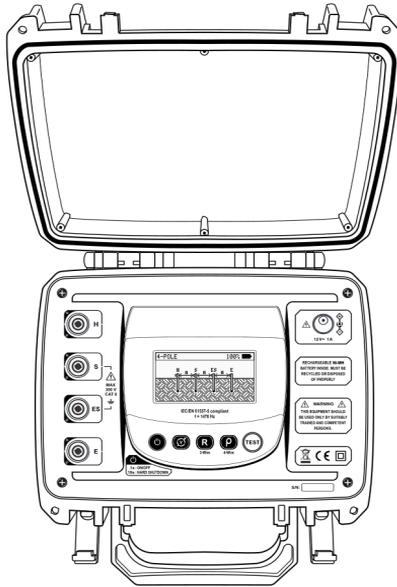


MTD20KWR

Terrômetro
digital **Manual de
uso**



Partes deste manual podem diferir do seu equipamento dependendo do seu país, versão de hardware e/ou firmware e estão sujeitas a alterações sem aviso prévio.

Conteúdo

Informações de segurança	3
Símbolos utilizados no equipamento	4
Bluetooth	5
1. Descrição	6
2. Painel de controle	7
2.1. Teclado	8
3. Alimentação	8
3.1. Verificação do estado da bateria	8
3.2. Recarga da bateria	9
4. Realizando medições	10
4.1. Medição de resistência de tomada de terra	10
4.2. Medição das tensões espúrias.....	11
4.3. Medição da resistividade específica - Método de Wenner	12
5. Indicação de anormalidades no display	16
5.1. Tensões espúrias muito altas	16
5.2. Resistência da tomada de terra além da escala	17
5.3. Resistência muito alta nas estacas auxiliares	17
6. Influência da resistência de tomada de terra das estacas auxiliares	18
7. Considerações especiais sobre a medição da resistência de tomada de terra	18
8. Verificação de calibração	20
9. Limpeza	21
10. Especificações técnicas	22
11. Termo de garantia	24

Informações de segurança

- Z Antes de usar este instrumento, o **Manual de uso** e as **Informações de segurança** devem ser lidos e compreendidos
- Z Os procedimentos de segurança devem ser observados durante o uso deste equipamento
- Z O painel, terminais e conectores do equipamento devem permanecer secos e limpos
- Z Utilize apenas acessórios fornecidos pelo fabricante. A utilização de acessórios/pontas de prova não fornecidos pelo fabricante pode comprometer a segurança do equipamento
- Z Inspeccione o equipamento e os cabos antes de cada utilização. Caso seja detectado algum dano ou avaria que possa colocar em dúvida a segurança oferecida pelo equipamento, não o utilize e contate a assistência técnica
- Z Retirar o painel para ter acesso às partes internas pode ser perigoso, pois há altas tensões em seu interior. Perigo de choque elétrico
- Z Se o equipamento for utilizado de uma maneira não especificada neste manual, a proteção fornecida pelo equipamento pode ser prejudicada



ESTE EQUIPAMENTO DEVE SER OPERADO UNICAMENTE POR PESSOAS QUALIFICADAS E DEVIDAMENTE TREINADAS, RESPEITANDO RIGOROSAMENTE AS NORMAS DE SEGURANÇA PERTINENTES.

Símbolos utilizados no equipamento

	Cuidado, risco de choque elétrico.
	Cuidado, referência no Manual de uso.
	Indicação de polaridade do conector.
CAT II	Categoria de medição II.
MAX 300 V	300 V: Máxima tensão permitida nesses terminais.
	Terra.
	Duplo isolamento (Classe II).
	Liga/Desliga.
	Voltímetro.
	Bluetooth.
	O equipamento está em conformidade com as diretrizes da U.E.
	A lixeira com duas linhas sobrepostas significa que, na União Europeia, o produto deverá ser objeto de uma recolha seletiva de resíduos para a reciclagem dos aparelhos elétricos e eletrônicos conforme com a diretiva WEEE 2002/96/CE.

Categorias de medição (CAT)

CAT II : Aplica-se em circuitos de ensaio e medição conectados diretamente a pontos de utilização (bases de tomada e pontos similares) da instalação da rede de baixa tensão.

CAT III : Aplica-se em circuitos de ensaio e medição conectados na área de distribuição da instalação da rede de baixa tensão dos edifícios/casas.

