



www.megabras.com



MTD 20KWe

Terrômetro digital

- Manual de uso
- Especificações técnicas

MTD-20KWe

Terrômetro digital

Manual de uso

GU-1267

© 2008 MEGABRAS. Todos os direitos reservados.

Manual de uso impresso no Brasil

Índice

Índice	5
1. Descrição	6
2. Instruções de operação	7
2.1. Funções do controle do painel	7
2.2. ⚠ Bornes	8
3. Alimentação	8
3.1. ⚠ Verificação do estado da bateria	8
3.2. ⚠ Fonte de alimentação	8
3.3. Carga da bateria	9
4. Escalas de medição	10
5. Realizando medições	10
5.1. Medição de resistência de tomada de terra	10
5.2. Medição das tensões espúrias	11
5.3. Medição da resistividade específica - Método de Wenner	12
6. Alarme acústico	16
7. Influência da resistência de tomada de terra das estacas auxiliares	16
8. Considerações especiais sobre a medição da resistência de tomada de terra	17
9. Verificação da calibração	19
10. Especificações técnicas	21
11. Termo de Garantia	24

1. Descrição

O terrômetro digital **MTD-20KWe** permite medir resistências de aterramento e resistividade do terreno, além das tensões espúrias provocadas pelas correntes parasitas no solo.

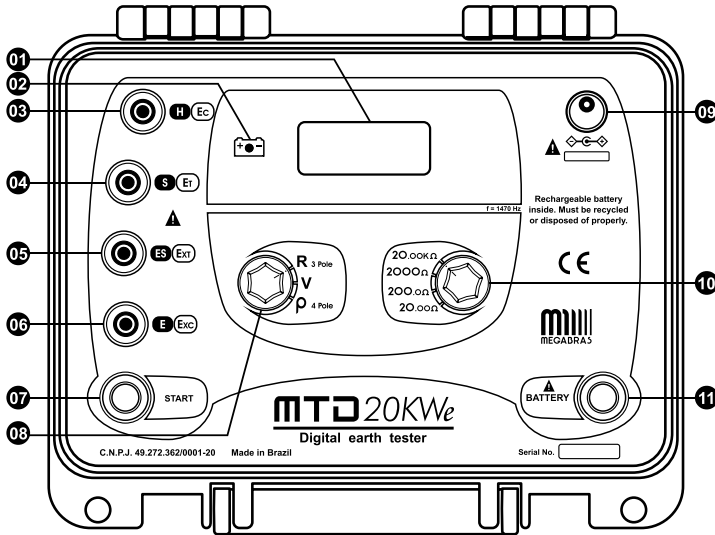
As principais aplicações deste equipamento são a verificação da resistência de aterramento de prédios, instalações industriais, hospitalares e domiciliares, pára-raios, antenas, subestações, etc. A medição da resistividade permite avaliar a estratificação do terreno para otimizar a engenharia dos sistemas 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.

Possui um sinal sonoro que informa ao operador quando a corrente injetada no terreno é insuficiente para realizar a medição. Este alarme evita que, pelo fato desta situação não se advertir, informem-se valores de resistências não válidos. Por seu amplo intervalo de medição (desde $0,01 \Omega$ até $20 \text{ k}\Omega$), este equipamento permite ensaios confiáveis em todo tipo de terreno, inclusive naqueles de resistividade muito alta. A utilização do instrumento é muito simples, com leitura direta em um visor de $3\frac{1}{2}$ dígitos de alta visibilidade, até mesmo com pleno sol.

