

1623-2

Earth/Ground Tester

Manual do Usuário

GARANTIA LIMITADA E LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Todos os produtos da Fluke são garantidos contra defeitos de material ou fabricação, sob circunstâncias normais de uso e manutenção. O período de garantia é de 2 anos, a partir da data da remessa. As peças, reparos e serviços são garantidos por 90 dias. Esta garantia se aplica apenas ao comprador original, ou ao cliente usuário-final de um revendedor autorizado da Fluke, e não cobre fusíveis, baterias descartáveis, nem qualquer produto que, na opinião da Fluke, tenha sido usado de forma inadequada, alterado, tenha recebido manutenção inadequada ou tenha sido danificado por acidente ou condições anormais de operação ou manuseio. A Fluke garante que o software funcionará de acordo com as suas especificações técnicas pelo período de 90 dias, e que foi gravado de forma adequada em meio físico sem defeitos. A Fluke não garante que o software esteja livre de defeitos, nem que funcionará sem interrupções.

Os vendedores autorizados da Fluke fornecerão esta garantia de produtos novos e não usados apenas a clientes usuários finais, mas não têm qualquer autoridade para fornecer, em nome da Fluke, uma garantia mais ampla ou diferente da presente. A assistência técnica coberta pela garantia está disponível se o produto houver sido adquirido de uma loja autorizada da Fluke, ou se o Comprador tiver pago o preço internacional aplicável. A Fluke se reserva o direito de cobrar do Comprador taxas relativa a custos de importação referentes a peças de substituição/reparos quando o produto for comprado em um país e submetido para reparos em um outro país.

As obrigações da Fluke pertinentes a esta garantia são limitadas, a critério da Fluke, à devolução da importância correspondente ao preço pago pela compra do produto, reparos gratuitos, ou substituição de um produto defeituoso que seja devolvido a um centro autorizado de reparos da Fluke dentro do período coberto pela garantia.

Para obter serviços cobertos pela garantia, entre em contato com o centro autorizado de reparos da Fluke mais próximo para obter informações sobre autorizações de retorno e então, envie o produto para o centro autorizado, com uma descrição do problema encontrado e com frete e seguro já pagos (FOB no destino), ao centro autorizado de reparos mais próximo. A Fluke não se responsabiliza por nenhum dano que possa ocorrer durante o transporte. Após serem efetuados os serviços cobertos pela garantia, o produto será devolvido ao Comprador, com frete já pago (FOB no destino). Se a Fluke constatar que a falha do produto foi causada por uso inadequado, contaminação, alterações, acidente, ou condições anormais de operação ou manuseio, inclusive falhas devidas a sobretensão causadas pelo uso do produto fora das faixas e classificações especificadas, ou pelo desgaste normal de componentes mecânicos, a Fluke dará uma estimativa dos custos de reparo, e obterá autorização do cliente antes de começar os reparos. Após a realização dos reparos, o produto será devolvido ao Comprador com frete já pago e este reembolsará a Fluke pelos custos dos reparos e do transporte de retorno (FOB no local de remessa).

ESTA GARANTIA É O ÚNICO E EXCLUSIVO RECURSO JURÍDICO DO COMPRADOR, E SUBSTITUI TODAS AS OUTRAS GARANTIAS, EXPRESSAS OU IMPLÍCITAS, INCLUINDO, MAS NÃO SE LIMITANDO A, QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA DE COMERCIALIZABILIDADE OU ADEQUABILIDADE PARA UM DETERMINADO FIM. A FLUKE NÃO SE RESPONSABILIZA POR NENHUM DANO OU PERDA, INCIDENTAL OU CONSEQÜENTE, QUE POSSA OCORRER POR QUALQUER MOTIVO OU QUE SEJA DECORRENTE DE QUALQUER CAUSA OR TEORIA JURÍDICA.

Como alguns estados ou países não permitem a exclusão ou limitação de uma garantia implícita nem de danos incidentais ou conseqüentes, esta limitação de responsabilidade pode não ser aplicável no seu caso. Se uma corte qualificada de jurisdição considerar qualquer provisão desta garantia inválida ou não-executável, tal decisão judicial não afetará a validade ou executabilidade de qualquer outra provisão.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

Para registrar produtos on-line, visite o site <http://register.fluke.com>.

Índice

Título	Página
Introdução	1
Como entrar em contato com a Fluke.....	1
Informações de segurança	2
Armazenamento	3
Modelos e acessórios	4
Acessórios adicionais.....	5
Recursos	6
Visor	7
Configuração.....	8
Baterias.....	8
Descrição das funções	10
Operação	11
Medições de 2 e 3 polos R_A	11
Medições de 4 polos R_A	13
Medição seletiva da resistência de aterramento de 3 polos com alicate de corrente R_A	15
Medição seletiva da resistência de aterramento de 4 polos com alicate de corrente R_A	17
Medição de loop de aterramento sem utilização de hastes	19
Operação avançada.....	21
Medições em postes de alta tensão	21
Medição da resistividade do solo	24
Exportar dados armazenados para o PC.....	26
Excluir dados armazenados.....	26
Como solucionar problemas	27
Manutenção	29
Calibração	29
Serviços	29
Especificações	30

Lista das tabelas

Tabela	Título	Página
1.	Símbolos.....	3
2.	Modelos e acessórios.....	4
3.	Recursos e funções.....	6
4.	Visor	7
5.	Arquivo de exemplo .CSV para dados registrados	26
6.	Solução de problemas.....	27

Lista das figures

Figura	Título	Página
1.	Transformador de corrente externo EI-162BN.....	5
2.	Inserção da pilha	9
3.	Medição de 2 polos R_A	12
4.	Medição de 3 polos R_A	12
5.	Medições de 4 polos R_A	14
6.	Medição seletiva da resistência de aterramento de 3 polos com alicate de corrente R_A	16
7.	Medição seletiva da resistência de aterramento de 4 polos com alicate de corrente R_A	18
8.	Medição do loop de aterramento sem hastes	20
9.	Resistência de aterramento sem desconectar a linha de aterramento aérea	21
10.	Medição da resistividade do solo	24
11.	Solução de problemas.....	28

Introdução

O Testador de aterramento e proteção elétrica 1623-2 (Testador ou Produto) é um instrumento compacto de campo resistente que executa todos os quatro tipos de medição de aterramento. Especificamente, o testador é capaz de medir resistências de loop de aterramento usando apenas grampos – chamado de teste sem utilização de hastes. Este método não requer o uso de hastes de aterramento nem a desconexão das hastes.

Os recursos do 1623-2:

- Conceito de medição com o uso de apenas um botão
- Medição de aterramento de 3 e 4 polos
- Testes de resistividade do solo, 4 polos
- Teste seletivo, sem desconexão do condutor de aterramento (1 grampo)
- Teste sem utilização de hastes, teste de loop de aterramento rápido (2 grampos)
- Frequência de medição de 128 Hz

Como entrar em contato com a Fluke

Para entrar em contato com a Fluke, ligue para um destes números:

- EUA: 1-800-760-4523
- Canadá: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japão: +81-3-6714-3114
- Cingapura: +65-6799-5566
- Outros países: +1-425-446-5500

Acesse www.fluke.com.br para registrar seu produto, baixar manuais e obter mais informações.

Para exibir, imprimir ou baixar o complemento mais recente do manual, visite o site <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

Informações de segurança

Indicações de **Advertência** alertam para as condições e os procedimentos que são perigosos ao usuário. Indicações de **Atenção** identificam as condições e os procedimentos que podem causar danos ao produto e ao equipamento testado.

Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- Leia todas as informações de segurança antes de usar o Produto.
- Use o Produto apenas conforme as especificações. Caso contrário, a proteção fornecida com o Produto poderá ser comprometida.
- Não use o Produto se houver algum indício de funcionamento incorreto.
- Não use o Produto se este estiver danificado.
- Não use os cabos de teste se eles estiverem danificados. Examine os cabos de teste para verificar se há isolamento danificado, metal exposto ou se o indicador da peça está sendo exibido. Verifique a continuidade dos cabos de teste.
- Não use o produto próximo a gases explosivos, vapores ou em ambientes úmidos ou molhados.
- Não aplique uma tensão maior do que a nominal entre os terminais ou entre cada terminal e o fio de aterramento.
- Use somente as sondas, os cabos de teste e os acessórios atuais fornecidos com este produto.
- Não considere a medição de corrente como indicação de que o circuito pode ser tocado. É necessário fazer a medição da voltagem para saber se o circuito oferece perigo.
- A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.
- Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.
- Não conecte diretamente na linha de alimentação.
- Não toque em tensões >30 VCA rms, pico de 42 VCA ou 60 VCC.

A Tabela 1 é uma lista dos símbolos usados no testador e neste manual.

Tabela 1. Símbolos

Símbolo	Descrição
	Perigo. Informações importantes. Consultar o manual.
	Tensão perigosa. Risco de choque elétrico.
	Indicador da bateria
	Em conformidade com as diretivas da União Europeia.
	Em conformidade com os padrões sul-coreanos relevantes de compatibilidade eletromagnética.
	Em conformidade com os requisitos australianos de EMC.
	Este produto está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE (2002/96/EC). A etiqueta afixada informa que não é possível descartar o produto elétrico/eletrônico em lixo doméstico comum. Categoria do produto: de acordo com os tipos de equipamento na Diretiva WEEE, Anexo I, esse produto é classificado na categoria 9 como produto “Instrumento de controle e monitoramento”. Não descarte este produto no lixo comum. Veja as informações de reciclagem no site da Fluke.

Armazenamento

Se o testador ficar guardado por um longo período ou não estiver em uso por muito tempo, remova as baterias.

