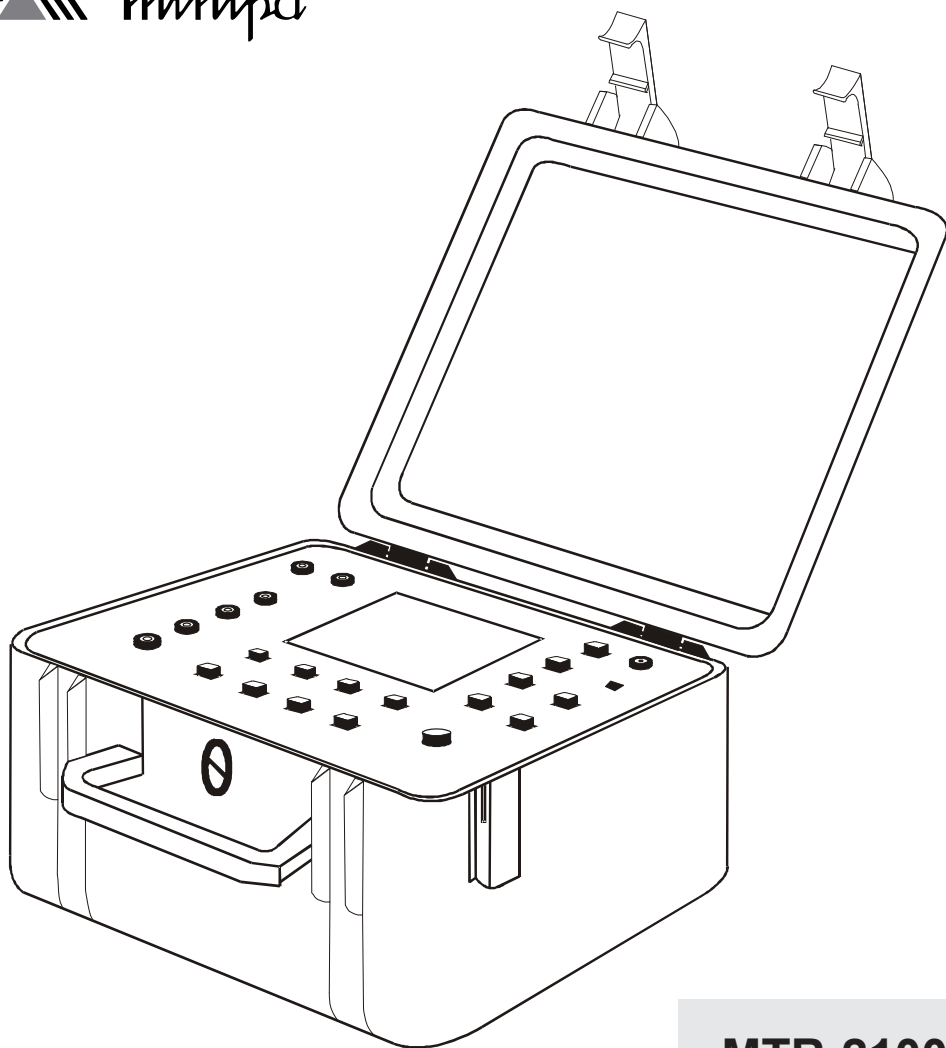




MTR-2100

MANUAL DE INSTRUÇÕES TERRÔMETRO DIGITAL

Instructions Manual | Digital Earth Meter
Manual de Instrucciones | Telurímetro Digital

*Imagem meramente ilustrativa. / Only illustrative image. / Imagen meramente ilustrativa.

SUMÁRIO

1) INTRODUÇÃO	2
2) ACESSÓRIOS.....	2
3) INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA.....	3
4) REGRAS PARA OPERAÇÃO SEGURA.....	3
5) SÍMBOLOS ELÉTRICOS INTERNACIONAIS	4
6) DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	4
7) PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO	5
A. Medição de resistência de aterramento com 3 e 4 fios	5
B. Medição seletiva de resistência de aterramento pela mudança de polaridade da corrente	5
C. Medição de resistência de aterramento com garra dupla	6
D. Resistividade de solo (ρ) por 4 polos (Método de Wenner)	6
E. Medição de resistência DC com 2, 3 ou 4 fios	7
F. Erro de funcionamento.....	7
G. Medição de fuga de corrente alternada usando retificação média.....	7
H. Medição de tensão de terra usando retificação média.....	7
8) OPERAÇÃO	8
A. Para ligar/desligar	8
B. Verificação de Tensão da Bateria	8
C. Medida de Resistência de Aterramento de Precisão com 4 fios	8
D. Medida de Resistência de Aterramento com 3 fios.....	10
E. Teste Fácil de Resistência de Aterramento com 2 fios	10
F. Medição seletiva de resistência de aterramento 4 fios com garra de corrente	11
G. Medição seletiva de resistência de aterramento 3 fios com garra de corrente	13
H. Teste de Resistência de Aterramento com Garra Dupla	14
I. Teste de Resistividade do Solo pelo Método de Wenner (4 polos)	14
J. Teste de Resistência em Corrente Contínua (DC).....	16
K. Teste de Corrente Alternada (CA).....	16
L. Medição de Tensão de Aterramento	17
9) FUNÇÕES ADICIONAIS	17
A. Luz de Fundo	17
B. Configuração de Alarme	17
C. Data Lock/Armazenamento	18
D. Revisão/Exclusão de Dados	18
E. Upload de Dados	18
F. Cuidados com a Bateria.....	18
10) ESPECIFICAÇÕES	19
A. Especificações Gerais	19
B. Especificações Elétricas	20
11) MANUTENÇÃO.....	21
A. Serviço Geral	21
B. Recarga da Bateria	21
12) GARANTIA.....	22

1) INTRODUÇÃO

Este manual de instruções cobre informações de segurança e cautelas. Por favor leia as informações relevantes cuidadosamente e observe todas as Advertências e Notas rigorosamente.



Advertência

Para evitar choques elétricos e ferimentos pessoais, leia “Informações de Segurança” e “Regras para Operação Segura” cuidadosamente antes de usar o instrumento.

O Terrômetro MTR-2100 é um testador de resistência de aterramento multifuncional de garra dupla que oferece uma ampla gama de funcionalidades. Além da medição da resistência de aterramento com e sem haste auxiliar, este equipamento possui um grande visor LCD retroiluminado e tecnologia de microprocessador para testes precisos utilizando métodos de 4 fios, 3 fios e 2 fios, juntamente com a opção de garra dupla. Ideal para aplicações em telecomunicações, eletricidade, meteorologia, salas de informática, campos de petróleo, linhas de distribuição de energia, postos de gasolina, redes de aterramento de fábricas, pára-raios, entre outros. Ele oferece medições precisas, velocidade de operação, estabilidade e confiabilidade.

Controlado por microprocessador, o Terrômetro pode detectar com precisão a resistência de aterramento, a resistividade do solo, a tensão de aterramento, a resistência CC e a corrente CA, minimizando interferências com uma técnica de filtragem rápida. Os resultados são exibidos na mesma tela, permitindo que o usuário veja qualquer erro de medição devido a fatores ambientais. Além disso, ele pode armazenar até 500 conjuntos de dados, monitorar online via software e transferir dados para um computador por meio de USB, com recursos adicionais, como a função de alarme inteligente.

2) ACESSÓRIOS

Abra a caixa e retire o instrumento. Verifique os seguintes itens para ver se estão em falta ou com danos:

Item	Descrição	Quantidade
1	Manual de Instruções	1 unidade
2	Maleta de Transporte	1 unidade
3	Estacas Auxiliares	4 unidades
4	Cabo de Teste Vermelho (15m)	1 unidade
5	Cabo de Teste Preto (15m)	1 unidade
6	Cabo de Teste Amarelo (10m)	1 unidade
7	Cabo de Teste Verde (10m)	1 unidade
8	Cabo de Teste Simples Amarelo (1,5m)	1 unidade
9	Cabo de Teste Simples Verde (1,5m)	1 unidade
10	Cabo USB	1 unidade
11	Garra de Corrente	2 unidades
12	CD de Instalação do Software	1 unidade
13	Carregador	1 unidade
14	Alça de Transporte (Maleta)	1 unidade
15	Alça de Transporte (Instrumento)	1 unidade

No caso da falta de algum componente ou que esteja danificado, entre em contato imediatamente com o revendedor.

3) INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA

Este instrumento está de acordo com os padrões IEC 61010, categoria de sobretensão CAT III 300V e CAT IV 150V, dupla isolamento, em grau de poluição 2.

CATEGORIA DE SOBRETENSÃO III

Equipamento da CATEGORIA DE SOBRETENSÃO III é o equipamento em instalações fixas.

Nota - Exemplos incluem chaves em instalações fixas e alguns equipamentos para uso industrial com conexão permanente à uma instalação fixa.

Nota - Exemplos incluem medidores de eletricidade e equipamento de proteção de sobrecorrente primário.

Use o instrumento somente como especificado neste manual de instruções, caso contrário a proteção proporcionada pelo instrumento pode ser comprometida.

CATEGORIA DE SOBRETENSÃO IV

Equipamento da CATEGORIA DE SOBRETENSÃO IV é para uso na origem da instalação.

Nota - Exemplos incluem medidores de eletricidade e equipamento de proteção de sobrecorrente primário.



Advertência: identifica condições e ações que podem causar danos ao instrumento ou ao equipamento em teste se algum desses avisos for negligenciado.



Cautela: identifica condições e ações que podem expor o usuário a choques elétricos, ferimentos graves ou até mesmo a morte se algum desses avisos for negligenciado.

Nota: identifica as informações as quais o usuário deve prestar atenção especial.