Este terrômetro alimenta-se mediante uma bateria interna recarregável, evitando assim o custo da troca periódica de pilhas, que se torna altamente significativo com o decorrer do tempo. O carregador é inteligente, controlado por microprocessador, e pode ser alimentado por meio da fonte fornecida, ou a partir de qualquer bateria de automóvel de 12 V. O gabinete é robusto, de fácil e seguro transporte, com nível de proteção IP54. 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. Instruções de operação

2.1. Funções do controle do painel




- 01 **Display** de 3½ dígitos onde são exibidos os valores das medições
- 02 Led do **Carregador de bateria**
- 03 Borne **H (Ec)**
- 04 Borne **S (Et)**
- 05 Borne **ES (Ext)**
- 06 Borne **E (Exc)**
- 07 Botão pulsador de **Start** (Inicio)
- 08 Seleção de **Função**
 - R (3 poles)** = Resistência (3 estacas)
 - V** = Voltímetro CA
 - p (4 poles)** = Resistividade (4 estacas)
- 09 Entrada da **Fonte de alimentação**
- 10 Seleção de **Escala**
- 11 Botão **Battery** (Bateria)

2.2. ⚠ Bornes

- Borne **E (Exc) verde** - Eletrodo de retorno de corrente
- Borne **ES (Ext) preto** - Segundo eletrodo de tensão
- Borne **S (Et) azul** - Eletrodo de tensão, ou sonda
- Borne **H (Ec) vermelho** - Injeção de corrente

A nomenclatura E - ES - S - H é a recomendada atualmente pela IEC.


A nomenclatura Exc - Ext - Et - Ec é a utilizada tradicionalmente nos terrômetros Megabras, mantida para facilitar a transição.

Com a chave seletora de **Função**  na posição **R** (medição de resistência de tomada de terra), os bornes **E** e **ES** estão curto-circuitados internamente. O borne **ES** não é utilizado neste tipo de medição.

3. Alimentação

O **MTD-20KWe** pode realizar medições alimentado pela bateria interna, mediante fonte externa para 90 - 240 V~ (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. Para tanto, pressione o botão **Battery** . Caso o valor exibido no display for inferior a 1000, a bateria necessita ser recarregada. Somente realize medições através da bateria se o nível de carga **estiver igual ou superior a 1000**. A checagem do estado da bateria pode ser realizada a qualquer instante, mesmo durante uma medição.

3.2. ⚠ Fonte de alimentação

A fonte de alimentação fornecida é universal, por isso pode ser conectada a redes C.A. de qualquer tensão (entre 90-240 V~). É utilizada tanto para recarregar a bateria como para operação do equipamento com alimentação direta da rede.

3.3. Carga da bateria

Este equipamento possui um carregador de bateria interno, com circuito inteligente, microprocessado, que ajusta a carga de bateria aos parâmetros otimizados para garantir a máxima vida útil. É alimentado mediante fonte externa ou a partir de uma bateria de automóvel de 12 V.

Para carregar a bateria, conecte o equipamento à energia elétrica. Após alguns instantes, o indicador luminoso **Carregador da bateria**  piscará nas cores verde e vermelho durante um segundo. Neste espaço de tempo, o carregador verifica o estado inicial da bateria selecionando assim os parâmetros otimizados da carga. Depois, o led **Carregador da bateria**  ficará aceso com luz vermelha até completar a carga, quando o indicador passará a luz verde e permanecerá assim até que o equipamento seja desligado da energia. Se durante a carga da bateria o equipamento for utilizado para fazer medições, a carga ficará momentaneamente interrompida, retornando ao processo de carga ao finalizar as medições.

Luz verde e vermelha	Avaliação do estado inicial da bateria ao ligar a fonte, durante um segundo.
Luz vermelha permanente	Bateria em carga.
Luz vermelha intermitente	Indica problema de carga da bateria.
Luz verde permanente	Carga finalizada com êxito. Bateria OK.

Nota: A bateria perde parte de sua carga estando armazenada. Por isso, antes de utilizar o equipamento pela primeira vez, ou depois de algum tempo sem uso, é necessário recarregar a bateria. Devido ao tipo de bateria recarregável que utiliza, este equipamento não apresenta “efeito memória” e pelas características inteligentes do carregador, não existem restrições para iniciar uma carga tantas vezes quanto forem necessárias. Quando o carregador detecta que a bateria está completamente carregada, passa ao estado de Flote de forma automática, protegendo-a de sobrecargas.