Modelos e acessórios

Estes acessórios padrão são fornecidos com o testador:

- 6 pilhas alcalinas tipo AA (LR6)
- 2 terminais de medição; 1,5 m
- 1 cabo conector (para medições RA de 2 polos)
- 2 cliques-jacaré
- 1 CD de documentação com manual do usuário
- Guia de referência rápida
- Informações de segurança

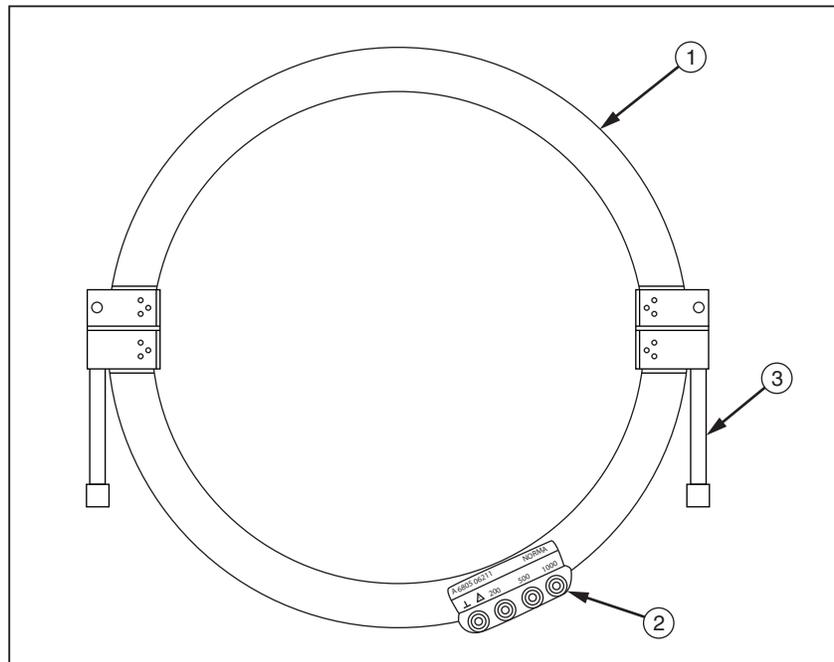
A Tabela 2 apresenta a lista de modelos e acessórios.

Tabela 2. Modelos e acessórios

Descrição	Número de peça
Testador de aterramento e proteção elétrica 1623-2 (Inclui Manual do usuário, Informações de segurança, QRG, Cabo de sonda Geox, 2 cliques, Conjunto de terminais)	4325155
Kit do Testador de aterramento e proteção elétrica 1623-2 (Inclui Manual do Usuário, Informações de segurança, QRG, Cabo de sonda Geox, 2 cliques, Conjunto de terminais, 4 Hastes de aterramento, 3 Bobinas de cabo, Estojo de transporte C1620, EI-162X & EI-162AC)	4325170
Kit de substituição de serviço 162x-7001 (Inclui conjunto de terminais e 2 cliques)	2577167
Haste de aterramento	4325492
Conjunto de hastes ES-162P3-2 para medição de 3 polos (Inclui 3 Hastes de aterramento, 1 Bobina de cabo de 25 m azul, 1 Bobina de cabo de 50 m vermelha)	4359377
Conjunto de hastes ES-162P4-2 para medição de 4 polos (Inclui 4 Hastes de aterramento, 1 Bobina de cabo de 25 m azul, 1 Bobina de cabo de 25 m verde, 1 bobina de cabo de 50 m vermelha)	4359389
Conjunto de grampos seletivos/sem utilização de hastes EI-1623 para 1623-2/1625-2 (Inclui EI-162X, EI-162AC)	2577115
Transformador de corrente tipo alicate; cabo blindado (sensor) EI-162X	2577132
Transformador de corrente tipo alicate (indução) EI-162AC	2577144
Transformador de núcleo dividido EI-162BN (12.7 pol. - 320 mm)	2577159
Cabo blindado (usado com o alicate EI-162X)	2630254
Bobina de cabo, 25 m, fio azul	4343731
Bobina de cabo, 25 m, fio verde	4343746
Bobina de cabo, 50 m, fio vermelho	4343754
Bolsa C1620	4359042

Acessórios adicionais

Um **transformador de corrente externo** está disponível como uma opção, consulte a Figura 1. O transformador tem uma proporção de transformação entre 80 e 1200:1 para medição de uma única ramificação nos sistemas de malhas de aterramento. Isso permite que os usuários meçam postes de alta tensão sem separar as linhas de aterramento aéreas ou faixas de aterramento na base dos postes. Também é usado para medir os sistemas de para-raios sem separar os fios de proteção individuais.



evx01.eps

Figura 1. Transformador de corrente externo EI-162BN

- ① Metade do transformador (2)
Faces terminais do transformador com cavilhas articuladas para facilitar a separação das duas metades do transformador. Uma das faces terminais do transformador tem um orifício ranhurado de cavilha que permite articulá-la para fora da face terminal.
- ② Conexões da taxa de transformação: \perp , 200, 500 e 1000
- ③ Parafusos de aperto (2)

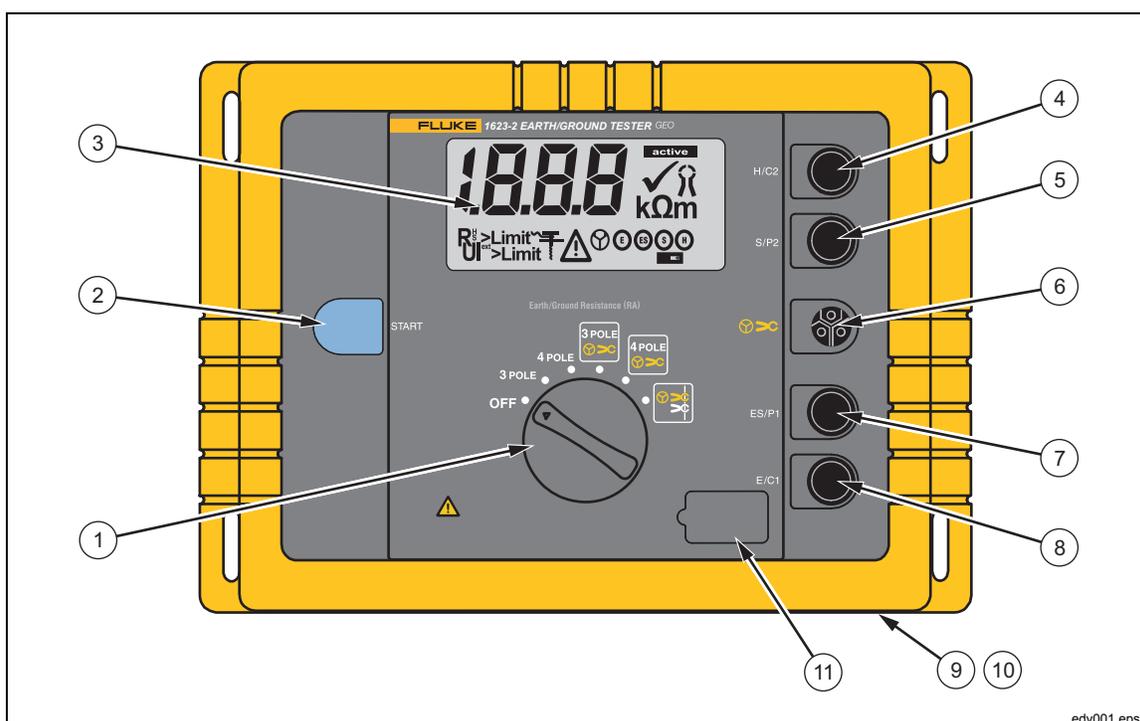
Recursos

Aplicações comuns para o testador incluem:

- Medições da resistência do aterramento/proteção elétrica em diversos tipos de instalações, como postes de alta tensão, edifícios, sistemas de aterramento de redes elétricas, estações de comunicações móveis e transmissores de alta frequência.
- Monitoramento e planejamento de sistemas de para-raios
- Medições de resistência com eletrodos de aterramento; sem espaçamento

Consulte a Tabela 3 para obter uma lista de recursos e funções.

Tabela 3. Recursos e funções

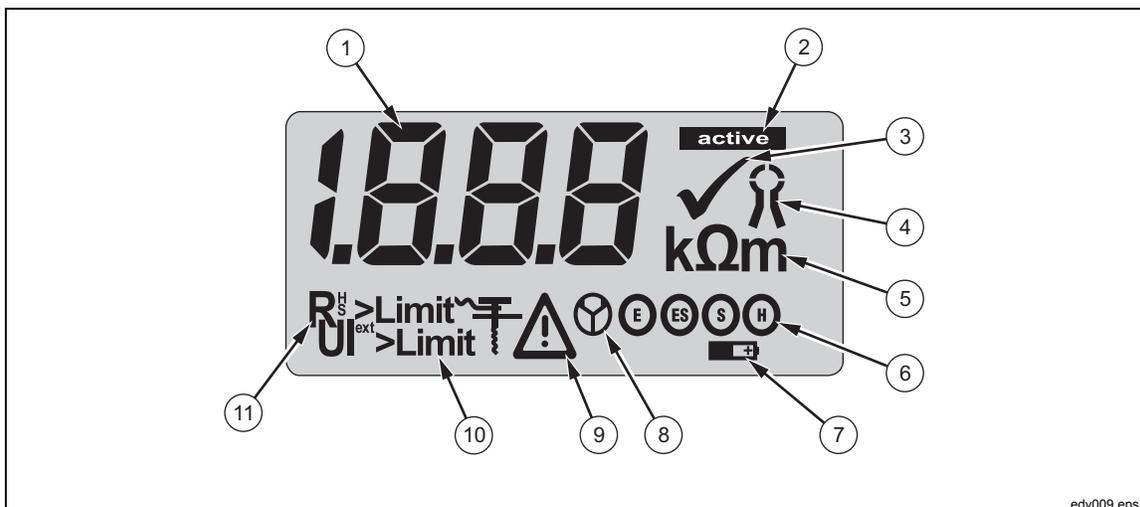


Item	Descrição
①	Comutador rotativo para selecionar a função de medição e ON/OFF
②	Botão "START" para iniciar a função de medição selecionada
③	Visor de cristal líquido (LCD)
④	Conexão "H/C2" de aterramento auxiliar, (4 mm Ø)
⑤	Conexão "S/P2" para sonda (4 mmØ)
⑥	Conexão para alicate sensor de corrente
⑦	Conexão "ES/P1" para sonda com eletrodo de aterramento (4 mmØ)
⑧	Conexão "E/C1" para eletrodo de aterramento/proteção a ser medida (4 mmØ)
⑨	Compartimento de pilhas para 6 pilhas alcalinas (tipo AA, LR6)
⑩	Parafusos para prender a tampa do compartimento das pilhas
⑪	Porta B tipo USB

Visor

O LCD é um visor de 1999 dígitos com símbolos especiais e altura de dígito de 25 mm. Consulte a Tabela 4 para localização e descrição de cada elemento do visor.