4) REGRAS PARA OPERAÇÃO SEGURA



Advertência



Cautela

Para evitar possíveis choques elétricos ou ferimentos pessoais, e evitar possíveis danos ao instrumento ou ao equipamento em teste, siga as seguintes regras:

- Em qualquer caso, o uso deste instrumento deve prestar atenção especial à segurança.
- O instrumento foi projetado, produzido e inspecionado de acordo com as especificações de segurança IEC61010.
- Durante as medições, não utilize geradores de sinal de alta frequência, como telefones celulares, próximos ao medidor para evitar erros.
- Preste atenção ao texto e símbolos presentes no corpo do instrumento.
- Antes de usar, certifique-se de que o instrumento e os acessórios estejam em bom estado. A camada de isolamento do instrumento e do fio de teste não deve estar danificada, exposta ou quebrada.
- Durante a medição, é proibido tocar em condutores expostos e no circuito sendo medido.
- Certifique-se de que o plugue de conexão do fio esteja inserido firmemente no conector do medidor.
- Não aplique tensão AC superior a 100V ou tensão DC entre o terminal de teste e a interface, pois isso pode danificar o medidor.
- Não realize medições em locais inflamáveis, pois faíscas podem causar explosões.
- Se o invólucro ou fio de teste do instrumento estiver danificado e o metal estiver exposto durante o uso, pare de usá-lo.
- Não coloque e armazene o instrumento por longos períodos de tempo em condições de alta temperatura, umidade, condensação e luz solar direta.
- Ao carregar a bateria, certifique-se de que o fio de teste tenha sido removido do instrumento e que o instrumento esteja desligado.
- O medidor exibe o símbolo de baixa voltagem da bateria “” e deve ser carregado a tempo.
- Preste atenção à faixa de medição e ao ambiente de uso especificados por este instrumento.
- O uso, desmontagem, calibração e manutenção deste instrumento devem ser realizados por pessoal autorizado.
- Caso seja perigoso continuar usando este instrumento por algum motivo, ele deve ser imediatamente interrompido e lacrado, e deve ser manuseado por uma organização qualificada.
- O sinal de advertência de segurança “” presente no instrumento e no manual deve ser rigorosamente observado de acordo com o conteúdo deste manual.

5) SÍMBOLOS ELÉTRICOS INTERNACIONAIS

Termos que podem aparecer neste manual de instruções:

	Cautela! Risco de Choque Elétrico
	Advertência
	Corrente Contínua (DC)
	Corrente Alternada (AC)
	Corrente Contínua e Alternada (DC e AC)
	Continuidade
	Bateria Fraca
	Fusível
	Perigo: Alta Tensão
	Equipamento Protegido por Dupla Isolação
	Terra (Aterramento)
	Conformidade Europeia

6) DESCRIÇÃO DO PRODUTO

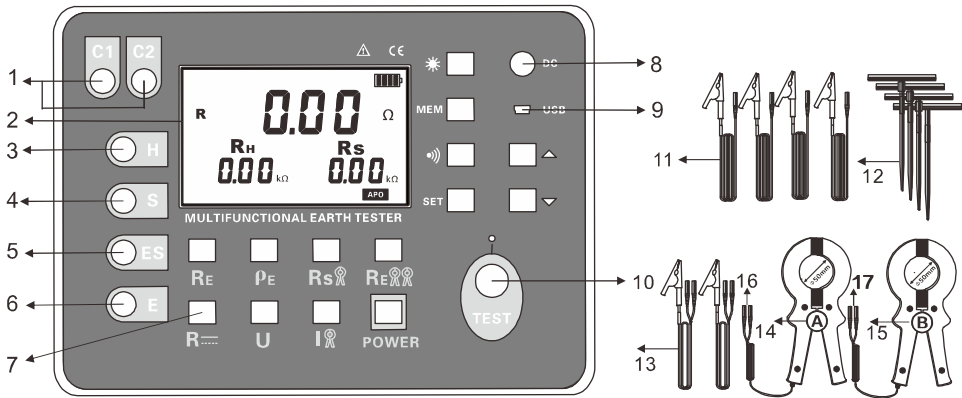


Figura 1

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Conector da Garra de Corrente A | 10. Botão de Teste |
| 2. Tela LCD | 11. Cabos de Teste |
| 3. Conector H (Pólo de corrente) | 12. Estacas de Aterramento Auxiliar |
| 4. Conector S (Pólo de tensão) | 13. Cabos de Teste Simples |
| 5. Conector ES (Pólo de aterramento auxiliar) | 14. Garra de Corrente A (Medição) |
| 6. Conector E (Eletrodo de aterramento) | 15. Garra de Corrente B (Geração) |
| 7. Área de Botões de Função | 16. Conector da Garra de Corrente A |
| 8. Conector para carregamento | 17. Conector da Garra de Corrente B |
| 9. Interface USB | |

7) PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO

A. Medição de resistência de aterramento com 3 e 4 fios

Nota: Adequado para medição com sistema de aterramento de ponto único.

Este método utiliza a mudança de corrente nominal AC que circula entre o terra do objeto de medição E e a haste de corrente H, para obter a diferença de potencial V entre a haste de aterramento e a haste de tensão S, assim é possível calcular a resistência de aterramento R conforme a fórmula $R = V / I$. Para garantir a precisão das medições dos testes, é utilizado o método de quatro fios para reforçar a ligação à terra auxiliar ES. Durante o ensaio efetivo, ES e E foram fixados no mesmo ponto do corpo de ligação à terra.

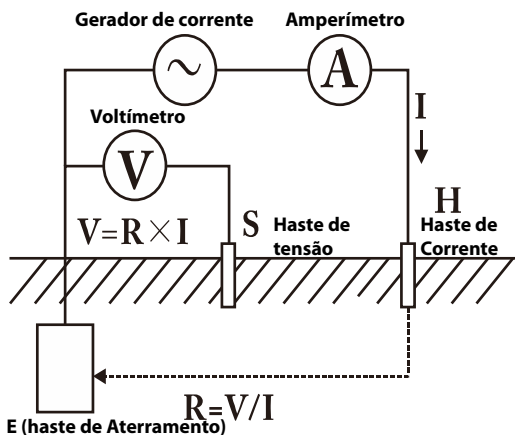


Figura 2

B. Medição seletiva de resistência de aterramento pela mudança de polaridade da corrente

Nota: Adequado a medição de uma das resistências de aterramento de um sistema sem desconexão da instalação.

É aplicado uma corrente AC entre as hastes de terra Re1, Re2, Re3 e a haste de corrente H, a corrente I_3 que flui através de Re3 é medida por uma garra de corrente A, ao mesmo tempo, em que a diferença de potencial V entre a haste de terra Re3 e a hastes de tensão S é medida, o cálculo realizado utiliza a fórmula $Re3 = V / I_3$. Para garantir a precisão do teste, o método de quatro fios é utilizado para aumentar o aterramento auxiliar ES. Durante o teste real, ES e E são conectados no mesmo ponto do corpo de aterramento.

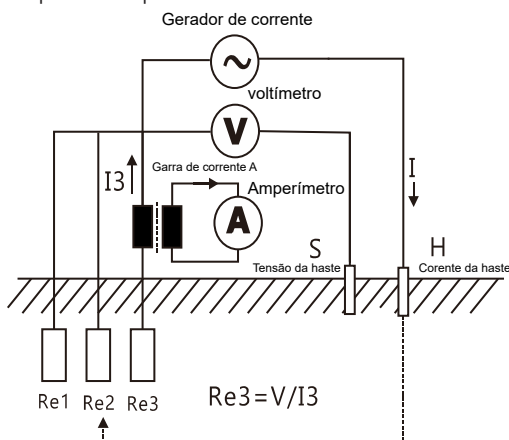


Figura 3

C. Medição de resistência de aterramento com garra dupla

Nota: Aplicável a múltiplos pontos independentes ou sistemas conectados.

Nota: Não suporta medição com terra auxiliar.

Neste método, é gerada no circuito uma força eletromotriz de corrente alternada (V) pela garra B, que resulta na corrente (I) que flui pelo circuito. Em seguida, a corrente de retorno (I) é detectada pela garra de corrente A, e o valor da resistência é calculado usando a fórmula $R = V/I$.

Na figura, $R = R_e + R_1//R_2//R_3//...R_{n-1}//R_n$, quando $R_1//R_2//R_3//...R_{n-1}//R_n$ (representando o valor da resistência de múltiplos pontos de aterramento conectados em paralelo) é muito menor que R_e , temos que $R \approx R_e$.

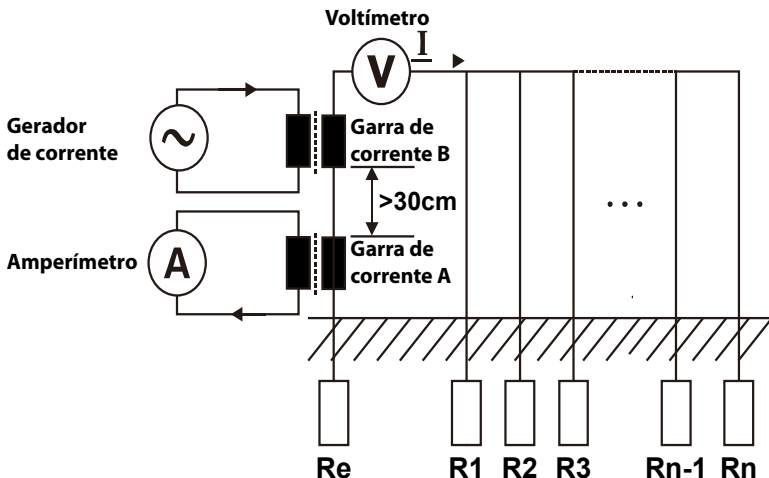


Figura 4

D. Resistividade de solo (ρ) por 4 polos (Método de Wenner)

Uma corrente alternada (AC) I é aplicada entre a haste de aterramento E e a haste de corrente H. Calcula-se a diferença de potencial V entre o polo de tensão S e o polo de terra auxiliar ES. A diferença de potencial V é dividida pela corrente alternada I para obter o valor da resistência R entre os dois pontos intermediários. Utilizando a fórmula $\rho = 2\pi aR$ (Ωm), obtém-se o valor da resistividade do solo, sendo "a" distância entre as hastes em. No método de Wenner, a distância "a" entre H-S e S-ES é igual. Para facilitar os cálculos, é recomendado que a distância entre as hastes sejam maior do que a profundidade h das hastes de aterramento, geralmente $a > 20h$.