4. Escalas de medição

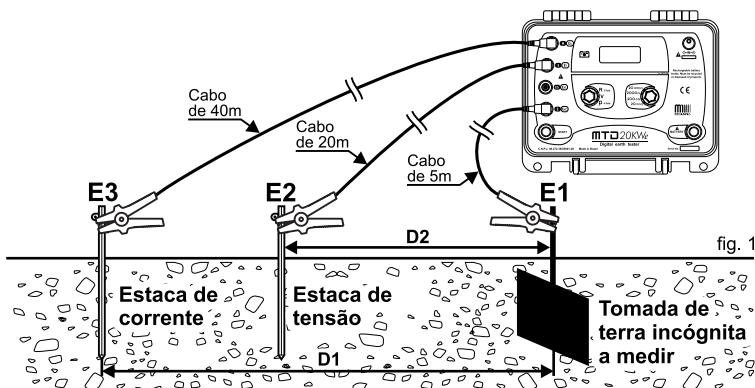
Este equipamento possui 4 escalas de medição:

ESCALA	UNIDADE	RESOLUÇÃO DE LEITURA
0 - 20.00	Ω	0,01
0 - 200.0	Ω	0,1
0 - 2.000	Ω	1
0 - 20	k Ω	0,01

5. Realizando medições

5.1. Medição de resistência de tomada de terra

1. Crave 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(Ec)** 03 e **S(Et)** 04 respectivamente. O borne **E(Exc)** 06 deve ser conectado a tomada de terra cuja resistência se quer medir (**E1**) com o cabo de 5 m (ver fig. 01).



2. Selecione a posição **R(3 pole)** na chave de **Função 08**.
3. Selecione a posição de **20KΩ** na chave de **Escala 10** e mantenha pressionada a tecla de **Start 07**. Se o valor da resistência for menor que 2 kΩ, selecione a escala mais adequada, elegendo-a em ordem decrescente.

Se soar o alarme acústico, significa que existe alguma anormalidade nas conexões das estacas que impede a corrente de medição circular (eventualmente, a razão pode ser uma resistência de difusão exageradamente elevada na estaca de corrente). Revise a instalação para corrigir o erro (ver o item 6).


Se aparecer um número 1 na posição do dígito mais significativo significa que o valor medido é maior que o valor máximo da escala selecionada (Overrange). Nesse caso deve-se selecionar a escala imediatamente superior até encontrar uma leitura válida (isto não será possível se a resistência medida for maior que 20 kΩ).

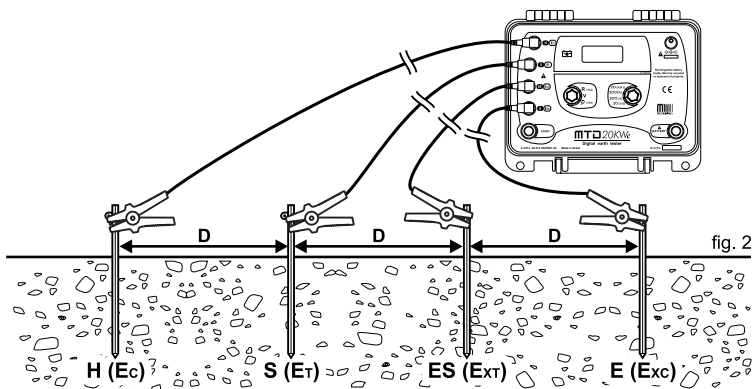



5.2. Medição das tensões espúrias

1. 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.
2. Selecione a posição **V** na chave de **Função 08** e mantenha pressionada a tecla pulsadora **Start 07**. O display indicará a tensão **C.A.** existente entre a tomada de terra e a estaca **E2**, até 200 V.