Tabela 4. Visor



edv009.eps

Item	Descrição
①	Valor medido
②	Medição em andamento
③	Medição concluída
④	Conexão para alicate de corrente
⑤	Unidade de medição
⑥	Indicador de soquete
⑦	Tensão das pilhas muito baixa; trocar as pilhas
⑧	Indicador do soquete do alicate de corrente
⑨	Erro
⑩	Tensão externa/corrente externa muito alta
⑪	RH>Limite: Resistência do eletrodo de aterramento auxiliar muito alta
	RS>Limite: Resistência da sonda muito alta

Configuração

Advertência

Leia as informações de segurança antes de ligar o instrumento. Se você tiver problemas, consulte *Como solucionar problemas*.

Baterias

Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.
- Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.
- As baterias contêm produtos químicos perigosos que podem causar queimaduras ou explosão. Caso haja exposição a produtos químicos, limpe o local atingido com água e procure atendimento médico.

Advertência

Para garantir condições seguras de operação e manutenção:

- Conserte o produto antes de usá-lo caso ocorra vazamento em alguma pilha.
- Certifique-se de que a polaridade da bateria esteja correta, para evitar vazamentos.

Para inserir as pilhas:

1. Desligue o instrumento, consulte a Figura 2.
2. Desconecte todos os terminais de teste.
3. Abra o compartimento de pilhas.
4. Instale as pilhas. Sempre substitua todas as pilhas.
5. Feche o compartimento de pilhas.

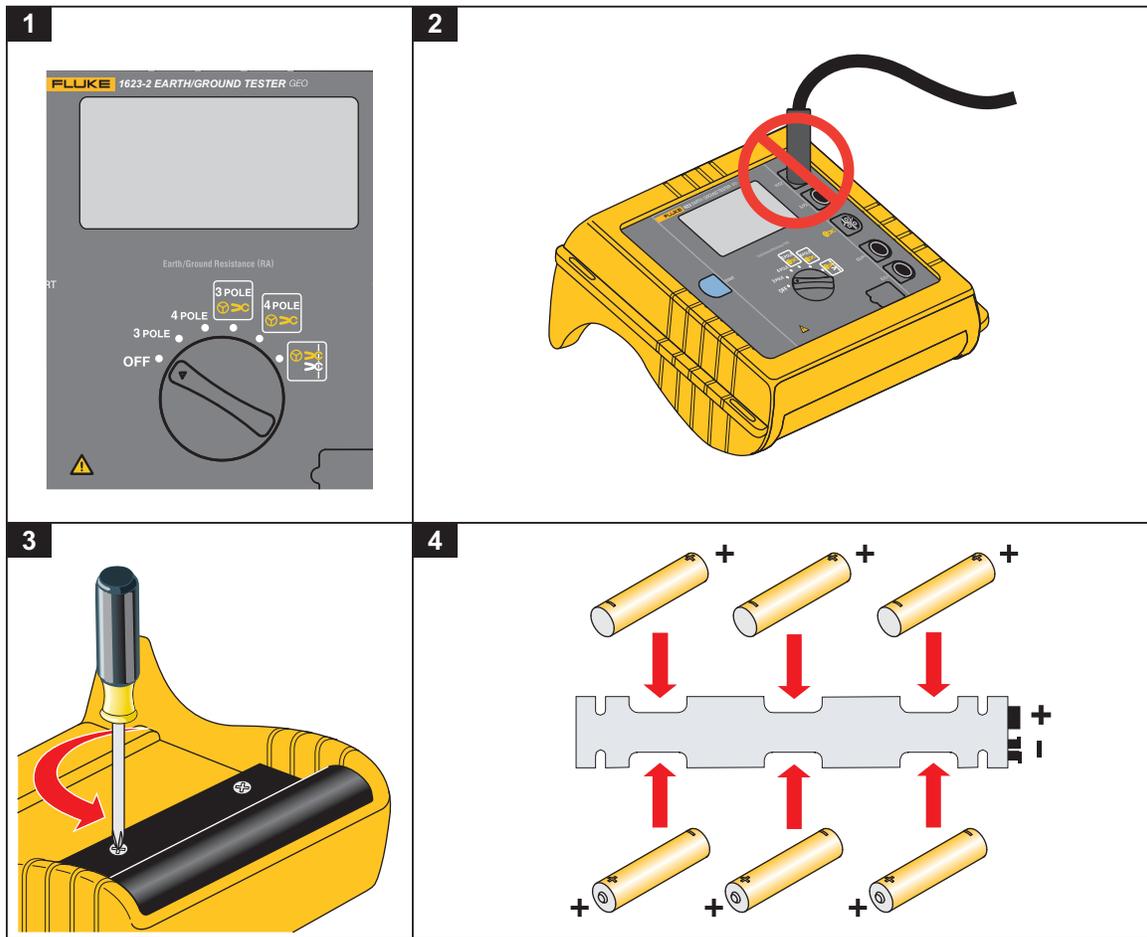


Figura 2. Inserção da pilha

edv002.eps

Descrição das funções

As funções são selecionadas através do botão seletor central. Os valores de medição são mostrados no visor de cristal líquido com o ponto e a unidade decimais corretos. Caracteres especiais adicionais indicam o modo de medição, as condições de operação e as mensagens de erro.

O testador inclui essas funções de medição:

- **Resistência de aterramento (R_E)** A resistência de aterramento é determinada pela medição da tensão e da corrente em 3 ou 4 polos. A tensão de medição é uma tensão de CA de pulso quadrado com 48/20 V e uma frequência de 94, 105, 111 ou 128 Hz. A frequência pode ser selecionada manualmente ou automaticamente (AFC).
- **Medição de aterramento seletiva ($R_E > C$)** A medição de um eletrodo de aterramento individual em um sistema de malhas de aterramento (paralelo). A corrente no eletrodo de aterramento individual é medida com um transformador de corrente externo.
- **Indicador de pilha fraca** A tensão das pilhas está baixa; trocar as pilhas.

Operação

O testador está equipado com uma medição de resistência em 3 e 4 polos, que possibilita medir a resistência de sistemas de aterramento, bem como a resistividade do solo do extrato geológico. O testador também efetua medições com transformador de corrente externo, o que permite medir ramificações individuais de resistência em redes interligadas (sistemas de para-raios e postes de alta tensão com cabos), sem necessidade de isolar partes do sistema.

Medições de 2 e 3 polos R_A

Para efetuar medições de 2 polos ou de condutor de aterramento, conecte um jumper entre os terminais H/C2 e S/P2, usando o cabo conector fornecido. Use apenas o eletrodo de aterramento e o eletrodo de aterramento auxiliar. A distância entre o eletrodo de aterramento (E/CD1), a sonda (S/P) e o aterramento auxiliar (H/C2) deve ser de pelo menos 20 metros.

Consulte as Figuras 3 e 4 e execute as etapas de 1 a 4:

1. Selecione **3 POLOS**.
2. Conecte os cabos de teste.

Conecte o terminal E/C1 ao sistema de aterramento/proteção a ser medido por meio do terminal de teste e do clipe (1,5 m) fornecidos. Coloque as duas hastes de aterramento no solo.

Observação

A distância entre o eletrodo de aterramento (E/C1), a sonda (S/P2) e o eletrodo de aterramento auxiliar (H/C2) deve ser de pelo menos 20 metros.

Conecte as hastes ao H/C2 e S/P2 usando as bobinas de cabo de 25 m e de 50 m, conforme mostrado nas figuras 3 e 4.

3. Pressione **START**.
active indica que uma medição está em andamento. Para uma medição contínua, continue a pressionar o botão START.
4. ✓ indica uma medição concluída. O resultado permanece no visor até uma nova medição ser iniciada ou o seletor principal ser girado.