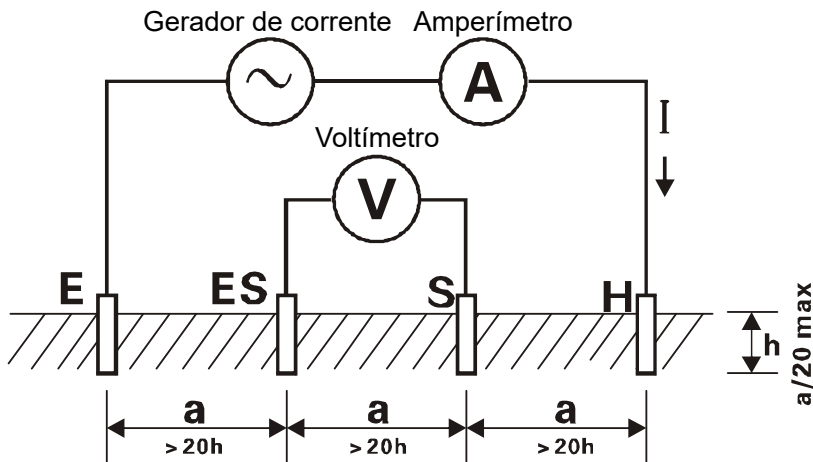
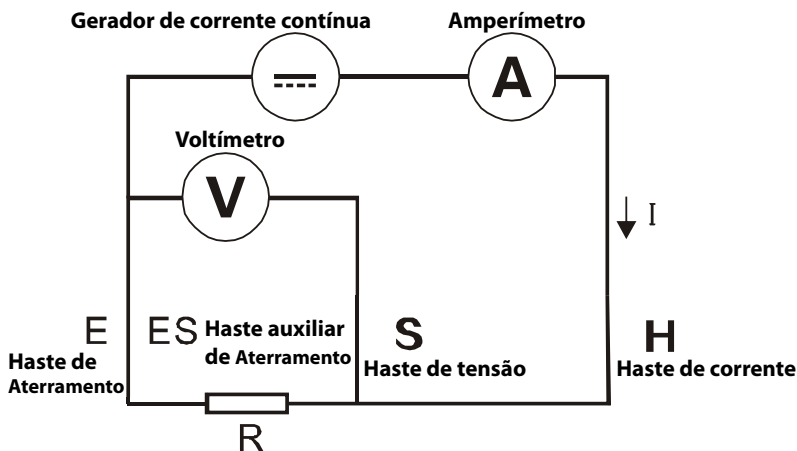


Figura 5

E. Medição de resistência DC com 2, 3 ou 4 fios

Nota: Adequado para medir a resistência de ligação equipotencial.

Este método adota a mudança polar da corrente nominal contínua (I) que flui entre os objetos de medição R. Encontra-se a diferença de potencial (V) através de R e calcula-se a resistência de aterramento R conforme a fórmula $R=V/I$. Para garantir a precisão do teste, utiliza-se o método de quatro fios para aumentar o aterramento auxiliar ES. Durante o teste real, ES e E são conectados no mesmo ponto do corpo de aterramento.



$$R = V / I$$

Figura 6

F. Erro de funcionamento

Nos métodos mencionados acima, o erro de funcionamento (B) é o erro dentro das condições operacionais classificadas, o qual é calculado a partir do erro inerente (A) e do erro de variação (Ei) do instrumento existente

$$B = \pm (|A| + 1,15 \times \sqrt{E_2^2 + E_3^2 + E_4^2 + E_5^2})$$

A: Erro natural ou intrínseco presente em um sistema ou medição.

E2: Alterações no desempenho causadas por flutuações na tensão da fonte de energia.

E3: Alterações no desempenho causadas por variações de temperatura.

E4: Alterações no desempenho causadas por flutuações na tensão devido a interferências externas.

E5: Alterações no desempenho causadas pela variação na resistência dos eletrodos de contato.

G. Medição de fuga de corrente alternada usando retificação média.

H. Medição de tensão de terra usando retificação média.

8) OPERAÇÃO

A. Para ligar/desligar

Pressione o botão de "POWER" para ligar ou desligar o instrumento. O dispositivo será desligado automaticamente após 15 minutos de inatividade.

B. Verificação de Tensão da Bateria

Após ligar o dispositivo, a tensão da bateria será exibida em tempo real no visor LCD. Se o visor mostrar o símbolo de baixa tensão da bateria "  ", isso indica que a bateria está com pouca carga. Por favor, recarregue-a, a energia da bateria é necessária para garantir a precisão das medições.

C. Medida de Resistência de Aterramento de Precisão com 4 fios



Advertência

Ao testar a resistência de aterramento, primeiro confirme a tensão de aterramento do fio de aterramento, ou seja, as tensões entre H e E ou S e ES devem ser inferiores a 20V. Se a tensão de aterramento estiver acima de 12,5V, o medidor exibirá o símbolo NOISE, indicando que pode haver interferência e o valor da medição da resistência de aterramento pode ser impreciso. Nesse momento, é recomendado desenergizar o dispositivo de aterramento que está sendo medido, a fim de reduzir a tensão de aterramento. Ao desenergizar o dispositivo, a tensão de aterramento é reduzida, diminuindo a interferência e o ruído. Após desenergizar o dispositivo, o teste de resistência de aterramento pode ser realizado novamente. Isso garantirá resultados de medição mais precisos e confiáveis, uma vez que a interferência causada pelo ruído é minimizada.

O teste de quatro fios elimina a influência da resistência de contato entre o corpo de aterramento medido, a haste auxiliar de aterramento, o grampo de teste e a interface de entrada do instrumento (geralmente suja ou enferrujada) na medição, além de eliminar a alteração da resistência do fio. A precisão da medição é melhor do que o teste de três fios. Seguindo a figura, a partir do objeto medido, enterre respectivamente as hastes auxiliares de aterramento S e H profundamente no solo em linha reta. Conecte os cabos de teste de aterramento (preto, verde, amarelo e vermelho) nas interfaces E, ES, S e H do medidor ao eletrodo (haste) de aterramento "E" em teste, o eletrodo de tensão auxiliar "S" e o eletrodo de corrente auxiliar "H".



Advertência

A distância entre o corpo de aterramento medido E e o polo de corrente H deve ser pelo menos 5 vezes a profundidade do solo onde o corpo de aterramento está enterrado (h), ou 5 vezes o comprimento do eletrodo de aterramento enterrado (d).

Na medida de resistência total de um aterramento complexo a distância (d) é a distância da maior diagonal do sistema de aterramento.

Durante o teste, os cabos de teste não devem estar entrelaçados entre si. Caso contrário, a precisão do teste pode ser afetada.

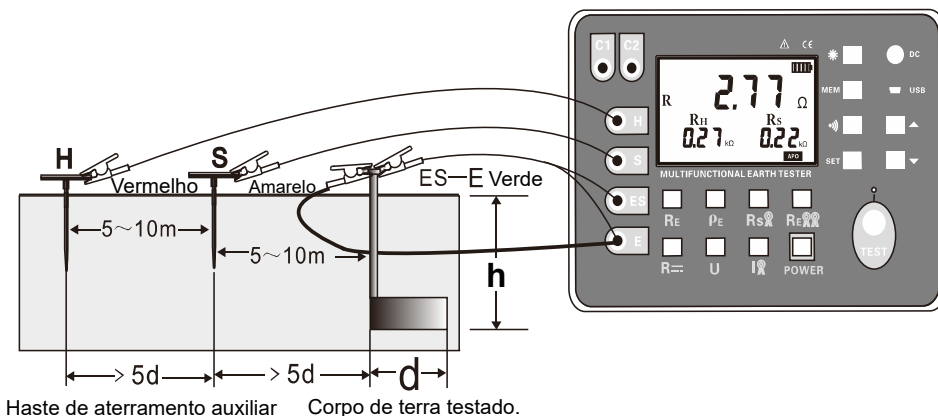


Figura 7

Para sistemas de aterramento independentes com vários pontos ou redes de aterramento maiores, cabos de teste com comprimento de 50 metros ou mais podem ser opcionalmente utilizados, conforme ilustrado a seguir:

$$R = r_1 // r_2 // r_3 // r_4 // r_5 // r_6 // \dots // r_n (r_1 \dots r_n)$$

R é a leitura do medidor

$r_1 \dots r_n$ são todos pontos de aterramento independentes

r_H é a resistência à terra do polo de corrente auxiliar H

r_S é a resistência à terra do polo de tensão auxiliar S

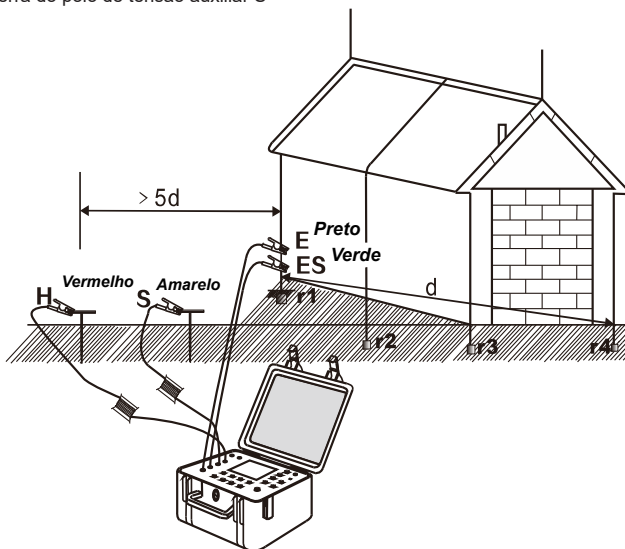


Figura 8

Após conectar o cabo de teste, pressione o botão de função R para entrar no modo de teste de resistência à terra e pressione a tecla "TEST" para iniciar o teste. Durante o teste, haverá uma indicação de contagem regressiva, e os dados estáveis serão exibidos após a conclusão do teste. Ou seja, o valor da resistência à terra R_H da resistência de aterramento medida e o polo de corrente auxiliar H, e o valor da resistência à terra R_S , da resistência de aterramento R e o polo de tensão auxiliar S.