5.3. Medição da resistividade específica - Método de Wenner

1. Crave no terreno quatro estacas, bem alinhadas e com separação constante **D**, como está indicado na fig. 2. Nesta medição, a distância entre as estacas é crítica, já que interfere no cálculo da resistividade.
2. Selecione a posição **p(4 pole)** na chave de **Função**  e conecte as estacas como está indicado na fig. 2.



3. Pressione a tecla **Start**  e encontre a escala mais adequada.
4. Para obter o valor da resistividade média do terreno deve-se aplicar a equação de Wenner que, em sua forma simplificada, é:

$$\rho = 2 \pi R D$$

onde:

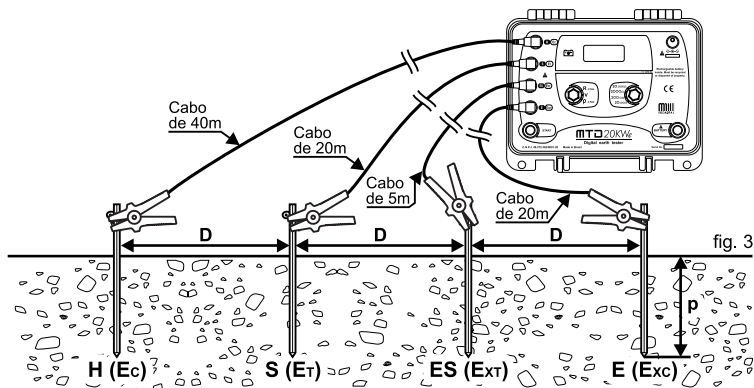
ρ = valor da resistividade média do terreno.

π = 3,14159

R = valor indicado no display.

D = distância entre as estacas, expressada em metros.

É obtido assim a resistividade média do terreno desde a superfície até uma profundidade igual a distância D 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 $D = 16$ m, os cabos podem ser distribuídos como está indicado na fig. 3.



5. 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 D . Esta condição pode ser difícil de cumprir quando D for pequeno, pela necessidade de assegurar um bom contato da estaca com o terreno.

6. Neste caso deve-se aplicar a forma completa da equação:

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

onde:

ρ = Resistividade específica do terreno

D = Distância entre estacas (separação)

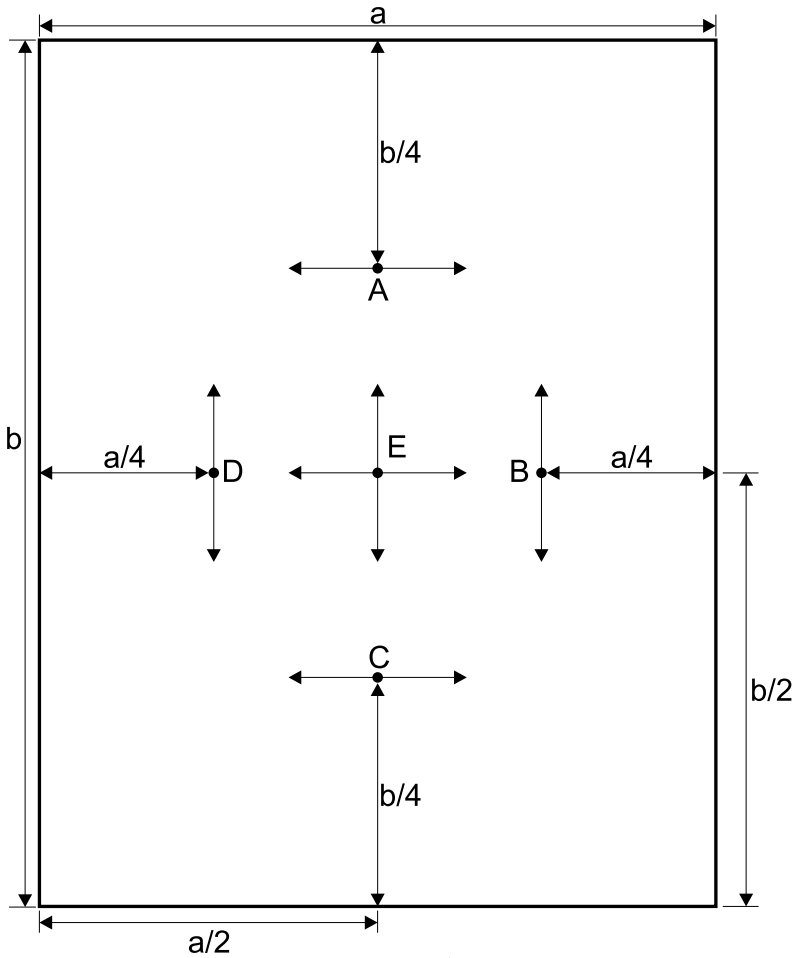
p = Profundidade de penetração das estacas auxiliares