CAT IV : Aplica-se em circuitos de ensaio e medição conectados na fonte da instalação da rede de baixa tensão dos edifícios/casas.

Bluetooth



Este instrumento possui Bluetooth® e pode ser controlado remotamente através de um smartphone / tablet com Android™ executando o aplicativo BlueLog.



- Android, Google Play e o logotipo do Google Play são marcas registradas da Google LLC
- Bluetooth® é uma marca comercial registrada da Bluetooth SIG, Inc. em todo o mundo



Este produto contém a placa BTA48i código de homologação ANATEL 01847-15-07930

Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados.

Este equipamento está homologado pela ANATEL de acordo com os procedimentos regulamentados pela Resolução 242/2000 e atende aos requisitos técnicos aplicados. Para consultas, visite: www.anatel.gov.br.

1. Descrição

O terrômetro digital MTD20KWR mede resistências de aterramento e resistividade do terreno pelo método de Wenner, além das tensões espúrias provocadas pelas correntes parasitas no solo. As principais aplicações deste equipamento são a verificação da resistência de aterramento de prédios, instalações industriais, hospitalares e domiciliares, para-raios, antenas, subestações, etc, de acordo com a IEC 61557-5. A medição da resistividade permite avaliar a estratificação do terreno para otimizar a engenharia dos sistemas de aterramento mais complexos.

O seu elaborado sistema de filtros ativos e passivos outorga-lhe uma elevada imunidade às interferências elétricas, permitindo obter medições confiáveis em presença de altas tensões parasitas, como as que costumam achar-se em algumas áreas urbanas e na proximidade de subestações de transformação.

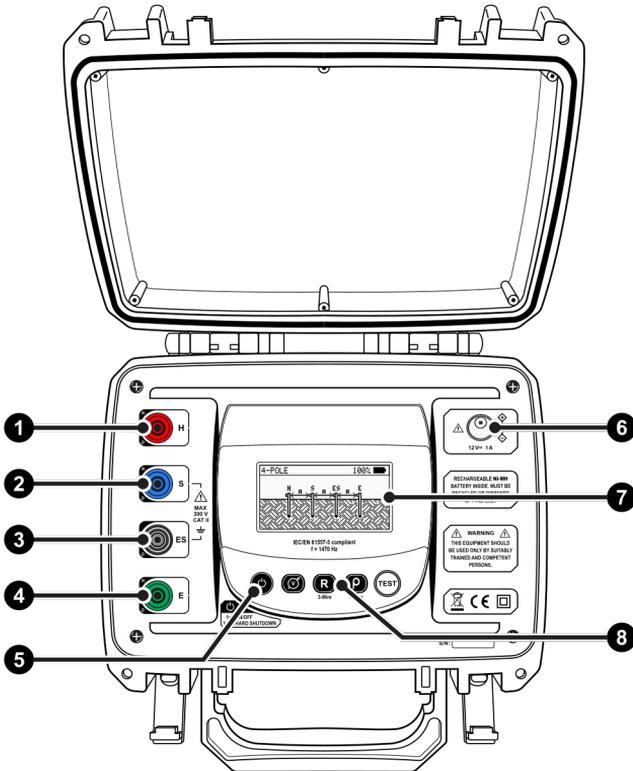
A corrente de medição, regulada eletronicamente, é alternada com uma frequência de 1470 Hz, o qual permite avaliar adequadamente o comportamento do aterramento tanto em relação a uma falha de frequência industrial como perante uma descarga atmosférica.

Por seu amplo intervalo de medição (desde 0,01 Ω até 20 k Ω), este equipamento permite ensaios confiáveis em todo tipo de terreno, inclusive naqueles de resistividade muito alta. A utilização do instrumento é intuitiva, com controles descomplicados e leitura direta em um visor gráfico.

Opcionalmente são fornecidos conjuntos de estacas auxiliares, cabos e acessórios em diversas configurações, permitindo ao usuário escolher a mais adequada conforme suas necessidades.

O gabinete é robusto, de fácil e seguro transporte, com nível de proteção IP65 (com a tampa fechada). É adequado para operar em condições geográficas e ambientais adversas, com temperaturas extremas em regiões frias ou tropicais, e nas elevadas alturas das áreas de montanha, apresentando um ótimo desempenho nos trabalhos de campo.

