



# **GEO416**

# **GEO416GS**

**Manual de instruções**

**CE**





GEO416 - GEO416GS

---

**Índice:**

<b>1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Instruções preliminares.....	1
1.2. Durante a utilização .....	2
1.3. Após a utilização .....	2
1.4. Definição de categoria de medida (sobretensão) .....	2
<b>2. DESCRIÇÃO GERAL .....</b>	<b>3</b>
2.1. Funcionalidades do instrumento .....	3
<b>3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
3.1. Controlos iniciais .....	3
3.2. Alimentação do instrumento .....	3
3.3. Calibração .....	3
3.4. Armazenamento .....	3
<b>4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO .....</b>	<b>4</b>
4.1. Descrição do instrumento .....	4
4.2. Descrição dos terminais de medida .....	4
4.2.1. Ligar.....	5
4.2.2. Desligar automático .....	5
4.3. EARTH 3W – Medição da resistência de terra com 3 pontos .....	6
4.4. EARTH 2W – Medição da resistência de terra a 2 pontos.....	8
4.5. $\rho$ - Medição da resistividade do terreno .....	11
4.5.1. Situações anómalas para as medições .....	14
<b>5. GESTÃO DOS DADOS EM MEMÓRIA .....</b>	<b>16</b>
5.1. Como guardar uma medição .....	16
5.2. Como eliminar uma ou mais medições.....	16
5.3. Como abrir uma medição .....	17
<b>6. RESET DO INSTRUMENTO E PARÂMETROS POR DEFEITO.....</b>	<b>18</b>
<b>7. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO AO PC .....</b>	<b>18</b>
<b>8. MANUTENÇÃO .....</b>	<b>19</b>
8.1. Generalidades .....	19
8.2. Substituição das pilhas .....	19
8.3. Limpeza do instrumento .....	19
8.4. Fim de vida .....	19
<b>9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....</b>	<b>ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.</b>
9.1. Características técnicas.....	20
9.1.1. Normas de segurança .....	21
9.1.2. Características gerais.....	21
9.2. Ambiente .....	21
9.2.1. Condições ambientais de utilização .....	21
9.3. Acessórios .....	22
9.3.1. Acessórios fornecidos e opcionais Geo416.....	22
9.3.2. Acessórios fornecidos Geo416GS.....	22
<b>10. ASSISTÊNCIA .....</b>	<b>23</b>
10.1. Condições de garantia.....	23
10.2. Assistência .....	23
<b>11. FICHAS PRÁTICAS PARA AS MEDIÇÕES .....</b>	<b>24</b>
11.1. Resistência de terra nas instalações TT.....	24
11.2. Resistência de terra método voltamperimétrico .....	25
11.2.1. Preparação das extensões.....	25
11.2.2. Técnica para piquetes de pequenas dimensões.....	25
11.2.3. Técnica para piquetes de grandes dimensões .....	25
11.3. Resistividade do terreno .....	27
11.3.1. Avaliação aproximada do contributo de piquetes .....	28

## 1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

Este instrumento foi construído em conformidade com as normativas EN61557 e EN61010-1 referentes aos instrumentos de medida eletrónicos.

### ATENÇÃO



Para sua segurança e para evitar danos no instrumento, deve seguir os procedimentos descritos neste manual de instruções e ler, com especial atenção, todas as notas precedidas pelo símbolo 

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

- ☞ Não efetuar medições em ambientes húmidos, na presença de gases ou materiais explosivos, combustíveis ou em ambientes com pó.
- ☞ Evitar contactos com o circuito em exame, 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 tensão superiores a 25V em ambientes especiais (estaleiros, piscinas, etc.) e 50V em ambientes normais porque pode haver o risco de choque elétrico.

Neste manual e no instrumento são utilizados os seguintes símbolos:



**ATENÇÃO: é necessário consultar o manual de instrução para identificar a natureza do perigo potencial e as ações a empreender.**

Ler com atenção as instruções deste manual – um uso impróprio poderá causar danos no instrumento e situações perigosas para o operador



Tensão ou corrente CC ou CA



Perigo de alta tensão: risco de choques elétricos



Instrumento com duplo isolamento

### 1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- ☞ Este instrumento foi concebido para ser utilizado em ambientes com nível de poluição 2.
- ☞ Pode ser utilizado para verificações em instalações elétricas até categoria de sobretensão III 240V para a terra com tensão máxima 415V entre as entradas.
- ☞ Seguir as regras de segurança normais orientadas para proteger o operador de correntes perigosas e proteger o instrumento contra utilizações erradas.
- ☞ Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança em vigor. Os mesmos devem estar em boas condições e substituídos, se necessário, por modelos idênticos.
- ☞ Não efetuar medições em circuitos que superem os limites de corrente e tensão especificados.
- ☞ Não efetuar medições em condições ambientais fora das limitações indicadas neste manual.
- ☞ Verificar se as pilhas estão inseridas corretamente.
- ☞ Antes de ligar as ponteiras ao circuito em exame, verificar se está selecionada a função correta.

## 1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

É aconselhável ler, atentamente, as recomendações e 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. Se durante a utilização aparecer o símbolo de pilha descarregada suspender os testes e substituir as pilhas de acordo com o procedimento descrito no § 8.2

- ☞ Antes de selecionar uma nova função retirar as ponteiros de medida do circuito em exame.
- ☞ Quando o instrumento está ligado ao circuito em exame nunca tocar num terminal inutilizado.
- ☞ Evitar a medição de resistências na presença de tensões externas. Mesmo que o instrumento esteja protegido, uma tensão excessiva pode provocar um mau funcionamento do instrumento.
- ☞ Evitar que ao instrumento chegue tensão durante a execução da medição (ex.: uma ponteira que deslize do ponto de medida e toque num ponto sob tensão).

## 1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

- ☞ Após terminar as medições, colocar o seletor de funções em OFF para desligar o instrumento.
- ☞ Retirar as pilhas quando se prevê não utilizar o instrumento durante muito tempo.

## 1.4. DEFINIÇÃO DE CATEGORIA DE MEDIDA (SOBRETENSÃO)

A norma CEI 61010-1: Prescrições de segurança para aparelhos elétricos de medida, controlo e para utilização em laboratório, Parte 1: Prescrições gerais definem 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

O instrumento agora adquirido, se utilizado de acordo com o descrito neste manual, garante medições precisas e fiáveis e a máxima segurança graças a uma nova conceção de fabrico que assegura o duplo isolamento e a obtenção da categoria de sobretensão III.

### 2.1. FUNCIONALIDADES DO INSTRUMENTO

- ☞ **EARTH 2P:** medição da resistência de terra através de 2 pontos.
- ☞ **EARTH 3P:** medição da resistência de terra através de 3 pontos.
- ☞  **$\rho$ :** medição da resistividade do terreno através de 4 pontos.

## 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 fornecedor.

Verificar, ainda, se a embalagem contém todos os componentes indicados no § 9.3. No caso de discrepâncias, contactar o seu fornecedor.

Se, por qualquer motivo, for necessário devolver o instrumento, deve-se seguir as instruções indicadas no § 10.

### 3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por pilhas (ver § 8.4.2 para mais detalhes sobre o modelo, número e autonomia das pilhas). O estado de carga das pilhas é indicado no display do instrumento na parte superior, à direita. O símbolo  indica que as pilhas apresentam a carga máxima, o símbolo  indica que as pilhas estão descarregadas e devem ser substituídas.

Para substituir/inserir as pilhas seguir as instruções indicadas no § 8.2.

### 3.3. CALIBRAÇÃO

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

### 3.4. ARMAZENAMENTO

Para garantir medições precisas e preservar o instrumento de possíveis avarias, após um longo período de armazenamento em condições ambientais extremas, deve-se aguardar que o instrumento retorne às condições normais (ver as especificações ambientais listadas no § 8.5.1).

## 4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

### 4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



LEGENDA:

1. Entradas
2. Botões **ENTER**/Setas
3. Botão **ESC**/Retroiluminação
4. Botão **RCL/CLR**
5. Display
6. Botão **GO**
7. Botão **SAVE**
8. Botão **ON/OFF**

Fig. 1: Descrição do instrumento



Botão **ENTER** para confirmar a seleção  
Botões “seta” para deslocar o cursor selecionando os parâmetros pretendidos



Botão para ligar a retroiluminação do display durante 30 segundos  
Botão **ESC** para sair da função selecionada sem confirmar



Botão **RCL** para ir buscar os dados guardados na memória  
Botão **CLR** para apagar da memória a/as medição/ões selecionada/s



Botão **GO** para iniciar a execução de uma medição

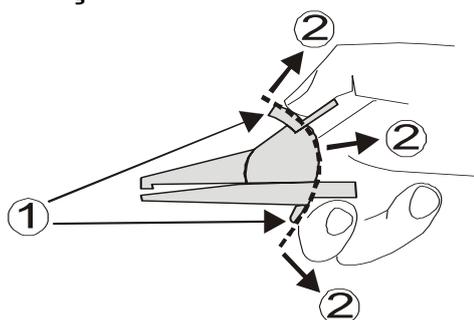


Botão **SAVE** para guardar, na memória, a medição



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

### 4.2. DESCRIÇÃO DOS TERMINAIS DE MEDIDA



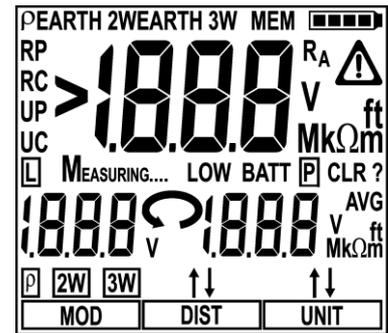
LEGENDA:

1. Barreira de proteção das mãos
2. Zona de segurança

Fig. 2: Descrição dos terminais de medição

#### 4.2.1. Ligar

Ao ligar o instrumento, este emite um curto sinal acústico e durante aproximadamente um segundo apresenta todos os segmentos do display.