R = Valor indicado no display

Quando **$D \gg p$** obtêm-se a forma simplificada.

7. Para avaliar adequadamente a resistividade de um terreno, as medições devem cobrir toda a área a ser ocupada e influenciada pelo sistema de tomada de terra. A norma NBR 7117 recomenda que efetuem-se medições de resistividade em, pelos menos, cinco pontos para uma área de até 10.000 m², dispostos como na fig. 4. Para o ponto central devem ser necessários dois conjuntos de medições (cada conjunto de medição com suas respectivas separações de estacas de 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m).

Áreas maiores podem ser divididas em áreas de 10.000 m² cada uma e realizar medições em 5 pontos como indicado na fig. 4. Também no caso de geometrias diferentes, sempre existirá a possibilidade de circunscrever um retângulo e proceder como no caso anterior.



Pontos de medição: A, B, C, D e E
 Direções de medição: x e y

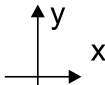


fig. 4

6. Alarme acústico

O terrômetro **MTD-20KWe** possui um circuito de alarme acústico para evitar registros de medições falsas. Se por qualquer razão, a corrente for inferior ao valor requerido para realizar a medição, ou se não circula corrente entre **H(Ec) 03** e **E(Exc) 06**, o circuito de alarme é ativado e gera um sinal audível intermitente. Estando no campo durante uma medição, ao ouvir o som do “bip” intermitente, o operador deve revisar as conexões dos cabos nas estacas e nos bornes do terrômetro, assim como a continuidade dos cabos (eventualmente, um cabo pode estar cortado). Se não for encontrada nenhuma anomalia nas conexões ou nos cabos, deve-se levar em consideração a possibilidade de que a resistividade do terreno seja anormalmente elevada provocando uma resistência de difusão excessivamente alta das estacas auxiliares. Essa resistência pode melhorar regando abundantemente com água as estacas auxiliares, ou colocando várias estacas interconectadas. Também deve-se revisar o estado da bateria. Para verificar o funcionamento do alarme, basta conectar o equipamento com o circuito de corrente aberto (os bornes **H(Ec) 03** e **E(Exc) 06** desconectados).

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

A resistência de entrada do circuito voltimétrico (do medidor de resistência) é de 20.000 Ω . Por isso, sempre que a resistência de tomada de terra da sonda for menor que 1.000 Ω o erro adicional provocado por este efeito é desprezível (menos de 5%).

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

8. 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, **D1** é a distância entre a TDT **E1** e o eletrodo de corrente **E3**, enquanto que **D2** 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.