Conforme mostrado na figura a seguir, a resistência à terra testada é de 2,77 Ω , a resistência à terra do polo de corrente auxiliar R_H é de 0,27 K Ω e a resistência à terra do eletrodo de tensão auxiliar R_S é de 0,22 K Ω .

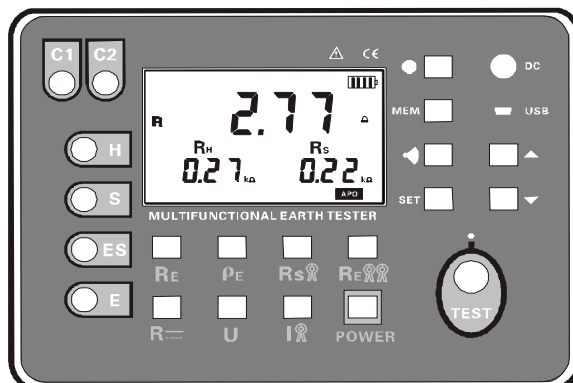


Figura 9

D. Medida de Resistência de Aterramento com 3 fios

Como mostrado abaixo, faça um curto-circuito nos pontos ES e E da interface do instrumento. A operação é a mesma do teste de quatro fios. O teste de três fios não pode eliminar a influência da resistência do fio na medição, nem pode eliminar a influência da variação da resistência de contato entre o instrumento e o fio de teste, e a influência da variação entre o fio de teste e o eletrodo auxiliar de aterramento. Ao fazer a medição, a camada de óxido na superfície do corpo de aterramento a ser medido também deve ser removida.

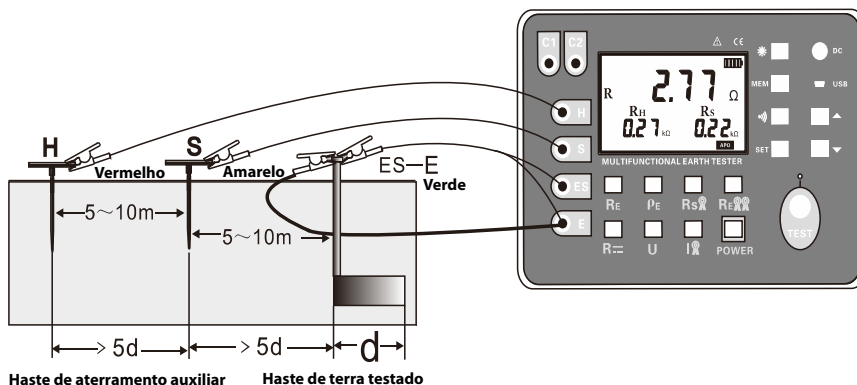


Figura 10

E. Teste Fácil de Resistência de Aterramento com 2 fios

Este método é um método simples de medição que não utiliza hastes de aterramento auxiliar. É utilizado o eletrodo de aterramento com o menor valor de resistência de aterramento como a haste de aterramento auxiliar e dois cabos de teste simples para conectar a interface HS e a interface E-ES. As hastes de aterramento auxiliar H e S podem ser substituídas por tubos de aterramento metálicos, como tubos de água de metal e hidrantes, aterramento comum de sistemas de energia comercial ou sistemas de proteção contra raios de edifícios, etc. Atente-se em remover a camada de óxido no ponto de conexão no corpo de aterramento auxiliar metálico selecionado para a medição. A fiação é mostrada abaixo e a operação do instrumento é a mesma que no teste de 4 fios.



Advertência

Ao utilizar o sistema de aterramento do sistema de energia comercial como haste de aterramento auxiliar para medição, é crucial confirmar que é de fato a haste de aterramento do sistema de energia comercial. Caso contrário, o disjuntor pode ser ativado e haver risco de perigo. Utilize um método simples de dois fios para medir a resistência de aterramento e procure selecionar o corpo de aterramento com um valor pequeno de resistência (r_e) como o eletrodo de aterramento auxiliar, de modo a tornar a leitura do medidor mais próxima do valor real. Ao realizar a medição, dê preferência à escolha de tubos de água metálicos e hidrantes metálicos como eletrodos de aterramento auxiliares.

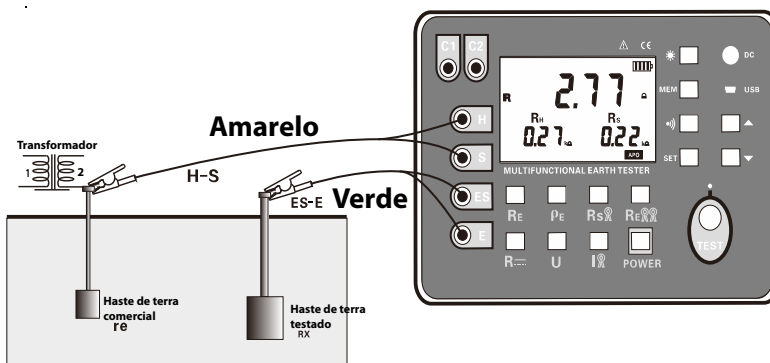


Figura 11

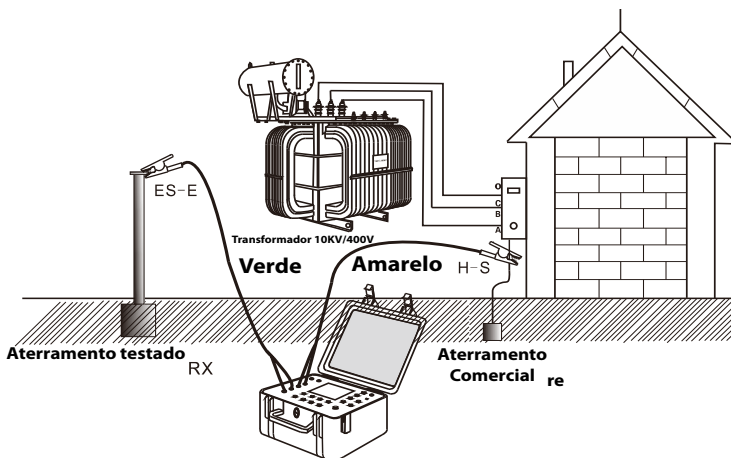


Figura 12

O método simples mede a resistência de aterramento. O valor de leitura do instrumento é a soma da resistência de aterramento do corpo de aterramento medido e da resistência de aterramento do corpo de aterramento comercial. Ou seja:

$$RE = RX + re$$

Sendo:

RE é o valor de leitura do medidor;

RX é o valor da resistência de aterramento do corpo em teste;

re é o valor da resistência de aterramento de um corpo de aterramento comum, como o sistema de energia comercial.

Portanto, a resistência de aterramento do corpo de aterramento medido é:

$$RX = RE - re$$

F. Medição seletiva de resistência de aterramento 4 fios com garra de corrente



Advertência

Ao testar a resistência de aterramento, verifique a tensão de aterramento do fio, as tensões entre H e E ou S e ES devem ser inferiores a 20V. Se a tensão de aterramento estiver acima de 5V, o medidor exibirá o símbolo de RUIDO (NOISE), e então a medição da resistência de aterramento poderá apresentar erros. Nessa situação, o dispositivo de aterramento medido deve ser desligado do sistema, e em seguida, a tensão de aterramento deve ser reduzida antes de realizar o teste de resistência.

O método de seleção de quatro fios pode medir com precisão a resistência de aterramento de uma haste de aterramento sem a necessidade de abertura do laço de aterramento. O teste de quatro fios elimina a influência da resistência de contato entre o corpo de aterramento medido, a haste de aterramento auxiliar, o grampo de teste, e a interface de entrada do instrumento (geralmente suja ou enferrujada) na medição e pode eliminar a influência da mudança na resistência do fio na medição. De forma mais efetiva que no teste de três fios. Veja a figura a seguir: A partir do objeto medido, respectivamente, as hastes auxiliares de aterramento S e H são enterradas profundamente no solo em linha reta. Conecte as linhas de teste de aterramento (preto, verde, amarelo e vermelho) das interfaces E, ES, S e H do medidor, na haste de aterramento E sob teste, a haste de tensão auxiliar S e a haste de corrente auxiliar H. Conecte o plugue azul da garra de corrente A no conector C1 do instrumento e o plugue preto na interface C2 do instrumento. A garra de corrente deve ser presa no condutor de descida do aterramento, ou na própria haste (como mostrado na figura abaixo), prestando atenção à direção da garra de corrente, a corrente deve fluir da frente da garra para garantir a precisão da medição. Caso seja utilizado um aterramento multiponto, a garra deve ser posicionada abaixo do fechamento do loop.