De seguida, mostra a versão do Firmware carregada e depois coloca-se na última medição selecionada antes de desligar.



#### 4.2.2. Desligar automático

O instrumento desliga-se decorrido aproximadamente 3 minutos da última utilização dos botões. Para reativar o instrumento deve-se voltar a ligar pressionando o respetivo botão.

### 4.3. EARTH 3W – MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE TERRA COM 3 PONTOS

A medição é efetuada de acordo com a normativa CEI 64.8, IEC 781, VDE 0413, EN61557-5.

#### ATENÇÃO



- ☞ O instrumento pode ser usado em instalações com categoria de sobretensão CAT III 240V para a terra com tensão máxima 415V entre as entradas. Não ligar o instrumento a instalações com tensões que excedam os limites indicados neste manual. A transposição destes limites poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.
- ☞ A ligação dos cabos de medida ao instrumento e aos crocodilos deve ser efetuada sempre com os acessórios desligados da instalação.
- ☞ Recomenda que para pegar os crocodilos seja respeitada a zona de segurança identificada pela barreira de segurança (ver § 4.2).
- ☞ Nos casos em que o comprimento dos cabos fornecidos com o instrumento não seja adequado para a medição (ver § 10) é possível utilizar extensões adotando as precauções descritas no § 10.2.1.

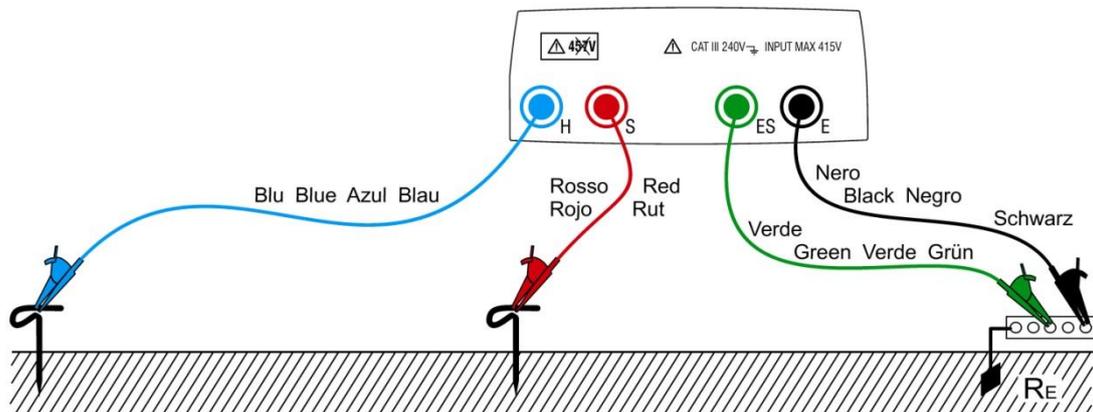


Fig. 3: Medição da resistência de terra com três fios

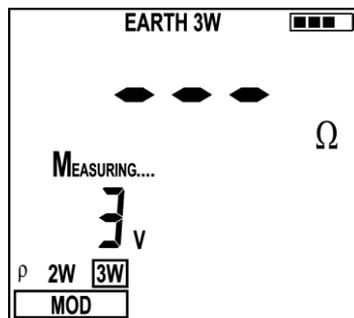
1. Ligar o instrumento pressionando o botão “Ligar”
2. Pressionando os botões “seta” ◀, ▶ seleccionar **MOD**, e depois pressionando os botões “seta” ▲, ▼ seleccionar a função **3W**
3. No display aparece um ecrã idêntico ao apresentado ao lado onde é indicado o valor da tensão de distúrbio na entrada do instrumento
 

Valor da tensão de distúrbio na entrada
4. Inserir os cabos de medida azul, vermelho verde e preto nos correspondentes terminais de entrada do instrumento H, S, ES, E e usar, se necessário, os crocodilos
5. Prolongar, se necessário, os cabos de medida azul e vermelho, separadamente, utilizando cabos de secção adequada. A presença de eventuais extensões não requer calibração e não altera o valor de resistência de terra medido

6. Espetar no terreno os piquetes auxiliares de acordo com as distâncias previstas pelas normas (§ 10.2)
7. Ligar os crocodilos aos piquetes auxiliares e à instalação em exame (ver Fig. )

8.  Pressionar o botão **GO** e o instrumento executa a medição

9. Enquanto o instrumento executa a medição é mostrado um ecrã idêntico ao apresentado ao lado onde é indicado o valor da tensão de distúrbio na entrada do instrumento. Enquanto se mantiver no display do instrumento a inscrição **MEASURING...** não retirar e não tocar nas ponteiros de medida



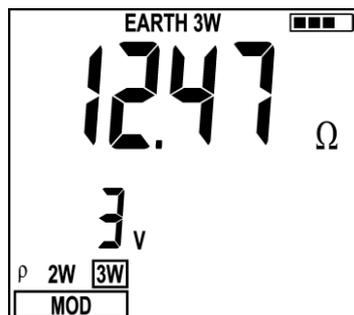
Valor da tensão de distúrbio na entrada

### ATENÇÃO



No início da medição é medida a tensão de distúrbio na entrada do circuito voltimétrico e do circuito amperimétrico. Se o valor medido estiver compreendido entre 3 V e 9 V, o instrumento efetua a medição e apresenta o símbolo  para assinalar a perda da precisão da medição (§ 0)

10. No final do teste e no caso em que a medição da resistência de terra é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico para assinalar o sucesso do teste e apresenta a medição da resistência e o valor da tensão de distúrbio existente no ato da medição



Medição da resistência de terra

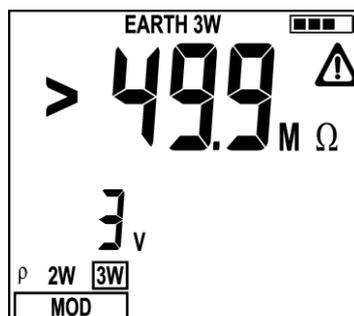
Valor da tensão de distúrbio na entrada

### ATENÇÃO



A medição da resistência é efetuada pelo método voltamperimétrico a 4 fios que não é influenciada pelo valor da resistência dos cabos utilizados. Desta forma, não é necessário efetuar a compensação da resistência dos cabos ou das suas eventuais extensões

11. No final do teste e no caso em que a medição da resistência de terra excede o fundo da escala, o instrumento emite um sinal acústico prolongado para assinalar o insucesso do teste e apresenta o ecrã mostrado ao lado



Medição da resistência de terra superior ao fundo da escala

Valor da tensão de distúrbio na entrada

12.  As medições podem ser memorizadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** (§ 5.1)

#### 4.4. EARTH 2W – MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE TERRA A 2 PONTOS

### ATENÇÃO



- ☞ O instrumento pode ser usado em instalações com categoria de sobretensão CAT III 240V para a terra com tensão máxima 415V entre as entradas. Não ligar o instrumento a instalações com tensões que excedam os limites indicados neste manual. A transposição destes limites poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.
- ☞ A ligação dos cabos de medida ao instrumento e aos crocodilos deve ser efetuada sempre com os acessórios desligados da instalação.
- ☞ Recomenda que para pegar os crocodilos seja respeitada a zona de segurança identificada pela barreira de segurança (ver § 4.2).
- ☞ Nos casos em que o comprimento dos cabos fornecidos com o instrumento não seja adequado para a medição (ver § 10) é possível utilizar extensões adotando as precauções descritas no § 10.2.1.

Quando não é possível usar o método a 3 pontos (por exemplo nos centros históricos), é possível utilizar o método simplificado a 2 pontos que fornece um valor por excesso e, por isso, com vantagem de segurança. Para efetuar o teste é preciso ter um *piquete auxiliar* adequado; um piquete auxiliar considera-se adequado quando apresenta uma resistência de terra *desprezível e independente* da instalação de terra em exame.

Na (ver Fig. ) utilizou-se como *piquete auxiliar* a iluminação pública, mas isto não significa que possa ser utilizado um qualquer corpo metálico espetado no terreno e que respeite as condições acima referidas.