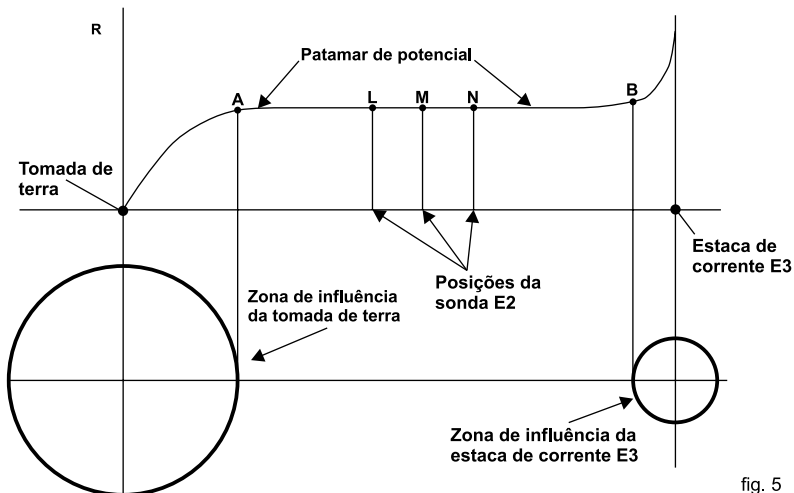
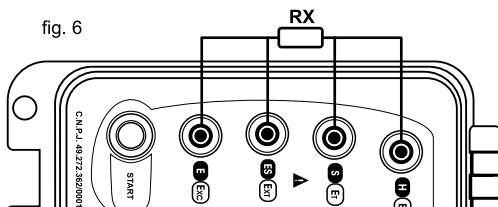


fig. 5

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.

9. Verificação da 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.



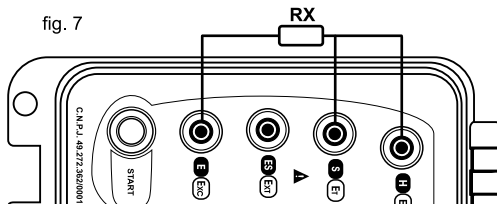
Seguindo o procedimento:

- A chave seletora de **Função** 08 deve estar na posição ρ (**4 pole**).
- A chave de **Escala** 10 deve estar na posição de 20,00 Ω
- Pressione a tecla pulsadora de **Battery** 11 para verificar o estado de carga da bateria. Se o display indicar um valor inferior a 1000 a bateria deve ser recarregada ou deve-se utilizar uma alimentação externa.
- Pressione a tecla pulsadora **Start** 07. Ao término de 5 segundos, o display deve indicar um valor compreendido entre 9,60 e 10,40 Ω
- Se isto não ocorrer, a exatidão do equipamento está fora de sua especificação e deve ser ajustado por um laboratório capacitado.
- 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 pole**). O erro máximo admissível segundo a escala é:

Escala	Erro máximo permitido
0 - 20,00 k Ω	$\pm(2\%$ do valor medido + 0,2 k Ω)
0 - 2000 Ω	$\pm(2\%$ do valor medido + 20 Ω)
0 - 200 Ω	$\pm(2\%$ do valor medido + 2 Ω)
0 - 20 Ω	$\pm(2\%$ do valor medido + 0,2 Ω)

Se a resistência padrão possuir um valor superior a 100Ω , as resistências dos cabos e contatos são desprezíveis, portanto pode-se utilizar a configuração indicada na fig. 7, com a chave seletora de Função 08 na posição de R(3 pole).

fig. 7



10. Especificações técnicas

Aplicação	: Medição de resistências de aterramento (com 3 bornes), resistividade do solo (com 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	: A frequência de operação cumpre com a equação: $fg = \frac{2n + 1}{2} \times fi$ <p>Onde: fg = frequência da corrente gerada pelo terrômetro n = número inteiro. fi = 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 c.a. permitindo verificar a presença e medir as tensões geradas pelas correntes parasitas.
Escalas de medição	: Resistências: 0-20 Ω; 0-200 Ω; 0-2.000 Ω e 0-20 kΩ Tensão: 0-200 V~
Exatidão	: Medição de resistências: ± (2% da leitura + 1% do fundo de escala)
	: Medição de tensão: ± (2% da leitura + 1% do fundo de escala)
Resolução de leitura	: 0,01 Ω na medição de resistência. 0,1 V na medição de tensão.