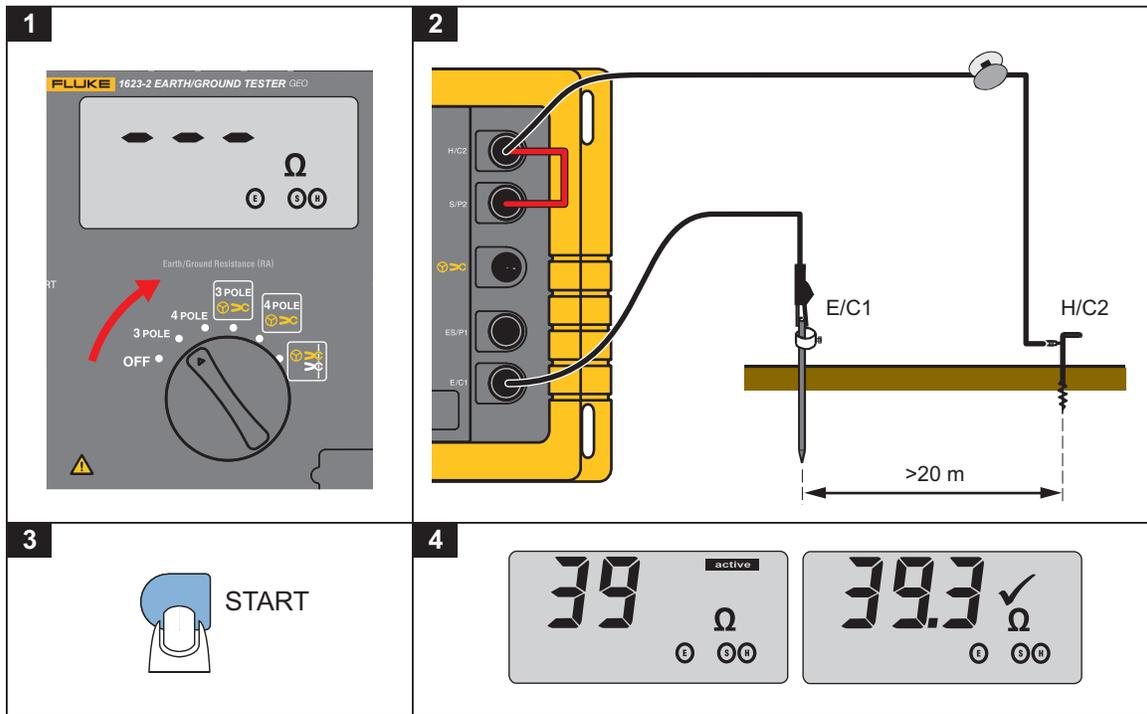


Figura 3. Medição de 2 polos R_A

edv003.eps

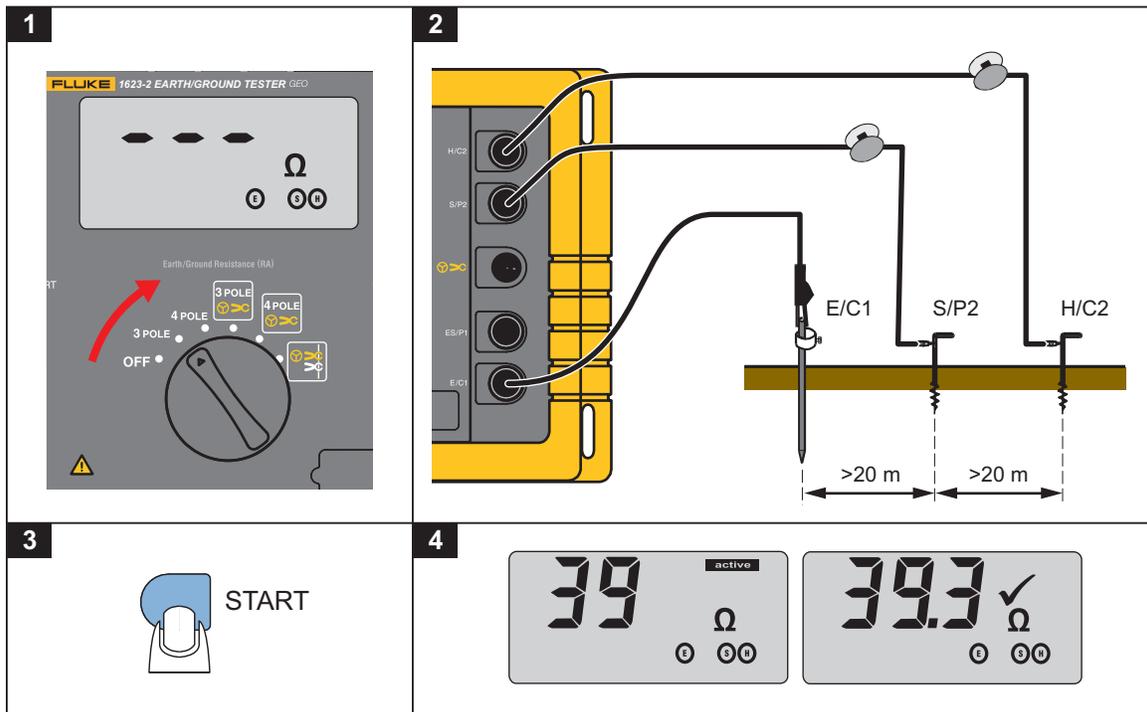


Figura 4. Medição de 3 polos R_A

edv003b.eps

Medições de 4 polos R_A

Para fazer medições de 4 polos:

1. Selecione a função **4 POLOS**. Veja a figura 5.

2. Conecte os terminais de teste.

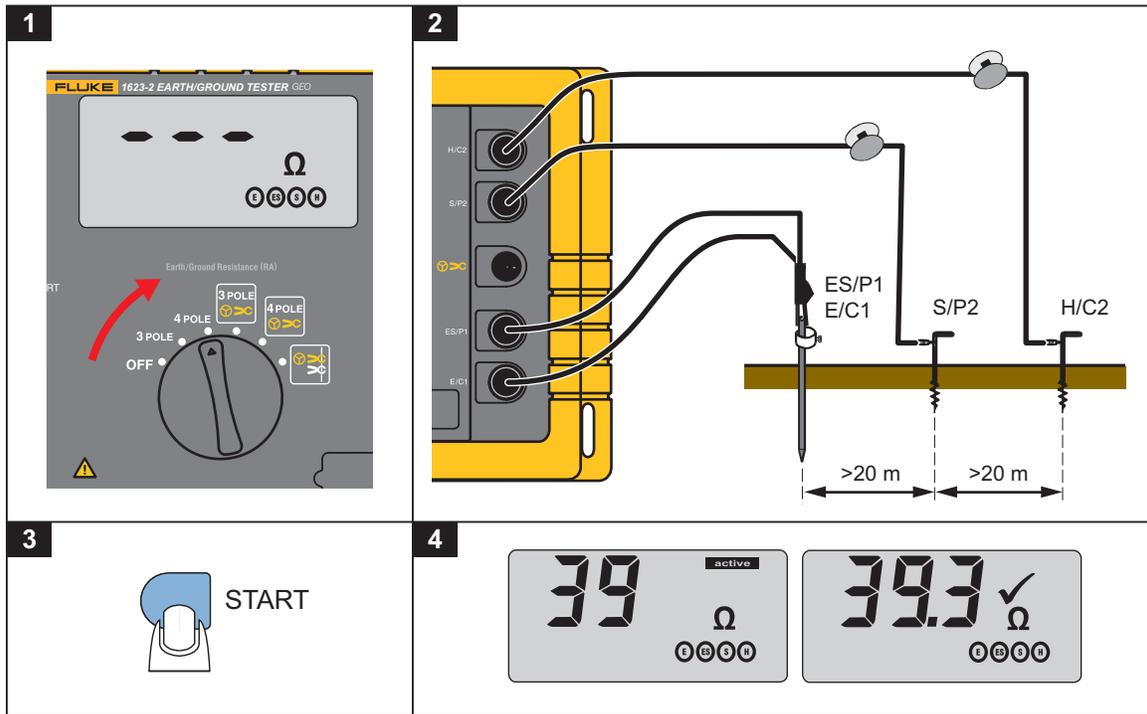
Conecte os terminais E/C1 e ES/P1 ao sistema de aterramento a ser medido por meio dos dois terminais de teste (1,5 m) fornecidos. Coloque as duas hastes de aterramento no solo. A distância entre o eletrodo de aterramento (E/C1), a sonda (S/P2) e o aterramento auxiliar (H/C2) deve ser de pelo menos 20 m. O terminal de teste ES elimina a influência dos terminais de teste.

Conecte as hastes ao H/C2 e ao S/P2 usando as bobinas de cabo de 25 m e de 50 m, conforme mostrado abaixo.

3. Pressione **START**.

active indica que uma medição está em andamento. Para uma medição contínua, continue a pressionar o botão START.

4. ✓ indica uma medição concluída. O resultado permanece no visor até uma nova medição ser iniciada ou o seletor principal ser girado.



edv004.eps

Figura 5. Medições de 4 polos R_A

Medição seletiva da resistência de aterramento de 3 polos com alicate de corrente R_A

O procedimento de medição seletiva da resistência de aterramento de 3 polos com alicate de corrente R_A é útil para medir a resistência de várias seções paralelas de sistemas de aterramento/proteção elétrica.

1. Selecione **3 POLOS**  **DC**. Veja a figura 6.

2. Conecte os terminais de teste.

Conecte o terminal de teste fornecido (1,5 m) ao terminal E/C1, e a outra extremidade ao sistema de aterramento a ser medido. Coloque as duas hastes de aterramento no solo. A distância entre o eletrodo de aterramento (E/C1), a sonda (S/P2) e o eletrodo de aterramento auxiliar (H/C2) deve ser de pelo menos 20 metros.