### ATENÇÃO



O instrumento apresentará como resultado o valor dado pela soma  $R_A + R_T$  (ver Fig. e Fig. ). Portanto, a medição obtida será tanto mais próxima do valor  $R_A$  (valor esperado) quanto mais desprezível for o valor do piquete auxiliar  $R_T$  em relação a  $R_A$ . Além disso, a medição será aumentada “em prol da segurança” de  $R_T$ , ou seja, se o valor  $R_A + R_T$  estiver coordenado com as proteções, por maioria de razão o será apenas  $R_A$

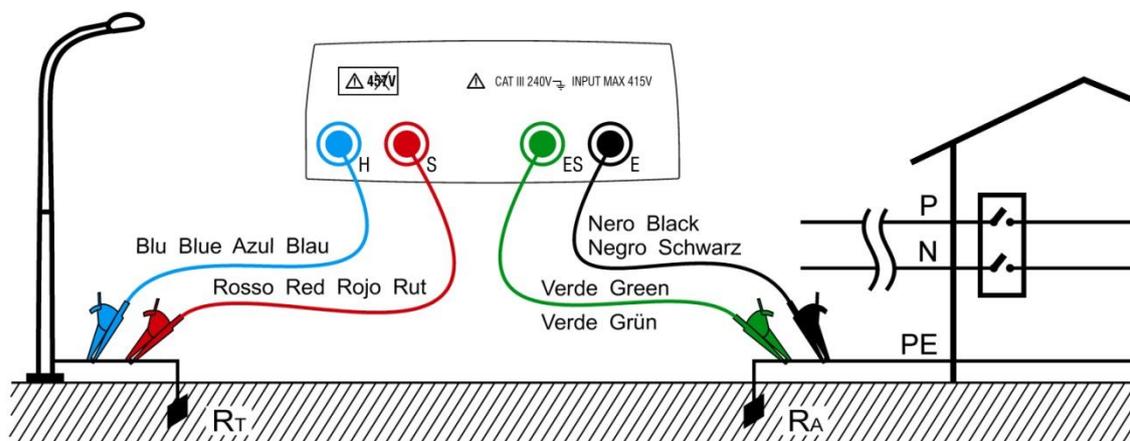


Fig. 4: Medição da resistência de terra com dois fios utilizando um piquete auxiliar

Nos sistemas TT (ver Fig. ) é possível efetuar a medição de terra com 2 pontos utilizando como *piquete auxiliar* o condutor de neutro fornecido pela entidade fornecedora e obtida diretamente numa tomada de corrente ou no quadro de alimentação; se na tomada também estiver disponível a ligação de terra evidentemente a medição pode ser efetuada diretamente na tomada, entre os condutores de neutro e de terra.

## ATENÇÃO



Quando se pretende efetuar a medição utilizando os condutores de neutro e de terra de uma tomada de corrente normal, pode acontecer de ligar-se, acidentalmente, na fase; neste caso, o display apresentará a tensão detetada, o símbolo de atenção assinala uma inserção errada e não efetuará a medição mesmo que se pressione o botão **GO**

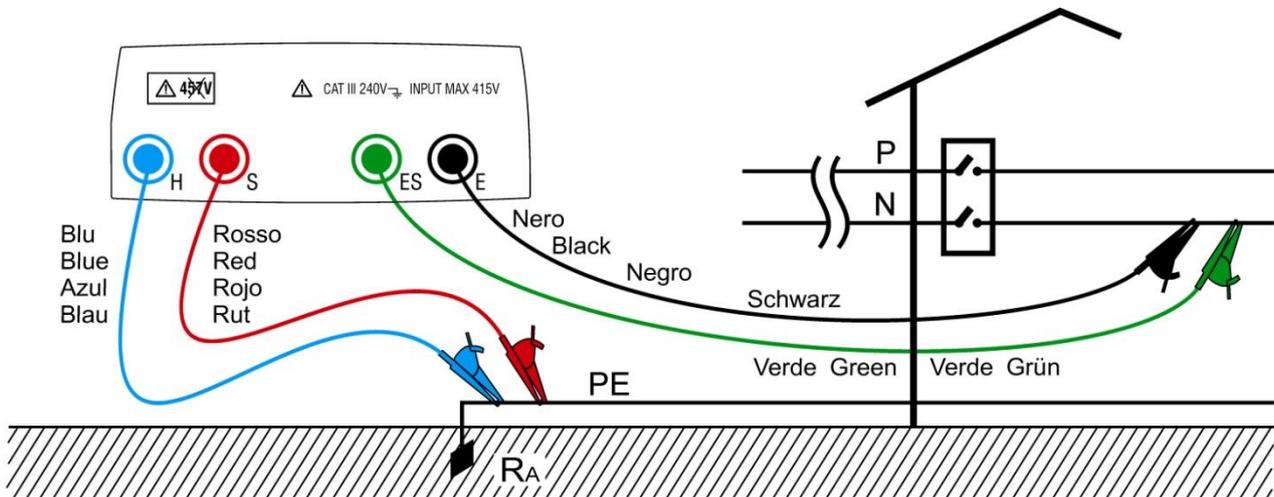
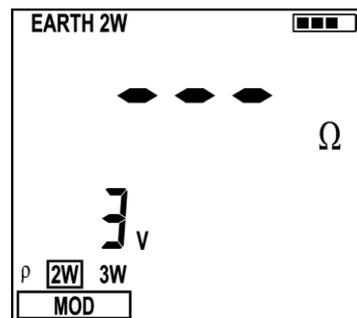


Fig. 5: Medição da resistência de terra com dois fios através do quadro de alimentação

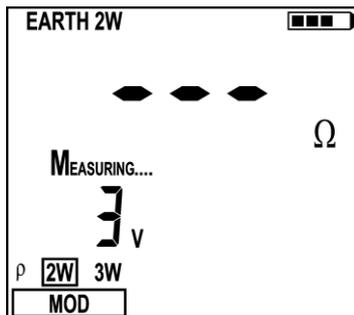
1. Ligar o instrumento pressionando o botão “Ligar”
2. Pressionando os botões “seta” , selecionar **MOD**, e depois pressionando os botões “seta” , selecionar a função **2W**
3. No display aparece um ecrã idêntico ao apresentado ao lado onde é indicado o valor da tensão de distúrbio na entrada do instrumento



Valor da tensão de distúrbio na entrada

4. Inserir os cabos de medida azul, vermelho verde e preto nos correspondentes terminais de entrada do instrumento H, S, ES, E e usar, se necessário, os crocodilos
5. Prolongar, se necessário, os cabos de medida azul e vermelho separadamente utilizando cabos de secção adequada. A presença de eventuais extensões não precisa de calibração e não altera o valor de resistência de terra medida
6. Ligar os crocodilos ao piquete auxiliar e à instalação em exame (ver Fig. e Fig. )
7. Pressionar o botão **GO**, o instrumento executa a medição

8. Enquanto o instrumento executa a medição é mostrado um ecrã idêntico ao apresentado ao lado onde é indicado o valor da tensão de distúrbio na entrada do instrumento. Enquanto no display do instrumento aparecer a inscrição **MEASURING...** não desligar e não tocar as ponteiras de medida



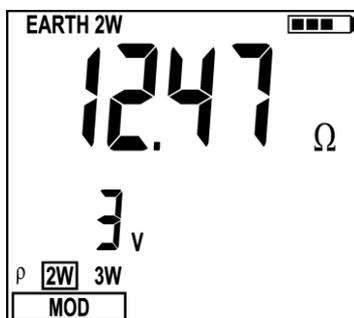
Valor da tensão de distúrbio na entrada

### ATENÇÃO



No início da medição é medida a tensão de distúrbio na entrada do circuito voltimétrico e do circuito amperimétrico. Se o valor medido estiver compreendido entre 3 V e 9 V, o instrumento efetua a medição e apresenta o símbolo para assinalar a perda da precisão da medição (§ 0)

9. No final do teste e no caso em que a medição da resistência de terra é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico a assinalar o sucesso do teste e apresenta a medição da resistência e o valor da tensão de distúrbio existente no ato da medição



Medição da resistência de terra

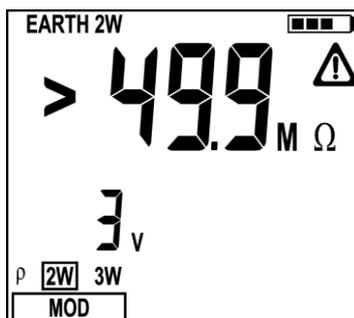
Valor da tensão de distúrbio na entrada

### ATENÇÃO



A medição da resistência é efetuada pelo método voltamperimétrico a 4 fios que não é influenciada pelo valor da resistência dos cabos utilizados. Não é por isso necessário efetuar a compensação da resistência dos cabos ou das suas eventuais extensões

10. No final do teste e no caso em que a medição da resistência de terra exceda o fundo da escala, o instrumento emite um sinal acústico prolongado para assinalar o insucesso do teste e apresenta o ecrã mostrado ao lado



Medição da resistência de terra superior ao fundo da escala

Valor da tensão de distúrbio na entrada

11.  As medições são memorizadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** (§ 5.1)

#### 4.5. $\rho$ - MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE DO TERRENO

O valor da resistividade do terreno é um parâmetro indispensável para calcular o valor da resistência dos piquetes que se irão utilizar para a realização da instalação de terra. A medição é efetuada de acordo com a normativa CEI 64.8, IEC 781, VDE 0413 EN61557-5.

### ATENÇÃO



- ☞ O instrumento pode ser usado em instalações com categoria de sobretensão CAT III 240V para a terra com tensão máxima 415V entre as entradas. Não ligar o instrumento a instalações com tensões que excedam os limites indicados neste manual. A transposição destes limites poderá provocar choques elétricos no utilizador e danos no instrumento.
- ☞ A ligação dos cabos de medida ao instrumento e aos crocodilos deve ser efetuada sempre com os acessórios desligados da instalação.
- ☞ Recomenda que para pegar os crocodilos seja respeitada a zona de segurança identificada pela barreira de segurança (ver § 4.2).
- ☞ Nos casos em que o comprimento dos cabos fornecidos com o instrumento não seja adequado para a medição (ver § 10) é possível utilizar extensões adotando as precauções descritas no § 10.2.1.

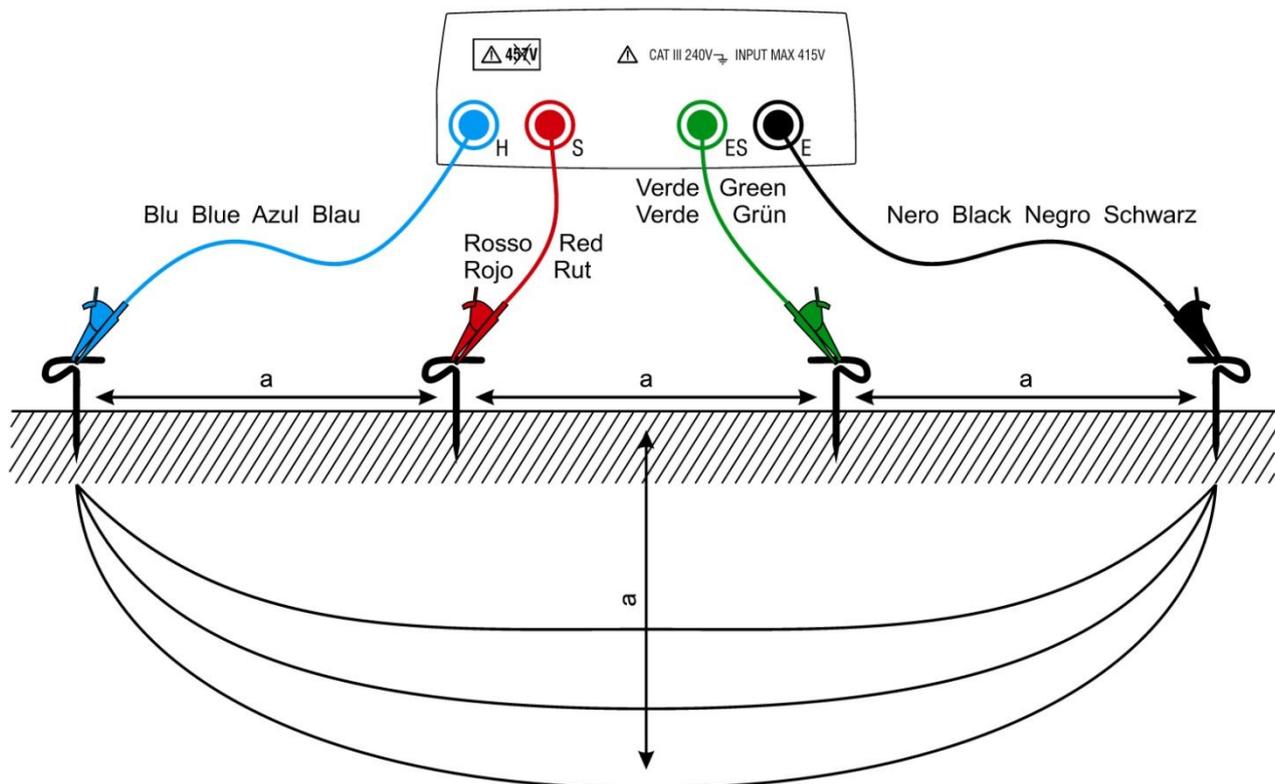
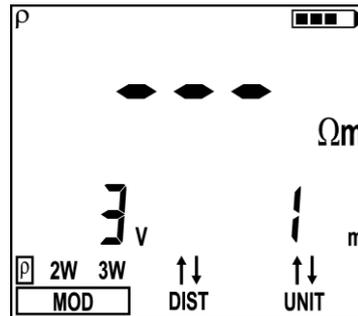


Fig. 6: Medição da resistividade do terreno

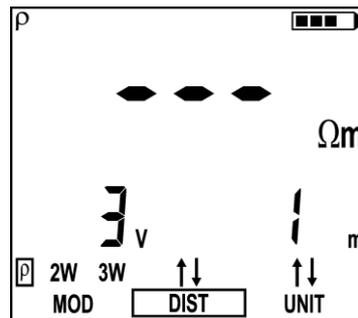
1. Ligar o instrumento pressionando o botão “Ligar”
2. Pressionando os botões “seta” ◀, ▶ selecionar **MOD**, e depois pressionando os botões “seta” ▲, ▼ selecionar a função  $\rho$

3. No display aparece um ecrã idêntico ao apresentado ao lado, onde são indicados os valores da tensão de distúrbio na entrada do instrumento e da distância entre os piquetes selecionados



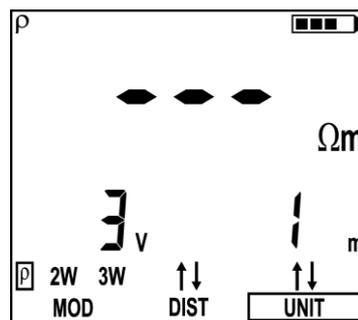
Valor da tensão de distúrbio na entrada e da distância entre os piquetes

4.  Quando se pretende alterar a distância entre os piquetes, pressionar os botões “seta” ◀, ▶ e selecionar **DIST**, depois pressionando os botões “seta” ▲, ▼ definir a distância pretendida (de um a dez metros, com passos de um ou de três a trinta pés com passos de três)



Valor da distância entre os piquetes selecionada

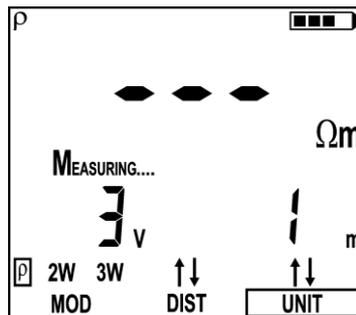
5.  Para definir a unidade de medida da distância, pressionar os botões “seta” ◀, ▶ e selecionar **UNIT**, depois pressionando os botões “seta” ▲, ▼ definir a unidade de medida pretendida (m ou ft)



Unidade de medida definida

6. Inserir os cabos de medida azul, vermelho verde e preto nos correspondentes terminais de entrada do instrumento H, S, ES, E e usar, se necessário, os crocodilos
7. Prolongar, se necessário, os cabos de medida separadamente, utilizando cabos de secção adequada. A presença de eventuais extensões não precisa de calibração e não altera o valor da resistividade do terreno medido
8. Espetar no terreno quatro piquetes colocando-os em linha e a uma distância recíproca igual ao selecionado no instrumento. A definição de uma distância diferente da realmente existente entre os piquetes anula a medição (§ 10.3)
9. Ligar os crocodilos aos piquetes (ver Fig. )
10.  Pressionar o botão **GO**, o instrumento executa a medição

11. Enquanto o instrumento executa a medição é mostrado um ecrã idêntico ao apresentado ao lado onde são indicados os valores da tensão de distúrbio na entrada e a distância entre os piquetes auxiliares selecionados. Enquanto no display do instrumento aparecer a inscrição **MEASURING...** não desligar e não tocar nas ponteiras de medida



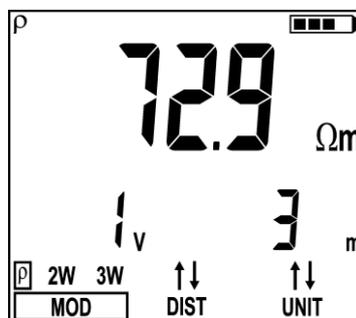
Valor da tensão de distúrbio na entrada e da distância entre os piquetes definida

### ATENÇÃO



No início da medição é medida a tensão de distúrbio na entrada do circuito voltimétrico e do circuito amperimétrico. Se o valor medido estiver compreendido entre 3 V e 9 V, o instrumento efetua a medição e apresenta o símbolo para assinalar a perda de precisão da medição (§ 0)

12. No final do teste e no caso em que a medição da resistividade é inferior ao fundo da escala, o instrumento emite um duplo sinal acústico a assinalar o sucesso do teste e apresenta a medição da resistividade e o valor da tensão de distúrbio existente no ato da medição



Medição da resistividade do terreno

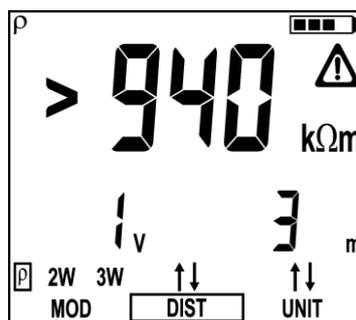
Valor da tensão de distúrbio na entrada e da distância entre os piquetes definida

### ATENÇÃO



A medição da resistividade é efetuada pelo método voltamperimétrico a 4 fios que não é influenciada pelo valor da resistência dos cabos utilizados. Por isso, não é necessário efetuar a compensação da resistência dos cabos ou das suas eventuais extensões

13. No final do teste e no caso em que a medição da resistividade de terra excede o fundo da escala, o instrumento emite um sinal acústico prolongado para assinalar o insucesso do teste e apresenta o ecrã mostrado ao lado



Medição da resistividade do terreno superior ao fundo da escala

Valor da tensão de distúrbio na entrada e da distância definida entre os piquetes

### ATENÇÃO



O fundo da escala é calculado como  $\rho_{MAX} = 2 \pi \text{ DIST } R$  onde DIST é o valor definido para a distância entre os piquetes e R o valor máximo da resistência mensurável pelo instrumento. O fundo de escala da medição da resistividade de terra depende portanto da definição da distância entre os piquetes

- 14.



As medições podem ser memorizadas pressionando duas vezes o botão **SAVE** (§ 5.1)

#### 4.5.1. Situações anómalas para as medições – todas as modalidades

1. No início da medição o instrumento verifica a continuidade dos cabos de medida. **Se o circuito voltimétrico (cabo vermelho S e verde ES) estiver interrompido ou apresente uma resistência muito elevada,** o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se os terminais estão ligados corretamente e se o piquete ligado ao terminal S

Resistência do circuito voltimétrico muito elevada
Valor da tensão de distúrbio na entrada
Exemplo na modalidade 3W

não está espetado num terreno saibroso ou pouco condutivo e neste caso deitar água à volta do piquete para diminuir a sua resistência (§ 10.2).

É apresentado **RP> top** se:

- ao circuito voltimétrico se soma uma resistência do piquete S  $R_s > 50K\Omega$
- a resistência do piquete S supera o valor  $1200 + 100 R_x [\Omega]$  (onde  $R_x$  é o valor medido da resistência de terra)

2. No início da medição o instrumento verifica a continuidade dos cabos de medida. **Se o circuito amperimétrico (cabo azul H e preto E) estiver interrompido ou apresente uma resistência muito elevada,** o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se os terminais estão corretamente ligados e se o piquete ligado ao terminal H

Resistência do circuito amperimétrico muito elevada
Valor da tensão de distúrbio na entrada
Exemplo na modalidade 3W

não está espetado num terreno saibroso ou pouco condutivo e neste caso deitar água à volta do piquete para diminuir a sua resistência (§ 10.2).

É apresentado **RC> top** se:

- ao circuito amperimétrico se soma uma resistência do piquete H  $R_H > 50K\Omega$
- a resistência do piquete H supera o valor  $1200 + 100 R_x [\Omega]$  (onde  $R_x$  é o valor medido da resistência de terra)

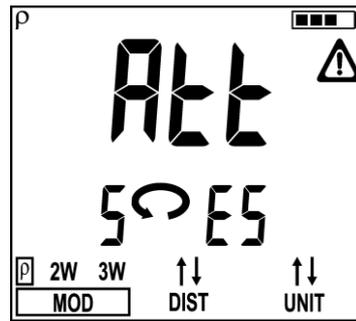
3. No início da medição o instrumento verifica a continuidade dos cabos de medida. **Se o circuito voltimétrico (cabo vermelho S e verde ES) e o circuito amperimétrico (cabos azul H e preto E) estiverem ambos interrompidos ou apresentem uma resistência muito elevada,** o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado. Verificar se os terminais estão corretamente ligados

Resistência do circuito voltimétrico e do circuito amperimétrico muito altos
Valor da tensão de distúrbio na entrada
Exemplo na modalidade 3W

e se os piquetes ligados aos terminais S e H não estão espetados num terreno saibroso ou pouco condutivo e neste caso deitar água à volta dos piquetes para diminuir a sua resistência (§ 10.2). É apresentado **RP, RC> top** se:

- ao circuito voltimétrico se soma uma resistência do piquete S  $R_s > 50K\Omega$  e ao circuito amperimétrico se soma uma resistência do piquete H  $R_H > 50K\Omega$
- a resistência do piquete S e a resistência do piquete H superam ambas o valor  $1200 + 100 R_x [\Omega]$  (onde  $R_x$  é o valor medido da resistência de terra).

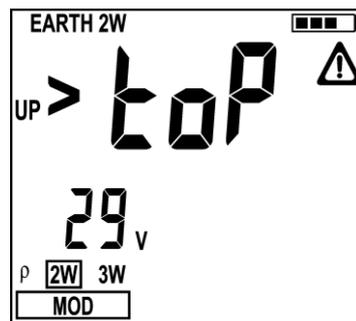
4. No início da medição, se o cabo vermelho (ligado ao terminal S) e verde (ligado ao terminal ES) estiverem invertidos entre si, o instrumento não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta o ecrã mostrado ao lado



Cabos vermelho e verde invertidos entre si

Exemplo na modalidade  $\rho$

5. No início da medição, se o instrumento deteta na entrada do circuito voltimétrico uma tensão de distúrbio superior a 9V, não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta o ecrã mostrado ao lado

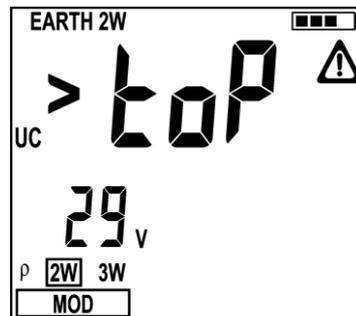


Tensão de distúrbio na entrada do circuito voltimétrico muito elevada

Valor da tensão de distúrbio na entrada

Exemplo na modalidade 2W

6. No início da medição, se o instrumento deteta na entrada do circuito amperimétrico uma tensão de distúrbio superior a 9V, não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta o ecrã mostrado ao lado

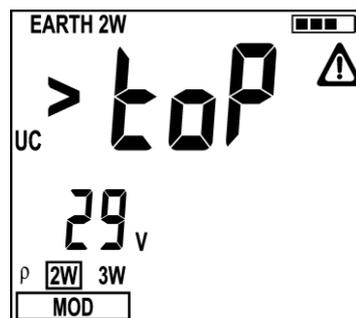


Tensão de distúrbio na entrada do circuito amperimétrico muito elevada

Valor da tensão de distúrbio na entrada

Exemplo in modalitã 2W  
Exemplo na modalidade 2W

7. No início da medição, se o instrumento deteta uma tensão de distúrbio superior a 9V na entrada dos circuitos voltimétrico e amperimétrico, não executa o teste, emite um sinal acústico prolongado e apresenta o ecrã mostrado ao lado

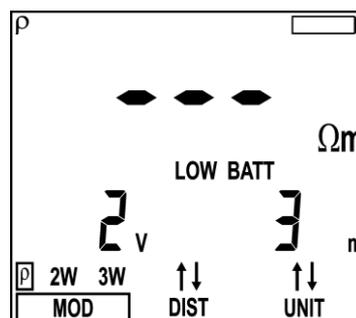


Tensão de distúrbio na entrada dos circuitos voltimétrico e amperimétrico muito elevada

Valor da tensão de distúrbio na entrada

Exemplo na modalidade 2W

8. Se a tensão fornecida pelas pilhas não for suficiente, o instrumento apresenta o símbolo de pilha descarregada e a mensagem LOW BATT, logo não permite a execução de qualquer medição. Todavia, nesta condição, é possível efetuar operações como configurações, leitura dos dados em memória, etc.



Tensão de alimentação muito baixa, pilhas descarregadas

Valor da tensão de distúrbio na entrada e da distância definida entre os piques

Exemplo na modalidade  $\rho$

9.  As situações anómalas acima referidas não são memorizadas

## 5. GESTÃO DOS DADOS EM MEMÓRIA

### 5.1. COMO GUARDAR UMA MEDIÇÃO

- 

Após ter efetuado uma medição pressionar o botão **SAVE**, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

MEM

107

L                      P

38                      12

Número do registo da memória onde será memorizada a medição

Último valor definido do parâmetro L e do parâmetro P
- 

Quando se pretende alterar os valores dos parâmetros **L** e **P** pressionar os botões “seta” ◀, ▶ e selecionar L ou P, depois pressionando os botões “seta” ▲, ▼ definir o valor pretendido (de 1 a 255). Estes valores podem ajudar a recordar o local onde se efetuou a medição em questão
- 
 OU
 

Confirmar a memorização da medição pressionando o botão **SAVE** ou o botão **ENTER**

### 5.2. COMO ELIMINAR UMA OU MAIS MEDIÇÕES

- 

Pressionar o botão **RCL**, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

MEM

107

L                      P

10                      12

Número do último registo da memória utilizada

Valores do parâmetro L e do parâmetro P
- 

Pressionar os botões “seta” ▲, ▼ para selecionar a célula da memória onde iniciar a eliminação dos dados, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado

MEM

11

L                      P

31                      12

Número do registo da memória onde iniciar a eliminação

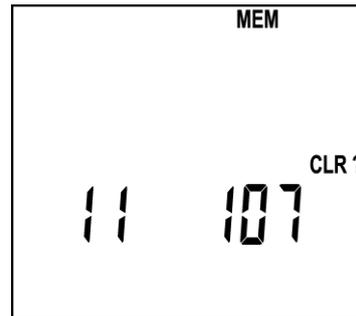
Valores do parâmetro L e do parâmetro P

### ATENÇÃO



A confirmação da eliminação dos dados implica a remoção de todos os dados memorizados a partir da célula selecionada até à última célula da memória ocupada

3.  Pressionar o botão **CLR** e o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado



Primeiro e último registo da memória a eliminar e pedido de confirmação

Como alternativa:

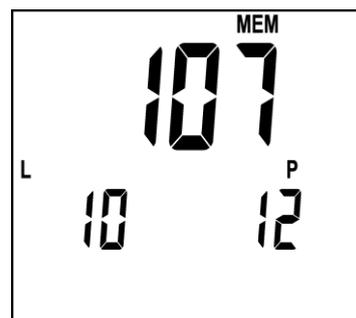
4.  Confirmar a eliminação das medições pressionando o botão **ENTER**, o instrumento emite um duplo sinal acústico para assinalar a eliminação das medições seleccionadas

Ou:

4.  Pressionar o botão **ESC** para voltar para a visualização anterior

### 5.3. COMO ABRIR UMA MEDIÇÃO

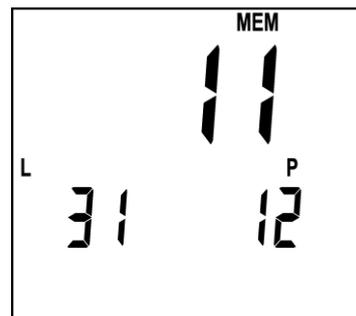
1.  Pressionar o botão **RCL**, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado



Número do último espaço da memória utilizado

Valores do parâmetro L e do parâmetro P

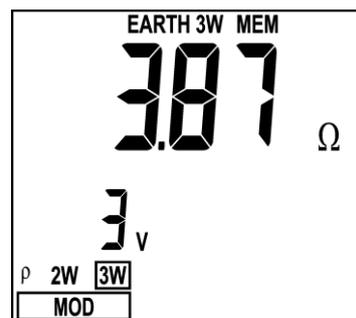
2.  Pressionar os botões “seta” ▲, ▼ para seleccionar o registo da memória onde se pretende apresentar o conteúdo



Número do registo da memória onde se pretende apresentar o conteúdo

Valores do parâmetro L e do parâmetro P

3.  Pressionar o botão **ENTER** para visualizar a medição contida no espaço da memória seleccionado, o instrumento apresenta um ecrã idêntico ao mostrado ao lado



Medição memorizada no espaço da memória seleccionada

Valores da tensão de distúrbio existente no ato da medição

4.  Pressionar o botão **ESC** para voltar para a visualização anterior e pressionar novamente o botão **ESC** para sair da gestão da memória

## 6. RESET DO INSTRUMENTO

### ATENÇÃO



**ANTES DE EFETUAR O RESET DO INSTRUMENTO GUARDAR OS DADOS REFERENTES ÀS MEDIÇÕES EFETUADAS, TRANSFERINDO-OS PARA O PC**

1.  Com o instrumento desligado, pressionar o botão **RCL/CLR**

2.  Mantendo pressionado o botão **RCL/CLR**, pressionar o botão “ligar”. O instrumento emite um curto sinal acústico e durante aproximadamente um segundo, mostra todos os segmentos do display. A seguir, emite outro curto sinal acústico e apresenta o ecrã mostrado ao lado durante, aproximadamente, 3 segundos



### ATENÇÃO



O procedimento de RESET implica a eliminação de todos os dados residentes na memória e a reposição do parâmetro DIST no valor atribuído pela fábrica (valor por defeito) (1m ou 3ft)

## 7. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO AO PC

A ligação entre o PC e instrumento efetua-se através da porta série ou USB e utiliza o cabo optoisolado fornecido com o software. Antes de efetuar a ligação é necessário selecionar no PC a porta utilizada e a taxa de transmissão (Baud Rate) correta (9600 bps). Para definir estes parâmetros iniciar o software e consultar a ajuda em linha do programa. A porta selecionada não deve ser utilizada por outros dispositivos ou aplicações como rato, modem, etc. Para transferir os dados memorizados para o PC proceder do seguinte modo.

### ATENÇÃO



A porta ótica emite radiações Laser, não observar diretamente com instrumentos óticos. Aparelho Laser da classe 1M segundo a EN 60825-1.

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

1.  Ligar o instrumento pressionando o botão “Ligar”
2. Ligar o instrumento ao PC através do cabo optoisolado fornecido com o software. **A comunicação é ativada para cada função exceto durante as fases de medição e enquanto estiver ativa a gestão da memória (§ 5)**
3. Utilizar o software de gestão dos dados para descarregar para o PC o existente na memória do instrumento. Durante a transferência dos dados, o instrumento apresenta o ecrã mostrado ao lado e de seguida terminada a transferência dos dados, volta para a função anteriormente selecionada



## 8. MANUTENÇÃO

### 8.1. 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 bateria para evitar o derrame de líquidos por parte desta última que podem danificar os circuitos internos do instrumento.

### 8.2. SUBSTITUIÇÃO DAS PILHAS

Quando no display LCD aparece o símbolo de pilha descarregada (§ 8.4.2) deve-se substituir as pilhas.



#### ATENÇÃO

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

1. Desligar o instrumento pressionando o botão “Ligar”
2. Retirar os cabos dos terminais de entrada
3. Desapertar o parafuso de fixação da cobertura do alojamento das pilhas e retirar a mesma
4. Retirar todas as pilhas e substituí-las por novas e todas do mesmo tipo (§ 8.4.2) 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 de reciclagem

### 8.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

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

### 8.4. FIM DE VIDA



**ATENÇÃO:** o símbolo gravado no instrumento indica que a aparelhagem e os seus acessórios devem ser reciclados separadamente e tratados de modo correto.

## 9.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### Medição da resistência de terra com 3 e 2 pontos – EARTH 3W e EARTH 2W

Escala (**)		Resolução [ $\Omega$ ]	Precisão Total
Leitura [ $\Omega$ ]	Medida [ $\Omega$ ]		
0.01 ÷ 19.99	0.08 ÷ 19.99	0.01	±(2.5% leitura+2 dígitos)
20.0 ÷ 199.9	20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	200 ÷ 1999	1	
2.00 ÷ 19.99k	2.00 ÷ 19.99k	0.01k	
20.0 ÷ 49.9k	20.0 ÷ 49.9k	0.1k	

### Tabela das Precisões de Funcionamento (de acordo com EN61557)

Valor convencional	Valor lido	Precisão Intrínseca A	Entidade de distúrbio					Precisão Total B	
			E1	E2	E3	E4	E5	[ $\Omega$ ]	[%]
[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]
17.986	18.00	0.014	0.01	0.00	0.05	0.04	0.03	0.096	0.53
180.03	180.1	0.07	0.1	0.0	0.5	0.3	0.3	0.82	0.46
1495.4	1492	3.4	0	1	4	1	3	9.3	0.62
18.029k	18.08k	0.051k	0.00k	0.00k	0.07k	0.01k	0.12k	0.21k	1.17
46.76k	46.9k	0.14k	0.0k	0.0k	0.2k	0.0k	0.4k	0.66k	1.40

Para o significado dos termos consultar o parágrafo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

### Medição da resistividade do terreno - $\rho$

Escala (**)		Resolução [ $\Omega$ m]	Precisão (*)
Leitura [ $\Omega$ m]	Medida [ $\Omega$ m]		
0.06 ÷ 19.99	0.50 ÷ 19.99	0.01	±(2.5% leitura+2 dígitos)
20.0 ÷ 199.9	20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	200 ÷ 1999	1	
2.00 ÷ 19.99k	2.00 ÷ 19.99k	0.01k	
20.0 ÷ 199.9k	20.0 ÷ 49.9k	0.1k	

#### Notas:

(\*) Quando:  $R_P > 1200 + 100 R_X$  e/ou  $R_C > 1200 + 100 R_X$ ,  $R_P > 50k\Omega$  e/ou  $R_C > 50k\Omega$  e o instrumento executa a medição, a sua precisão é igual a ±(10% leitura) onde:

$R_P$  = resistência do circuito de tensão ES - S

$R_C$  = resistência do circuito de corrente E - H

$R_X$  = resistência de terra medida

(\*\*) Seleção automática da escala de medida

Frequência de medida 77.5Hz

Corrente de teste ≤ 12mA

Tensão em vazio < 25Vrms

Tensão de distúrbio nos circuitos amperimétrico e voltimétrico: a medição é executada com a precisão declarada para tensões de distúrbio ≤ 3V, para tensões de distúrbio > 3V e ≤ 9V a precisão do instrumento decresce progressivamente. Para tensões de distúrbio igual a 9V o instrumento não executa a medição.

### Medição da tensão de distúrbio

Escala (**)		Resolução [V]	Precisão (*)
Leitura [V]	Medida [V]		
0 ÷ 460	7 ÷ 460	1	±(2.0% leitura+2 dígitos)

### 8.4.1. Normas de segurança

Segurança do instrumento:	IEC / EN61010-1, IEC / EN61557-1, IEC / EN61557-5
Documentação técnica:	IEC / EN61187
Segurança dos acessórios de medida:	IEC / EN61010-031
Isolamento:	Classe 2, Duplo isolamento
Proteção:	IP30D segundo IEC / EN60529
Nível de Poluição:	2
Categoria de sobretensão:	CAT III 240V (para a terra), máx 415V entre as entradas
Campo de utilização:	
altitude máx.:	2000m
instalações caracterizadas por uma tensão de segurança $\geq 25V$	

### 8.4.2. Características gerais

#### Características mecânicas

Dimensões:	235 (L) x 165 (La) x 75 (H) mm
Peso (pilhas incluídas):	cerca de 1000g

#### Alimentação

Tipo de pilha:	6 Pilhas AA R6 1.5V alcalinas      ou 6 Pilhas AA R6 1.2V Ni-MH 2100mA recarregáveis
Indicação de pilha descarregada:	no display aparece o símbolo de pilha descarregada  quando a tensão fornecida pelas pilhas é muito baixa
Duração das pilhas:	cerca de 500 testes
Desligar automático:	ativa-se após cerca de três minutos da última seleção, medição ou comando recebido do PC

#### Display

Características:	LCD com retroiluminação de 73x65 mm
------------------	-------------------------------------

#### Memória

Características:	999 espaços de memória
------------------	------------------------

#### Ligação ao PC

Características:	porta optoisolada para comunicação bidirecional. Aparelho Laser da classe 1M segundo a EN 60825-1.
------------------	---

## 8.5. AMBIENTE

### 8.5.1. Condições ambientais de utilização

Temperatura de referência:	$23 \pm 5^{\circ}C$
Temperatura de utilização:	$0 \div 40^{\circ}C$
Humidade relativa admitida:	$<80\%$
Temperatura de armazenamento:	$-10 \div 60^{\circ}C$
Humidade de armazenamento:	$<80\%$

### 8.5.2. EMC

Este instrumento foi concebido em conformidade com as normas EMC em vigor e a compatibilidade foi testada relativamente a EN61326-1.

