a terra, máx 415V entre entradas P, N, E 5V para a terra, máx 7.2V _{pico-pico} entre os pin da entrada In1

11.2.2. Referências normativas das medições de verificação

LOW Ω (200mA):	CEI 64-8 612.2, IEC/EN61557-4
M Ω :	CEI 64-8 612.3, IEC/EN61557-2
RCD:	CEI 64-8 612.9 e ap. D, IEC/EN61557-6
LOOP P-P, P-N, P-PE:	CEI 64-8 612.6.3, IEC/EN61557-3
Ra	CEI 64-8 612.6.3, IEC/EN61557-3
123:	IEC 61557-7

11.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Características mecânicas

Dimensões (L x A x H):	235 x 165 x 75mm
Peso (pilhas incluídas):	1250g

Alimentação

Tipo de pilha:	6 pilhas 1.5 V – LR6 – AA – AM3 – MN 1500
Indicação pilha descarregada:	no display aparece o símbolo de pilha descarregada  quando a tensão fornecida pelas pilhas é muito baixa
Duração das pilhas:	>600 testes para todas as funções de verificação Cerca de 48 horas nas modalidades PWR
Desligar automático:	ativa-se após cinco minutos da última seleção, medição ou comando recebido do PC (se ativado)

Várias

Display:	LCD com retroiluminação 73x65 mm
Memória:	500 espaços de memória
Ligação a PC:	porta optoisolada bidirecional

11.4. AMBIENTE

11.4.1. Condições ambientais de utilização

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

Este instrumento está conforme os requisitos da Diretiva Europeia sobre baixa tensão 2006/95/CE (LVD) e da diretiva EMC 2004/108/CE

11.5. ACESSÓRIOS

Ver lista anexa

12. ASSISTÊNCIA

12.1. 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 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 responsabiliza por danos causados por pessoas ou objetos.

A garantia não é aplicada nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição de acessórios e pilhas (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.

12.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funciona corretamente, antes de contactar o Serviço de Assistência, verificar o estado das pilhas 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 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.

13. FICHAS PRÁTICAS PARA AS VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS

13.1. TESTE DA CONTINUIDADE DOS CONDUTORES DE PROTEÇÃO

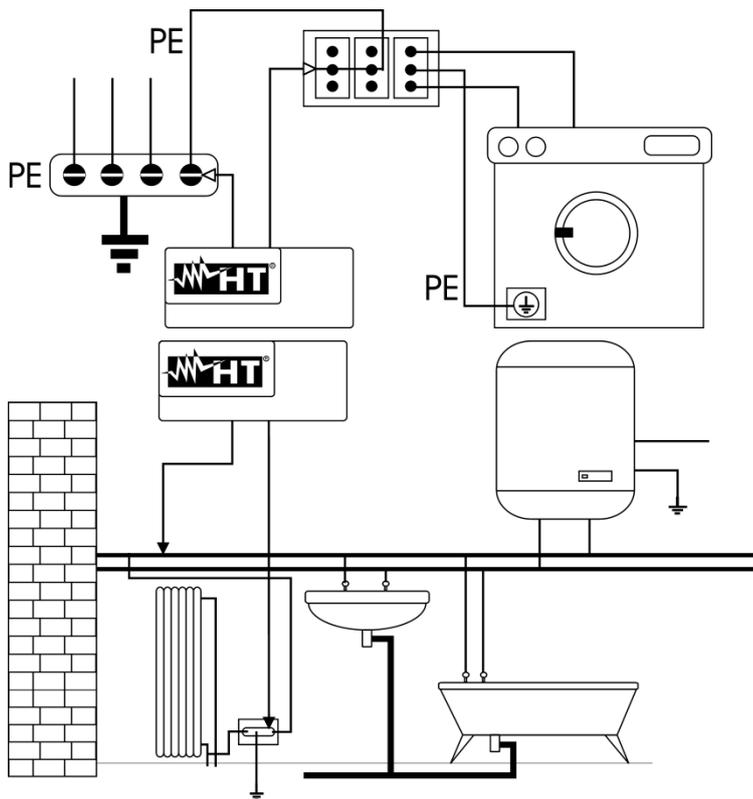
13.1.1. Finalidade do teste

Verificar a continuidade dos:

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

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

13.1.2. Partes da instalação a verificar



Ligar uma das ponteiros ao condutor de proteção da tomada de força motriz e o outro ao nodo equipotencial da instalação de terra.

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

Fig. 32: Exemplos de medições de continuidade dos condutores

Verificar a continuidade entre:

- polos de terra de todas as tomadas e coletor ou nodo de terra
- bornes de terra dos aparelhos da classe I (cilindro, etc.) e coletor ou nodo de terra
- massas externas principais (tubos de água, gás, etc.) e coletor ou nodo de terra
- massas externas suplementares entre si e em relação ao borne de terra.

13.1.3. Valores admissíveis

As normas não exigem a medição da resistência de continuidade e a comparação do medido com valores limite. É necessário um teste da continuidade e prescrito que o instrumento de medida indique ao operador se o teste não foi executado com uma corrente de pelo menos 0,2A e uma tensão em vazio compreendida entre 4 e 24V. Os valores da resistência podem-se calcular com base nas secções e nos comprimentos dos condutores em exame. No entanto, quando se detetam, com o instrumento, valores à volta de alguns ohm, o teste pode ser considerado superado.

13.2. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

13.2.1. Finalidade do teste

Verificar se a resistência de isolamento da instalação está conforme com o previsto na norma aplicável (por exemplo CEI 64-8/6 nas instalações elétricas até 500V). Este teste deve ser efetuado com o circuito em exame não alimentado e desinserindo as eventuais cargas que ele alimenta.

