

# T2000-T2100

## MANUAL DE INSTRUÇÕES



© Copyright HT ITALIA 2016  
Versão PT 2.02 de 17/03/2016



**Índice:**

<b>1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA</b> .....	<b>2</b>
1.1. Instruções preliminares .....	2
1.2. Durante a utilização .....	3
1.3. Após a utilização .....	3
1.4. Definição de categoria de medida (Sobretensão) .....	3
<b>2. DESCRIÇÃO GERAL</b> .....	<b>4</b>
2.1. Instrumentos de medida de Valor médio e de Valor eficaz real .....	4
2.2. Definição de valor eficaz real e fator de crista .....	4
<b>3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
3.1. Controlos iniciais .....	5
3.2. Alimentação do instrumento .....	5
3.3. Calibração .....	5
3.4. Armazenamento .....	5
<b>4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b> .....	<b>6</b>
4.1. Descrição do instrumento .....	6
4.2. Descrição dos botões de funções .....	6
4.3. Descrição do display .....	7
4.4. Ligar/desligar o instrumento .....	8
4.5. Medição de resistências .....	9
4.5.1. Princípio de funcionamento .....	9
4.5.2. Verificação da funcionalidade da pinça .....	10
4.5.3. Métodos de medição de resistências em dispersores de terra .....	11
4.5.3.1. Sistemas multi-dispersores .....	11
4.5.3.2. Sistema formado por um único dispersor .....	12
4.5.4. HOLD .....	15
4.5.5. MEM .....	15
4.5.6. Situações anómalas .....	15
4.6. Medição de correntes (T2000) .....	16
4.6.1. HOLD .....	16
4.6.2. MEM .....	17
4.6.3. Situações anómalas .....	17
4.7. Medição de correntes de fuga (T2000) .....	18
4.7.1. HOLD .....	18
4.7.2. MEM .....	19
4.7.3. Situações anómalas .....	19
4.8. Gestão da memória .....	20
4.8.1. Guardar dados na memória .....	20
4.8.2. Apresentação dos resultados existentes em memória .....	20
4.8.3. Eliminação do último dado memorizado .....	21
4.8.4. Eliminação dos últimos dados memorizados .....	21
4.9. Configuração dos patamares de alarme .....	22
4.10. Ligação RS232 com unidade MASTER (T2100) .....	23
<b>5. MANUTENÇÃO</b> .....	<b>24</b>
5.1. Generalidades .....	24
5.2. Substituição das baterias .....	24
5.3. Limpeza do instrumento .....	24
5.4. Fim de vida .....	24
<b>6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b> .....	<b>25</b>
6.1. Condições de referência .....	25
6.2. Características técnicas .....	25
6.2.1. Normas de referência .....	26
6.2.2. Características gerais .....	26
6.3. Ambiente .....	26
6.3.1. Condições ambientais de utilização .....	26
6.4. Acessórios .....	26
6.4.1. Acessórios fornecidos .....	26
<b>7. ASSISTÊNCIA</b> .....	<b>27</b>
7.1. Condições de garantia .....	27
7.2. Assistência .....	27

## 1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

Este manual é comum aos modelos **T2000** e **T2100**. No seguimento deste manual a palavra “instrumento” refere-se genericamente tanto ao modelo T2000 como ao modelo T2100 salvo notação específica sobre a ocorrência indicada. O instrumento foi construído em conformidade com a diretiva IEC/EN61010-1, referente aos instrumentos de medida eletrónicos. Para a Sua segurança e para evitar danificar o instrumento, deve seguir os procedimentos descritos neste manual 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 de 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, mesmo que não se esteja efetuando 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.

Neste manual e no instrumento são utilizados os seguintes símbolos:



Atenção: ler, com cuidado, as instruções deste manual; um uso impróprio poderá causar danos no instrumento, nos seus componentes ou criar situações perigosas para o operador



Perigo de alta tensão: risco de choques elétricos.



Instrumento com duplo isolamento



Referência de terra

### 1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- Este instrumento foi concebido para ser utilizado em ambientes com nível de poluição 2.
- O instrumento pode ser usado para medir resistências (T2000 e T2100) e correntes (T2000) em instalações da CAT III 150V para a terra. Para a definição das categorias de medida consultar o § 1.4
- Seguir as normais regras de segurança previstas pelos procedimentos para os trabalhos sob tensão e a utilizar os métodos previstos orientados para a proteção contra correntes perigosas e a proteger o instrumento contra uma utilização errada.
- O instrumento pode ser utilizado em instalações elétricas do tipo TT, TN e IT do tipo industrial, civil, médico, zootécnico seja em condições normais onde o limite da tensão de contacto é 50V, seja em condições especiais onde o limite da tensão de contacto é 25V.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Estes devem estar em boas condições e substituídos, se necessário, por modelos idênticos.
- Não efetuar medições em circuitos que superem os limites de corrente especificados (T2000).
- Não efetuar medições em condições ambientais fora dos limites indicados neste manual
- Verificar se as baterias estão inseridas corretamente

## 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

- Mexer na alavanca do toroide várias vezes antes de ligar o instrumento para se certificar de que o toroide está completamente fechado
- Ao ligar o instrumento NÃO mexer na alavanca do toroide e não inserir no toroide qualquer cabo
- Evitar a execução de medições de Resistências na presença de tensões externas. Mesmo que o instrumento esteja protegido, uma tensão excessiva poderá causar-lhe mau funcionamento
- Durante a medição de correntes (T2000), qualquer outra corrente localizada nas proximidades da pinça pode influenciar a precisão da medição
- Durante a medição de correntes (T2000) colocar sempre o condutor o mais próximo possível do centro do toroide de modo a obter uma leitura mais precisa
- Se, durante uma medição, o valor da grandeza em exame permanecer constante verificar se está ativa a função HOLD



### ATENÇÃO

Se durante a utilização aparecer o símbolo “” suspender os testes, desconectar o instrumento da instalação, desligar o instrumento e substituir as baterias (consultar o § 5.2)

## 1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

- Após terminar as medições, desligar o instrumento através do botão multifunções “1” (consultar o § 4.4.)
- Quando se prevê não utilizar o instrumento durante um longo período retirar as baterias

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

A norma “CEI 61010-1: Prescrições de segurança para equipamentos elétricos de medida, controlo e para utilização em laboratórios, 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:

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.  
*Exemplos: 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.  
*Exemplos: 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.  
*Exemplos: 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.  
*Exemplos: 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 permite efetuar as seguintes funções:

- Medição resistência em dispersores de terra pelo método do anel resistivo
- Medição direta em sondas de terra sem interrupção de cabos
- Medição de correntes de fuga em instalações de terra (T2000)
- Configuração dos patamares de alarme nas medições
- Guardar os resultados das medições
- Transferência do valor da resistência medido e de todas as medições memorizadas para um instrumento MASTER através da porta RS232 (T2100)

No instrumento existem 3 botões multifunções. A grandeza selecionada aparece no display de cristais líquidos com indicações da unidade de medida e das funções ativas. Além disso, o instrumento está equipado com um dispositivo de Desligar Automático que desliga automaticamente o instrumento decorridos cerca de 5 minutos da última pressão dos botões de funções ou da última abertura do toróide, e de uma retroiluminação do display para efetuar medições mesmo em ambientes com fraca luminosidade.

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

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

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

Na presença de uma onda perfeitamente sinusoidal, as duas famílias de instrumentos fornecem resultados idênticos. Na presença de ondas distorcidas, pelo contrário, as leituras diferem. Os instrumentos de valor médio só fornecem o valor eficaz da onda fundamental, os instrumentos de valor eficaz real fornecem, por sua vez, o valor eficaz da onda completa, harmónicos incluídos (dentro da banda passante do instrumento). Portanto, medindo a mesma grandeza com instrumentos de ambas as famílias, os valores obtidos só são idênticos se a onda é puramente sinusoidal, enquanto que, se for distorcida, os instrumentos de valor eficaz real fornecem valores superiores em relação às leituras dos instrumentos de valor médio.