Advertência

Ao testar a resistência de aterramento, primeiro confirme a corrente de fuga do fio de aterramento. A corrente do fio de aterramento deve ser inferior a 2A e, se a corrente do fio de aterramento for superior a 100mA, então

o valor medido da resistência de aterramento pode apresentar erros. Nesse momento, o dispositivo aterrado deve ser desligado primeiro para reduzir a corrente de fuga do fio de aterramento e, em seguida, o teste de resistência de aterramento pode ser realizado.

Junto ao primeiro processo garanta que a corrente circule da parte frontal da garra de corrente para a parte traseira da garra. Caso contrário, o valor da resistência de aterramento não poderá ser testado normalmente.

Quando o display do equipamento exibir o símbolo “”, isso indica que o sinal de corrente recebido pela garra de corrente A está com baixa intensidade. Verifique se a garra está corretamente presa ou com a polaridade invertida, se a direção está correta e se há contato adequado da haste auxiliar, entre outras possibilidades.

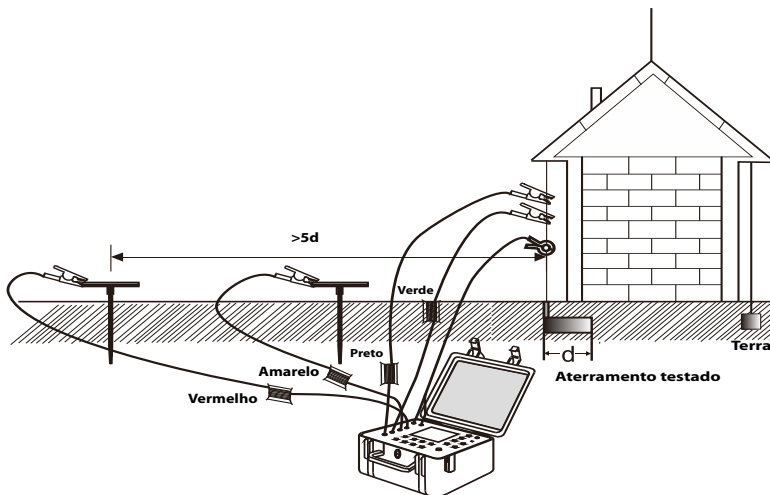


Figura 13

Após as conexões dos cabos de teste, pressione a tecla de função “Rs” para entrar no modo de teste de resistência de aterramento, e em seguida pressione a tecla “TEST” para iniciar o teste. Durante o teste, haverá uma indicação de contagem regressiva. Após a conclusão do teste, os dados estáveis são exibidos, ou seja, a resistência de aterramento R do corpo de aterramento medido à esquerda na figura acima.

Para sistemas de aterramento independentes de vários pontos ou redes de aterramento maiores, cabos de teste de 50m ou mais podem ser usados opcionalmente, conforme mostrado na figura a seguir. O resultado da medição é o valor da resistência de aterramento r_1 , que não é afetado pelos valores de resistência de aterramento r_2 , r_3 , r_4 , r_5 ...

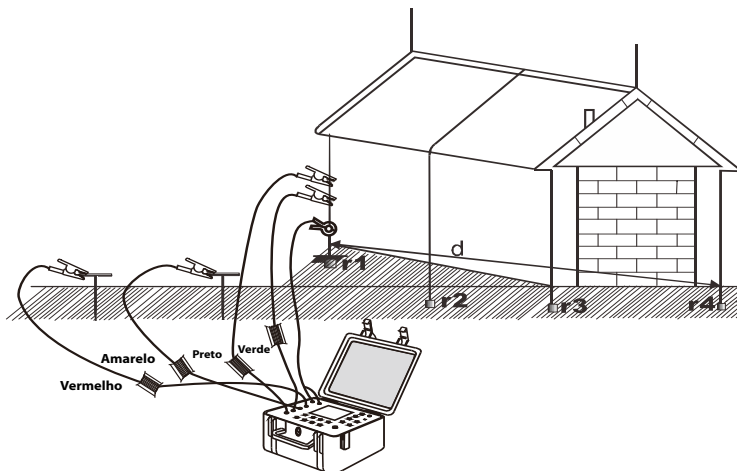


Figura 14

Conforme mostrado abaixo: Ao medir a resistência de aterramento de torres, o método de seleção de quatro fios pode medir com precisão o valor da resistência de aterramento R_e da torre em medição, sem causar desarme aos circuitos de proteção. O método de três fios e quatro fios é utilizado para medir o valor de resistência quando R_e está conectado em paralelo com R_1 , R_2 e R_3 . Caso R_e estiver com defeito e R_1 , R_2 e R_3 estiverem conectados em paralelo, o método de três fios e quatro fios dificultará a identificação de onde está localizado o defeito em R_e , o que pode passar despercebido nas medições.

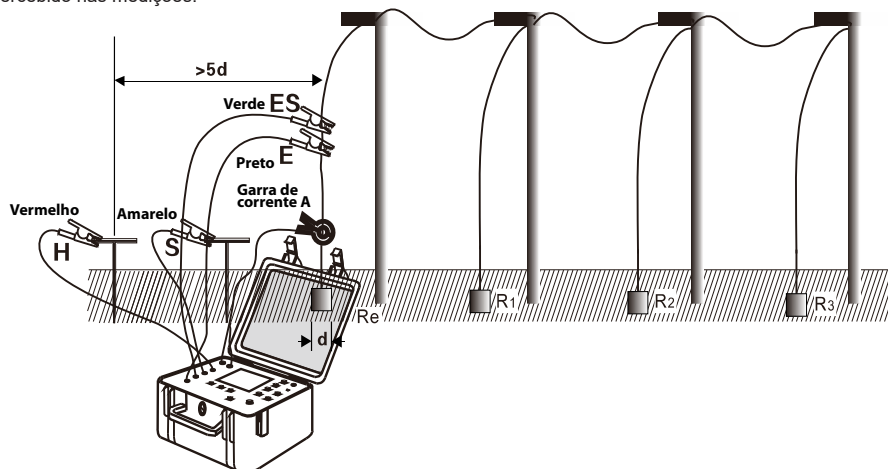


Figura 15

G. Medição seletiva de resistência de aterramento 3 fios com garra de corrente

O método de seleção com 3 fios, como mostrado abaixo, realize um curto-circuito nas entradas ES e E do instrumento, o que é um teste de seleção de três fios. A operação do instrumento é semelhante ao teste de seleção de quatro fios. O teste de seleção de três fios não é o indicado para eliminar a influência da variação da resistência do fio na medição, influência da variação da resistência de contato entre o instrumento e o fio de teste e entre o fio de teste e a haste de aterramento auxiliar. Ao realizar a medição, a camada de óxido na superfície do corpo de aterramento a ser medido também deve ser removida.

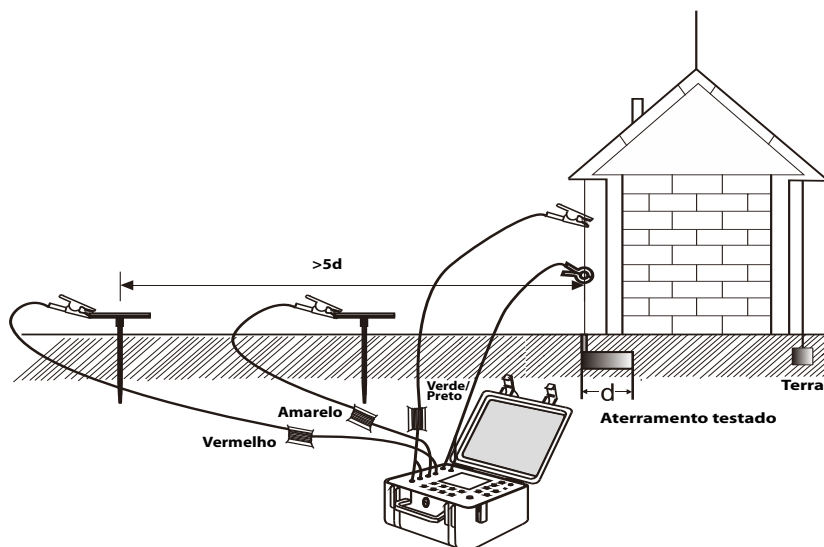


Figura 16

H. Teste de Resistência de Aterramento com Garra Dupla

O método de garra dupla é especialmente adequado para avaliar as condições de sistemas de aterramento com múltiplos pontos independentes, conforme ilustrado abaixo. Em sistemas de aterramento desse tipo, não é necessário a utilização de hastes para medições do valor de resistência do aterramento. Para realizar o teste, insira o plugue vermelho da garra de corrente B na entrada H do instrumento e o plugue preto na entrada E do instrumento. Em seguida, insira o plugue azul da garra de corrente A na porta C1 do medidor e o plugue preto na porta C2 do medidor. Posicione as duas garras de corrente no circuito em teste. É importante observar que as direções das duas garras de corrente devem ser as mesmas, e a distância entre elas deve ser maior que 30 cm. Além disso, as duas garras de corrente não devem ser intercambiadas, pois isso pode resultar em erros nas medições.



Advertência

Ao testar a resistência de aterramento verifique se há corrente de fuga no fio de aterramento. A corrente no fio de aterramento deve ser inferior a 100mA. Caso contrário, o valor medido de resistência de aterramento poderá apresentar erros. Caso este problema aconteça, o objeto aterrado deve ser desligado para reduzir a corrente de fuga do fio de aterramento, e então o teste de resistência de aterramento pode ser realizado.