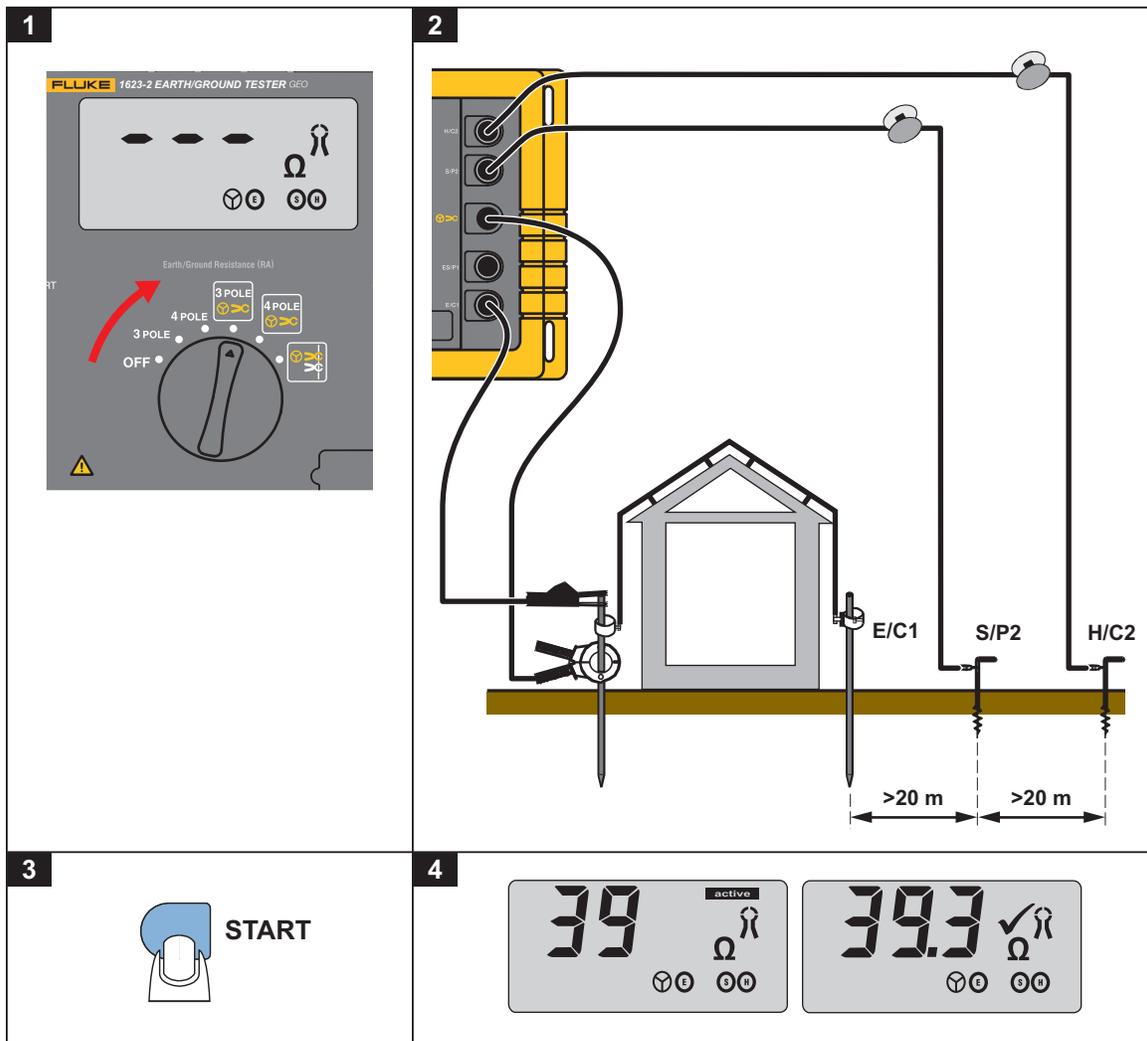
Conecte as hastes ao H/C2 e ao S/P2 usando as bobinas de cabo de 25 m e de 50 m, conforme mostrado abaixo.

Conecte o alicate de corrente com o cabo adaptador, conforme mostrado.

3. Pressione **START**.

active indica que uma medição está em andamento. Para uma medição contínua, continue a pressionar o botão START.

4. ✓ indica uma medição concluída. O resultado permanece no visor até uma nova medição ser iniciada ou o seletor principal ser girado.



edv005.eps

Figura 6. Medição seletiva da resistência de aterramento de 3 polos com alicate de corrente R_A

Medição seletiva da resistência de aterramento de 4 polos com alicate de corrente R_A

O procedimento de medição seletiva da resistência de aterramento de 4 polos com alicate de corrente R_A é útil para medir a resistência de várias seções paralelas de sistemas de aterramento/proteção elétrica.

1. Selecione a função **4 POLOS** . Veja a figura 7.

2. Conecte os terminais de teste.

Conecte os terminais E/C1 e ES/P1 com os terminais de teste de segurança fornecidos (1,5 m) fornecidos ao eletrodo de aterramento a ser medido. Coloque as duas hastes de aterramento no solo. A distância entre o eletrodo de aterramento (E/C1), a sonda (S/P2) e o aterramento auxiliar (H/C2) deve ser de, no mínimo 20 m. O terminal de teste  elimina a influência dos terminais de teste.

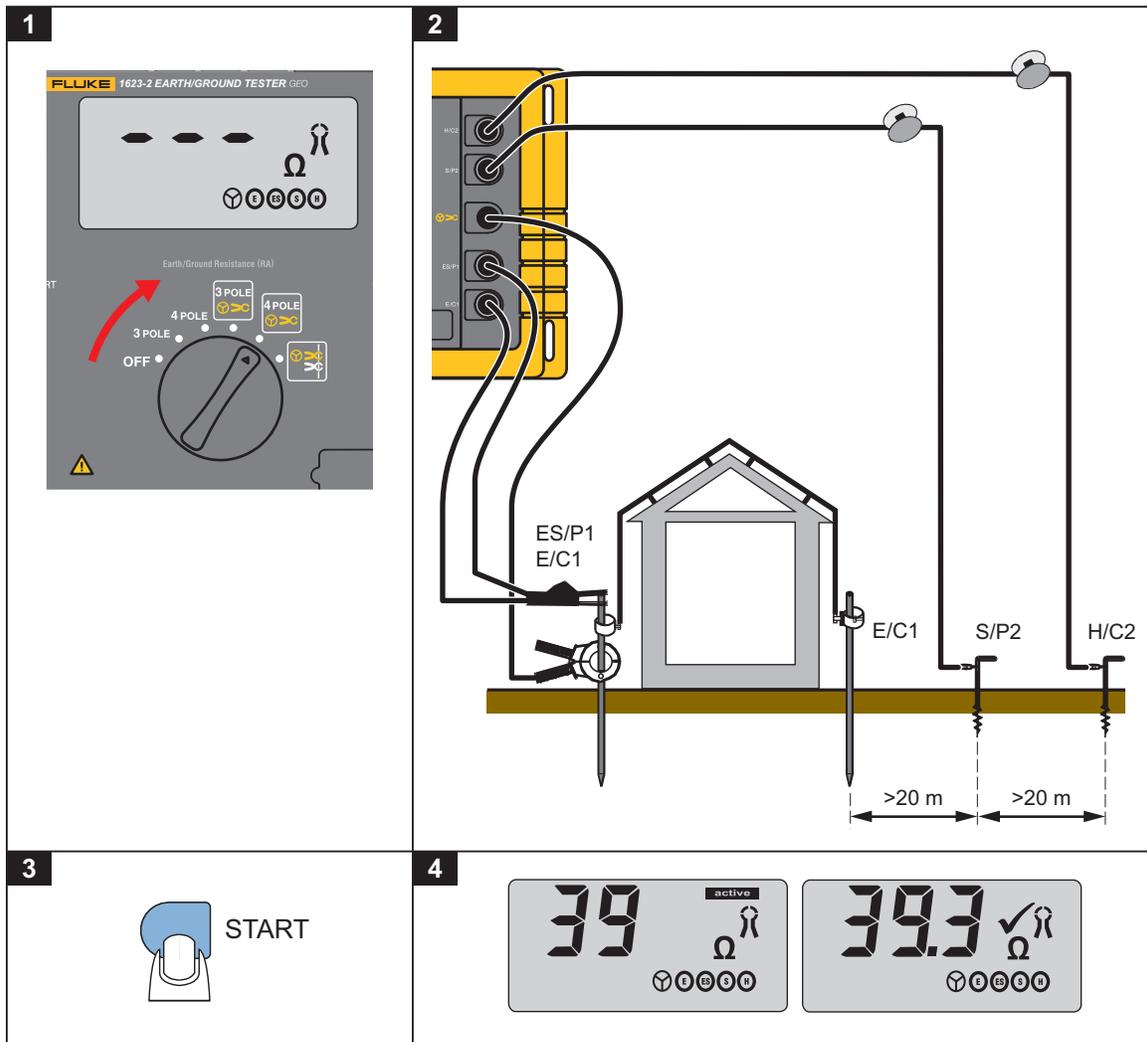
Conecte as hastes ao H/C2 e ao S/P2 usando as bobinas de cabo de 25 m e de 50 m, conforme mostrado abaixo.

Conecte o alicate de corrente com o cabo adaptador, conforme mostrado.

3. Pressione **START**.

active indica que uma medição está em andamento. Para uma medição contínua, continue a pressionar o botão START.

4.  indica uma medição concluída. O resultado permanece no visor até uma nova medição ser iniciada ou o seletor principal ser girado.



edv006.eps

Figura 7. Medição seletiva da resistência de aterramento de 4 polos com alicate de corrente R_A

Medição de loop de aterramento sem utilização de hastes

Com este método de teste, dois alicates são fixados na haste de aterramento ou no cabo de conexão e cada um deles é conectado ao testador. As hastes de aterramento não são usadas. Uma tensão conhecida é induzida por um alicate e a corrente é medida com o uso de um segundo alicate. O testador mede automaticamente a resistência do loop de aterramento nessa haste.

1. Selecione . Veja a figura 8.

2. Conecte os alicates de corrente.

Conecte o alicate indutor (ver *Modelos* e acessórios) aos terminais H/C2 e E/C1 com o uso dos terminais de teste de segurança fornecidos (1,5 m) conforme mostrado.

Observação

Use apenas o alicate de corrente recomendado para indução. Outros alicates de corrente são inadequados.

Conecte o segundo alicate de corrente usando o cabo adaptador (alicate sensor de corrente).

Prenda os dois alicates de corrente no eletrodo de aterramento que vai ser medido.

Observação

A distância mínima entre os dois alicates de corrente é de 10 cm.

3. Pressione **START**.

active indica que uma medição está em andamento. Para uma medição contínua, continue a pressionar o botão START.

4. ✓ indica uma medição concluída. O resultado permanece no visor até uma nova medição ser iniciada ou o seletor principal ser girado.