### 2.2. DEFINIÇÃO DE VALOR EFICAZ REAL E FATOR DE CRISTA

O valor eficaz para a corrente é assim definido: "*Num tempo igual a um período, uma corrente alterna com valor eficaz de intensidade de 1A, circulando sobre uma resistência, dissipa a mesma energia que seria dissipada, no mesmo tempo, por uma corrente contínua com intensidade de 1A*". Desta definição resulta a expressão numérica:

$$G = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t) dt}$$

O valor eficaz é indicado como RMS (*root mean square value*)

O Fator de Crista é definido como a relação entre o Valor de Pico de um sinal e o seu Valor

Eficaz:  $CF(G) = \frac{G_p}{G_{RMS}}$  Este valor varia com a forma de onda do sinal o que para uma onda

puramente sinusoidal é  $\sqrt{2} = 1.41$ . Na presença de distorções, o Fator de Crista assume valores tanto maiores quanto mais elevada é a distorção da onda.

### **3. PREPARAÇÃO PARA A SUA UTILIZAÇÃO**

#### **3.1. CONTROLOS INICIAIS**

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

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

Verificar, ainda, se a embalagem contém todos os componentes indicados no § 6.4. No caso de discrepâncias contactar o fornecedor.

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

#### **3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO**

O instrumento é alimentado por baterias alcalinas (consultar o § 6.2.2). Quando as baterias estão descarregadas aparece no display o símbolo “” de bateria descarregada. Para substituir/inserir as baterias seguir as instruções indicadas no § 5.2.

#### **3.3. CALIBRAÇÃO**

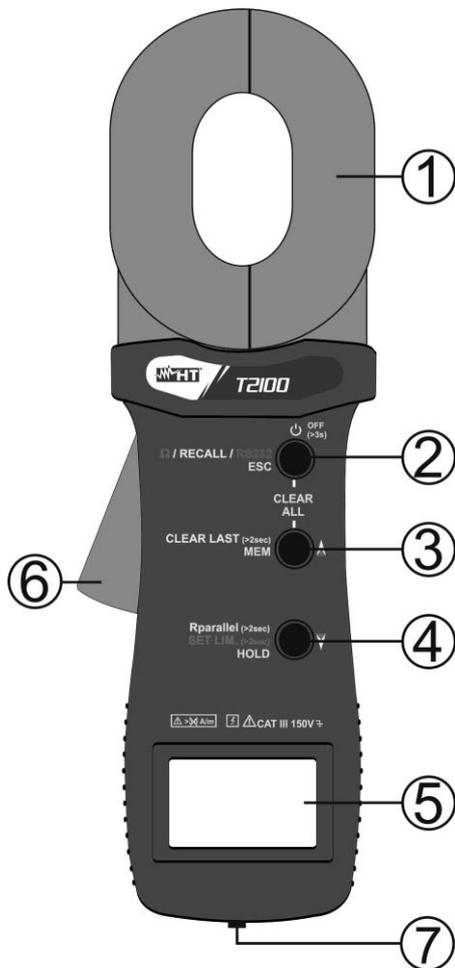
O instrumento respeita as características técnicas indicadas neste manual. As suas prestações são garantidas durante um ano após a data de aquisição.

#### **3.4. ARMAZENAMENTO**

Para garantir medições precisas, após um longo período de armazenamento em condições ambientais extremas, deve-se aguardar que o instrumento retorne às condições normais (consultar o § 6.3.1).

## 4. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

### 4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



#### LEGENDA:

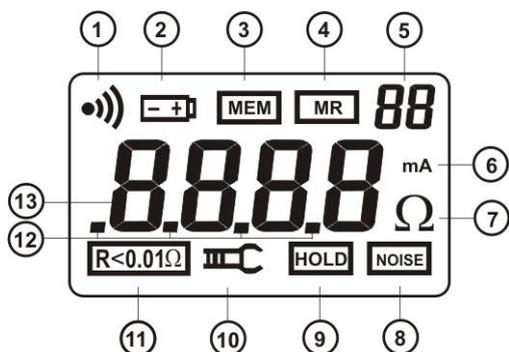
1. Duplo toroide de entrada
2. Botão multifunções "1"
3. Botão multifunções "2"
4. Botão multifunções "3"
5. Display LCD
6. Alavanca para abertura do toroide
7. Interface half-duplex RS232 (T2100)

Fig. 1: Descrição do instrumento

### 4.2. DESCRIÇÃO DOS BOTÕES DE FUNÇÕES

Botão multifunções	Descrição das funções
"1"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ligar e desligar a pinça</li> <li>▪ "Ω": seleção da modalidade de medição de resistências</li> <li>▪ "A": seleção da modalidade de medição de correntes (T2000)</li> <li>▪ "RECALL": mostra os dados existentes em memória</li> <li>▪ "RS232": gere a comunicação com a unidade MASTER (T2100)</li> <li>▪ "ESC": saída da função "HOLD" (se ativa) ou da modalidade de configuração dos patamares de alarme "SET LIM."</li> </ul>
"2"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ "MEM": memorização dos dados na memória</li> <li>▪ "CLEAR LAST": eliminação do último dado guardado na memória</li> <li>▪ "↑": aumenta o número do espaço da memória na fase de visualização dos dados memorizados</li> </ul>
"3"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ "HOLD": ativação ou desativação da função HOLD</li> <li>▪ "SET LIM.": configuração dos patamares de alarme da Resistência ou da Corrente (T2000)</li> <li>▪ "↓": diminui o número do espaço da memória na fase de visualização dos dados memorizados</li> </ul>

### 4.3. DESCRIÇÃO DO DISPLAY



#### LEGENDA:

1. Símbolo de alarme ativado
2. Símbolo do nível de carga da bateria
3. Símbolo de guardar em memória
4. Símbolo de acesso à área da memória
5. Visualização do número de espaços de memória
6. Unidade de medida da corrente (T2000)
7. Unidade de medida da resistência
8. Símbolo de presença de interferências no circuito de medida
9. Símbolo de função Data HOLD ativa
10. Símbolo de toroide aberto
11. Símbolo de resistência inferior ao mínimo mensurável
12. Pontos decimais do display LCD
13. Segmentos do display LCD

Símbolo	Descrição dos símbolos especiais
	Este símbolo aparece quando o instrumento foi configurado para a comunicação série com a unidade MASTER (T2100)
	Este símbolo aparece quando o toroide do instrumento está aberto ou não completamente fechado na medição de resistências. Nos casos em que este símbolo aparece continuamente é possível que o toroide esteja danificado e, neste caso, deve-se interromper as medições.
	Esta mensagem aparece no display quando, durante o processo de calibração do instrumento (consultar o § 4.4. – antes da indicação “CAL3” da contagem regressiva ser apresentada), o toroide está aberto. Depois do toroide ser fechado, o processo de calibração reinicia automaticamente.
	Este símbolo é apresentado quando a tensão da bateria desce abaixo dos 5.3V. Neste caso, a precisão das medições não é garantida e torna-se necessário substituir as baterias.
	Este símbolo indica a situação de fora da escala (overload) na medição de resistências.
	Este símbolo indica que a resistência medida é inferior ao limite mínimo para o qual é garantida a precisão indicada no manual.
	Este símbolo indica a situação de fora da escala (overload) na medição de correntes (T2000).
	Este símbolo fica intermitente no display quando a medição supera o valor do limite pré-configurado. Simultaneamente, o instrumento emite um som intermitente.
	Este símbolo aparece no display durante cerca de 2 segundos quando é guardada uma medição na memória ou, no modo permanente, quando se acede à área de memória.
	Este símbolo aparece no display quando se acede à área de memória.
	Este símbolo aparece no display quando o instrumento deteta a presença de uma corrente de fuga no circuito de medida da resistência. Neste caso a precisão da medição não é garantida.