2. Painel de controle



1 Borne H

2 Borne S

3 Borne ES

4 Borne E

5 Botão liga / desliga

6 Entrada da fonte de
7 alimentação Display gráfico

8 Teclado

2.1. Teclado

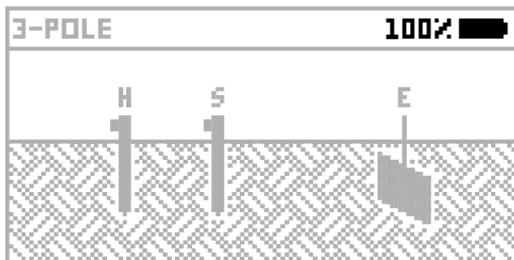
Tecla	Função
	Botão Liga/Desliga: <ul style="list-style-type: none">• Toque curto (1 segundo): Liga / Desliga o equipamento• Toque longo (10 segundos): Força o desligamento
	Aciona a exibição da tensão espúria
	Seleciona a função de Resistência (medição com três fios)
	Seleciona a função de Resistividade (medição com quatro fios)
	Inicia a medição

3. Alimentação

O **MTD20KWR** pode realizar medições alimentado pela bateria NiMH interna, mediante fonte externa (fornecida com o equipamento) ou a partir de uma bateria de 12 V (de automóvel ou similar).

3.1. Verificação do estado da bateria

Antes de iniciar o ensaio, utilizando como alimentação a bateria interna, é necessário verificar se a mesma possui carga suficiente para realizar medições de maneira correta. O nível da carga da bateria é indicado pelo ícone no canto superior direito do display.

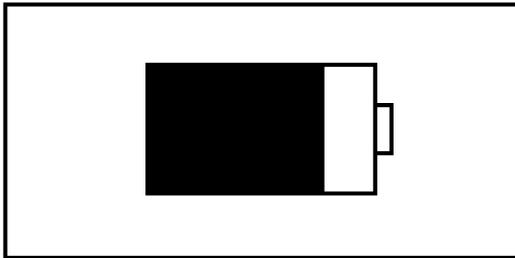


Quando a carga da bateria alcançar 20% ou menos, o ícone da bateria () começa a piscar no display, indicando que a bateria deve ser recarregada.

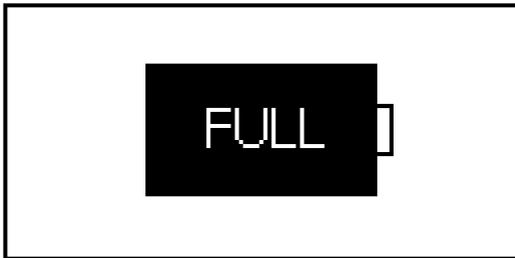
3.2. Recarga da bateria

Este equipamento possui incorporado um circuito inteligente que controla a carga da bateria. Para carregar a bateria siga o seguinte procedimento:

- z Certifique-se que o equipamento esteja desligado
 - z Conecte o equipamento a rede de energia elétrica através da fonte de alimentação fornecida
- z O display apresentará o ícone de uma bateria sendo carregada



- z Ao terminar a carga, o ícone mudará:



Utilize somente a fonte fornecida pelo fabricante. O uso de outra fonte pode comprometer o bom funcionamento do equipamento e a segurança do(s) usuário(s).

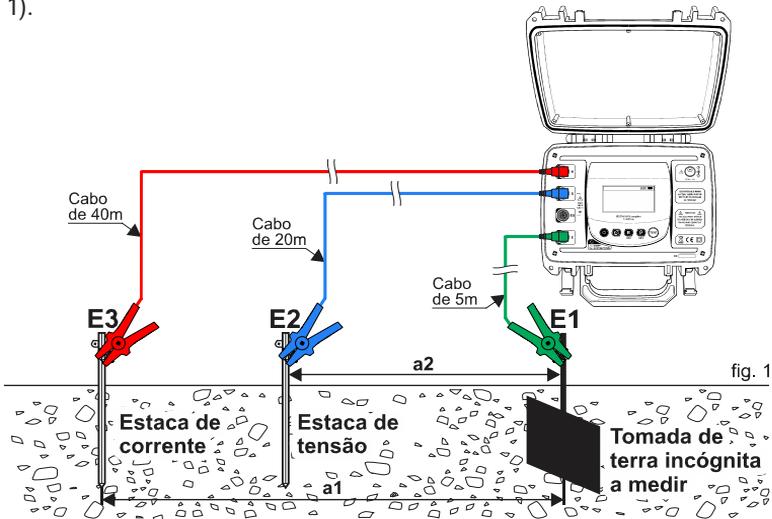


- z Realize um ciclo de carga completa antes de utilizar o equipamento pela primeira vez, ou após algum tempo sem uso (A bateria perde parte de sua carga estando armazenada)
- z Recarregue a bateria antes de armazenar o equipamento e não deixe passar mais de 30 dias sem repetir o processo de carga

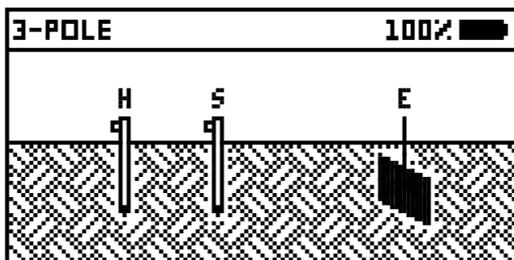
4. Realizando medições

4.1. Medição de resistência de tomada de terra

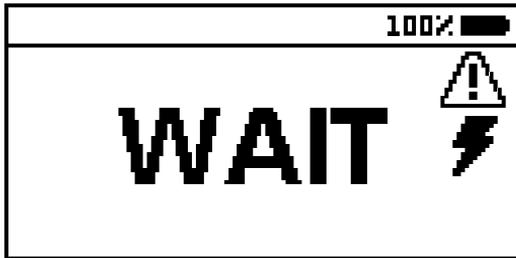
1. Finque no terreno duas estacas auxiliares, a estaca de corrente **E3** e a estaca de tensão **E2**, e conecte-as, através dos cabos fornecidos, aos bornes **H** e **S** respectivamente. O borne **E** deve ser conectado a tomada de terra cuja resistência se quer medir (**E1**) com o cabo de 5 m (fig. 1).



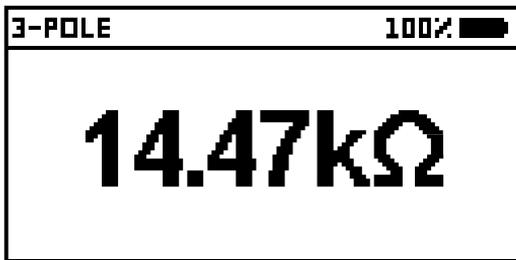
2. Aperte o botão **R** (3 estacas) para seleccionar o modo de medição de resistência.



- Aperte o botão  para dar início à medição. Será exibida a mensagem "Wait".



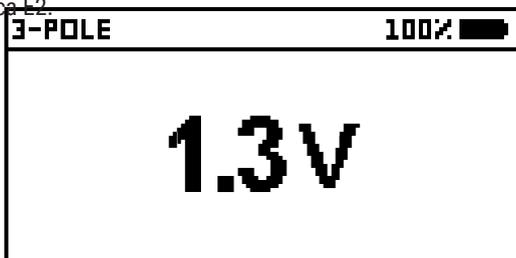
- Após alguns segundos, o resultado será exibido.



4.2. Medição das tensões espúrias

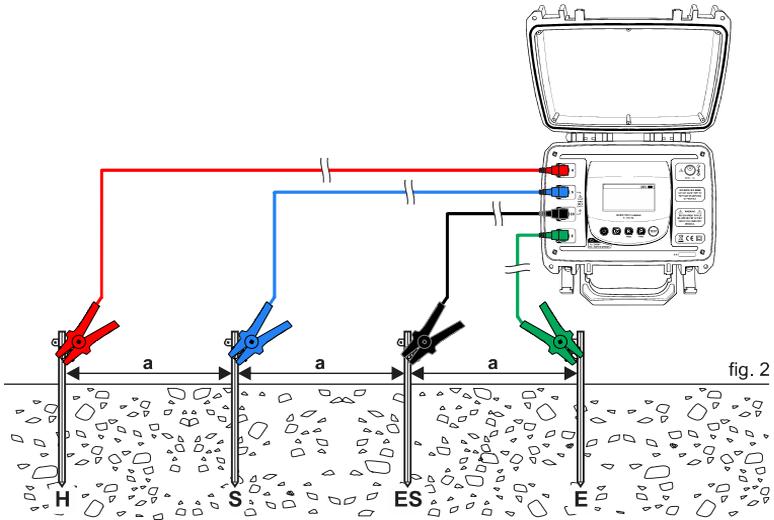
- Para verificar a existência e medir as tensões espúrias presentes no terreno, as estacas devem ser mantidas cravadas no terreno e conectadas ao equipamento como indicado na fig. 1.
- 

Mantenha pressionada a tecla . O display indicará a tensão CA existente entre a tomada de terra e a estaca E2.

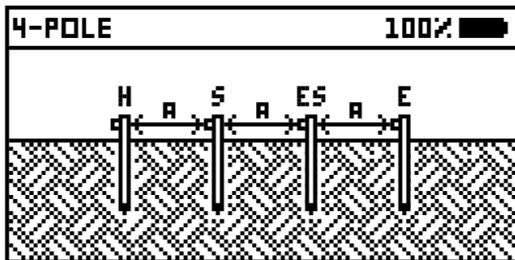


4.3. Medição da resistividade específica - Método de Wenner

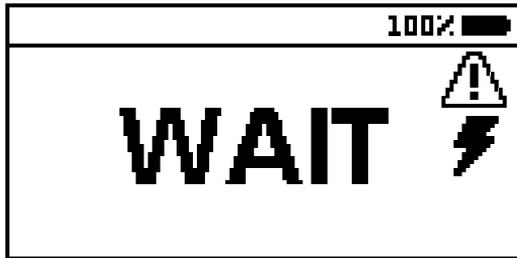
1. Finque no terreno quatro estacas, bem alinhadas e com separação constante "a", como está indicado na fig. 2. Nesta medição, a distância entre as estacas é crítica, já que interfere no cálculo da resistividade.



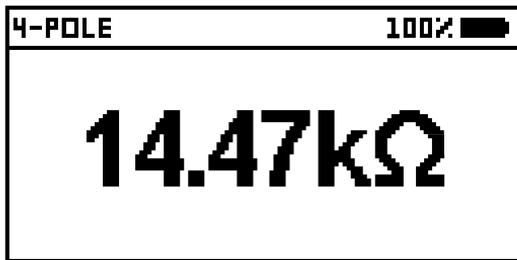
2. Aperte o botão ρ (4 estacas) , para seleccionar o modo de medição de resistividade.



3. Aperte o botão  para dar início à medição. Será exibida a mensagem "Wait".



4. Após alguns segundos, o resultado será exibido.



5. Para obter o valor da resistividade média do terreno deve-se aplicar a equação de Wenner que, em sua forma simplificada, é:

$$\rho = 2\pi Ra$$

Onde:

ρ = valor da resistividade do terreno, expressa em [Ωm]

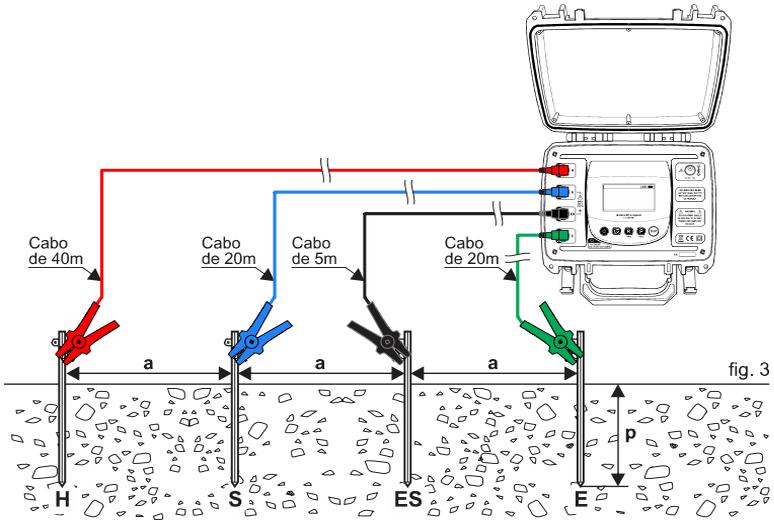
π = 3,14159

R = valor indicado no display

a = distância entre as estacas, expressa em metros

É obtido assim a resistividade média do terreno desde a superfície até uma profundidade igual a distância "a" entre as estacas. Realizando diversas medições com diferentes distâncias entre as estacas obtêm-se a informação requerida para determinar a estratificação do terreno por métodos gráficos ou mediante a utilização de um software adequado. As distâncias geralmente adotadas

são 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m. Para realizar a medição com “a” = 16 m, os cabos podem ser distribuídos como está indicado na fig. 3.



6. A forma simplificada da equação de Wenner pode ser aplicada sempre que a profundidade de penetração de cada estaca for desprezível quando comparada com a distância “a”. Esta condição pode ser difícil de cumprir quando “a” for pequeno, pela necessidade de assegurar um bom contato da estaca com o terreno. Neste caso deve-se aplicar a forma completa da equação:

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4p^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + p^2}}}$$

Onde:

ρ = valor da resistividade do terreno, expressa em $[\Omega m]$

$\pi = 3,14159$

a = distância entre estacas (separação)

p = profundidade de penetração das estacas auxiliares

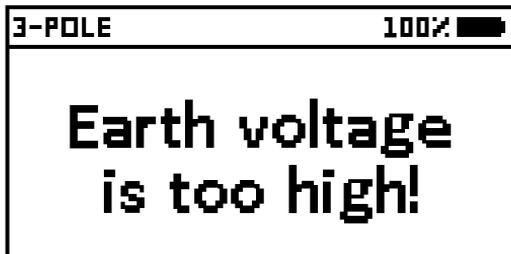
R = valor indicado no display

5. Indicação de anormalidades no display

Caso o **MTD20KWR** identifique alguma anormalidade externa impedindo ou comprometendo as medições, uma mensagem de aviso será exibida no display para que o operador possa corrigir o problema.

5.1. Tensões espúrias muito altas

Se as correntes parasitas do terreno forem maiores que 7 V e estiverem comprometendo seriamente a precisão das medições, o display mostrará a seguinte mensagem:



O “bloqueio” automático do teste, em condições de altas tensões de terra espúrias, além de impedir a realização de medições imprecisas, tem como função informar ao técnico que executa o teste que existe uma anormalidade no sistema que pode ser perigosa. Tensões espúrias são o resultado de uma corrente de fuga que flui através do solo. Investigar a fonte da corrente de fuga é importante para evitar acidentes com tensão em pessoas e animais, perdas de energia e problemas técnicos potencialmente graves.



ESTA INDICAÇÃO É UM AVISO DE SEGURANÇA - NÃO PODE SER IGNORADO.

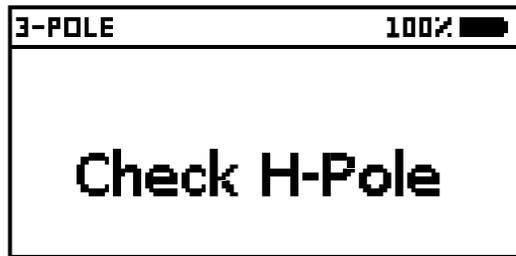
5.2. Resistência da tomada de terra além da escala

Se a resistência do sistema for excepcionalmente alta (acima de 20,00 k Ω), ou seja, além da escala de valores que o **MTD20KWR** pode medir, a seguinte mensagem será exibida:

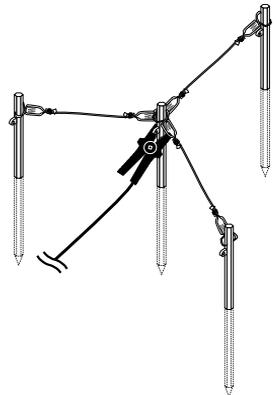


5.3. Resistência muito alta nas estacas auxiliares

Se por qualquer razão a corrente for inferior ao valor mínimo requerido para a obtenção de resultados confiáveis, ou se não houver corrente circulando entre H e E, será exibido no display:



O motivo pode ser uma conexão errada ou uma resistência de alta difusão excessiva na estaca de corrente H (comum em solos de alta resistividade). Essa resistência pode ser melhorada regando-se as estacas auxiliares com bastante água, ou colocando várias estacas interconectadas (acessórios opcionais).



6. Influência da resistência de tomada de terra das estacas auxiliares

A estaca de corrente pode possuir uma resistência de até 5.000 Ω , sem afetar a medição e sem provocar um erro considerável.

7. Considerações especiais sobre a medição da resistência de tomada de terra

No método normalmente utilizado para medir a resistência de difusão de uma tomada de terra (TDT), são utilizadas duas estacas como eletrodos auxiliares. Na figura 1, **a1** é a distância entre a TDT **E1** e o eletrodo de corrente **E3**, enquanto que **a2** é a distância entre a TDT e a sonda **E2**. A corrente gerada pelo terrômetro circula pela TDT e o eletrodo de corrente, e mede-se a tensão entre a TDT e a sonda **E2**. O valor de **R** é obtido como o quociente da tensão e da corrente.

Na fig. 5 está representado de forma gráfica o perfil de potencial com relação a TDT na zona compreendida entre esta e o eletrodo de corrente, assumindo que a distância entre esses pontos seja suficiente para que suas respectivas "zonas de influência" não apresentem sobreposição. Denomina-se "zona de influência" a área próxima de cada eletrodo na qual observa-se um gradiente de potencial significativo. Fora desta zona o potencial é constante (patamar de potencial entre os pontos A e B da fig. 5).

Para obter uma medição válida da resistência de TDT é necessário afastar a estaca auxiliar de corrente o suficiente para que se cumpra a condição de não-sobreposição das zonas de influência, e a estaca de tensão (sonda) deve estar cravada na zona do patamar de potencial. Como referência é possível adotar o critério de considerar que o raio de cada zona de influência é da ordem de 3 vezes a maior dimensão do eletrodo.

O cumprimento adequado desta condição deve ser verificado realizando-se três medições sucessivas da resistência de TDT mantendo a posição da estaca de corrente, porém deslocando a estaca de tensão ± 2 metros entre as medições (pontos L, M, e N). Se as três medições apresentarem o mesmo resultado (dentro do erro especificado do terrômetro) a medição deve ser considerada correta. Do contrário, deve-se aumentar significativamente a distância até a estaca de corrente e repetir o processo.

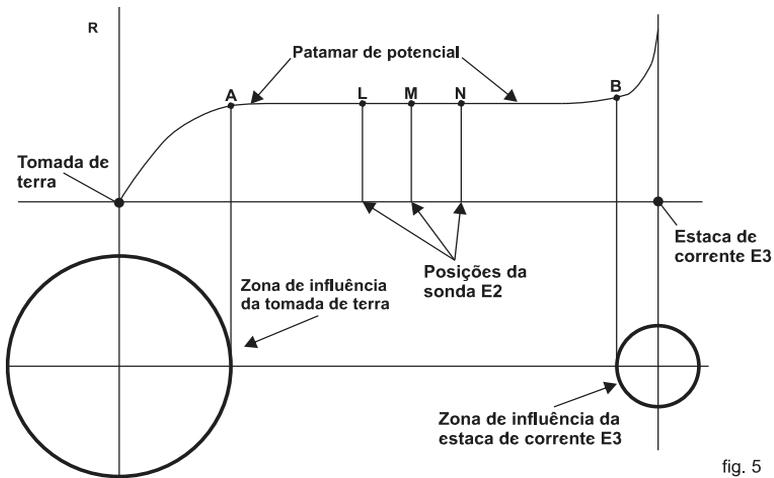


fig. 5

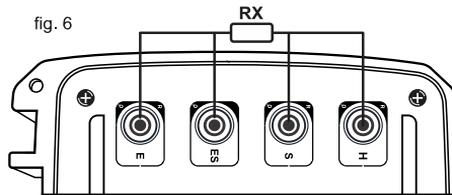
Em geral, as dimensões da TDT são maiores que as da estaca auxiliar de corrente porque o diâmetro de sua zona de influência também é maior. Por isso a sonda deve cravar-se mais próxima da estaca de corrente que a TDT para cumprir a condição requerida. Normalmente adota-se uma distância de 62% como primeira aproximação. Deve-se levar em conta que quando se mede a resistência de TDT de sistemas de grande tamanho (ex. malhas extensas de subestações) são requeridas distâncias que podem chegar a centenas de metros para cumprir a condição. A literatura técnica descreve métodos aproximados que permitem reduzir estas distâncias com resultados válidos.



Todas estas considerações se referem a aspectos físicos essenciais do processo de medição, que se aplicam a todos os terrômetros, e não dependem do fabricante ou tecnologia utilizada.

8. Verificação de calibração

Para obter uma comprovação da calibração do equipamento, deve-se utilizar resistências padrão adequadas, com a devida certificação. Com uma resistência padrão de $10,0 \Omega$ é possível realizar uma comprovação rápida da calibração do equipamento em seu ponto de maior interesse. Conecte os 4 bornes do terrômetro à resistência padrão, como indicado na fig. 6.