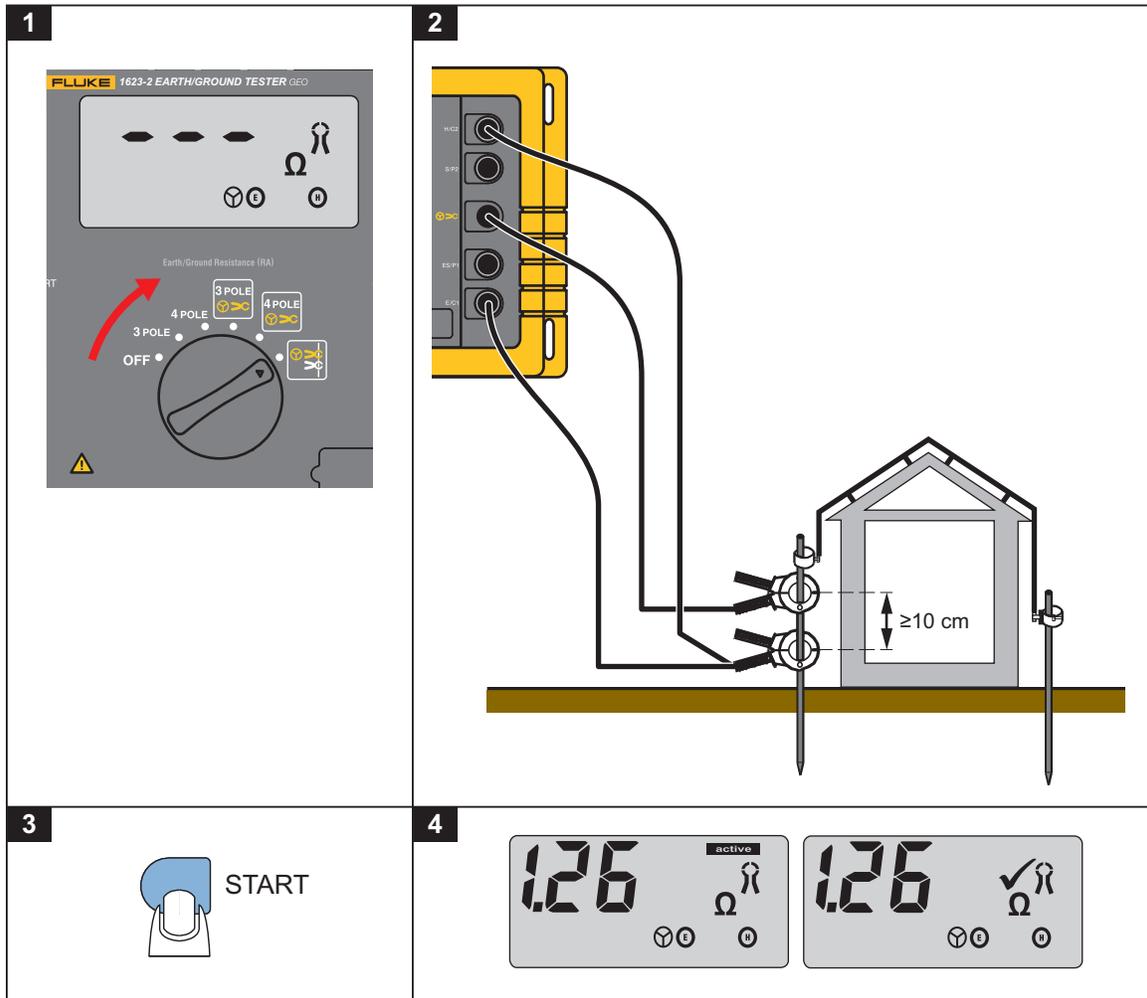


Figura 8. Medição do loop de aterramento sem hastes

edv007.eps

Operação avançada

O testador usa recursos avançados para medir a resistência do aterramento de um único poste de alta tensão e da resistividade do solo para cálculo e design de sistemas de aterramento.

Medições em postes de alta tensão

A medição da resistência de aterramento de um único poste de alta tensão geralmente requer a desmontagem das linhas aéreas (levantadas) ou a separação do sistema de aterramento e da estrutura do poste. Se isso não for feito, as medições poderão indicar resultados falsos de resistência do eletrodos de aterramento do poste, devido ao circuito paralelo dos outros postes conectados entre si pela linha de aterramento aérea.

O novo método de medição empregado pelo instrumento, com o transformador de corrente externo para medir a corrente efetiva no eletrodo de aterramento, permite medir resistências do eletrodo de aterramento sem desconectar o sistema de aterramento ou desmontar as linhas aéreas. Veja a figura 9.

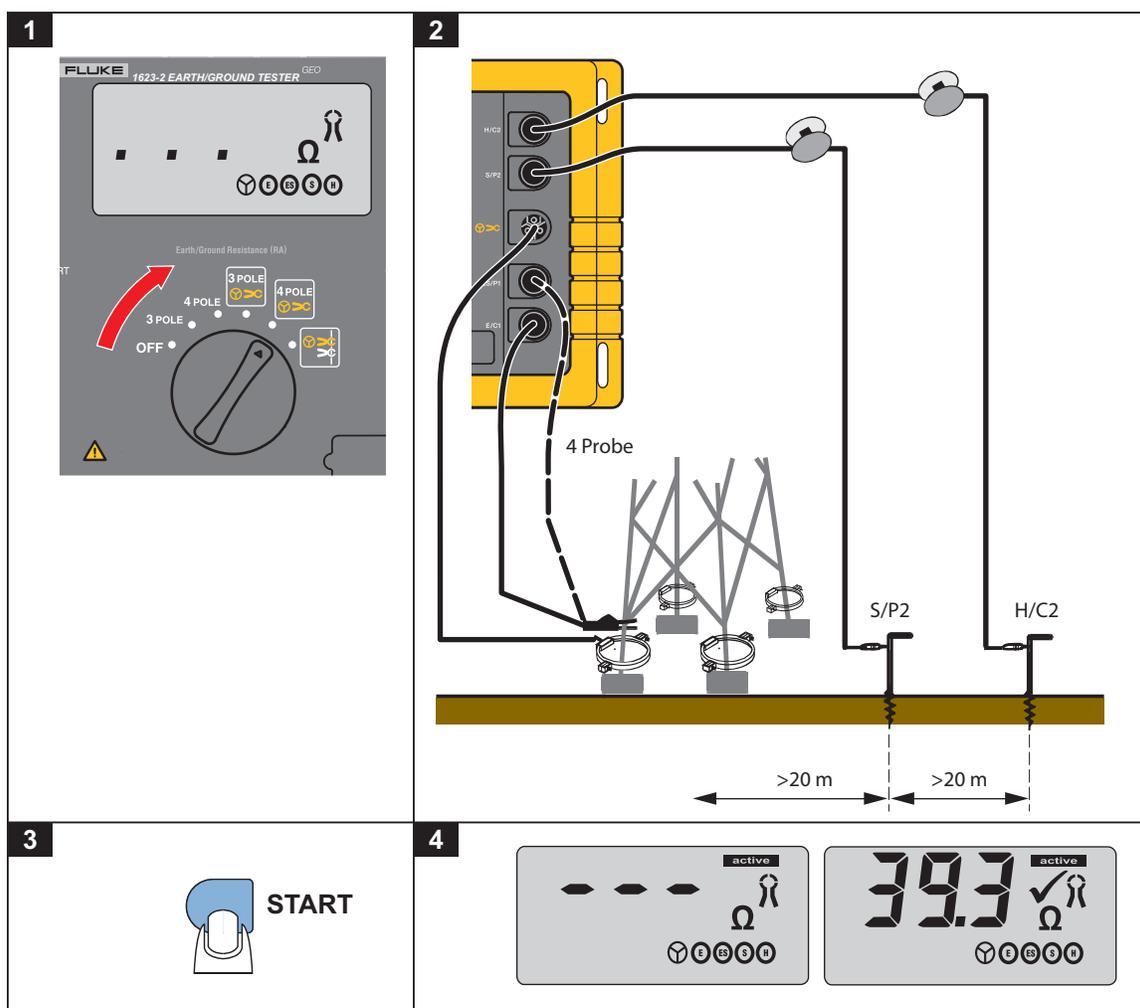


Figura 9. Resistência de aterramento sem desconectar a linha de aterramento aérea

edv016.eps

Como os quatro stubs do poste são conectados ao terra de proteção do poste, a corrente de medição I_{meas} é dividida em cinco componentes de acordo com as resistências presentes.

Uma parte passa pela estrutura do poste para as linhas aéreas e o circuito em paralelo das resistências de aterramento do poste.

Os outros quatro componentes de corrente ($I_1 \dots I_4$) passam pelos pés de poste individuais.

A adição de toda as correntes resulta na corrente I_E que passa pela resistência de aterramento, por exemplo, da resistência do eletrodo de aterramento "composto" para o solo.

Se o transformador de corrente for preso a cada stub do poste consecutivamente, as quatro resistências precisarão ser medidas; isso mostrará um comportamento inversamente proporcional aos componentes de corrente correspondentes $I_1 \dots I_4$. O ponto de entrada da corrente de medição deve ser deixado sem nenhuma mudança, para evitar alterações na distribuição da corrente.

Assim, essas resistências equivalentes são apresentadas como:

$$R_{Ei} = \frac{U_{meas}}{I_i}$$

Portanto, a resistência de aterramento R_E do poste é determinada como um circuito em paralelo das resistências equivalentes individuais:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Gire o comutador rotativo para a posição "**>CR_E 3pole**" ou "**>CR_E 4pole**". As ligações do instrumento devem ser feitas de acordo com a figura e as mensagens no visor.
2. Aplique o transformador de corrente no stub do poste.
3. Pressione **START**.

Nesse momento, é iniciada uma sequência de teste totalmente automatizada de todos os parâmetros pertinentes, tais como resistências do eletrodo de aterramento auxiliar, do eletrodo de aterramento e da sonda; a sequência termina e os resultados de R_E são exibidos.

4. Leia o valor de medição R_E .

Observação

Antes de configurar as hastes de aterramento para a sonda e o eletrodo auxiliar de aterramento, verifique se a sonda está definida fora do gradiente potencial do eletrodo de aterramento e do eletrodo auxiliar de aterramento. Esse estado normalmente é obtido deixando-se uma distância de pelo menos 20 metros entre o eletrodo de aterramento e as hastes de aterramento, bem como entre as hastes. Após reposicionar o eletrodo auxiliar ou sonda, é feito um teste da exatidão dos resultados por meio de outra medição. Se o resultado for igual, a distância é suficiente. Se o valor medido for diferente, a sonda ou o eletrodo auxiliar de aterramento precisa ser reposicionado até o valor medido de R_E permanecer constante.