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

## 8.6. ACESSÓRIOS

### 8.6.1. Geo416

Consultar lista anexa

### 8.6.2. Geo416GS

A embalagem contém:

	<b>Acessório</b>	<b>Características Técnicas</b>
<b>KIT416CV</b>	Conjunto de 4 cabos banana-banana L=1.0m	CAT III 1000V, Duplo isolamento, 20A
<b>COC4-UK</b>	Conjunto de 4 crocodilos	CAT III 1000V, Duplo isolamento, 20A
<b>BORSA2000N</b>	Bolsa para transporte	
	Manual de instruções	
	Certificado de calibração ISO9000	

Nota: os elementos que não têm indicado o código não podem ser fornecidos em separado.

## 9. ASSISTÊNCIA

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

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

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

### 9.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funciona corretamente, antes de contactar o Serviço de Assistência, verificar o estado das baterias e dos cabos e substituí-los se necessário.

Se o instrumento continuar a não funcionar corretamente, verificar se o procedimento de utilização do mesmo está conforme o indicado neste manual.

No caso de o instrumento ser devolvido ao 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.

## 10. FICHAS PRÁTICAS PARA AS MEDIÇÕES

### 10.1. RESISTÊNCIA DE TERRA NAS INSTALAÇÕES TT

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 limite de referência (por exemplo  $20\Omega$  como do art. 326 do DPR 547/55) ao qual fazer referência no controlo do resultado da medição, mas é necessário de vez em quando verificar se é respeitado o ordenamento previsto pela normativa.

As partes de instalação a verificar são representadas por toda a instalação de terra nas condições de exercício. A verificação deve ser efetuada sem desligar os piquetes.

O valor da resistência de terra deve satisfazer a relação  $R_A < 50 / I_a$ , onde:

$R_A$  = resistência da instalação de terra cujo valor pode ser determinado pelas seguintes medições:

- Resistência de terra pelo método voltamperimétrico a três fios
- Resistência de terra pelo método voltamperimétrico a dois fios
- Impedância do circuito de defeito fase terra (\*)
- Resistência de terra pelo método voltamperimétrico a dois fios na tomada (\*\*)
- Resistência de terra dada pela medição da tensão de contacto  $U_t$  (\*\*)
- Resistência de terra dada pela medição do teste do tempo de intervenção dos interruptores diferenciais RCD (A, CA), RCD S (A, CA) (\*\*)

$I_a$  = corrente de intervenção em 5s do interruptor automático, corrente nominal de intervenção do diferencial (no caso de RCD S  $2 I_{\Delta n}$ ) expressa em Ampere

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

(\*) Se para proteção da instalação existir um interruptor diferencial, a medição deve ser efetuada a montante do referido diferencial ou a jusante mas curto-circuitando o interruptor diferencial para evitar que este dispare

(\*\*) Este método, embora, atualmente não esteja previsto nas normas CEI 64.8, fornece valores que, inúmeros testes de comparação com o método dos três pontos, demonstraram ser indicativos para a resistência de terra.

#### Exemplo

Instalação protegida por um diferencial  $I_a = 30$  mA. Para medir a resistência de terra utiliza-se um dos métodos acima citados. Para verificar se a resistência da instalação se pode considerar correta deve multiplicar-se o valor medido por 0.03A (30 mA). Se o resultado for inferior a 50V (ou 25V para ambientes especiais) a instalação pode considerar-se coordenada porque respeita a relação acima indicada.

Na presença de diferenciais de 30 mA (a quase totalidade das instalações civis) a resistência de terra máxima admitida é  $50 \text{ V} / 0.03 \text{ A} = 1666 \Omega$ . Isto permite utilizar também os métodos simplificados acima indicados que, embora não fornecendo um valor extremamente preciso, fornecem um valor suficientemente aproximado para a verificação da coordenação.

## 10.2. RESISTÊNCIA DE TERRA MÉTODO VOLTAMPERIMÉTRICO

### 10.2.1. Autoconstrução das extensões

Nos casos em que o comprimento dos cabos fornecidos com o instrumento não são suficientes para efetuar a medição, é possível auto construir das extensões para executar a medição na instalação em exame sem anular a precisão do referido instrumento.

Para a construção das extensões adotar sempre as seguintes indicações de modo a garantir a segurança do operador:

- Utilizar sempre cabos que apresentem uma Tensão de Isolamento e classe de isolamento adequadas à Tensão nominal e categoria de medida (sobretensão) da instalação em exame.
- Para os terminais das extensões, utilizar sempre conectores de Categoria de medida (sobretensão) e Tensão adaptados para o ponto em que se pretende ligar o instrumento (ver § **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**)

### 10.2.2. Técnica para piquetes de pequenas dimensões

Faz-se circular uma corrente entre o piquete de terra em exame e um piquete auxiliar situado a uma distância do contorno da instalação de terra igual a 5 vezes a diagonal da área que delimita a referida instalação de terra. Colocar a sonda de tensão aproximadamente a meio do piquete de terra e da sonda de corrente e finalmente medir a tensão entre as duas.

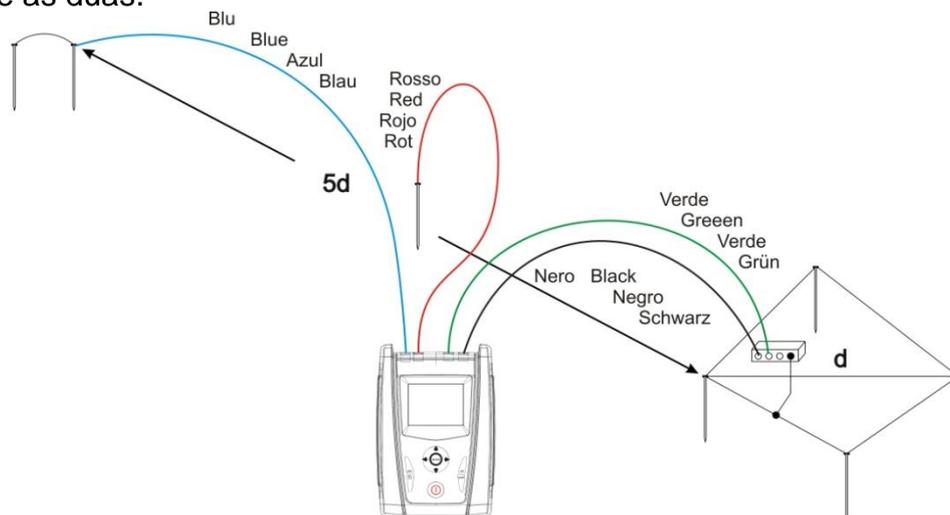


Fig. 2: Medição da resistência de terra - piquetes de pequenas dimensões

### 10.2.3. Técnica para piquetes de grandes dimensões

Esta técnica baseia-se sempre no método voltamperimétrico mas só se utiliza quando se torna difícil colocar o piquete auxiliar de corrente a uma distância igual a 5 vezes a diagonal da área da instalação de terra reduzindo essa distância para uma vez a diagonal da instalação de terra. Para verificar se a sonda de tensão está situada fora da zona de influência da instalação em teste e do piquete auxiliar, efetuar várias medições partindo com a sonda de tensão colocada no ponto intermédio entre o piquete e a sonda de corrente e, sucessivamente, deslocando a sonda tanto para o piquete de terra como para a sonda de corrente. Estas medições devem fornecer resultados compatíveis. Eventuais diferenças sensíveis entre os vários valores medidos indicam que a sonda de tensão foi espetada dentro da zona de influência da instalação em teste ou do piquete auxiliar de corrente. As medições assim obtidas não são fidedignas. Deve-se afastar, de seguida, o piquete auxiliar de corrente do piquete em exame e repetir todo o procedimento acima descrito.

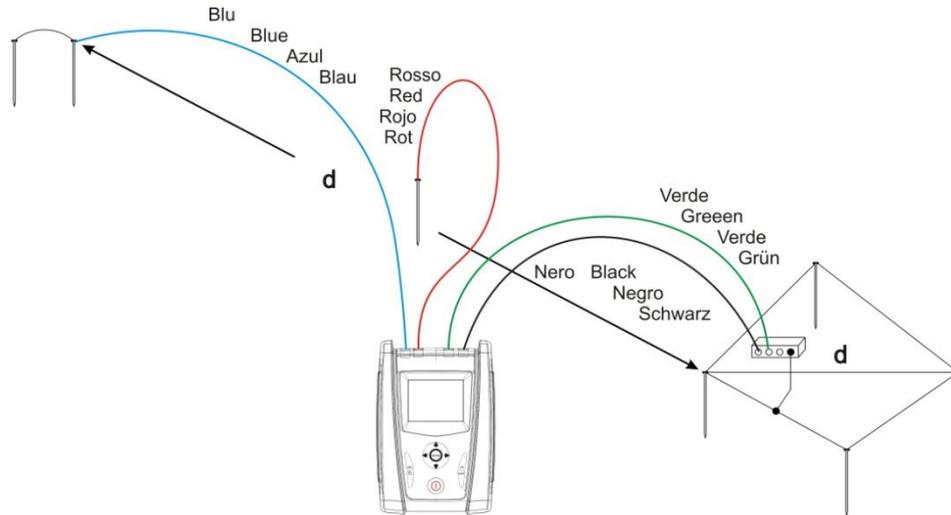


Fig. 3: Medição da resistência de terra – piquetes de grandes dimensões

### 10.3. RESISTIVIDADE DO TERRENO

A finalidade do teste é analisar o valor da resistividade do terreno para definir, na fase de projeto, a tipologia de piquetes de terra a utilizar na instalação. Para a medição da resistividade não existem valores corretos ou não corretos. Os vários valores obtidos utilizando distâncias entre os piquetes “a” crescentes devem ser assinalados num gráfico a partir dos quais e em função da curva obtida, se estabelece o tipo de piquetes a utilizar. Como a medição pode ser falseada pelas partes metálicas enterradas tais como tubos, cabos, outros piquetes, etc. é aconselhável efetuar uma segunda medição com igual distância “a” rodando o eixo dos piquetes 90°.