Potência e corrente de saída	: Opera com potência de saída inferior a 0,5 W e com corrente inferior a 15 mA (pico à pico)
Verificação do estado da bateria	: Permite comprovar o estado de carga da bateria nas condições normais de uso
Alarme acústico	: Adverte o operador no caso de existirem anomalias no circuito de corrente que dificultem a obtenção de um resultado confiável.
Alimentação	: Mediante bateria recarregável interna, bateria externa de 12 V, ou pela rede (90-240 V~ 50/60 Hz) através da fonte fornecida.
Carregador de bateria	: Circuito inteligente, microprocessado, ajusta a carga de bateria aos parâmetros otimizados para garantir a máxima vida útil. Se alimenta mediante fonte externa para 90-240 V~ 50/60 Hz (fornecida com o equipamento) ou a partir de uma bateria de automóvel de 12 V.
Temperatura de operação	: -10°C a 50°C
Temperatura de armazenamento	: -25°C a 65°C
Umidade	: 95% UR (sem condensação)
Peso do equipamento	: Aprox. 2,3 kg
Dimensões	: 221 x 189 x 99 mm

Acessórios

- : 4 Estacas (50 cm, sextavadas, "Cooperweld®", banhadas em cobre 254 microns).
- 1 Extrator de estacas.
- 1 Fonte de alimentação do carregador de bateria, para rede de 90 - 240 V~.
- 1 Cabo de conexão para alimentar o carregador com uma bateria externa de 12 V (de automóvel ou similar).
- 1 Carretel com cabo de 40 m.
- 1 Carretel com cabo de 20 m.
- 1 Carretel com cabo de 20 m.
- 1 Cabo curto de 5 m.
- 1 Cabo curto de 5 m para conexão à tomada de terra a medir.
- 1 Marreta.
- 1 Trena.
- 1 Manual de uso.

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

11. Termo de Garantia

A **MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.**, assegura ao *proprietário / consumidor* do **MTD-20KWe**, garantia contra qualquer defeito de material ou de fabricação que ele possa apresentar no prazo de **02 (dois) anos**, contados a partir da data de aquisição pelo primeiro comprador / consumidor, aquisição esta feita em revendedor autorizado de nossos produtos ou diretamente com a **MEGABRAS Ltda.**, exceto a bateria recarregável que tem **06 (seis) meses** de garantia.

A **MEGABRAS** restringe sua responsabilidade à substituição das peças defeituosas, desde que, a critério de seu departamento técnico, se constate falha em condições normais de uso. A mão de obra e substituição de peças com defeitos de fabricação, em uso normal do aparelho, serão gratuitas dentro do período de garantia. A **MEGABRAS** declara a garantia nula e sem efeito caso este aparelho sofrer qualquer dano provocado por acidentes, agentes da natureza, uso em desacordo com o manual de instruções, por ter sido ligado a rede elétrica imprópria ou sujeita a perturbações excessivas, no caso de apresentar sinais de violação do lacre, ou ainda ajustado ou consertado por pessoas não autorizadas pela **MEGABRAS**. Também será considerada nula a garantia se este certificado ou Nota Fiscal de compra, apresentar rasuras ou modificações.

A **MEGABRAS** obriga-se a prestar os serviços acima referidos, tanto os gratuitos como os remunerados, somente em sua fábrica na cidade de São Paulo. O proprietário / consumidor, será portanto, o único responsável pelos riscos e despesas de transporte do aparelho à fábrica (ida e volta).

Limitação de responsabilidade

A responsabilidade por mau funcionamento do equipamento fica limitada a aplicação da garantia nos termos antes indicados. O fabricante não assume responsabilidade por eventuais prejuízos derivados do uso ou da impossibilidade de uso do equipamento, tal como acidentes em campo, perda de lucros, etc.

Anotações

Anotações