Seguindo o procedimento:

z Clique no botão ρ (4 estacas), para selecionar o modo de medição de resistividade

z Aperte o botão ρ para dar início ao teste de calibração. Após 5 segundos, o display deve mostrar um valor estável, próximo ao valor nominal da resistência padrão usada

z Se isto não ocorrer, a exatidão do equipamento está fora de sua especificação e deve ser ajustado por um laboratório habilitado e acreditado

z Para evitar erros provocados pelas resistências próprias dos cabos e suas conexões, deve ser utilizado uma conexão de 4 fios (fig. 6), com o terrômetro em sua função de medição de ρ (4 estacas)

9. Limpeza



- Z Antes de efetuar a limpeza do equipamento, desligue o equipamento da rede elétrica e desconecte todos os cabos
- Z Após efetuar a limpeza e antes de ligar novamente, certifique-se de que o equipamento esteja completamente seco para evitar risco de choque elétrico e mau funcionamento do equipamento

O painel do equipamento, bornes e conectores devem ser mantidos secos e limpos. A limpeza deve ser efetuada utilizando-se um pano levemente umedecido em água ou detergente suave (certifique-se que os produtos a serem utilizados na limpeza não afetem plásticos).

10. Especificações técnicas

Aplicação	Medição de resistência de aterramento (3 bornes), resistividade do solo (4 bornes) e tensões presentes no terreno.
Método de medição de resistência	O terrômetro injeta no terreno uma corrente estabilizada eletronicamente e mede com alta precisão a tensão que aparece no terreno pela circulação dessa corrente através da resistência de difusão do aterramento. A leitura de R é direta, no display.
Imunidade às perturbações	Frequência de operação de 1470 Hz. A frequência de operação cumpre com a equação: $f_g = \frac{2n + 1}{2} \times f_i$ <p>Onde: f_g = frequência da corrente gerada pelo terrômetro n = número inteiro f_i = frequência industrial</p> <p>O cumprimento desta equação implica que a frequência de operação não coincide com nenhuma harmônica da frequência industrial. Isso permite, mediante o emprego de filtros adequados, eliminar o efeito das correntes parasitas presentes nos terrenos estudados.</p>
Funcionamento como voltímetro	Na função voltímetro, o equipamento opera como voltímetro convencional de CA permitindo verificar a presença e medir as tensões geradas pelas correntes parasitas.
Escalas de medição	Resistências: 0 - 20 kΩ (auto escala) Tensão: 0 - 200 V~
Exatidão	Medição de resistência: ± 2% da leitura ± 2 dígitos Medição de tensão: ± 2% da leitura ± 2 dígitos 0,01 Ω na medição de resistência.
Resolução de leitura	0,1 V na medição de tensão.
Potência e corrente de saída Display	Opera com potência de saída inferior a 0,5 W e com corrente máxima de 10 mA.
	Gráfico de 128 x 64 px

Segurança	Cumpre os requisitos da IEC 61010-1, IEC 61557-1 e IEC 61557-5
Proteção de sobretensão	CAT II - 300 V
EMC	Em conformidade com IEC 61326-1
Índice de proteção ambiental	IP65 (com a tampa fechada).
Alimentação	Mediante bateria recarregável interna (NiMH), bateria externa de 12 V, ou pela rede (através da fonte fornecida).
Carregador de bateria	Fonte externa (12 V - 1 A) / 100 - 240V~ (fornecida com o equipamento)
Temperatura de operação	-10 °C a 50 °C
Temperatura de armazenamento	-25 °C a 70 °C
Umidade	95 % UR (sem condensação)
Peso do equipamento	Aprox. 1,6 kg
Dimensões	230 x 190 x 100 mm
Acessórios fornecidos	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Estacas • Extrator de estacas • Fonte de alimentação para redes de 100 - 240 V~ • Cabo de conexão para alimentar o carregador com uma bateria externa de 12 V (de automóvel ou similar) • Carretel com cabo de 40 m (vermelho) • Carretel com cabo de 20 m (azul) • Carretel com cabo de 20 m (verde) • Cabo curto de 5 m (preto) • Cabo curto de 5 m (verde) para conexão à tomada de terra a medir • Marreta • Trena • Guia de referência rápida • Manual de uso (download) • Aplicativo BlueLogg (download) • Bolsa para transporte dos acessórios
Acessórios opcionais	<ul style="list-style-type: none"> • Estaca • Cabo de 2 m para interconexão das estacas adicionais

O fabricante se reserva o direito de modificar as especificações ou o design do produto sem aviso prévio.