Os fios das hastes não devem estar muito próximos uns dos outros.

5. Aplique o transformador de corrente ao stub do próximo poste.
6. Repita a sequência de medição.

O ponto de entrada de corrente da corrente de medição (clipe-jacaré) e a polaridade do transformador de corrente de núcleo divididos não podem ser alterados.

Depois de determinar os valores de R_{Ei} de todos os pés de poste, a resistência de aterramento atual R_E deverá ser calculada:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

Observação

Se o valor de R_E exibido for negativo, mesmo com o transformador de corrente na direção correta, significa que parte da corrente de medição está indo para cima, para a estrutura da torre. A resistência de aterramento, agora ativa, é corretamente calculada se as resistências equivalentes individuais (com polaridade certa) forem inseridas na equação acima.

Medição da resistividade do solo

A resistividade do solo é a quantidade geológica e física com base nas quais são calculados e projetados os sistemas de aterramento. O procedimento de medição mostrado na Figura 10 usa o método elaborado por Wenner (F. Wenner, A method of measuring earth resistivity; Bull. National Bureau of Standards, Bulletin 12 (4), Paper 258, S 478-496; 1915/16).

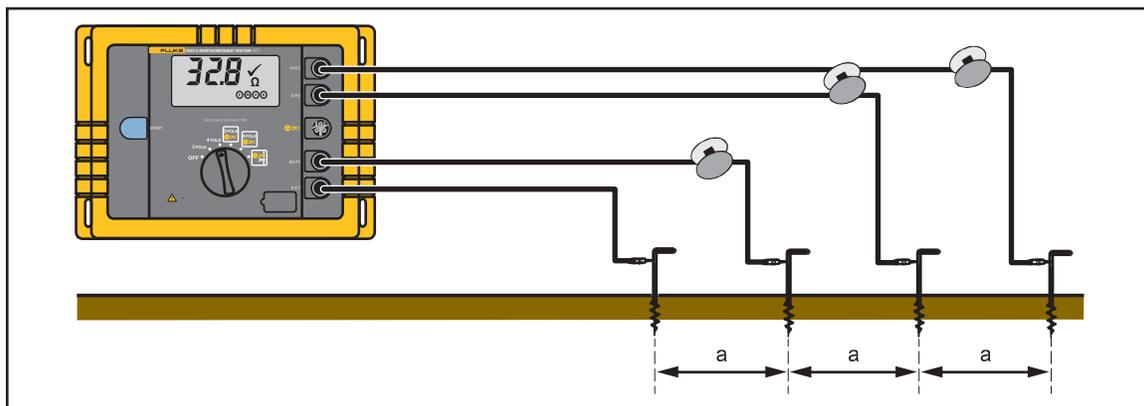


Figura 10. Medição da resistividade do solo

1. Quatro hastes de aterramento do mesmo comprimento são colocadas no solo numa linha reta e equidistantes entre si (distância "a"). As hastes de aterramento não devem ser marteladas em profundidade maior que 1/3 de "a".
2. Coloque o comutador giratório central na posição "R_E 4pole".

As ligações do instrumento devem ser feitas de acordo com a figura abaixo e as instruções apresentadas no visor.

3. Pressione **START**.
4. Leia o valor de medição R_E.

A resistividade do solo é calculada com base no valor de resistência R_E de acordo com a equação:

$$\rho_E = 2\pi \cdot a \cdot R_E$$

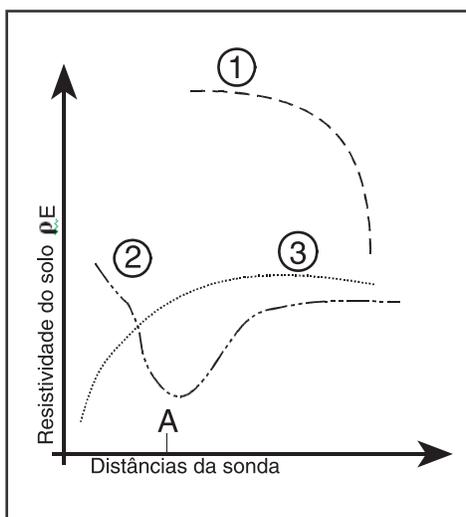
ρ_E valor médio da resistividade do solo (Ωm)

R_E resistência medida (Ω)

a distância da sonda (m)

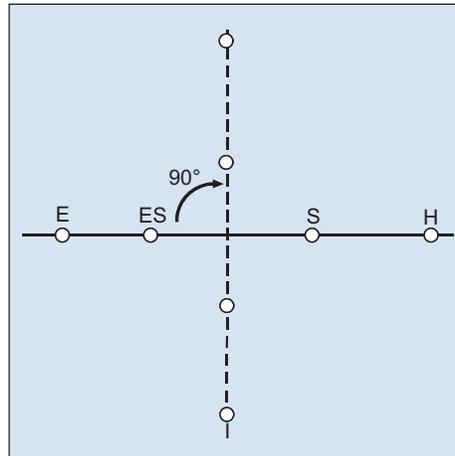
O método de medição de acordo com Wenner determina a resistividade do solo a uma profundidade de aprox. a distância "a" entre duas hastes de aterramento. Aumentando-se a distância "a", é possível medir extratos em maior profundidade e verificar sua uniformidade. Mudando-se a distância "a" várias vezes, pode-se obter um perfil de medidas com base no qual é possível identificar um eletrodo de aterramento adequado.

Conforme a profundidade a ser medida, a distância "a" é seleccionada entre 2 m e 30 m. Esse procedimento resulta nas curvas ilustradas no gráfico abaixo.



eha021.eps

- Curva 1: Conforme ρ_E diminui com a profundidade, é aconselhável usar um eletrodo de aterramento profundo
- Curva 2: Conforme ρ_E diminui apenas no ponto A, um aumento de profundidade maior que A não melhora os valores.
- Curva 3: Com o aumento na profundidade, ρ_E não diminui: é recomendado o uso de um eletrodo condutor de tiras.
- Como os resultados de medição frequentemente são distorcidos e corrompidos, por exemplo, por pedaços de metal sob o solo, aquíferos, é sempre recomendável efetuar uma segunda medição com o eixo da haste virado em um ângulo de 90° (veja o gráfico abaixo).



edw022.eps

Exportar dados armazenados para o PC

Os dados de teste são automaticamente armazenados para todos os testes como um arquivo .csv. A tabela 5 é um exemplo do arquivo .csv.

Para exportar dados do testador para um PC:

1. Conecte o cabo USB do testador no PC.
2. Use o Windows Explorer no PC para localizar a nova **unidade EGT** na lista Dispositivos.
3. Localize o arquivo Data.csv na unidade EGT.
4. Use as ferramentas PC padrão para copiar o arquivo para um novo local.

Tabela 5. Arquivo de exemplo .CSV para dados registrados

Medição	Registro de data e hora	Modo de medição	Resistência de aterramento R_E	Status de erro
1	15 de out de 2013 20:13:55	3 polos R_E	1,022 Ω	N/A
2	15 de out de 2013 20:13:55	4 polos R_E	1.022 Ω	N/A
3	15 de out de 2013 20:13:55	3 polos Seletivo	1,022 Ω	N/A
4	15 de out de 2013 20:13:55	4 polos R_E	N/A	Limite de Rh

Excluir dados armazenados

Para excluir dados armazenados no testador:

1. Conecte o cabo USB do testador no PC.
2. Use o Windows Explorer no PC para localizar a nova **unidade EGT** na lista Dispositivos.
3. Localize o arquivo Data.csv na unidade EGT.
4. Use as ferramentas de PC padrão para excluir o arquivo da unidade EGT ou mover o arquivo para um novo local.

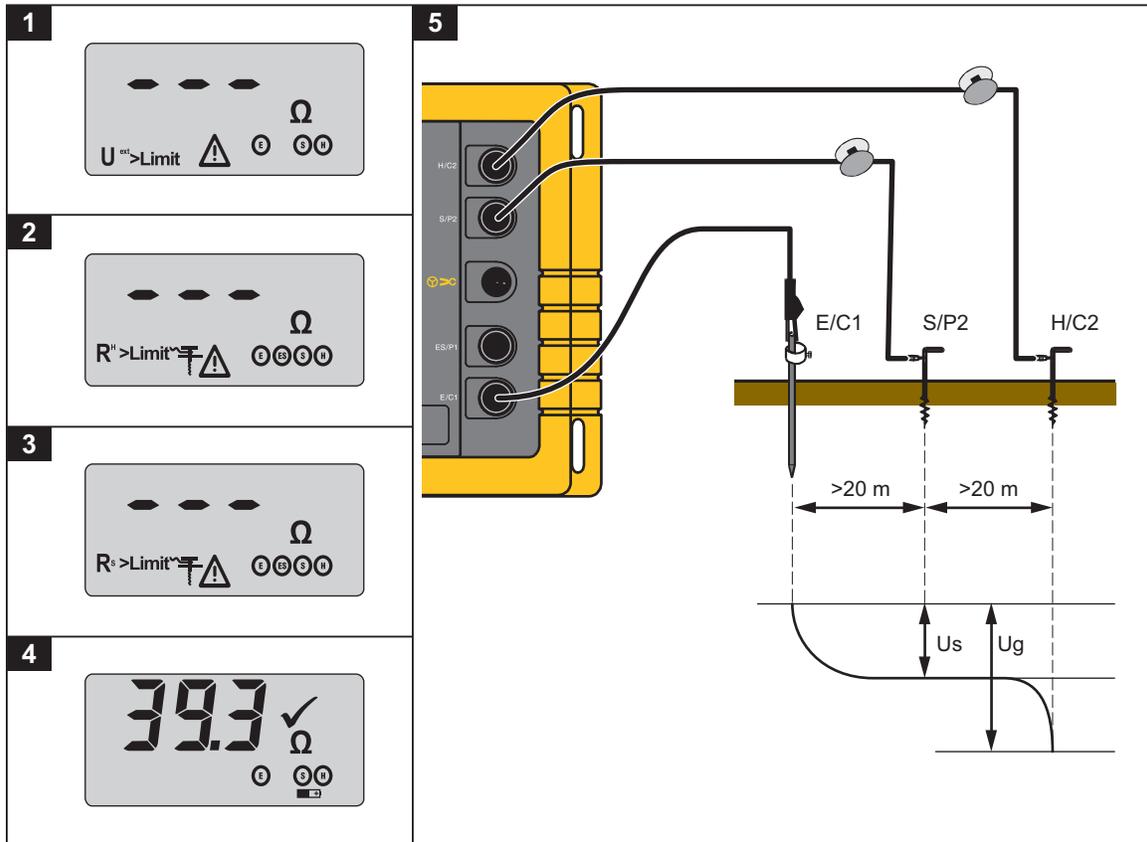
Esta ação remove toda a data armazenada do testador.