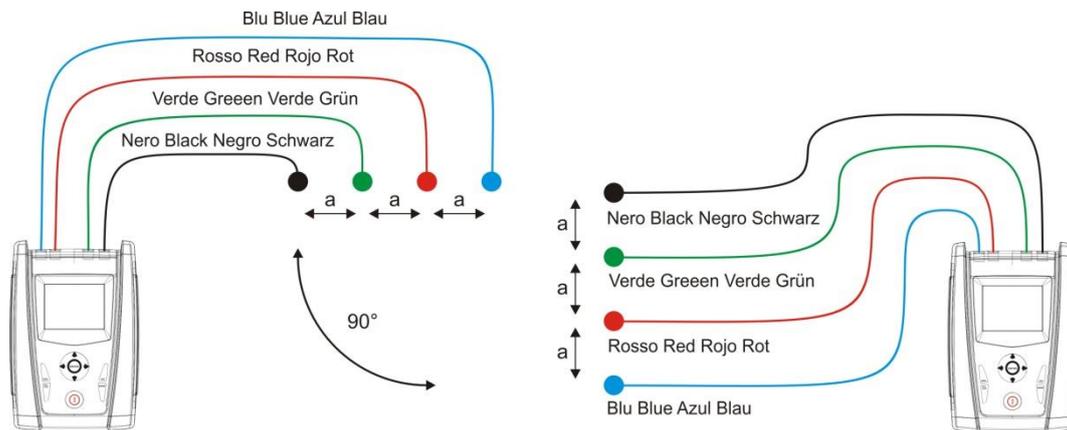
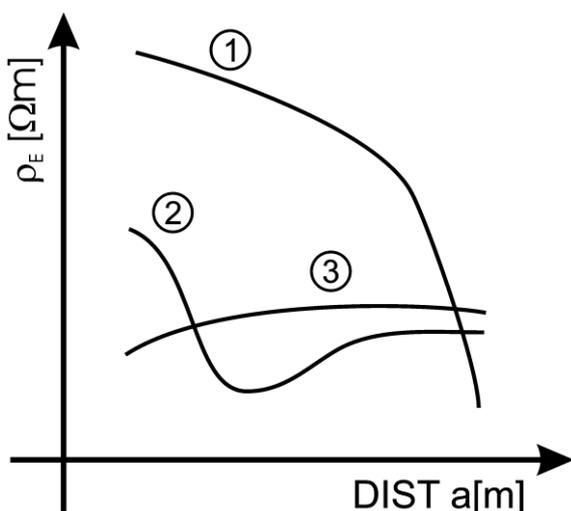


Fig. 4: Medição da resistividade do terreno

O valor da resistividade é dado pela relação:  $\rho_E = 2 \pi a R$  onde:

- $\rho_E$  = resistividade específica do terreno
- a = distância entre as sondas [m]
- R = resistência medida pelo instrumento [ $\Omega$ ]

O método de medição permite detetar a resistividade específica de um estrato de terreno de profundidade aproximadamente igual à distância “a” entre os dois piquetes. Quando se aumenta a podem ser detetados estratos de terreno mais profundos, portanto é possível controlar a homogeneidade do terreno e pode-se traçar um perfil a partir do qual é possível estabelecer a utilização do piquete ideal.



**Curva 1:** como  $\rho_E$  diminui só em profundidade é aconselhável usar um piquete mais profundo

**Curva 2:**  $\rho_E$  diminui só até à profundidade a, portanto o aumento da profundidade dos piquetes para além de a não traz qualquer vantagem

**Curva 3:** a resistividade do terreno é quase constante, com profundidades maiores não se obtém qualquer diminuição de  $\rho_E$ . O tipo de piquete mais indicado é o do tipo em anel

Fig. 5: Medição da resistividade do terreno

### 10.3.1. Avaliação aproximada do contributo de piquetes

Como primeira aproximação, a resistência de um piquete  $R_d$  pode ser calculada através das seguintes fórmulas ( $\rho$  resistividade média do terreno)

a) resistência de um piquete vertical

$$R_d = \rho / L$$

onde  $L$  = comprimento do elemento em contacto com o terreno

b) resistência de um piquete horizontal

$$R_d = 2\rho / L$$

onde  $L$  = comprimento do elemento em contacto com o terreno

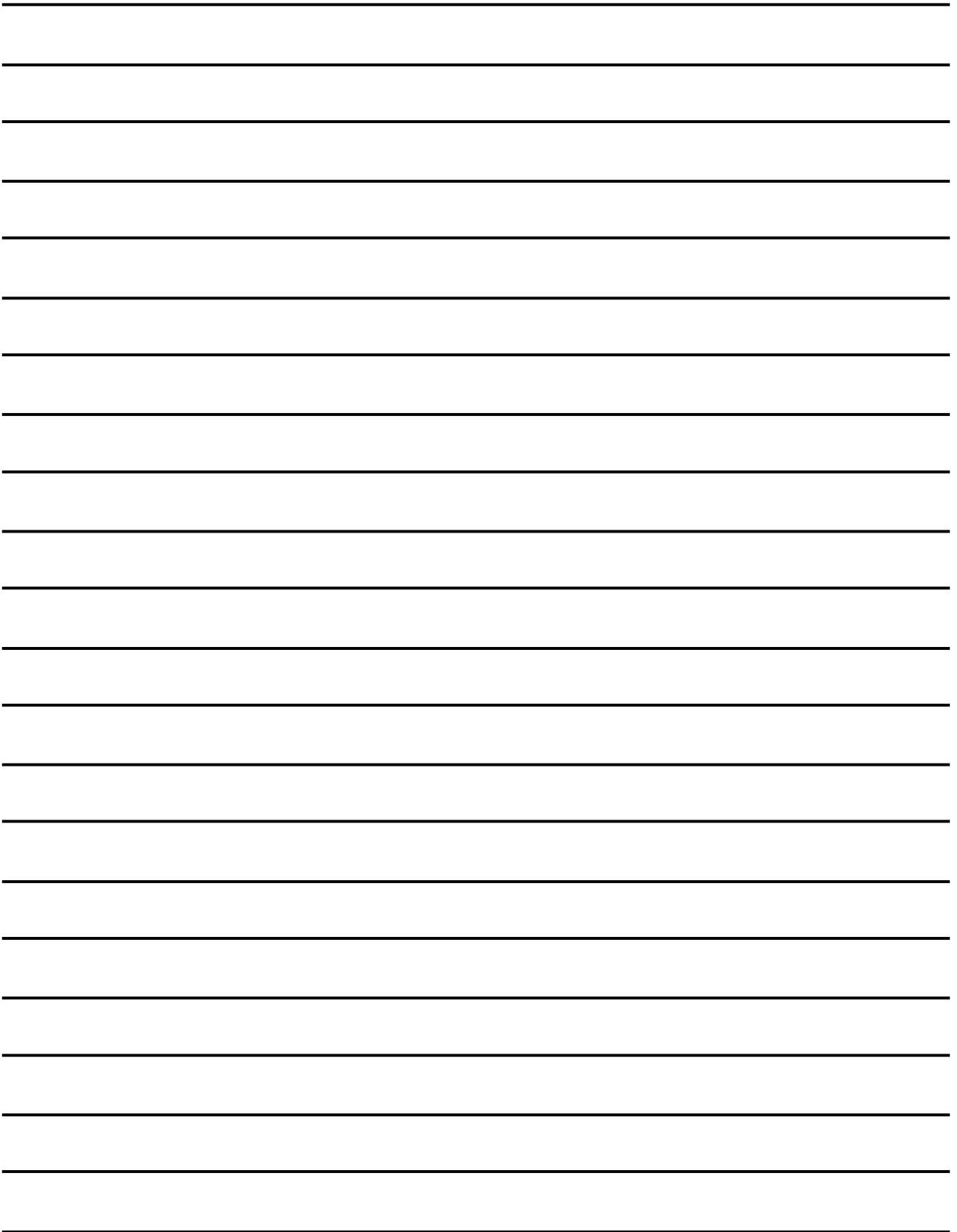
c) resistência de um sistema de elementos em anel

Como é conhecido a resistência de um sistema complexo com vários elementos em paralelo é sempre mais elevada do que aquela que resultaria de um simples cálculo de elementos em paralelo. Isto é tanto mais verdadeiro quanto mais próximos e interativos, são os elementos. Por este motivo, a utilização da fórmula que se segue para o caso de um sistema em anel é mais rápida e eficaz do que o cálculo dos simples elementos horizontais e verticais:

$$R_d = \rho / 4r$$

onde  $r$  = raio da circunferência que circunscribe o anel.







Via della Boaria 40  
48018 – Faenza (RA) - Italy  
Tel: +39-0546-621002 (4 linee r.a.)  
Fax: +39-0546-621144  
email: [ht@htitalia.it](mailto:ht@htitalia.it)  
<http://www.htitalia.com>