Normativa	Descrição	Tensão de teste [V]	Valor mínimo admitido [M Ω]
CEI 64-8/6	Sistemas SELV ou PELV	250VCC	> 0.250 MΩ
	Sistemas até 500V (inst. civis)	500VCC	> 1.00 MΩ
	Sistemas acima de 500V	1000VCC	> 1.00 MΩ
CEI 64-8/4	Isol. pav. e paredes inst. civis	500VCC	> 0.05 MΩ (se V < 500V)
	Isol. pav. e paredes em sistemas >500V	1000VCC	> 0.1 MΩ (se V > 500V)
EN60439	Quadros elétricos 230/400V	500VCC	> 0.23 MΩ
EN60204	Equipamento elétrico das máquinas	500VCC	> 1.00 MΩ

Tabela 3: Tipo de testes mais comuns, tensões de teste e respetivos valores limite

13.2.2. Partes da instalação a verificar

Verificar a resistência de isolamento entre:

- cada condutor ativo e a terra (o condutor de neutro é considerado um condutor ativo exceto no caso de sistemas de alimentação do tipo TN-C onde é considerado parte da terra (PEN)). Durante esta medição todos os condutores ativos podem estar ligados entre si. Se o resultado da medição não ficar dentro dos limites normativos dever-se-á repetir o teste separadamente para cada condutor.
- os condutores ativos. A norma CEI 64-8/6 recomenda verificar também o isolamento entre os condutores ativos quando isso é possível.

13.2.3. Valores admissíveis

Os valores da tensão de teste e da resistência mínima de isolamento podem ser retirados da tabela seguinte (CEI64-8/6 Tab. 61A):

Tensão nominal do circuito [V]	Tensão de teste [V]	Resistência de isolamento [MΩ]
SELV e PELV *	250	≥ 0.250
até 500 V incluídos, exceto os circuitos acima	500	≥ 0.500
superiores a 500 V	1000	≥ 1.000

* Os termos SELV e PELV substituem, na nova redação da normativa, as antigas definições "baixíssima tensão de segurança" ou "funcional"

Tabela 4: Tipos de testes mais comuns, medição da resistência de isolamento

Quando a instalação inclui dispositivos eletrónicos, estes devem ser desligados da instalação. Se isto não for possível, só se deve executar o teste entre os condutores ativos (que neste caso devem estar ligados em conjunto) e a terra.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO DO ISOLAMENTO NUMA INSTALAÇÃO