Durante a realização do método de dupla garra, é crucial assegurar que a corrente flua na garra de corrente a partir da parte frontal da garra. Caso contrário, a medição do valor da resistência de aterramento não será precisa.

Quando o display do equipamento exibir o símbolo “”, isso indica que o sinal de corrente recebido pela garra de corrente B está com baixa intensidade.

Atente-se para que o alicate de corrente seja fixado corretamente, a direção do alicate de corrente B esteja correta, caso a resistência do circuito de medição seja muito alta ou nenhum loop de circuito seja formado, pode não ser possível realizar a medição. Certifique-se de que o espaçamento entre as garras de corrente seja maior que 30 cm, caso contrário ocorrerão erros na medição.

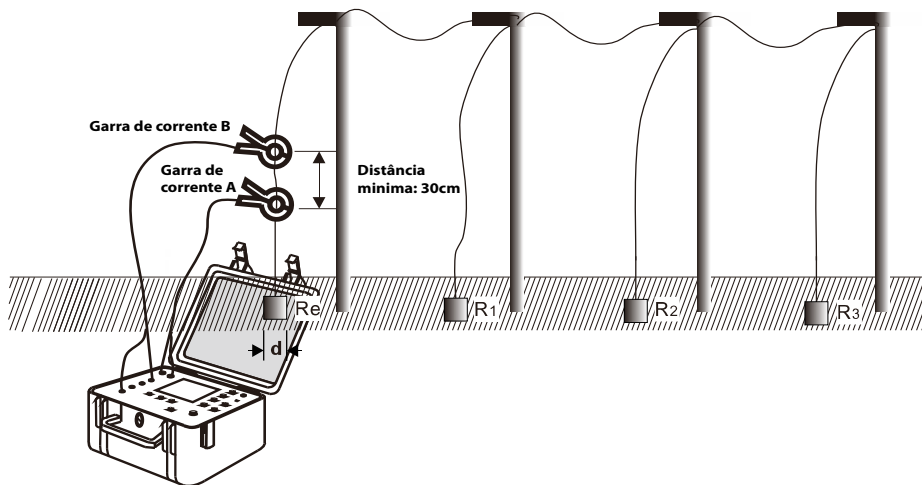


Figura 17

Após a conexão da linha de teste, pressione o botão “Re” para entrar no modo de teste de resistência de aterramento. Pressione a tecla “TEST” para iniciar o teste. Durante o teste, haverá uma indicação de contagem regressiva e um indicador de gráfico de barra de progresso do teste. Após a conclusão do teste, dados estáveis serão exibidos, ou seja, a resistência de aterramento medida do corpo de aterramento $R = R_e + R_1//R_2//R_3$. Quando $R_1//R_2//R_3 \ll R_e$ (muito menor que), pode-se considerar $R \approx R_e$.

I. Teste de Resistividade do Solo pelo Método de Wenner (4 polos)

A resistividade do solo (ρ) é um fator importante que determina a resistência de aterramento do corpo de aterramento. A resistividade do solo varia com o tipo de solo e também pode ser influenciada pela temperatura e umidade contida no solo. Portanto, para projetar um aterramento que atenda às necessidades de operação, é essencial medir a resistividade do solo.

A resistividade do solo é medida pelo método de quatro polos (método de Wenner).

A resistividade do solo (ρ) é calculada de acordo com a fórmula $\rho = 2\pi a R$, dada em Ωm (ohm metro), sendo “a” o espaçamento entre os eletrodos (em metros “m”) e “R” a resistência entre as hastes S e ES (em Ohms). Conecte os cabos de teste conforme mostrado abaixo. Observe o espaçamento entre as hastes auxiliares de aterramento e a profundidade que devem ser enterradas. Enterre as hastes auxiliares H, S, ES e E no solo em linha reta e conecte os cabos de teste de aterramento (vermelho, amarelo, verde e preto) das interfaces H, S, ES e E do instrumento às hastes auxiliares H, S, ES e E em teste

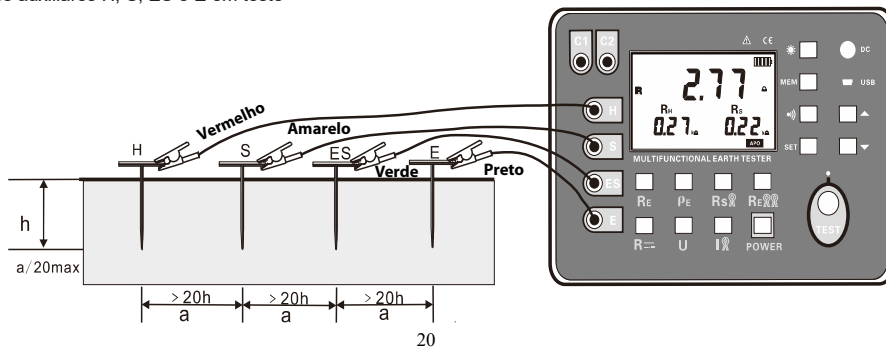


Figura 18

De acordo com o método de Wenner, o valor da resistividade do solo medido é aproximadamente a resistividade do solo na profundidade “a” entre as duas hastes de aterramento. A homogeneidade do solo pode ser verificada ao variar o valor “a” para que seja selecionada uma haste de aterramento adequada.

Para configurar no equipamento o espaçamento definido entre as hastes de aterramento (“a” na fórmula), após conectar a linha de teste, pressione o botão de função “pE” para entrar no modo de teste de resistividade do solo. Pressione e segure a tecla “SET” (por mais de 3 segundos) para entrar na configuração do espaçamento das hastes auxiliares de aterramento. Pressione brevemente “<” para mover o cursor e use as teclas para cima ou para baixo para alterar o valor atual (faixa de valores “a”: 1 m a 100 m). Pressione e segure a tecla “SET” (por mais de 3 segundos) para salvar o valor “a” definido e retornar ao modo de teste de resistividade do solo.



Figura 19

Após configurar o valor “a”, no modo de teste de resistividade do solo, pressione a tecla “TEST” para iniciar o teste e observe a contagem regressiva que indica o progresso do teste. Após a conclusão do teste, um valor estável de resistividade do solo é exibido.

No exemplo da figura a seguir a resistividade do solo medida foi de 47,23 Ωm , o valor da resistência de aterramento R_H do eletrodo de corrente auxiliar de 0,34 K Ω , e o valor da resistência de aterramento R_S do eletrodo de tensão auxiliar de 0,28 K Ω . Após a exibição desses valores, o medidor retornará automaticamente para exibir a resistividade do solo ρ testada.

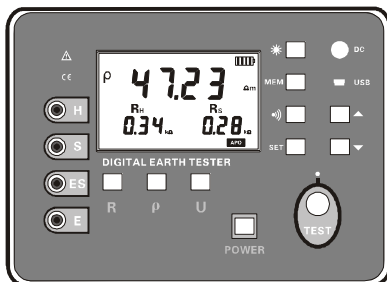


Figura 20

J. Teste de Resistência em Corrente Contínua (DC)

O teste de resistência em Corrente Contínua é usado para testar a resistência de ligação equipotencial e a resistência entre componentes de metal. O teste de quatro fios elimina a influência da resistência de contato entre o corpo de aterramento medido, a haste de aterramento auxiliar, o grampo de teste, e a interface de entrada do equipamento (geralmente suja ou enferrujada).

Conforme a ilustração abaixo é medido o valor da resistência entre o equipamento testado e o corpo de aterramento. Insira os cabos de teste (preto, verde, amarelo e vermelho) nos conectores E, ES, S e H do equipamento, respectivamente. Os cabos E e ES devem ser conectados ao cabo de aterramento do equipamento. S e H devem ser conectados a extremidade do cabo de aterramento conectado ao solo.

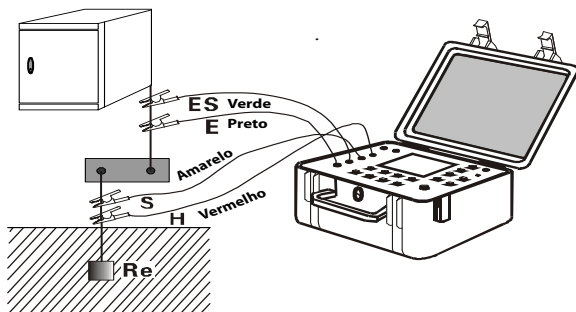


Figura 21

Após a conexão dos cabos de teste, pressione a tecla de função "R ∞ " para entrar no modo de teste de resistência em corrente contínua. Pressione a tecla "TEST" para iniciar o teste. Durante o teste, haverá uma indicação de contagem regressiva. Após a conclusão do teste, os dados estáveis são exibidos, ou seja, o valor da resistência "R" da ligação equipotencial conectada do dispositivo em teste com o corpo de aterramento.

K. Teste de Corrente Alternada (CA)

Conforme a figura abaixo, o plugue azul da garra de corrente A é inserido na entrada C1 do equipamento, o plugue preto é inserido na entrada C2 do equipamento, e a garra de corrente é presa no fio que está sendo medido.



Advertência

A corrente da linha em teste não deve exceder 600A. Apenas a garra de corrente A deve ser usada para o teste. Não conecte o sinal de corrente diretamente à entrada do instrumento. Caso contrário, o medidor pode ser danificado.

Ao medir a corrente, use a garra de corrente A, o uso da garra de comutação B causará erros.

Ao medir a corrente de carga, a garra de corrente deve ser colocada na Fase (apenas ela). Ao medir a corrente de fuga, prenda a garra de corrente na Fase e no Neutro (ambos juntos) ou prenda-a ao cabo de aterramento.