Como solucionar problemas

Siga as etapas na Tabela 6. Consulte a Figura 11 para as etapas 1-5.

Tabela 6. Solução de problemas

Etapa	Descrição
1.	<p>Tensão externa (Uext) muito alta</p> <p>Se a tensão externa aplicada ao instrumento for muito alta, geralmente devido a fugas de corrente no sistema sendo testado, nenhuma medição poderá ser iniciada (consulte <i>Especificações</i> para saber o limite de Uext).</p> <p>Dica: <i>Ajuste a posição da sonda (S/P2) e reinicie a medição.</i></p>
2.	<p>Resistência do eletrodo de aterramento auxiliar (RH) muito alta</p> <p>Se a resistência do eletrodo de aterramento auxiliar for muito alta, não será possível produzir a corrente necessária para obter medições confiáveis. A medição será bloqueada (consulte <i>Especificações</i> para saber o limite de Rh).</p> <p>Dica: <i>Examine a conexão do terminal de teste com terminal H/C2; examine a haste de aterramento auxiliar.</i></p>
3.	<p>Resistência da sonda (Rs) muito alta</p> <p>Se a resistência da sonda for muito alta, as medições não serão confiáveis. A medição será bloqueada (consulte <i>Especificações</i> para saber o limite de Rh).</p> <p>Dica: <i>Examine a conexão do terminal de teste com terminal S/P2; examine a haste da sonda.</i></p>
4.	<p>Pilhas fracas</p> <p>Se as pilhas estiverem fracas, o suprimento de tensão poderá ser interrompido durante a medição. Se houver carga suficiente para concluir a medição, o símbolo "■" será exibido – os resultados das medições serão válidos. Caso contrário, o instrumento será reiniciado.</p> <p>Dica: <i>Substitua as pilhas. Use 6 pilhas alcalinas tipo AA (LR6).</i></p>
5.	<p>O resultado da medição de R_A é confiável?</p> <p>A sonda S/P2 precisa estar fora das áreas de gradiente potencial de E/C1 e H/C2 para que as medições sejam exatas. Normalmente, uma distância de mais de 20 m é suficiente. Entretanto, em algumas condições ambientais em que a resistividade do solo é variável, isso pode não ser suficiente. Para ter certeza, ajuste a posição das sondas e efetue várias medições. Se as leituras forem aproximadamente as mesmas, seus resultados de medição serão confiáveis. Caso contrário, aumente a distância da sonda.</p>
6.	<p>O resultado da "medição de loop de aterramento sem utilização de hastes" é confiável?</p> <p>Verifique se você tem o alicate indutor correto (consulte <i>Acessórios</i>).</p> <p>Os parâmetros desse alicate são adequados para este método de teste. Um alicate indefinido fornecerá resultados incorretos.</p> <p>Assegure-se de que haja a distância mínima recomendada entre os alicates de corrente. Se os alicates forem colocados muito próximos, o campo magnético do alicate de indução afetará o sensor de corrente. Para evitar interferência mútua, a distância entre os alicates pode ser variada e um novo teste efetuado. Se os valores das medições diferirem muito pouco, ou forem iguais, eles podem ser considerados confiáveis.</p>



edv008.eps

Figura 11. Solução de problemas

Manutenção

Se o instrumento for usado e tratado corretamente, não necessitará de nenhuma manutenção. Para limpar o instrumento, use apenas um pano umedecido com água e sabão, detergente neutro, ou álcool. Evite agentes de limpeza e solventes agressivos, como trilene ou cloroetano.

Consertos só devem ser feitos por pessoal habilitado e treinado.

Em todos os consertos, deve-se tomar cuidado para que os parâmetros do projeto do instrumento não sejam modificados e prejudiquem a segurança, e para que as peças correspondam às peças originais e que sejam montadas corretamente (estado de fábrica).

Advertência

Para evitar possíveis choques elétricos, incêndios ou ferimentos:

- Use somente as peças de substituição especificadas.
- Os reparos ao produto devem ser feitos somente por um técnico aprovado.
- A tampa das pilhas deve ser fechada e trancada antes da operação do produto.
- Substitua as baterias quando o indicador mostrar que a carga está baixa, para evitar medições incorretas.
- As baterias contêm produtos químicos perigosos que podem causar queimaduras ou explosão. Caso haja exposição a produtos químicos, limpe o local atingido com água e procure atendimento médico.
- Remova os sinais de entrada antes de limpar o Produto.

Advertência

Para garantir condições seguras de operação e manutenção:

- Conserte o produto antes de usá-lo caso ocorra vazamento em alguma pilha.
- Certifique-se de que a polaridade da bateria esteja correta, para evitar vazamentos.

Calibração

São recomendados calibração com intervalos de um ano.

Serviços

Se parecer haver algum problema com o testador, reveja este manual para assegurar-se de que o instrumento está sendo usado da forma correta. Se verificar que o instrumento não está funcionando corretamente, embale-o de forma segura (na embalagem original, se possível) e remeta-o, com porte pago, ao Centro de Assistência Técnica Fluke mais próximo. Inclua uma breve descrição do problema. A Fluke NÃO se responsabiliza por nenhum dano que possa ocorrer durante o transporte.

Para localizar um centro de serviços autorizado, acesse www.fluke.com.

Especificações

Faixas de temperatura	
Intervalo de temperatura de operação:	0 °C a +35 °C (+32 °F a +95 °F)
Intervalo de temperatura de armazenamento:	-20 °C a +60 °C (-4 °F a +140 °F)
Coefficiente de temperatura:	±0,1 % de leitura / °C (abaixo de 18 °C e acima de 28 °C)
Umidade, em operação:	<95 % RH sem condensação
Altitude de operação:	2000 m
Classificação climática:	C1 (IEC 654-1), -5 °C a +45 °C, 5 % a 95 % RH
Tipo de proteção	
Estojo:	IP56
Tampa do compartimento das pilhas:	IP40
Compatibilidade eletromagnética:	Em conformidade com IEC61326-1: Portátil
Segurança:	Em conformidade com IEC 61010-1: CAT nenhum, grau de poluição 2
Tensão externa:	U_{ext} , máx. = 24 V (dc, ac < 400 Hz), medição inibida para valores mais altos
Rejeição de ruído:	>120 dB (162/3, 50, 60, 400 Hz)
Tempo de medição:	6 segundos, típica
Sobrecarga máxima:	250 V _{rms} (relacionado ao uso indevido)
Pilhas:	6 x 1,5 v, pilha alcalina AA, LR6
Duração das pilhas:	>3000 medições, típica
Dimensões:	240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 pol. x 7,1 pol. x 4,4 pol.)
Peso com pilhas:	1,49 Kg (3,28 lb)
Memória:	Armazenamento de memória interno de até 1500 registros acessível via porta USB

Medição de resistência de aterramento de RA de 3 polos e 4 polos

Resolução	Faixa de medição	Precisão	Erro operacional
0,001 ... 10 Ω	0,020 Ω a 19,99 kΩ	±(2 % da leitura + 3 d)	±(5 % da leitura + 3 d)

Observação

Para efetuar medições de 2 polos, conecte os terminais H e S usando o cabo conector fornecido.

Princípio da medição: medição de corrente e tensão

Tensão de medição:	Um = 48 V ac
Corrente de curto-circuito:	> 50 mA CA
Medição de frequência:	128 Hz
Resistência da sonda (R _S):	100 k, máximaΩ
Resistência do eletrodo auxiliar de aterramento (R _H):	100 k, máximaΩ
Erro adicional de R _H e R _S :	$R_H[k\Omega] \cdot R_S[k\Omega]/Ra[\Omega] \cdot 0,2 \%$

Medição seletiva da resistência RA de aterramento de 3 e 4 polos com alicate de corrente (RA > C)

Resolução	Faixa de medição	Precisão	Erro operacional
0,001 a 10 Ω	0,020 Ω a 19,99 kΩ	±(7% da leitura + 3 d)	±(10% da leitura + 5 d)

Princípio da medição: medição de corrente/tensão (com alicate de corrente externa)

Tensão de medição:	Um = 48 V ac
Corrente de curto-circuito:	> 50 mA CA
Frequência de medição:	128 Hz
Resistência da sonda (R _S):	100 k, máximaΩ
Resistência do eletrodo de aterramento auxiliar (R _H):	100 k, máximaΩ

Medição de loop de aterramento sem utilização de hastes (⊕ ⊖)

Resolução	Faixa de medição	Precisão	Erro operacional
0,001 a 0,1 Ω	0,020 Ω a 199,9 Ω	±(7% da leitura + 3 d)	±(10% da leitura + 5 d)

Princípio da medição: medição da resistência em circuitos fechados sem utilização de hastes, com dois alicates de corrente

Tensão de medição:	Um = 48 V ac (primário)
Frequência de medição:	128 Hz
Corrente de ruído (I _{ext}):	máx. I _{ext} = 10 A (ac) (Ra < 20 Ω) máx. I _{ext} = 2 A (ac) (Ra > 20 Ω)

As informações relacionadas às medições de loop de aterramento sem utilização de hastes são válidas somente quando usadas em conjunto com os alicates de corrente recomendados e a distância mínima especificada.