#### 4.4. LIGAR/DESLIGAR O INSTRUMENTO

### ATENÇÃO



- Ao ligar o instrumento não mexer na alavanca do toroide, não abrir o toroide e não colocar qualquer cabo no interior do toroide.
- Com a mensagem “OL. Ω” presente no display é possível abrir o toroide e colocar um cabo no interior do toroide.
- Abrir e fechar o toroide várias vezes antes de ligar o instrumento para verificar se o mesmo fecha corretamente.
- Após ligar o instrumento mantê-lo nas condições normais sem aplicar qualquer pressão no toroide de modo a garantir a precisão nas medições.

1. Abrir e fechar o toroide várias vezes antes de ligar o instrumento para verificar o fecho correto do mesmo.
2. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento. Sequencialmente o instrumento apresenta:
  - O ecrã com todos os símbolos no display (ver Fig. 2 – parte esquerda)
  - O ecrã com a versão do firmware carregado (ver Fig. 2 – parte central)
  - O processo de calibração mostrando uma contagem decrescente que parte de “CAL.5” e chega a “CAL.0” (ver Fig. 2 – parte direita).



Fig. 2: Sequência dos ecrãs apresentados no display ao ligar o instrumento

3. Nos casos em que, durante o processo de calibração, é aberto o toroide dentro da indicação “CAL3” da contagem decrescente, é apresentado no display o ecrã da Fig. 3. Quando o toroide é fechado o processo de calibração reinicia automaticamente.

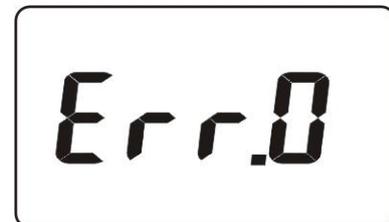


Fig. 3

4. No final da sequência de ligar, em condições de funcionamento normal, é apresentado no display o ecrã da Fig. 4 associado a um som contínuo.



Fig. 4

5. Para desligar o instrumento no final da utilização, premir o botão multifunções “1” durante mais de 3 segundos e será apresentado o ecrã da Fig. 5 durante alguns instantes.

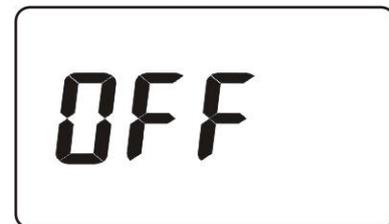


Fig. 5

6. Decorridos cerca de 5 minutos após ligar o instrumento, na ausência de qualquer operação, o instrumento ativa o procedimento de desligar automático a fim de preservar a carga das baterias internas.

## 4.5. MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIAS



### ATENÇÃO

A medição efetuada pelo instrumento é utilizada para a avaliação da resistência de dispersores no âmbito de uma instalação de terra sem ter necessidade de desligar as mesmas, **na hipótese em que elas não se influenciam entre si**

#### 4.5.1. Princípio de funcionamento

O princípio base do teste efetuado pelo instrumento é a medição da “resistência do circuito (loop)” como se mostra na Fig. 6

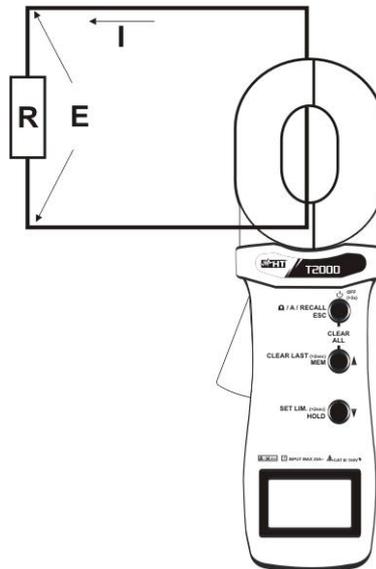


Fig. 6: Medição da resistência do circuito

A parte interna do instrumento é composta por dois toroides, um de corrente e um de tensão. O toroide de tensão gera um potencial (E) no circuito (loop) a medir (de resistência R). Consequentemente, é gerada uma corrente (I) no circuito e medida pelo toroide de corrente. Através do conhecimento dos parâmetros E e I, o instrumento apresenta no display o valor da resistência R calculado pela relação:

$$R = \frac{E}{I}$$

#### 4.5.2. Verificação da funcionalidade da pinça

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Se no display aparecer a mensagem “OL  $\Omega$ ” significa que o instrumento está pronto para efetuar as medições.
3. Abrir o toroide (no display será apresentado o ecrã da Fig. 7) e inserir o anel de teste fornecido (ver a Fig. 8).

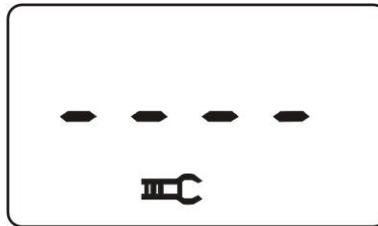


Fig. 7

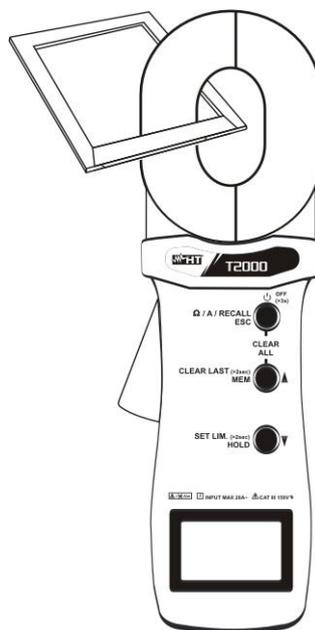


Fig. 8: Medição de resistências do circuito de teste

4. Verificar o valor da resistência de teste igual a **5.1 $\Omega$** . É aceitável um valor medido pelo instrumento com diferença de  $\pm 0.1\Omega$  em relação ao valor nominal (uma visualização de 5.0 $\Omega$  ou 5.2 $\Omega$ ).

### 4.5.3. Métodos de medição de resistências em dispersores de terra

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Verificar se no display aparece a mensagem “OL  $\Omega$ ” para indicar que o instrumento está pronto para efetuar as medições.
3. Abrir o toroide (no display será apresentado o ecrã da Fig. 7) e inserir o dispersor a medir e ler o resultado no display.

Em função do tipo de instalação encontrado, consultar os casos descritos a seguir.

#### 4.5.3.1. Sistemas multi-dispersores

##### Medição da Resistência de terra de 1 dispersor fazendo parte de uma instalação de terra

No caso de um sistema de terra formado por vários dispersores em paralelo (ex: postes de alta tensão, sistemas de comunicação, oficinas industriais, etc...) entre si ligados e cada um deles com simples referência à terra, a ligação do instrumento pode ser esquematizada como se indica na Fig. 9

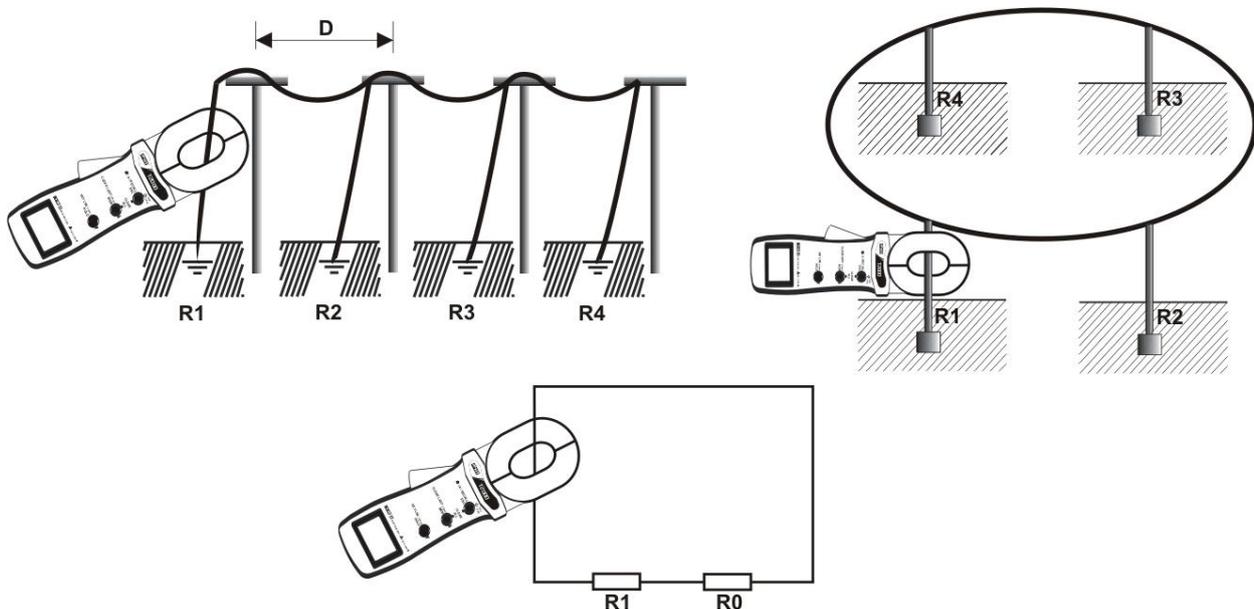


Fig. 9: Ligação do instrumento num sistema multi-dispersores

O instrumento fornece como medição a soma  $R \cong R1 + R0$  (1)  
em que:

$R1$  = resistência do objeto em medida

$R0 = R2 // R3 // R4$  = resistência equivalente do paralelo entre as resistências  $R2, R3, R4$

### ATENÇÃO



A relação (1) considera-se válida apenas nas condições de poder ignorar o efeito da “mútua influência” entre os dispersores ligados em paralelo, isto com os dispersores colocados a **suficiente distância D entre si (com D igual a pelo menos 5 vezes o comprimento de um dispersor ou 5 vezes a diagonal máxima da instalação)** de modo a que eles não se influenciem reciprocamente

Nas condições de validade da fórmula (1) o valor do parâmetro  $R0$  é normalmente muito mais pequeno do que o parâmetro  $R1$  e comete-se um erro insignificante considerando  $R0 \cong 0$ . Deste modo pode-se afirmar que a resistência medida pelo instrumento corresponde à resistência do dispersor em teste, no entanto aumentada e, portanto, em tudo a favor da segurança no âmbito da coordenação das proteções. O mesmo procedimento pode ser realizado movendo a pinça sobre os outros dispersores ligados em paralelo para avaliar os valores das resistências  $R2, R3$  e  $R4$ .

#### 4.5.3.2. Sistema formado por um único dispersor

De acordo com o seu princípio de funcionamento, o instrumento só pode efetuar medições em circuitos resistivos e, portanto, num sistema formado por apenas um dispersor não é possível efetuar a medição.

Nestes casos é ainda possível avaliar se a resistência do dispersor em teste é menor do que o valor máximo admissível para a resistência de terra da instalação em exame (avaliado pelo tradicional método voltamperimétrico) e, portanto, é adequado para a instalação em exame, utilizando um dispersor auxiliar situado “na proximidade” do mesmo de modo a criar um anel resistivo artificial.

A seguir são apresentadas duas metodologias diferentes para efetuar esta avaliação.

##### **(A) Medição da Resistência de terra de um dispersor pelo método de 2 pontos**

Como se mostra na Fig. 10, a uma adequada distância do dispersor em teste com resistência RA, deve-se associar um dispersor auxiliar de resistência RB tendo características ideais do ponto de vista de ligação à terra (ex: um tubo metálico, construções em cimento armado, etc...). Estes dispersores são ligados a um condutor de secção adequada de modo a tornar RL desprezível.

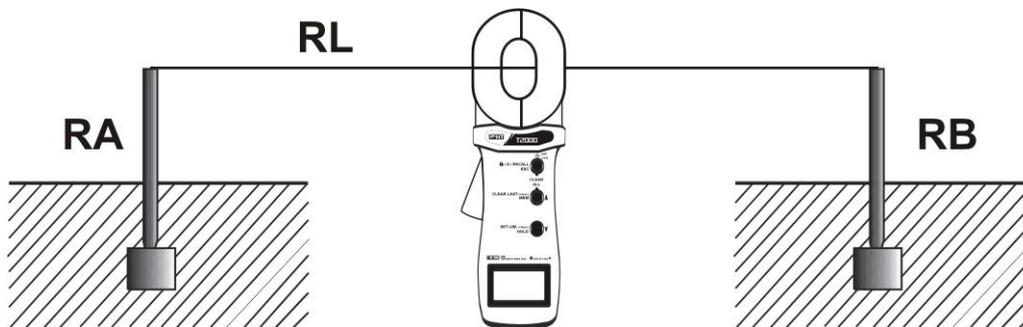


Fig. 10: Avaliação da resistência do dispersor pelo método de dois pontos

Nestas condições a resistência medida pelo instrumento é:

$$R = RA + RB + RL \sim RA+RB \quad (2)$$



#### **ATENÇÃO**

A relação (2) considera-se válida apenas nas condições de poder desprezar o efeito da “mútua influência” entre os dispersores ligados em série, isto com os dispersores situados a **suficiente distância entre si (igual a pelo menos 5 vezes o comprimento de um dispersor ou 5 vezes a diagonal máxima da instalação)** de modo a que eles não se influenciem reciprocamente.

Portanto, se o valor medido pelo instrumento é mais baixo do que o valor máximo admitido da resistência de terra da instalação ao qual se refere o dispersor de resistência RA (ex: com RCD de 30mA  $\rightarrow RT < 50V / 30mA = 1667\Omega$ ) pode-se concluir que o dispersor RA é ideal para ser qualificado como dispersor de terra

**(B) Medição da Resistência de terra de um dispersor pelo método de 3 pontos**

Nesta situação, a uma distância adequada do dispersor em teste com resistência RA, existem dois dispersores auxiliares independentes de resistências RB e RC com características ideais do ponto de vista de ligação à terra (ex: um tubo metálico, construções em cimento armado, etc...) **e de valor comparável ao de RA.**

Como primeira medição (ver Fig. 11) ligar o dispersor RA com RB e usar o instrumento para a medição do valor da resistência R1.

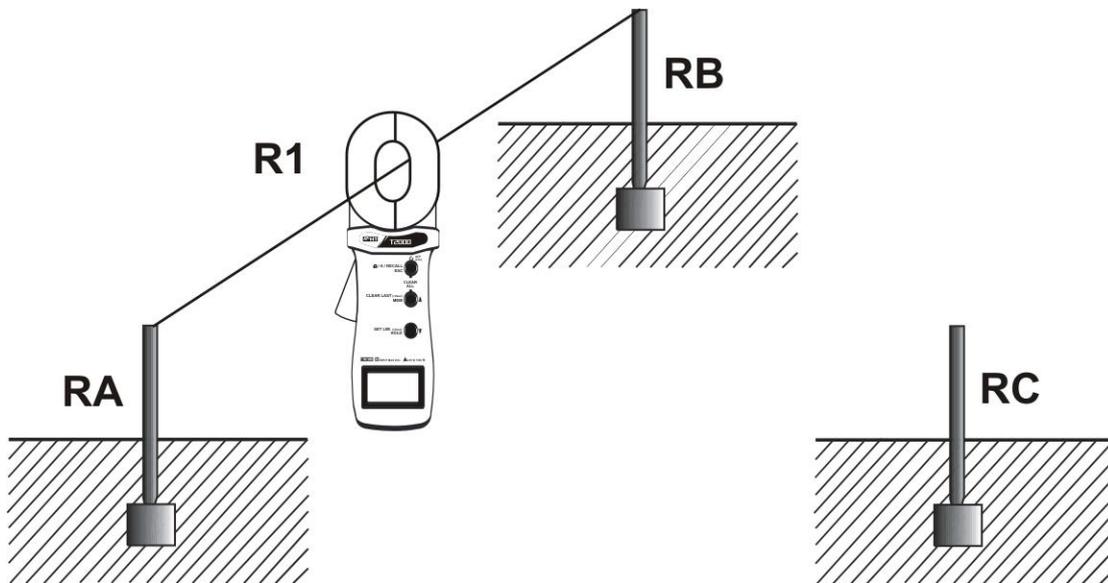


Fig. 11: Método de três pontos: primeiro teste R1

Como segunda medição (ver Fig. 12) ligar o dispersor RB com RC e usar o instrumento para a medição do valor da resistência R2.

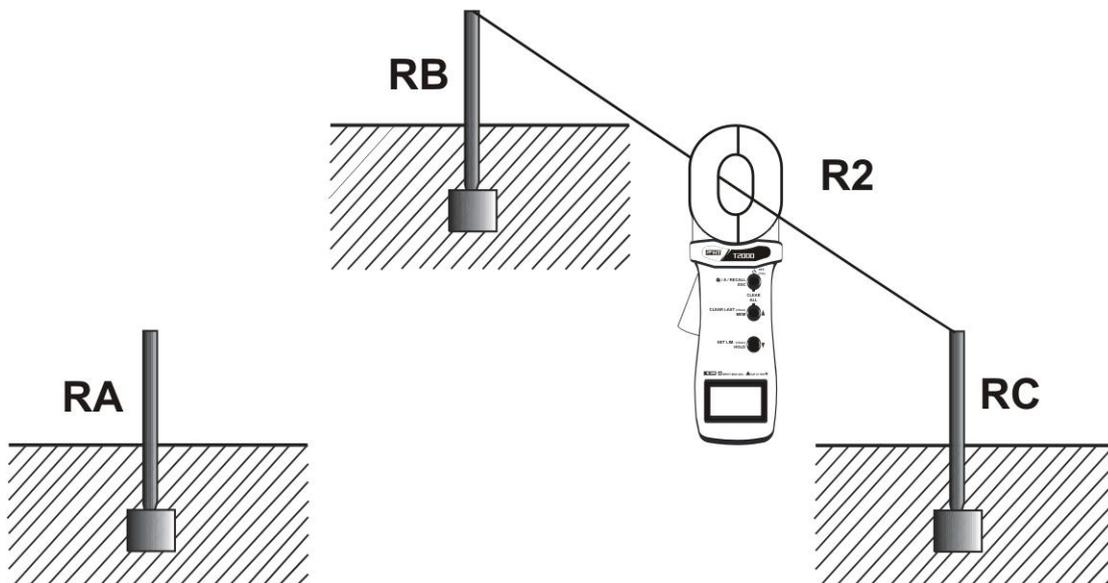


Fig. 12: Método de três pontos: segundo teste R2

Como terceira medição (ver Fig. 13) ligar o dispersor RC com RA e usar o instrumento para a medição do valor da resistência R3.

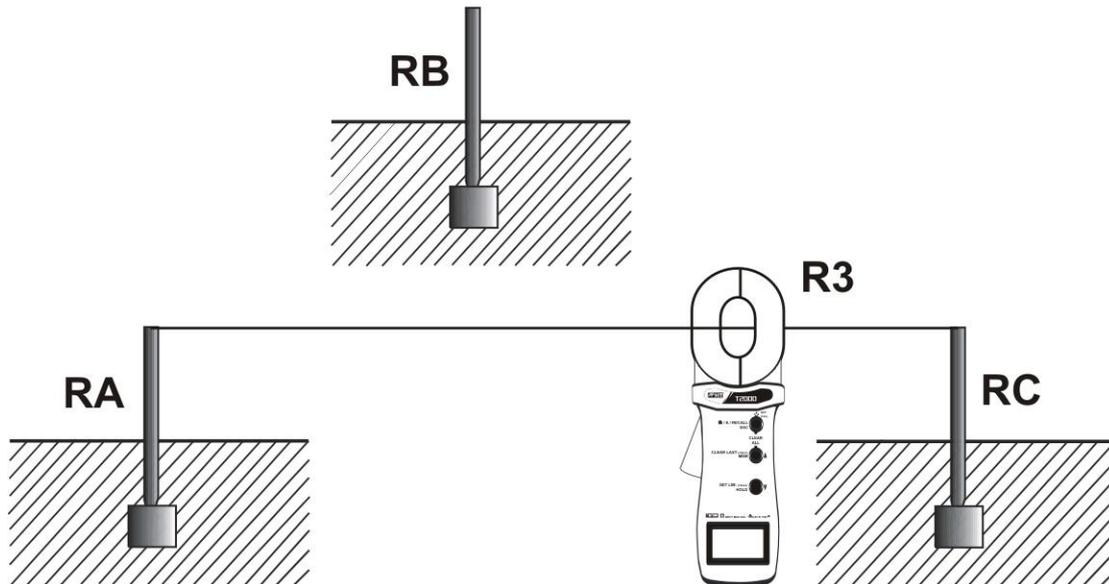


Fig. 13: Método de três pontos: terceiro teste R3

Nestas condições, na hipótese de considerar desprezível a resistência dos cabos de ligação dos dispersores, são válidas as seguintes relações:

$$R1 = RA + RB \quad (3)$$

$$R2 = RB + RC \quad (4)$$

$$R3 = RC + RA \quad (5)$$

Em que os valores R1, R2 e R3 são medidos pelo instrumento.

### ATENÇÃO



As relações (3), (4) e (5) consideram-se válidas apenas nas condições de poder desprezar o efeito da “mútua influência” entre os dispersores ligados em série, isto é, com dispersores situados a **suficiente distância entre si (igual a pelo menos 5 vezes o comprimento de um dispersor ou 5 vezes a diagonal máxima da instalação)** de modo a que eles não se influenciem reciprocamente.

Das relações (3), (4) e (5) obtém-se:

$$RA = (R1 + R3 - R2) / 2 \rightarrow \text{Resistência do dispersor A}$$

E, conseqüentemente:

$$RB = R1 - RA \rightarrow \text{Resistência do dispersor B}$$

$$RC = R3 - RA \rightarrow \text{Resistência do dispersor C}$$

#### 4.5.4. HOLD

Uma breve pressão do botão multifunções “3” ativa a função “**HOLD**” e fixa o resultado no display (ver Fig. 14). Para voltar à modalidade de medição normal efetuar novamente uma breve pressão do botão multifunções “3” ou uma breve pressão do botão multifunções “1” (função **ESC**).

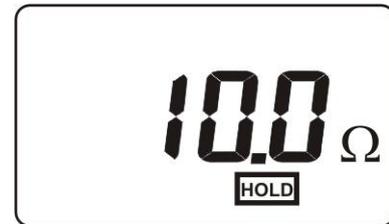


Fig. 14

#### 4.5.5. MEM

Uma breve pressão do botão multifunções “2” ativa a função “**MEM**” e o resultado no display é guardado na memória interna. Durante alguns instantes é apresentado o ecrã da Fig. 15 onde aparece o símbolo “MEM” e o número do local da memória onde foi guardado o dado.

Para a gestão dos dados em memória consultar o § 4.8.

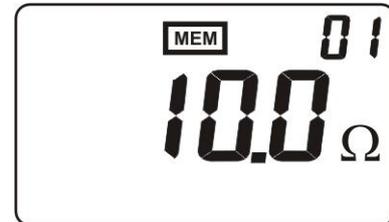


Fig. 15

#### 4.5.6. Situações anómalas

Durante uma medição, a indicação “**OL** Ω” significa que a resistência medida é superior ao valor máximo mensurável pelo instrumento (ver Fig. 16).



Fig. 16

Durante uma medição, a indicação do símbolo “**R<0.01Ω**” significa que a resistência medida é inferior ao limite mínimo para o qual é garantida a precisão indicada no manual (ver Fig. 17).

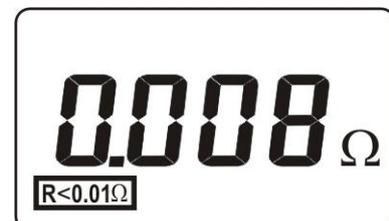


Fig. 17

Durante uma medição, a indicação do símbolo “**•))**” significa que a resistência é superior ao limite máximo configurado (ver Fig. 18).

Para a gestão dos patamares de alarme consultar o § 4.9.