Ao medir correntes de fuga, evite interferências de campos eletromagnéticos circundantes

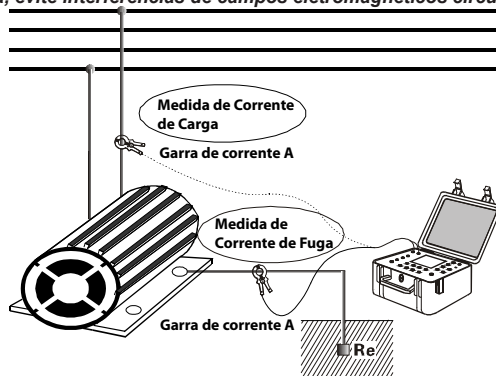


Figura 22

Após conectar a garra de corrente, pressione a tecla de função “” para entrar no modo de teste de corrente. O visor LCD exibirá diretamente o valor eficaz da corrente.

L. Medição de Tensão de Aterramento



Advertência

Para o teste de tensão de terra é necessária a utilização da haste auxiliar de aterramento. Quando o instrumento estiver conectado ao solo por meio do cabo de teste e da haste auxiliar de aterramento, os outros cabos de teste do instrumento não podem ser conectados aos cabos L e N da linha de energia comercial. Caso contrário, pode ocorrer fuga de corrente e o disjuntor pode ser ativado, representando um risco. O teste de tensão de terra não pode exceder 100V.

Não deve ser usado para testes de tensão comercial (110V ou 220V), pois isso pode danificar o instrumento.

Quando ocorre um defeito de terra no equipamento, há uma diferença de potencial entre a carcaça do dispositivo, o fio de aterramento, o corpo de aterramento e o ponto de potencial zero. A tensão de aterramento é a diferença de potencial entre o ponto de referência e o aterramento, onde o terra é o ponto de potencial zero. Para o teste de tensão de aterramento, é necessária uma haste auxiliar de aterramento. É importante observar a diferença em relação ao teste de tensão CA comercial. Conforme a figura a seguir, após conectar o medidor, a haste auxiliar de aterramento e a linha de teste, pressione o botão de função “U”, inicie o teste de tensão de aterramento, e será exibido no display o resultado do teste.

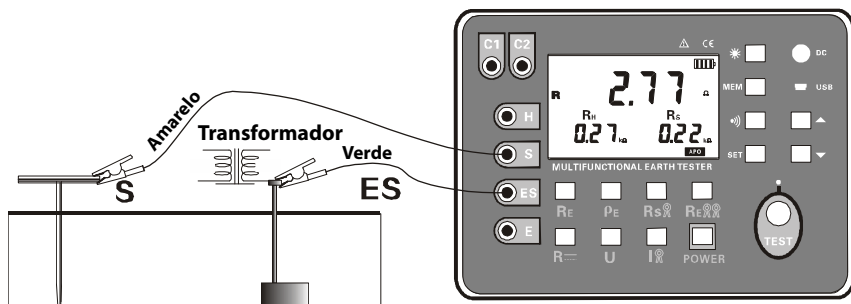


Figura 23

9) FUNÇÕES ADICIONAIS

A. Luz de Fundo

Após ligar o dispositivo, pressione a tecla “” para ligar ou desligar a retroiluminação (luz de fundo). A luz de fundo é adequada para ambientes com pouca iluminação. A retroiluminação inicia desligada toda vez que o dispositivo é ligado.

B. Configuração de Alarme

Após ligar o dispositivo, pressione a tecla “” para ligar e desligar a função de alarme. Pressione brevemente a tecla “SET” para definir o valor de alarme da resistência. Pressione a tecla “” para mover o cursor, pressione as teclas para cima ou para baixo para alterar o valor atual e, em seguida, pressione a tecla “SET” para salvar e sair. Quando o valor medido for maior que o valor de configuração crítico de alarme e a função de alarme estiver ativada, o medidor exibirá o símbolo “” e emitirá um som de alarme. O valor máximo da configuração de alarme de tensão de terra é 100V, o valor máximo da configuração de alarme de resistência de aterramento é 3000Ω e o valor máximo da configuração de alarme de resistividade do solo é 9999Ωm. Conforme mostrado abaixo:



Figura 24

C.Data Lock/Armazenamento

Após a inicialização ou conclusão da medição, pressione brevemente a tecla “MEM” para travar os dados de exibição atuais e armazená-los automaticamente com numeração. Se a memória estiver cheia, o equipamento exibirá o símbolo “FULL”. No exemplo abaixo, o dado de medição é 1032Ω, após pressionado “MEM” é informado que o valor foi salvo no espaço de registro 3, e que agora a memória está cheia.



Figura 25

D.Revisão/Exclusão de Dados

Após a inicialização ou conclusão da medição, pressione e segure o botão “MEM” por mais de 3 segundos para acessar o modo de revisão de dados. A tela correspondente aos dados armazenados será exibida, com o símbolo “MR”, juntamente com o número do grupo de dados armazenados, piscando. Use os botões de seta para cima ou para baixo para selecionar os dados correspondentes ao número do grupo, avançando a cada 1 pressionamento. Se você pressionar e segurar os botões de seta para cima ou para baixo, o número do grupo será selecionado a cada 5. Para sair do modo de revisão, pressione “MEM” novamente. Na figura abaixo, o número 3 representa o grupo de dados atual, de um total de 6 grupos. Se nenhum dado estiver armazenado, o visor LCD mostrará “NULL”. Consulte a ilustração abaixo para referência.



Figura 26

No modo de revisão de dados, pressione a tecla “SET” para entrar no modo de exclusão de dados. Use os botões para cima ou para baixo para selecionar “YES” (SIM) ou “NO” (NÃO). Escolha “NO” e, em seguida, pressione a tecla “SET” para sair do estado de revisão de dados. Escolha “YES” e pressione novamente a tecla “SET” para excluir os dados armazenados. Após a exclusão, a seguinte figura será exibida:



Figura 27

E. Upload de Dados



Advertência

Não conecte o computador para realizar a transferência de dados enquanto estiver realizando testes, caso contrário, a tensão de terra pode danificar o computador ou o instrumento.

Conecte o cabo de comunicação USB do computador ao instrumento, ligue o instrumento e execute o software de monitoramento. Com a conexão USB realizada, os dados armazenados podem ser lidos, transferidos para o computador e salvos.

O software de monitoramento possui funções de monitoramento em tempo real, histórico de testes, exibição dinâmica, configuração de valores de alarme e função de indicação de alarme, além de funções como leitura, visualização, salvamento e impressão de dados do histórico.

F. Cuidados com a Bateria

O instrumento é alimentado por uma bateria de chumbo-ácido de 6V @ 4,5AH. À medida que a energia da bateria diminui, a barra do indicador de energia é reduzida. Quando a voltagem cai para 5V, o símbolo “” é exibido. Por favor, realize o carregamento oportunamente. A baixa tensão tem impacto na precisão das medições.

10) ESPECIFICAÇÕES

A. Especificações Gerais

- **Métodos de Medição:**

- Medição do método de 2, 3 e 4 fios:** Método de polarização, corrente de medição máxima de 20mA;

- Resistividade do solo:** Método de quatro fios (Wenner);

- Medição Seletiva:** Método de polarização, corrente de medição máxima de 20mA;

- Método de garra dupla:** Método de indutância mútua sem contato, corrente de teste máxima de 1mA;

- Resistência DC:** Método de polarização;

- Corrente AC:** Retificação média (pela garra);

- Tensão à Terra:** Retificação média (entre a interface S-ES).

- **Display:** LCD com 2/3 3 Dígitos (3000 Contagens) e Luz de Fundo controlável;

- **Taxa de Atualização:**

- Corrente AC e Tensão de Aterramento:** Aprox. 2 vezes por segundo;

- Resistência de Aterramento e Resistividade do Solo:** Aprox. 7 segundos por vez;

- **Indicação de Teste em Andamento:** Indicador LED piscando durante a medição;

- **Indicação de Bateria:** Exibição em tempo real da bateria. O símbolo " " aparece no display quando a bateria está fraca e precisa ser recarregada;

- **Indicação de Sobrefaixa:** O Display exibe o símbolo "OL";

- **Desligamento Automático:** Aprox. 15 minutos;

- **Ambiente de Operação:** -10°C a 40°C, U.R. <80%;

- **Ambiente de Armazenamento:** -20°C a 60°C, U.R. <70%;

- **Segurança/Conformidade:** De acordo com a IEC61010-1, categoria de sobretensão CAT III 300V, CAT IV 150V, IEC61010-031, IEC61557-1 (Resistência de aterramento), IEC61557-5 (Resistividade do solo), JIG 366-2004 (Medidores de Resistência de aterramento), JIG 1054-2009 (Medidores de Resistência de Aterramento por Garra), IEC61326 (EMC);

- **Grau de poluição:** 2 (uso interno);

- **Armazenamento:** 500 registros;

- **Interface USB:** Os dados armazenados podem ser carregados no computador, salvos e impressos;

- **Função Alarme:** Alarme quando o valor medido excede o valor de configuração do alarme;

- **Forma de Onda de Teste:** Senoidal, 128Hz;

- **Corrente de Curto Circuito:** AC 20mA máximo;

- **Tensão de Circuito Aberto:** AC 28V máximo;

- **Faixa de Espaçamento entre as Hastes:** 1m ~ 100m;

- **Indicação de Baixa Corrente:** Nos métodos seletivos ou de garra dupla, quando a corrente é inferior a 0,5mA, o símbolo " " é exibido. Nesta situação é necessário verificar o sentido de fixação da garra de corrente A;

- **Indicação de Interferência:** Quando a interferência é superior a 5V, o símbolo "NOISE" é indicado no display;

- **Isolação:** >20MΩ (500V entre o circuito e o gabinete);

- **Rigidez Dielétrica:** AC 3700Vrms (entre o circuito e o gabinete);

- **Alimentação:** Bateria de chumbo-ácido DC 6V 4,5Ah dura mais de 100 horas em standby (Carregador 8,4V @ 1A);

- **Consumo:**

- Standby: Máximo de 40m;

- Com Luz de Fundo: Máximo de 43mA;

- Medindo: Máximo de 120mA.