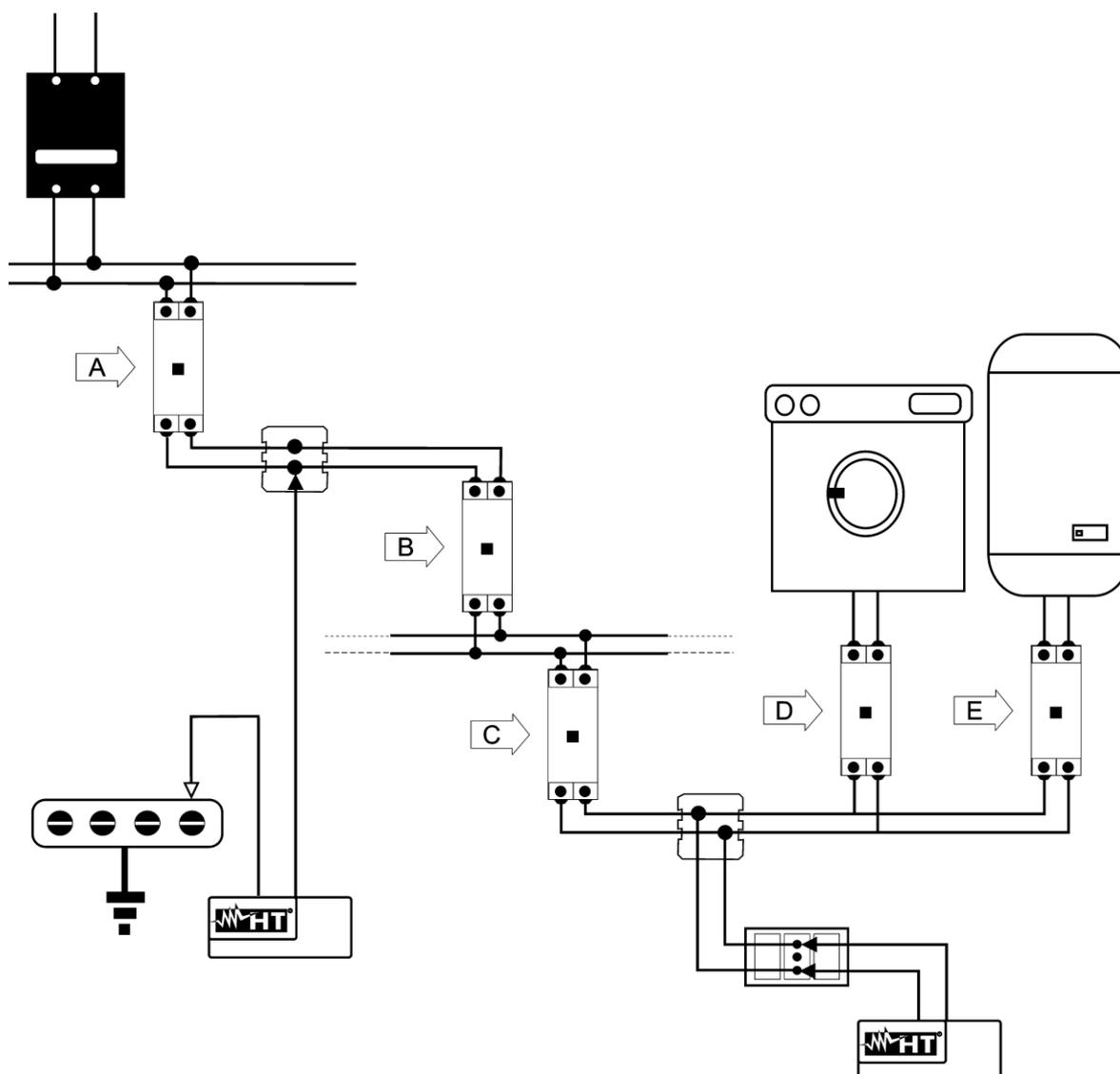


Fig. 33: Exemplo de instalação elétrica

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

Um procedimento indicativo de como executar a medição da resistência de isolamento numa instalação é apresentado na seguinte tabela:

Situação dos interruptores		Ponto onde efetuar a medição	Medição	Opinião sobre a instalação
1.	Abrir os interruptores A, D e E	No interruptor A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ OK (fim da verificação)
			Se $R < R_{LIMITE}$	Prosseguir ➡ 2
2.	Abrir o interruptor B	No interruptor A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Prosseguir ➡ 3
			Se $R < R_{LIMITE}$	⊗ Entre os interruptores A e B o isolamento tem valores muito baixos, repor o isolamento e repetir a medição
3.		No interruptor B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ OK (fim da verificação)
			Se $R < R_{LIMITE}$	⊗ A jusante do interruptor B o isolamento é muito baixo Prosseguir ➡ 4
4.	Abrir o interruptor C	No interruptor B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Prosseguir ➡ 5
			Se $R < R_{LIMITE}$	⊗ Entre os interruptores B e C o isolamento tem valores muito baixos, repor o isolamento e repetir a medição
5.		No interruptor C	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ OK (fim da verificação)
			Se $R < R_{LIMITE}$	⊗ A jusante do interruptor B o isolamento é muito baixo, repor o isolamento e repetir a medição

Tabela 5: Procedimento para medir o isolamento na instalação apresentada na Fig. 33

Na presença de um circuito muito extenso, os condutores que correm lado a lado constituem uma capacidade que o instrumento deve carregar para poder efetuar uma medição correta; neste caso é aconselhável manter pressionado o botão para iniciar a medição (no caso em que se executa o teste na modalidade manual) até que o resultado estabilize.

Quando se executam medições entre condutores ativos é indispensável desligar todos os utilizadores (Led's, transformadores de intercomunicadores, cilindros, etc.) caso contrário o instrumento medirá a sua resistência em vez do isolamento da instalação. Além disso, um eventual teste da resistência de isolamento entre condutores ativos poderá provocar-lhes danos.

A indicação "**> fundo da escala**" assinala que a resistência de isolamento medida pelo instrumento é superior ao limite máximo de resistência mensurável, obviamente que este resultado é bastante superior aos limites mínimos da tabela normativa acima referida, portanto se durante um teste aparecer este símbolo, o isolamento nesse ponto será para ser considerado de acordo com as normas.

13.3. VERIFICAÇÃO DA SEPARAÇÃO DOS CIRCUITOS

13.3.1. Definições

Um sistema **SELV** é um sistema de categoria zero ou sistema com baixíssima tensão de segurança caracterizado por: alimentação da fonte autónoma (ex. pilhas, pequeno grupo eletrogéneo) ou de segurança (ex. transformador de segurança), separação de proteção em relação aos outros sistemas elétricos (isolamento duplo ou reforçado ou uma blindagem metálica ligada à terra) e ausência de pontos ligados à terra (isolado da terra).

Um sistema **PELV** é um sistema de categoria zero ou sistema com baixíssima tensão de proteção caracterizado por: alimentação da fonte autónoma (ex. pilhas, pequeno grupo eletrogéneo) ou de segurança (ex. transformador de segurança), separação da proteção em relação a outros sistemas elétricos (isolamento duplo ou reforçado ou uma blindagem metálica ligada à terra) e, a diferença dos sistemas **SELV**, é a presença de pontos ligados à terra (não isolados da terra).

Um sistema com **separação elétrica** é um sistema caracterizado por: alimentação de transformadores de isolamento ou fonte autónoma com características equivalentes (ex. grupo motor gerador), separação de proteção em relação a outros sistemas elétricos (isolamento não inferior ao do transformador de isolamento), separação de proteção em relação à terra (isolamento não inferior ao do transformador de isolamento).

13.3.2. Finalidade do teste

O teste, a efetuar nos casos em que a proteção é atuada através da separação (64-8/6 612.4, SELV ou PELV ou separação elétrica), deve verificar se a resistência de isolamento medida conforme o descrito a seguir (de acordo com o tipo de separação) está conforme os limites indicados na tabela referente às medições de isolamento.

13.3.3. Partes da instalação a verificar

- Sistema **SELV** (Safety Extra Low Voltage):
 - ✓ medir a resistência entre as partes ativas do circuito em teste (separado) e as partes ativas dos outros circuitos
 - ✓ medir a resistência entre as partes ativas do circuito em teste (separado) e a terra.

- Sistema **PELV** (Protective Extra Low Voltage):
 - ✓ medir a resistência entre as partes ativas do circuito em teste (separado) e as partes ativas dos outros circuitos.

- **Separação elétrica:**
 - ✓ medir a resistência entre as partes ativas do circuito em teste (separado) e as partes ativas dos outros circuitos
 - ✓ medir a resistência entre as partes ativas do circuito em teste (separado) e a terra.

13.3.4. Valores admissíveis

O teste é considerado positivo quando a resistência de isolamento apresenta valores superiores ou iguais aos indicados na Tabela 5.

EXEMPLO DE VERIFICAÇÃO DE SEPARAÇÃO ENTRE CIRCUITOS ELÉTRICOS

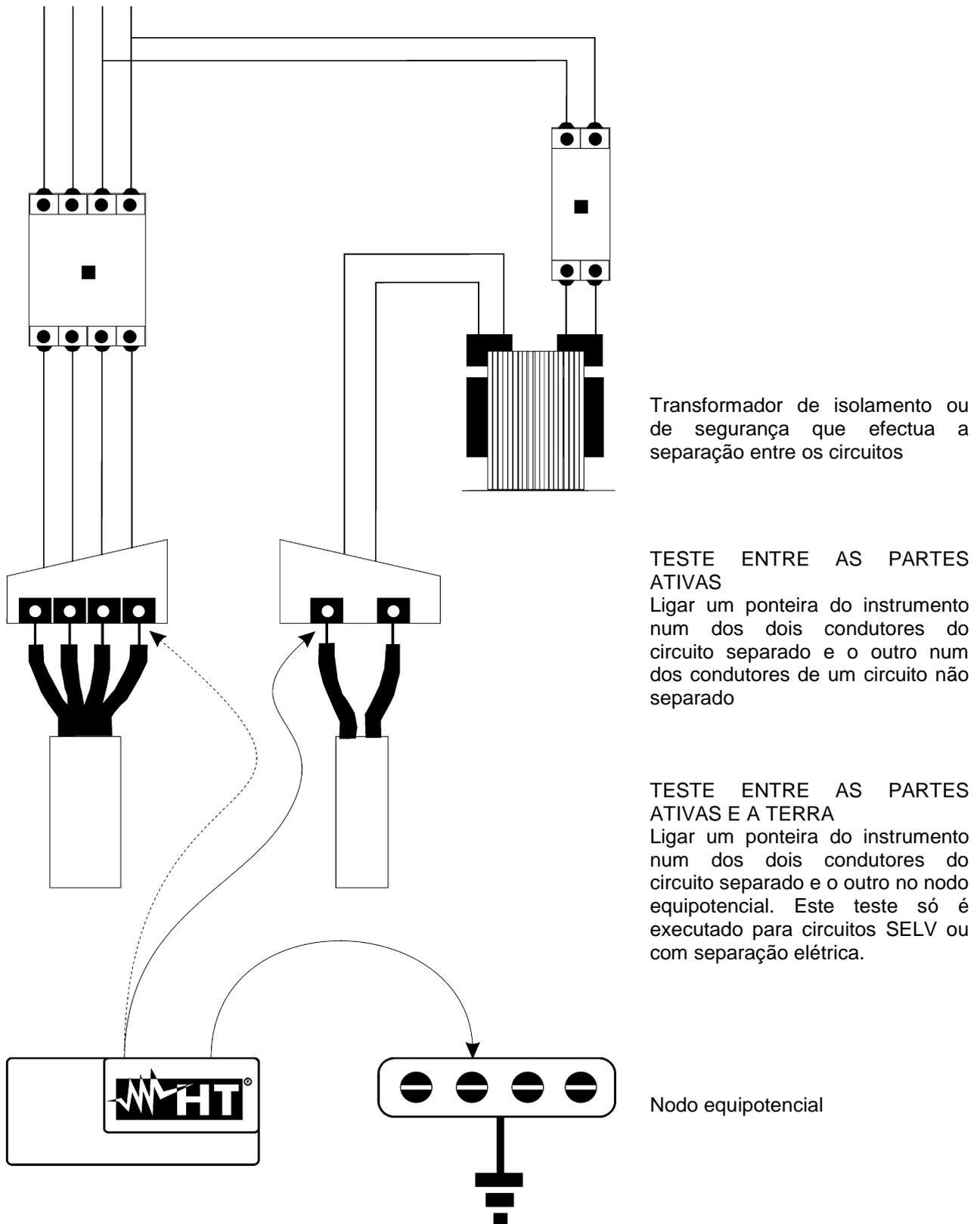


Fig. 34: medição da separação entre circuitos numa instalação

13.4. TESTE DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO COM CORRENTE DIFERENCIAL (RCD)

13.4.1. Finalidade do teste

Verificar (CEI 64-8 612.9, CEI 64-14 2.3.2.2) se os dispositivos de proteção diferencial gerais e seletivos foram instalados e regulados corretamente e se conservam, ao longo do tempo, as suas características. A verificação deve analisar se o interruptor diferencial dispara com uma corrente não superior à sua corrente nominal de funcionamento I_{dN} e se o tempo de disparo satisfaz, conforme os casos, as seguintes condições:

- não supera o tempo máximo definido pela normativa no caso de interruptores diferenciais do tipo geral (de acordo com o descrito na tabela).
- esteja compreendido entre o tempo de disparo mínimo e o máximo no caso de interruptores diferenciais do tipo seletivo (de acordo com o descrito na tabela).

O teste do interruptor diferencial efetuado com o botão de teste serve para verificar se “o efeito cola” não compromete o funcionamento do dispositivo deixado inativo durante um período longo. Este teste só é executado para verificar a funcionalidade mecânica do dispositivo e não permite declarar que o dispositivo diferencial está de acordo com as normas. De um inquérito estatístico resulta que a verificação com botão de teste dos interruptores efetuada uma vez por mês reduz a metade a percentagem de avarias destes, porém este teste só identifica 24% dos interruptores diferenciais defeituosos.

13.4.2. Partes da instalação a verificar

Todos os diferenciais devem ser testados quando são instalados. Nas instalações de baixa tensão aconselha-se a executar este teste, fundamental para garantir um nível de segurança preciso. Nos locais de uso médico esta verificação deve ser executada periodicamente cada seis meses em todos os diferenciais conforme o indicado nas normas CEI 64-4 5.2.01 e CEI 64-13.

13.4.3. Valores admissíveis

Em cada diferencial devem ser efetuados dois testes: um com corrente de fuga que inicia em fase com a semionda positiva da tensão (0°) e um com corrente de fuga que inicia em fase com a semi-onda negativa da tensão (180°). O resultado indicativo é o tempo mais alto. O teste a $\frac{1}{2}I_{dN}$ não deve, em caso algum, provocar o disparo do diferencial.

Tipo diferencial	$I_{dN} \times 1$	$I_{dN} \times 2$	$I_{dN} \times 5$ *	Descrição
Geral	0,3s	0,15s	0,04s	Tempo de disparo máximo em segundos
Seletivo 	0,13s	0,05s	0,05s	Tempo de disparo mínimo em segundos
	0,5s	0,20s	0,15s	Tempo de disparo máximo em segundos

* Para valores de $I_{dN} \leq 30\text{mA}$ a corrente de teste a $I_{dN} \times 5$ vezes é 0,25A independentemente da I_{dN}

Tabela 6: Tempos de disparo para interruptores diferenciais gerais e seletivos

13.4.4. Notas

Nos casos em que a instalação de terra não está disponível, efetuar o teste ligando um terminal do instrumento num condutor a jusante do dispositivo diferencial e o outro terminal num condutor a montante do referido dispositivo.

Antes de efetuar o teste à corrente nominal do interruptor, o instrumento efetua um teste a $\frac{1}{2} I_{dN}$ para medir a tensão de contacto e a resistência total de terra; se durante este teste o interruptor diferencial dispara é apresentada uma indicação de erro. Há três motivos que podem fazer com que o diferencial dispare durante esta medição:

- a corrente que faz disparar o diferencial é inferior a $\frac{1}{2} I_{dN}$
- na instalação já existe uma fuga para a terra que, somando-se à gerada pelo instrumento, provoca o disparo do diferencial.

Se durante a medição da tensão de contacto, o instrumento deteta uma tensão superior ao valor de segurança (50V ou 25V) o teste é interrompido. Prosseguir o teste nestas condições significará deixar a tensão de contacto aplicada a todas as massas metálicas ligadas à terra durante um tempo tal pode ser perigosa.

Entre os resultados do teste do tempo de disparo dos diferenciais também é apresentado o valor da resistência de terra R_a em Ω . Este valor para as instalações TN e IT não é para ter em consideração enquanto para as instalações TT é puramente indicativo.

13.5. MEDIÇÃO DA CORRENTE DE DISPARO DAS PROTEÇÕES DIFERENCIAIS

13.5.1. Finalidade do teste

Verificar a corrente de disparo real dos diferenciais gerais (não se aplica aos diferenciais seletivos).

13.5.2. Partes da instalação a verificar

Na presença de interruptores diferenciais com corrente de disparo que pode ser selecionada é útil efetuar este teste para verificar a corrente de disparo real do diferencial. Para os diferenciais com corrente diferencial fixa este teste pode ser executado para detetar eventuais fugas de utilizadores ligados à instalação.

Caso não esteja disponível a instalação de terra efetuar o teste ligando um terminal do instrumento a um condutor a jusante do dispositivo diferencial e um terminal nouro condutor a montante do referido dispositivo.

13.5.3. Valores admissíveis

A corrente de disparo deve estar compreendida entre $\frac{1}{2} I_{dN}$ e I_{dN} .

13.5.4. Notas

Ter também em atenção às notas contidas no parágrafo 13.4.4. Para verificar se na instalação existem correntes de fuga significativas proceder do seguinte modo:

- Após ter desativado todas as cargas, efetuar a medição da corrente de disparo e anotar o seu valor
- Reativar as cargas e efetuar uma nova medição da corrente de disparo; se o diferencial disparar com uma corrente inferior, a fuga da instalação é a diferença entre as duas correntes de disparo. Se, durante o teste, o instrumento indica "rcd" a corrente de fuga da instalação somada à corrente para a medição da tensão de contacto ($\frac{1}{2} I_{dN}$) provoca o disparo do dispositivo.

Este teste não é efetuado habitualmente para comparar o tempo de disparo do interruptor com os limites normativos. O instrumento, nesta modalidade, deteta a corrente e o tempo de disparo exatos do diferencial à corrente de disparo. Por sua vez, a normativa faz referência a tempos máximos de disparo nos casos em que o diferencial é testado com uma corrente de fuga igual à corrente nominal.

13.6. MEDIÇÃO DA IMPEDÂNCIA DA LINHA

13.6.1. Finalidade do teste

Verificar se o poder de corte do dispositivo de proteção é superior à corrente de fuga máxima da instalação.

13.6.2. Partes da instalação a verificar

O teste deve ser efetuado no ponto onde se pode ter a corrente de curto-circuito máxima, normalmente imediatamente a jusante da proteção a verificar.

O teste deve ser efetuado entre fase e fase (Z_{pp}) nas instalações trifásicas e entre fase e neutro (Z_{pn}) nas instalações monofásicas.

13.6.3. Valores admissíveis

$$\text{Instalações trifásicas: } P_i > \frac{400}{Z_{pp}} * \frac{2}{\sqrt{3}} \qquad \text{Instalações monofásicas: } P_i > \frac{230}{Z_{pn}}$$

onde: P_i = poder de corte da proteção

Z_{pp} = impedância medida entre fase e fase

Z_{pn} = impedância medida entre fase e neutro

13.7. MEDIÇÃO DA IMPEDÂNCIA DO CIRCUITO DE DEFEITO

13.7.1. Finalidade do teste

Por circuito de defeito entende-se o circuito que é percorrido pela corrente provocada por uma fuga do isolamento para a terra. O circuito de defeito inclui:

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

Medida a impedância é possível determinar a corrente de fuga franca para a terra e avaliar se os dispositivos de proteção contra as sobreintensidades estão corretamente coordenadas para a proteção contra os contactos indiretos.

ATENÇÃO



O instrumento deve ser utilizado para efetuar medições de impedâncias do circuito de defeito de valor pelo menos dez vezes superior ao valor da resolução do instrumento de modo a minimizar o erro cometido.

13.7.2. Partes da instalação a verificar

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

13.7.3. Valores admissíveis

O objetivo da medição é o de verificar se em cada ponto da instalação é cumprida a relação:

$$Z_s \leq U_o / I_a$$

onde: U_o = tensão fase – terra.

Z_s = impedância medida entre fase e terra.

I_a = corrente de disparo do dispositivo automático de proteção do circuito de distribuição dentro de 5s.

13.8. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE TERRA NAS INSTALAÇÕES TT

13.8.1. Finalidade do teste

Verificar se o dispositivo de proteção está coordenado com o valor da resistência de terra. Não se pode assumir, à priori, um valor de resistência de terra como limite de referência (por exemplo, 20Ω de acordo com o art. 326 do DPR 547/55) quando se controla o resultado da medição, mas é necessário, de vez em quando, verificar para que seja respeitado o coordenamento previsto pela normativa.

13.8.2. Partes da instalação a verificar

A instalação de terra nas condições de exercício. A verificação deve ser executada sem desligar as ponteira.

13.8.3. Valores admissíveis

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

$$R_A < 50 / I_a$$

onde: R_A = resistência medida da instalação de terra cujo valor pode ser determinado através das seguintes medições:

- resistência de terra pelo método voltamperimétrico a três fios
- impedância do circuito de defeito (ver (*))
- resistência de terra a dois fios (ver (**))
- resistência de terra a dois fios na tomada (ver (**))
- resistência de terra dada pela medição da tensão de contacto U_t (ver (**))
- resistência de terra dada pela medição do teste do tempo de disparo dos interruptores diferenciais RCD (A, CA), RCD S (A, CA) (ver (**)).

I_a = corrente de disparo em 5s do interruptor automático ou corrente nominal de disparo do diferencial (no caso de RCD S 2 IdN) expressa em Ampere

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

(*) Se a instalação está protegida por um interruptor diferencial, a medição deve ser efetuada a montante do referido diferencial ou a jusante curto-circuitando o mesmo para evitar que ele dispare.

(**) Estes métodos, por não estarem atualmente previstos pelas normas CEI 64.8, fornecem valores que, comparados com inúmeros testes realizados pelo método a três fios, demonstraram ser indicativos para a resistência de terra.

EXEMPLO DE VERIFICAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE TERRA

Consideremos uma instalação protegida por um diferencial de 30 mA. Façamos a medição da resistência de terra utilizando um dos métodos acima referidos. Para avaliar se a resistência da instalação está conforme a norma, multiplicar o valor encontrado por 0.03A (30 mA). Se o resultado for inferior a 50V (ou 25V para ambientes especiais) a instalação pode ser considerada coordenada porque respeita a relação indicada atrás.

Quando estamos na presença de diferenciais de 30 mA (a quase totalidade das instalações civis) a resistência de terra máxima admitida é $50/0.03=1666\Omega$. Isto permite utilizar também os métodos simplificados indicados que, embora não fornecendo um valor extremamente preciso, fornecem um valor suficientemente aproximado para o cálculo do coordenamento.

13.9. HARMÓNICOS DE TENSÃO E CORRENTE

13.9.1. Teoria

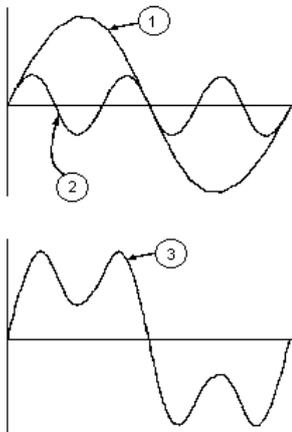
Qualquer onda periódica não sinusoidal pode ser representada através de uma soma de ondas sinusoidais cada uma com frequência múltipla inteira da fundamental segundo a relação:

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

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 das duas componentes

Fig. 35: Efeito da sobreposição de duas frequências múltiplas uma da outra

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 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) (descida) cada sinal é composto pelo somatório de infinitos harmónicos, existe todavia um número de ordem para além do qual o valor dos harmónicos pode ser considerado desprezível. A normativa EN 50160 sugere para terminar o somatório na expressão (1) no 40^o harmónico.

Um índice fundamental para detetar a presença de harmónicos é o THD definido como:

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

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

13.9.2. Valores limite para os harmónicos

A Norma EN 50160 fixa os limites para as tensões dos Harmónicos que a Entidade fornecedora pode injetar na rede.

Em condições normais de exercício, durante um período de uma semana, 95% dos valores eficazes de cada tensão harmónica, mediados de 10 minutos, deverá ser menor ou igual aos valores indicados na Tabela seguinte.

A distorção harmónica total (THD) da tensão de alimentação (incluindo todos os harmónicos até à ordem 40^o) deve ser menor ou igual a 8%.

Harmônicos ímpares				Harmônicos 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 7: Limites para as tensões harmônicas 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 se incluem também os harmônicos injetados na rede pelos utilizadores.

13.9.3. Causas da presença de harmônicos

Qualquer aparelhagem que altere a onda sinusoidal ou use apenas uma parte da dita onda, provoca distorções na senoide e também harmônicos.

Todos os sinais de corrente resultam de qualquer modo virtualmente distorcidos. A mais comum é a distorção harmónica provocada por cargas não lineares tais como: eletrodomésticos, computadores ou reguladores de velocidade para motores. A distorção harmónica gera correntes significativas com frequências que são múltiplos inteiros da frequência da rede. Os harmônicos de corrente têm um efeito considerável nos condutores de neutro das instalações elétricas.

Na maior parte dos países, a tensão da rede é trifásica a 50/60Hz fornecida por um transformador com primário ligado em triângulo e secundário ligado em estrela. O secundário, geralmente, produz 230V AC entre fase e neutro e 400V AC fase e fase. Equilibrar as cargas para cada fase representou sempre um quebra-cabeças para os projetistas de instalações elétricas.

Até há dez anos atrás, num sistema bem equilibrado, a soma vetorial das correntes no neutro era zero ou mais baixa (dada a dificuldade de atingir o equilíbrio perfeito). As aparelhagens ligadas eram lâmpadas de incandescência, 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 a uma frequência de 50/60Hz.

Dispositivos “modernos” tais como televisores, lâmpadas fluorescentes, aparelhos de vídeo e fornos de micro-ondas, normalmente absorvem correntes apenas para uma fração de cada ciclo provocando cargas não lineares e, como consequência, correntes não lineares. Isto gera estranhos harmônicos para frequência de linha de 50/60Hz. Por este motivo, a corrente nos transformadores das cabines de distribuição contém não só uma componente 50Hz (ou 60Hz) mas também uma componente 150Hz (ou 180Hz), uma componente 250Hz (ou 300Hz) e outros componentes significativos de harmônicos até 750Hz (ou 900Hz) e superiores.

O valor da soma vetorial das correntes num sistema corretamente equilibrado que alimenta cargas não lineares pode ser ainda mais baixo. Todavia, a soma não elimina todos os harmônicos de correntes. Os múltiplos ímpares do terceiro harmónico (chamados “TRIPLENS”) somam-se, algebricamente, no neutro e podem provocar o seu sobreaquecimentos mesmo com cargas equilibradas.

13.9.4. Consequência da presença dos harmônicos

Em geral, os harmônicos de ordem par, 2ª, 4ª etc. não causam problemas. Os harmônicos triplos, múltiplos ímpares de três, somam-se no neutro (em vez de se anularem) criando assim uma situação de sobreaquecimento do referido condutor potencialmente perigosa.

Os projetistas devem considerar os três pontos de seguida apresentados no projeto de um sistema de distribuição de energia contendo harmônicos de corrente:

- O condutor do neutro deve ser dimensionado corretamente.
- O transformador de distribuição deve ter um sistema de arrefecimento auxiliar para continuar o funcionamento à sua capacidades nominal se não está adaptado aos harmônicos. Isto é necessário porque o harmónico de corrente no neutro do circuito secundário circula no primário ligado em triângulo. Este harmónico de corrente em circulação leva a um aquecimento do transformador.
- Os harmônicos de correntes da fase são refletidos no circuito primário e retornam à fonte. Isto pode provocar distorção da onda de tensão de tal modo que qualquer condensador de refaseamento na linha pode ser facilmente sobrecarregado.

O 5º e o 11º harmónico opõem-se ao fluxo da corrente através dos motores tornando mais difícil o funcionamento e abreviando a sua vida média. Em geral, quanto maior é o número de ordem do harmónico e quanto menor é a sua energia, menor será o impacto que terá sobre as aparelhagens (exceto os transformadores).

13.10. DEFINIÇÕES DE POTÊNCIA E FATOR DE POTÊNCIA

Num sistema elétrico genérico, alimentado por três tensões sinusoidais, definem-se:

Potência ativa de fase: (n=1,2,3)	$P_n = V_{nN} \cdot I_n \cdot \cos(\varphi_n)$
Potência aparente de fase: (n=1,2,3)	$S_n = V_{nN} \cdot I_n$
Potência reativa de fase: (n=1,2,3)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
Fator de potência de fase: (n=1,2,3)	$P_{Fn} = \frac{P_n}{S_n}$
Potência ativa total:	$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3$
Potência reativa total:	$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
Potência aparente total:	$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2}$
Fator de potência total:	$P_{FTOT} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$

onde: V_{nN} = valor eficaz da tensão entre a fase n e o neutro

I_n = valor eficaz da corrente da fase n

φ_n = ângulo de defasamento entre a tensão e a corrente da fase n

Na presença de tensões e correntes distorcidas as anteriores relações alteram-se da seguinte forma:

Potência ativa de fase: (n=1,2,3)	$P_n = \sum_{k=0}^{\infty} V_{kn} I_{kn} \cos(\varphi_{kn})$
Potência aparente de fase: (n=1,2,3)	$S_n = V_{nN} \cdot I_n$
Potência reativa de fase: (n=1,2,3)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
Fator de potência de fase: (n=1,2,3)	$P_{F_n} = \frac{P_n}{S_n}$
Fator de potência distorcido (n=1,2,3)	dPF _n =COS φ _{1n} = desfasamento entre fundamentais de tensão e corrente da fase n
Potência ativa total:	$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3$
Potência reativa total:	$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
Potência aparente total:	$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2}$
Fator de potência total:	$P_{F_{TOT}} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$

onde: V_{kn} = valor eficaz do k-ésimo harmónico de tensão entre a fase n e o neutro

I_{kn} = valor eficaz do k-ésimo harmónico de corrente da fase n

φ_{kn} = ângulo de desfasamento entre o k-ésimo harmónico de tensão e o k-ésimo harmónico de corrente da fase n

13.10.1. Notas

É de notar que, com rigor, a expressão da potência reativa de fase em regime não sinusoidal não estará correta. Para compreender o porquê, pode ser útil pensar que a presença quer de harmónicos quer da potência reativa produzem, entre outros efeitos, um aumento das perdas de potência na linha devido ao aumento do valor eficaz da corrente. Com a relação acima referida, o aumento das perdas de potência devidas aos harmónicos é somado, algebricamente, ao introduzido pela presença da potência reativa. Na realidade, mesmo que os dois fenómenos concorram para provocar um aumento das perdas na linha, não é verdade que, em geral, estas causas de perda de potência estejam em fase entre si e ainda se somem algebricamente.

A relação acima referida é justificada pela relativa simplicidade de cálculo da mesma e pela relativa discrepância entre o valor obtido utilizando esta relação e o valor real.

É de notar, além disso, como no caso dum sistema eléctrico com harmónicos, seja identificado outro parâmetro denominado fator de potência distorcido (dPF). Na prática, este parâmetro representa o valor limite teórico atingível pelo fator de potência quando se conseguem eliminar, completamente, todos os harmónicos do sistema eléctrico.

13.10.2. Convenções sobre potências e fatores de potência

No que diz respeito ao reconhecimento do tipo de potência reativa, do tipo de fator de potência e da direcção da potência ativa, aplicam-se as convenções indicadas no esquema seguinte onde os ângulos indicados são os do desfasamento da corrente em relação à tensão (ex.: no primeiro quadrante a corrente está avançada de 0° a 90° em relação à tensão):

Utente = gerador indutivo ←	90°	→ Utente = carga capacitiva
P+ = 0 P- = P Pfc+ = -1 Pfc- = -1 Pfi+ = -1 Pfi- = Pf Qc+ = 0 Qc- = 0 Qi+ = 0 Qi- = Q		P+ = P P- = 0 Pfc+ = Pf Pfc- = -1 Pfi+ = -1 Pfi- = -1 Qc+ = Q Qc- = 0 Qi+ = 0 Qi- = 0
180°		0°
P+ = 0 P- = P Pfc+ = -1 Pfc- = Pf Pfi+ = -1 Pfi- = -1 Qc+ = 0 Qc- = Q Qi+ = 0 Qi- = 0		P+ = P P- = 0 Pfc+ = -1 Pfc- = -1 Pfi+ = Pf Pfi- = -1 Qc+ = 0 Qc- = 0 Qi+ = Q Qi- = 0
Utente = gerador capacitivo ←	270°	→ Utente = carga indutiva

O significado dos símbolos utilizados e dos valores por eles assumidos no esquema acima apresentado é indicado nas tabelas seguintes:

Símbolo	Significado	Notas
P+	Valor da potência ativa +	Grandezas positivas (utente utilizador)
Pfc+	Fator de potência capacitivo +	
Pfi+	Fator de potência indutivo +	
Qc+	Valor da potência reativa capacitiva +	
Qi+	Valor da potência reativa indutiva +	
P-	Valor da potência ativa -	Grandezas negativas (utente gerador)
Pfc-	Fator de potência capacitivo -	
Pfi-	Fator de potência indutivo -	
Qc-	Valor da potência reativa capacitiva -	
Qi-	Valor da potência reativa indutiva -	

Valor	Significado
P	A potência ativa (positiva ou negativa) relativa é definida no quadrante em exame e portanto assume o valor da potência ativa naquele instante.
Q	A potência reativa (indutiva ou capacitiva, positiva ou negativa) relativa é definida no quadrante em exame e portanto assume o valor da potência reativa naquele instante.
Pf	O fator de potência (indutivo ou capacitivo, positivo ou negativo) relativo é definido no quadrante em exame e portanto assume o valor do fator de potência naquele instante.
0	A potência ativa (positiva ou negativa) ou a potência reativa (indutiva ou capacitiva, positiva ou negativa) relativa não é definida no quadrante em exame e portanto assume valor nulo.
-1	O fator de potência (indutivo ou capacitivo, positivo ou negativo) relativo não é definido no quadrante em exame.



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>



MORGADO & CA
MATERIAL ELÉCTRICO E ELECTRÓNICO

MORGADO & CA., SA
ESTRADA DA CIRCUNVALAÇÃO, 3558 / 3560
4435-186 RIO TINTO · TEL 229 770 600 · FAX 229 770 699
PORTUGAL

COORDENADAS
N41.180946°
W8.578015°

GERAL@MORGADOCL.PT
WWW.MORGADOCL.PT

DELEGAÇÃO CENTRO
VALES DA PEDRULHA
APARTADO 8057
3026-901 COIMBRA
TEL 239 497 220 · FAX 239 497 229

DELEGAÇÃO SUL
ALAMEDA DOS OCEANOS, N.º5 · ESC.4
1990-207 LISBOA
TEL 219 898 750 · FAX 219 898 759