Fig. 18

Durante uma medição, a indicação do símbolo “**NOISE**” significa que o instrumento deteta a presença de uma corrente de fuga no circuito de medição da resistência.



Fig. 19

#### 4.6. MEDIÇÃO DE CORRENTES (T2000)



### ATENÇÃO

Não medir valores de corrente CA superiores a **20A** para evitar possíveis choques elétricos e eventuais danos no instrumento.

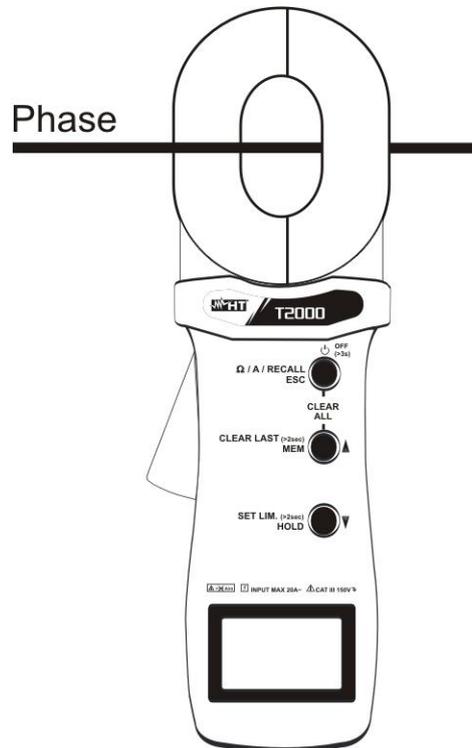


Fig. 20: Medição de correntes CA

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. O instrumento apresenta a mensagem “OL Ω” no display, enquanto se configura automaticamente para a medição de resistências. Efetuar uma breve pressão do botão multifunções “1” para entrar no modo de medição da corrente. É apresentado o ecrã da Fig. 21.
3. Abrir o toroide, inserir o cabo a medir (ver Fig. 20) e ler o resultado no display.



Fig. 21

##### 4.6.1. HOLD

Uma breve pressão do botão multifunções “3” ativa a função “**HOLD**” e fixa o resultado no display (ver Fig. 22). Para voltar à modalidade de medição normal efetuar novamente uma breve pressão do botão multifunções “3” ou efetuar uma breve pressão do botão multifunções “1” (função **ESC**).



Fig. 22

#### 4.6.2. MEM

Uma breve pressão do botão multifunções “2” ativa a função “MEM” e o resultado presente no display é guardado na memória interna. Durante alguns instantes é apresentado o ecrã da Fig. 23 onde aparece o símbolo “MEM” e o número do local onde foi guardado o dado.

Para a gestão dos dados em memória consultar o § 4.8.

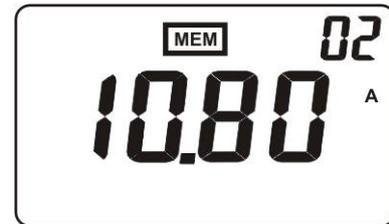


Fig. 23

#### 4.6.3. Situações anómalas

Durante uma medição, a indicação “OL A” significa que a corrente medida é superior ao valor máximo mensurável pelo instrumento (ver Fig. 24).



Fig. 24

Durante uma medição, a indicação do símbolo “•))” significa que a corrente medida é superior ao limite máximo configurado (ver Fig. 25).

Para a gestão dos patamares de alarme consultar o § 4.9.



Fig. 25

#### 4.7. MEDIÇÃO DE CORRENTES DE FUGA (T2000)



### ATENÇÃO

Não medir valores de corrente CA superiores a **20A** para evitar possíveis choques elétricos e eventuais danos no instrumento.

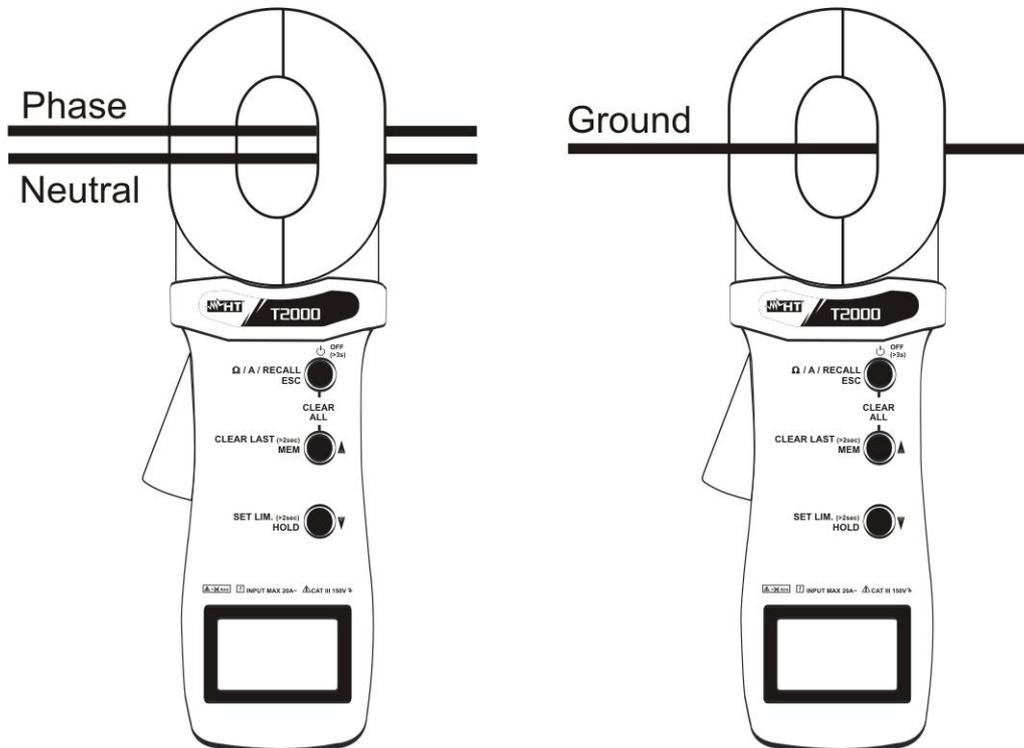


Fig. 26: Medição de correntes de fuga

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. O instrumento apresenta a mensagem “OL Ω” no display, enquanto se configura automaticamente para a medição de resistências. Efetuar uma breve pressão do botão multifunções “1” para entrar no modo de medição da corrente. É apresentado o ecrã da Fig. 27.



Fig. 27

3. Abrir o toroide e inserir os condutores correspondentes à Fase e ao Neutro do sistema monofásico (ou o condutor de Terra) e ler o resultado no display.

##### 4.7.1. HOLD

Uma breve pressão do botão multifunções “3” ativa a função “HOLD” e fixa o resultado no display (ver Fig. 28). Para voltar à modalidade de medição normal efetuar novamente uma breve pressão do botão multifunções “3” ou efetuar uma breve pressão do botão multifunções “1” (função ESC).



Fig. 28

#### 4.7.2. MEM

Uma breve pressão do botão multifunções “2” ativa a função “MEM” e o resultado presente no display é guardado na memória interna. Durante alguns instantes é apresentado o ecrã da Fig. 29 em que aparece o símbolo “MEM” e o número do local da memória onde foi guardado o dado.

Para a gestão dos dados em memória consultar o § 4.8.



Fig. 29

#### 4.7.3. Situações anómalas

Durante uma medição, a indicação “OL A” significa que a corrente medida é superior ao valor máximo mensurável pelo instrumento (ver Fig. 30).



Fig. 30

Durante uma medição, a indicação do símbolo “•))” significa que a corrente medida é superior ao limite máximo configurado (ver Fig. 31).

Para a gestão dos patamares de alarme consultar o § 4.9.

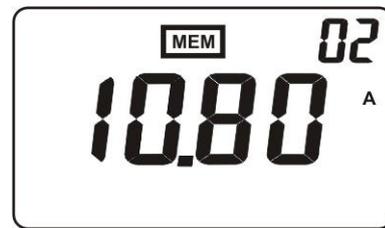
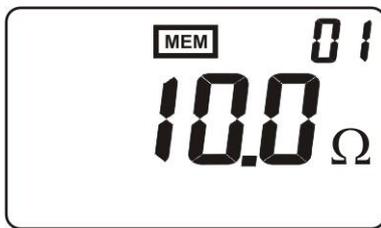


Fig. 31

## 4.8. GESTÃO DA MEMÓRIA

### 4.8.1. Guardar dados na memória

Com o resultado de uma medição presente no display, após uma breve pressão do botão multifunções “2” (função **MEM**), o instrumento guarda automaticamente o resultado na memória do instrumento a partir da posição “01” (ver Fig. 32)



(solo T2000)

Fig. 32: Exemplos de memorização de uma medição de resistência e de Corrente

Se a memória interna da pinça está cheia, após uma breve pressão do botão multifunções “2” (função **MEM**), o instrumento mostra o ecrã da Fig. 33 durante 2 segundos e depois volta para a condição de medição em tempo real configurada anteriormente (Resistência ou Corrente).

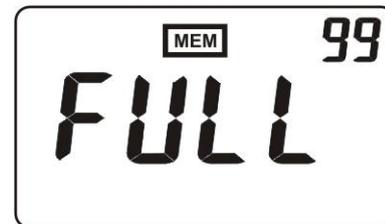
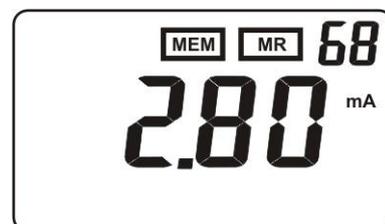
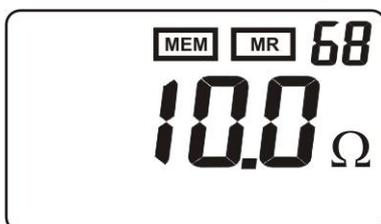


Fig. 33

### 4.8.2. Apresentação dos resultados existentes em memória

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Premir brevemente o botão multifunções “1” várias vezes até aceder à área de memória (função **RECALL**). O instrumento apresenta o último dado guardado em memória e os símbolos **MEM** + **MR** (ver Fig. 34).



(só T2000)

Fig. 34: Exemplos de apresentação no display dos dados da memória interna

Nos casos em que não existe nenhum dado guardado na memória interna, o instrumento mostra durante alguns instantes o ecrã da Fig. 35, para depois voltar à modalidade de medição de resistências.

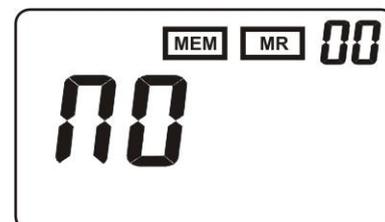


Fig. 35

3. Premir brevemente os botões multifunções “2” (função ▲), ou “3” (função ▼), respetivamente para aumentar ou diminuir o número de espaços em memória e visualizar os dados guardados ou premir brevemente o botão multifunções “1” para sair desta modalidade.

4. (Só T2100) Premir o botão multifunções “3” durante mais de 2 segundos para visualizar o valor calculado da resistência em paralelo entre todas as resistências memorizadas - ver 4.5.3.1 (evidenciado pelo símbolo “PA” em cima à direita). Premir brevemente os botões multifunções “2” (função ↑), ou “3” (função ↓) para voltar a visualizar os valores memorizados.

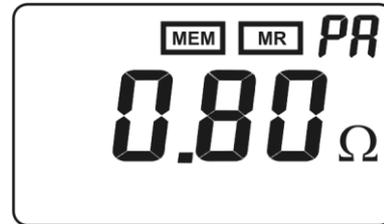


Fig. 36

#### 4.8.3. Eliminação do último dado memorizado

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Premir brevemente o botão multifunções “1” várias vezes até aceder à área de memória (função **RECALL**). O instrumento apresenta o último dado guardado em memória e os símbolos **MEM** + **MR** (ver Fig. 34).
3. Premir o botão multifunções “2” durante mais de 2 segundos (função **CLEAR LAST**) para efetuar a eliminação do último dado existente em memória. Será apresentado o ecrã da Fig. 37 com a inscrição “CLr” intermitente; para confirmar a eliminação do dado premir brevemente o botão multifunções “2”.

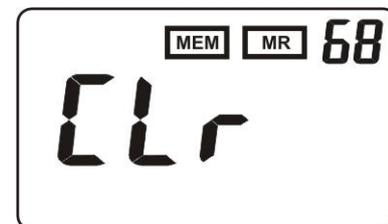


Fig. 37

#### 4.8.4. Eliminação dos últimos dados memorizados

Com a pinça desligada, premir simultaneamente os botões multifunções “1” e “2” (função **CLEAR ALL**) durante mais de 2 segundos. Será apresentado o ecrã da Fig. 38 durante alguns instantes, para confirmar que a memória está completamente limpa e, de seguida, a pinça ligar-se-á conforme o descrito no § 4.4.

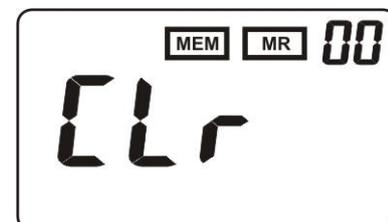


Fig. 38

#### 4.9. CONFIGURAÇÃO DOS PATAMARES DE ALARME

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Premir o botão multifunções “3” durante mais de 2 segundos (função **SET LIM.**), para entrar na secção de configuração dos patamares de alarme.  
Conforme o instrumento está na medição de resistências ou de Corrente será apresentado um dos seguintes ecrãs.



Fig. 39: Configuração dos patamares de alarme para medição de resistências e Correntes

3. Premir brevemente os botões multifunções “2” (função ↑), ou “3” (função ↓), respetivamente, para aumentar ou diminuir o valor limite do patamar de alarme.  
Os valores limites que podem ser configurados são:
  - Resistência: de **1Ω** a **999Ω**
  - Corrente: de **1mA** a **999mA** (T2000)
4. Premir brevemente o botão multifunções “1” (função **ESC**) para confirmar o valor do patamar de alarme configurado e voltar para a modalidade de medição.

#### 4.10. LIGAÇÃO RS232 COM UNIDADE MASTER (T2100)

### ATENÇÃO



O instrumento possui uma saída série RS232 half-duplex e, portanto, pode ser conectada **APENAS a equipamentos HT (Master)**. Não ligar a saída série a outros equipamentos visto que poderão danificar-se ou danificar a referida pinça.

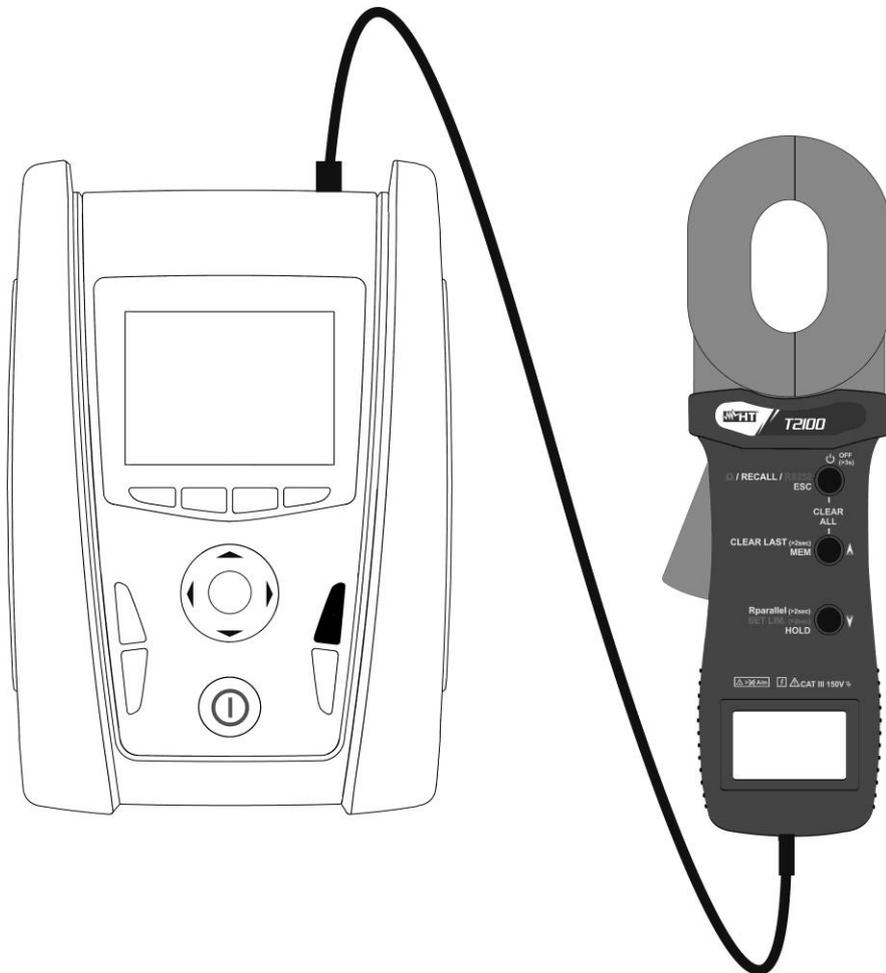


Fig. 40: Ligação da pinça T2100 a um instrumento MASTER

O instrumento T2100 permite as seguintes operações:

- Transmissão, em tempo real, do valor medido para o instrumento MASTER
- Transmissão para o instrumento MASTER de todas as medições em memória

#### Procedimento

1. Premir o botão multifunções “1” durante mais de 2 segundos para ligar o instrumento.
2. Premir repetidamente o botão multifunções “1” até aparecer o símbolo **232<sup>5</sup>**
3. Ligar a pinça ao instrumento MASTER através do respetivo cabo
4. Seguir as instruções indicadas no manual de uso do instrumento MASTER para:
  - Visualizar no display do instrumento MASTER o valor de resistência medido
  - Transferir para o instrumento MASTER todas as medições memorizadas na pinça T2100

## 5. MANUTENÇÃO

### 5.1. GENERALIDADES

1. Este aparelho é um instrumento de precisão. Durante a utilização e o armazenamento respeitar as recomendações enumeradas neste manual para evitar possíveis danos ou perigos durante a utilização
2. Não utilizar o instrumento em ambientes caracterizados por elevadas taxas de humidade ou temperatura. Não o expor diretamente à luz solar
3. Desligar sempre o instrumento após a sua utilização. Quando se prevê não o utilizar durante um longo período, remover as baterias para evitar o derrame de líquidos por parte destas últimas que podem danificar os circuitos internos do instrumento

### 5.2. SUBSTITUIÇÃO DAS BATERIAS

Quando no display LCD aparece o símbolo “” deve-se substituir as baterias.



#### ATENÇÃO

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

1. Desligar o instrumento através do botão **ON/OFF**
2. Retirar a cobertura do alojamento das baterias desapertando o respetivo parafuso
3. Retirar todas as baterias substituindo-as por outras do mesmo tipo (consultar o § 6.2.2) respeitando as polaridades indicadas
4. Recolocar a cobertura do alojamento das baterias
5. Não dispersar no ambiente as baterias. Usar os respetivos contentores para a sua reciclagem

### 5.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

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

### 5.4. FIM DE VIDA



Atenção: este símbolo indica que o equipamento, as baterias e os seus acessórios devem ser reciclados separadamente e tratados de modo correto

## 6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1. CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA

Parâmetro	Condição de referência
Temperatura ambiente	20°C ± 3°C
Humidade relativa	50%RH ± 10%
Tensão da bateria	6V ± 0.5V
Campo magnético externo	<40A/m
Campo elétrico externo	<1V/m
Posicionamento da pinça	Horizontal
Posição do condutor na pinça	Centrado
Proximidade de massas metálicas	> 10cm
Resistências do circuito	Nenhuma
Frequência da corrente sinusoidal medida	50Hz
Percentagem da distorção	<0.5%
Corrente de fuga na medição de resistências	Nenhuma

### 6.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A precisão é indicada como ± [% leitura (rdg) + valor] referida às condições de referência

#### Resistência

Escala [Ω]	Resolução [Ω]	Precisão
0.010 ÷ 0.099	0.001	±(1%rdg + 0.01Ω)
0.10 ÷ 0.99	0.01	
1.0 ÷ 49.9	0.1	±(1.5%rdg + 0.1Ω)
50.0 ÷ 99.5	0.5	±(2%rdg + 0.5Ω)
100 ÷ 199	1	±(3%rdg + 1Ω)
200 ÷ 395	5	±(6%rdg + 5Ω)
400 ÷ 590	10	±(10%rdg + 10Ω)
600 ÷ 1000	20	±(20%rdg + 20Ω)

Se a resistência medida é > 1000Ω no display aparece a indicação "OL"

Frequência da medição da resistência: >1kHz

Escala de medida da configuração do patamar de alarme da resistência: 1Ω ÷ 999Ω

#### Corrente CA TRMS (T2000)

Escala	Resolução	Precisão
0.00mA ÷ 80.00mA	0.05mA	±(2.5%rdg + 1mA)
80.0mA ÷ 650.0mA	0.5mA	±(2.5%rdg + 2mA)
650.0mA ÷ 999.5mA	1.5mA	±(2.5%rdg + 10mA)
1.000A ÷ 3.995A	0.005A	±(2.5%rdg + 0.01A)
4.00A ÷ 20.00A	0.01A	±(2.5%rdg + 0.02A)

Frequência da medição da corrente: 50 ÷ 60Hz

Escala de medida da configuração do patamar de alarme da corrente: 1mA ÷ 999mA

Para formas de onda não sinusoidais (CF <> 1.414 e CF < 1,9) adicionar 1.5% ao erro percentual

### 6.2.1. Normas de referência

Segurança do instrumento:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-032
Isolamento:	duplo isolamento
Grau de Poluição:	2
Altitude máx. de utilização:	2000m
Categoria de medida:	CAT III 150V para a terra, Max 20A

### 6.2.2. Características gerais

#### Características mecânicas

Dimensões (L x A x H):	293x 90x 66mm
Peso (baterias incluídas):	1320g
Diâmetro máx. cabo:	32mm
Dimensões máx. da barra:	55 x 32mm

#### Alimentação

Tipo de baterias:	4 x1.5V alcalinas LR6 AA MN1500
Indicação de baterias descarregadas:	símbolo “  ” no display
Consumo interno:	<50mA
Desligar Automático:	após cerca de 5 minutos de não utilização

#### Display:

Características:	4 LCD, sinal e ponto decimal e retroiluminação
Velocidade de amostragem:	1 medição por segundo

#### Memória:

Capacidade de memória:	99 espaços
------------------------	------------

#### Comunicação série (T2100):

Interface RS232:	half-duplex, taxa de transmissão 4800
------------------	---------------------------------------

## 6.3. AMBIENTE

### 6.3.1. Condições ambientais de utilização

Temperatura de referência:	20°C ± 3°C
Temperatura de utilização:	0°C ÷ 40°C
Humidade relativa admitida:	10%RH ÷ 90%HR
Proteção mecânica:	IP20

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

## 6.4. ACESSÓRIOS

### 6.4.1. Acessórios fornecidos

- Anel resistivo de teste
- Cabo de ligação RS232 (T2100)
- Baterias
- Mala rígida para transporte
- Certificado de calibração ISO9000
- Manual de instruções

## 7. ASSISTÊNCIA

### 7.1. CONDIÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento está garantido contra qualquer defeito de material e fabrico, em conformidade com as condições gerais de venda. Durante o período da garantia, as partes defeituosas podem ser substituídas, mas ao construtor reserva-se o direito de reparar ou substituir o produto.

No caso 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:

- 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.**

### 7.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funciona corretamente, antes de contactar o Serviço de Assistência, verificar o estado das baterias e substituí-las 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







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](http://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