- **Garras de Corrente:** 2 unidades (plug banana);

- **Diâmetro da Garra de Corrente:** Φ 50mm;

- **Cabo de Comunicação:** Mini USB, comprimento de 1,5m;

- **Dimensões:**

- Display LCD:** 111(L) x 68(A)mm (Área Visível: 108(L) x 65(A)mm);

- Instrumento:** 153(A) x 277,2(L) x 227,5(P)mm.

- Garras de Corrente:** 214(A) x 101(L) x 27(P)mm (Cabo de 2m);

- Cabos de Teste:** Vermelho (15m), Preto (15m), Amarelo (10m) e Verde (10m);

- Cabos de Teste Simples:** Amarelo (1,5m) e Verde (1,5m);

- Hastes Auxiliares:** 4 unidades (Φ10 x 200mm);

- **Peso:**

- Instrumento:** Aprox. 2,45kg;

- Peso das Garras de Corrente:** Aprox. 940g (2 peças);

- Peso dos Cabos de Teste:** Aprox. 1,3kg;

- Peso das Hastes Auxiliares:** Aprox. 850g (4 peças);

B. Especificações Elétricas

A precisão é dada como $\pm(\%$ da leitura + número de dígitos menos significativos) para $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $< 75\%$. Ciclo de calibração recomendado de 1 ano. Especificações válidas para 10% a 100% da faixa.

- Método de 2, 3 e 4 fios para medir a resistência de aterramento (Re):

Faixa	Resolução	Precisão
0,00 Ω ~ 29,99 Ω	0,01 Ω	$\pm 2\% + 5\text{D}^1$
30,00 Ω ~ 299,9 Ω	0,1 Ω	
300 Ω ~ 2999 Ω	1 Ω	
3,00k Ω ~ 30,00k Ω	10 Ω	

Observações:

- Proteção de Sobrecarga: 280VAC/3 segundos entre as portas H-E e S-ES.
- ¹ Condições de referência: precisão com R_h e $R_s < 100\Omega$.
Condições de operação: $R_h \text{ max} = 3\text{k}\Omega + 100\text{R} < 50\text{k}\Omega$; $R_s \text{ max} = 3\text{k}\Omega + 100\text{R} < 50\text{k}\Omega$.

² Precisão de medição de R: $\pi = 3.14$, a: 1 m ~ 100 m.

- Resistência em medições DC (Re)

Faixa	Resolução	Precisão
0,0 Ω ~ 299,9 Ω	0,1 Ω	$\pm 2\% + 3\text{D}$
300 Ω ~ 2999 Ω	1 Ω	
3,00k Ω ~ 30,00k Ω	10 Ω	

Observações:

- Proteção de Sobrecarga: 280VAC/3 segundos entre as portas H-E e S-ES.

- Método de seletivo para medições de resistência de aterramento (Re)

Faixa	Resolução	Precisão
0,00 Ω ~ 29,99 Ω	0,01 Ω	$\pm 2\% + 5\text{D}^1$
30,0 Ω ~ 299,9 Ω	0,1 Ω	
300 Ω ~ 3000 Ω	1 Ω	

Observações:

- Proteção de Sobrecarga: 280VAC/3 segundos entre as portas H-E e S-ES.
- ¹ Condições de referência: precisão com R_h e $R_s < 100\Omega$.
Condições de operação: $R_h \text{ max} = 3\text{k}\Omega + 100\text{R} < 50\text{k}\Omega$; $R_s \text{ max} = 3\text{k}\Omega + 100\text{R} < 50\text{k}\Omega$.

- Método de dupla garra para medições de resistência de aterramento (Re)

Faixa	Resolução	Precisão
0,01 Ω ~ 0,99 Ω	0,01 Ω	$\pm 10\% + 10\text{D}$
1,0 Ω ~ 9,9 Ω	0,1 Ω	
10 Ω ~ 100 Ω	1 Ω	

- Resistividade do solo (ρ)

Faixa	Resolução	Precisão
0,00 Ωm ~ 99,99 Ωm	0,01 Ωm	Somente para referência
100,0 Ωm ~ 999,9 Ωm	0,1 Ωm	
1000 Ωm ~ 9999 Ωm	1 Ωm	
10,00k Ωm ~ 99,99k Ωm	10 Ωm	
100,0k Ωm ~ 999,9k Ωm	100 Ωm	
1000k Ωm ~ 9999k Ωm	1k Ωm	

Observações:

- Proteção de Sobrecarga: 280VAC/3 segundos entre as portas H-E e S-ES.
- ² Condições de medição: $\rho = 2\pi a R^2$; $\pi = 3.14$, a: 1 m ~ 100 m.

- Tensão de terra AC

Faixa	Resolução	Precisão
0,00 ~ 100,0V	0,01V	$\pm 2\% + 3\text{D}$

- Corrente AC

Faixa	Resolução	Precisão
0,0mA ~ 600A	0,1mA	$\pm 2\% + 3\text{D}$

11) MANUTENÇÃO

Entre em contato com alguma assistência técnica autorizada ou com nosso serviço de pós-venda quando algum dos itens a seguir estiver acontecendo:

- O instrumento está apresentando danos;
- O display está fora das condições normais de operação;
- Desvio considerável dos valores de medição ao realizar um procedimento normal;
- Teclas confusas ou operando incorretamente.

Quando necessário realizar algum reparo, leve o instrumento a um técnico especializado e autorizado pela Minipa para realizar o serviço.



Advertência

Não tente reparar ou efetuar qualquer serviço em seu instrumento.

Para evitar choque elétrico ou danos ao instrumento, não deixe entrar água dentro do instrumento.

Se desconfiar que o instrumento tem algum problema, favor se certificar de que as baterias estejam com nível de tensão apropriadas e as conexões com as garras de teste estão em boas condições.

A. Serviço Geral

- Periodicamente limpe o gabinete com pano macio umedecido em detergente neutro. Não utilize produtos abrasivos ou solventes.
- Quando a sujeira ou a umidade nos terminais estiver afetando as medidas, limpe os terminais com hastes flexíveis com pontas de algodão umedecidas em detergente neutro. Desligue o instrumento quando não estiver em uso.
- Não utilize ou armazene o instrumento em locais úmidos, com alta temperatura, explosivos, inflamáveis e fortes campos magnéticos.
- O descarte de instrumentos usados também deve ser de acordo com leis locais e regulamentos.

B. Recarga da Bateria



Advertência

Para evitar falsas leituras, que podem levar a um possível choque elétrico ou ferimentos pessoais, recarregue a bateria assim que o indicador de bateria fraca aparecer.

Este equipamento é alimentado por 1 bateria de chumbo-ácido DC 6V 4,5Ah . Recarregue-a periodicamente utilizando o conector de alimentação na parte superior do equipamento com o adaptador AC que o acompanha.

12) GARANTIA

O instrumento foi cuidadosamente ajustado e inspecionado. Se apresentar problemas durante o uso normal, será gratuitamente reparado, de acordo com os termos da garantia.

TERMO DE GARANTIA

MTR-2100

1. A garantia é válida pelo prazo de 90 (noventa) dias de garantia legal, mais 21 (vinte e um) meses de garantia adicional, totalizando 24 meses de garantia, contados a partir da emissão da nota fiscal.
2. Será reparado gratuitamente nos seguintes casos:
 - A) Defeitos de fabricação ou danos que se verificar, por uso correto do aparelho no prazo acima estipulado.
 - B) Os serviços de reparação serão efetuados somente no departamento de assistência técnica por nós autorizado.
 - C) Aquisição for feita em um posto de venda credenciado da Minipa.
3. A garantia perde a validade nos seguintes casos:
 - A) Mau uso, com o produto alterado ou danificado por acidente causado por negligência das normas deste manual, condições anormais de operação ou manuseio.
 - B) O aparelho foi violado por técnico não autorizado.
4. Esta garantia não abrange fusíveis, pilhas, baterias e acessórios tais como pontas de prova, bolsa para transporte, termopar, etc.
5. Caso o instrumento contenha software, a Minipa garante que o software funcionará realmente de acordo com suas especificações funcionais por 90 dias. A Minipa não garante que o software não contenha algum erro, ou de que venha a funcionar sem interrupção.
6. A Minipa não assume despesas de frete e riscos de transporte.

IMPORTANTE

A garantia só será válida para produtos acompanhados com a nota fiscal de compra original.

Para consultar as Assistências Técnicas Autorizadas acesse:

<http://www.minipa.com.br/servicos/assistencia-tecnica/rede-de-autorizadas>

Ou, utilize o QR code abaixo:



Manual sujeito a alterações sem aviso prévio. Para consulta da última versão do manual consulte nosso site.

Revisão: 03

Data Emissão: 10/11/2023

www.minipa.com.br

MATRIZ: Av. Carlos Liviero, 59 • Vila Liviero • 04186-100
São Paulo - SP • Tel.: (11) 5078-1850 • Fax: (11) 5078-1885

FILIAL: Av. Santos Dumont, 4401 • Zona Industrial Norte
89219-730 • Joinville - SC • Tel.: (47) 3467-8444

FILIAL: Rua Morro da Graça, 371 • Jardim Montanhês
30730-670 • Belo Horizonte - MG • Tel.: (31) 2519-4550



sac@minipa.com.br

tel.: (11) 5078-1850

www.minipa.com.br



DO BRASIL LTDA. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS / ALL RIGHTS RESERVED / TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS