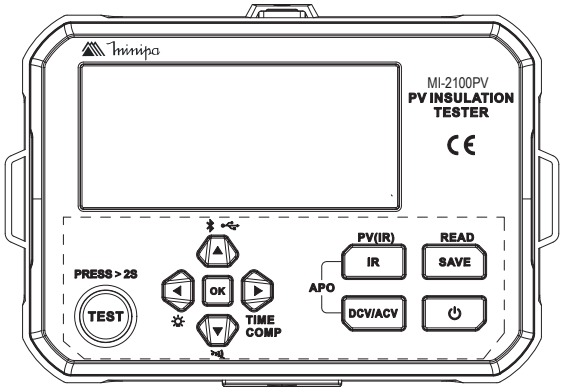


MI-2100 PV

MANUAL DE INSTRUÇÕES
MEGÔMETRO SOLAR DIGITAL COM BLUETOOTH

Instructions Manual | Digital Solar Insulation Tester with Bluetooth

Manual de Instrucciones | Megómetro Solar Digital con Bluetooth

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

SUMÁRIO

1) INTRODUÇÃO 3
2) ACESSÓRIOS 4
3) INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA 5
4) REGRAS PARA OPERAÇÃO SEGURA 6
5) SÍMBOLOS ELÉTRICOS INTERNACIONAIS 8
6) ESTRUTURA DO INSTRUMENTO 9
A. Display 10
B. Teclas de Funções 11
7) MODO DE OPERAÇÃO 15
A. Preparação do instrumento para os Testes 15
B. Medição de Tensão 17
C. Medição Convencional de Isolação 19
D. Métodos Convencionais de Conexão 24
E. Medição de Isolação Fotovoltáica (PV) 26
F. Métodos de Conexão Fotovoltáico (PV) 33
G. Conexão Bluetooth 34
8) SOFTWARE 35
9) ESPECIFICAÇÕES 36
A. Especificações Gerais 36
B. Especificações Elétricas 37
10) MANUTENÇÃO 40
A. Serviço Geral 40
B. Troca de Bateria 40
11) GARANTIA 42
12) CERTIFICAÇÃO ANATEL 44

1) INTRODUÇÃO

Este manual de instruções aborda as informações de segurança e precauções necessárias. Por favor, leia atentamente as informações apresentadas e observe rigorosamente todas as advertências e notas.

⚠ Advertência

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

O **Modelo MI-2100PV** (Daqui em diante referido apenas como instrumento) é um Megômetro Digital Solar que pode ser utilizado para medir a isolação em sistemas fotovoltaicos energizados (máx. 1000VDC) e isolação convencional (desenergizado), além de identificar automaticamente tensão AC/DC. Possui diversas funções, como por exemplo a medição por etapas de tensão, transmissão via USB e Bluetooth, descarga automática, aviso de alta tensão, operação remota por pontas de prova, entre outras. Amplamente utilizado para testar a isolação em diversos equipamentos, como painéis fotovoltaicos, sistemas de armazenamento de energia em baterias, entre outros.
Possuí um Módulo Bluetooth integrado para conectar ao seu Smartphone e através do aplicativo **Minipa Link** controlar as funções, gerar gráficos e tabelas com bases nas medições e criar relatórios personalizados para analises detalhadas.

2) ACESSÓRIOS

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

Item	Descrição	Quantidade
1	Manual do usuário	1 unidade
2	Cabos Banana/Banana	1 par
3	Garra Jacaré	1 par
4	Ponta de Prova tipo Lanterna	1 par
5	Ponta de Prova com Botão de Acionamento	1 unidade
6	Conectores MC4 (Macho e Fêmea)	1 par
7	Cabo USB-C	1 unidade
8	Alça para Transporte	1 unidade
9	Maleta para Transporte	1 unidade

Se algum item estiver faltando ou danificado, entre em contato com o revendedor imediatamente.

3) INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA

Este instrumento está de acordo com os padrões IEC 61010, categoria de sobretensão CAT III 600V e CAT II 1000V, dupla isolação, em grau de poluição 2.

CATEGORIA DE SOBRETENSÃO II
Equipamento da CATEGORIA DE SOBRETENSÃO II é o equipamento consumidor de energia fornecida por uma instalação fixa.
Nota: Exemplos incluem aparelhos domésticos, de escritório e laboratoriais.

CATEGORIA DE SOBRETENSÃO III
Equipamento da CATEGORIA DE SOBRETENSÃO III é o equipamento em instalações fixas.
Nota: Exemplos incluem chaves em instalações fixas e alguns equipamentos para uso industrial com conexão permanente a uma instalação fixa.

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

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

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

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

4) REGRAS PARA OPERAÇÃO SEGURA

⚠ Advertência ⚠ Cautela

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

- **Antes de usar o instrumento, inspecione o gabinete. Não utilize o instrumento se estiver danificado ou se o gabinete (ou parte dele) estiver removido. Observe por rachaduras ou perda de plástico, e preste atenção na isolação ao redor dos conectores.**
- **Inspecione as pontas de prova contra danos na isolação ou metais expostos. Verifique a continuidade das pontas de prova em um multímetro calibrado. Troque as pontas de prova danificadas por modelos idênticos ou de mesma especificação antes de usar o instrumento.**
- **Não aplique uma tensão maior do que a especificada, marcada no instrumento ou indicada no manual, entre os terminais ou entre qualquer terminal e o terra.**
- **Utilize os terminais, a função e a faixa apropriados para sua medição.**
- **Cumpra as regulamentações de segurança locais e nacionais ao trabalhar em locais perigosos.**
- **Ao utilizar as pontas de prova, mantenha seus dedos atrás das barreiras de proteção.**
- **Antes de realizar medições, deixe o instrumento ligado por mais que 30s.**
- **Ao efetuar medições, mantenha as duas mãos na parte isolada das pontas de prova e evite contato com potencial terra. Use, por exemplo, calçados com solados de borracha para isolar seu corpo.**
- **Sempre conecte primeiro a ponta de prova comum (preta) e, em seguida, a ponta de prova "viva" (vermelha). Para desconectar, faça o contrário.**
- **Troque a bateria assim que o indicador de bateria fraca aparecer. Com uma bateria fraca, o instrumento pode produzir leituras falsas e resultar em choques elétricos e ferimentos pessoais.**
- **Remova as pontas de prova do instrumento e desligue-o antes de abrir o gabinete do instrumento.**
- **Não armazene ou use o instrumento em ambientes:**
  - **Com forte campo eletromagnético;**
  - **Com alta temperatura e/ou alta umidade;**
  - **Inflamáveis ou explosivos.**

- **Em ambientes com fortes campos eletromagnéticos, o instrumento pode não operar nas condições normais.**
- **O circuito interno do instrumento não deve ser alterado para evitar danos ao instrumento e/ou eventuais acidentes.**
- **Caso o instrumento apresente algum defeito ou mau funcionamento, não o utilize, pois a proteção pode ter sido afetada. Envie o instrumento para manutenção o mais rápido possível.**
- **Use um pano macio e detergente neutro para limpar a superfície do instrumento. Não use produtos abrasivos ou solventes para evitar corrosão ou danos ao instrumento.**
- **Retire a bateria caso o instrumento não seja utilizado por um longo período. Baterias podem vazar e o líquido danificará o instrumento**
- **Para prolongar a vida útil do equipamento, verifique a bateria periodicamente.**
- **Não pressione o botão TEST se os cabos de teste não estiverem conectados.**
- **Em medições CAT III/CAT IV, certifique-se que o cap protetivo da ponta de prova esteja firmemente encaixado para evitar acidentes durante a medição. Em medições CAT II, essa proteção pode ser removida para acessar condutores embutidos, como tomadas na parede.**
- **Não meça tensões superiores a 600V AC ou 1000V DC.**
- **Durante e após o teste de isolação, evite contato com o circuito medido para evitar choque elétrico.**
- **Nunca conecte ou encurte os cabos durante um teste de isolação, pois isso pode comprometer a medição ou danificar o Instrumento.**
- **Evite contato com o circuito testado. Não toque no circuito medido durante ou após o teste de isolação para evitar choques elétricos.**
- **Não conecte ou cause curto-circuito nos cabos de teste durante o teste de isolação. Uma operação incorreta pode interromper o teste, danificar o testador ou o objeto testado. O extremo superior do cabo pode gerar descarga elétrica, e isso pode prejudicar o desempenho do produto.**

5) SÍMBOLOS ELÉTRICOS INTERNACIONAIS

Termos que podem aparecer neste manual de instruções:

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

6) ESTRUTURA DO INSTRUMENTO

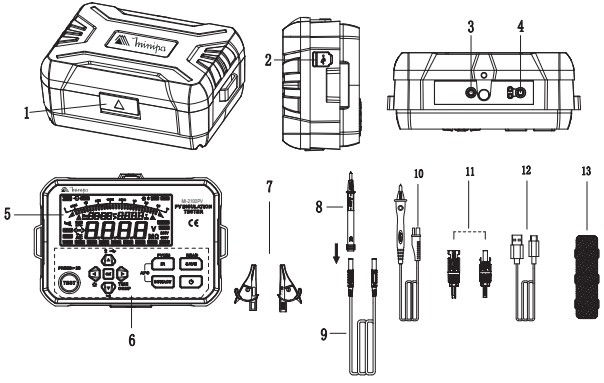


Figura 1

1. Abertura da tampa protetora.
2. Interface USB Tipo-C.
3. EARTH: Terminal de medição de alta resistência (cabo preto de conexões simples).
4. LINE: Terminal de saída de alta tensão (cabo de teste com botão de acionamento).
5. Display LCD.
6. Teclas funcionais.
7. Garras jacaré.
8. Ponta de prova tipo lanterna.
9. Cabo Banana/Banana.
10. Cabo de teste com botão de acionamento.
11. Conectores MC4 (macho e fêmea).
12. Cabo USB Tipo-C.
13. Alça para transporte.

A. Display

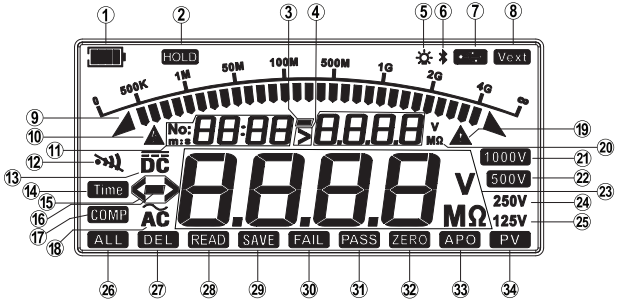


Figura 2

1. Indicador de Bateria.
2. Congelamento de dados (Data Hold).
3. Indicação de Leitura Negativa.
4. Indicação de Leitura Maior.
5. Indicação de Luz de Fundo.
6. Comunicação Bluetooth.
7. Comunicação USB-C.
8. Tensão externa energizada.
9. Gráfico de barras analógico para teste de isolação.
10. Alerta de alta tensão.
11. Armazenamento (No:) e dados de tempo em minutos e segundos (m:s)
12. Indicador sonoro (buzzer).
13. Modo de teste de tensão DC.
14. Configuração de tempo.
15. Indicação de medição fora do intervalo.
16. Indicação de Leitura Negativa.
17. Modo de medição e configuração comparativa de resistência.
18. Modo de teste de tensão AC.
19. Aviso ou alerta.
20. Tensão terminal no modo de medição de resistência; valor de resistência comparativa configurado.
21. Posição de tensão nominal de 1000V para teste de isolação.
22. Posição de tensão nominal de 500V para teste de isolação.
23. Resultado da medição de isolação ou tensão AC/DC.

24. Posição de tensão nominal de 250V para teste de isolação.
25. Posição de tensão nominal de 125V para teste de isolação.
26. Deletar de todos os dados armazenados.
27. Deleção de um único dado armazenado.
28. Leitura dos dados armazenados.
29. Salvamento de dados.
30. Teste comparativo de isolação reprovado (FAIL).
31. Teste comparativo de isolação aprovado (PASS).
32. Ajuste de zero na medição de baixa resistência.
33. Auto Power OFF (Desligamento automático).
34. Medição de isolação PV (fotovoltaica).

B. Teclas de Funções

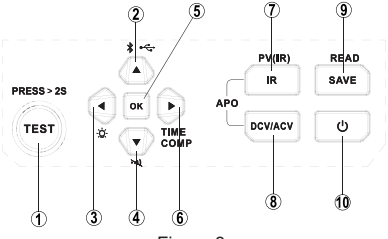


Figura 3

1. Tecla “ TEST ”

1. Inicia e interrompe a medição.
2. Mantenha pressionado por 2 segundos para iniciar a medição; pressione rapidamente para interromper.
3. A tecla ⛔ permanece iluminada durante a medição.
4. Durante acionamento pela ponta de prova, essa tecla permanece iluminada demonstrando que o instrumento está em operação.

2. Tecla “ ▲ ”

1. Em medição de isolação ou PV (sem saída de alta tensão), pressione para aumentar o nível da tensão de teste.
2. No modo READ, pressione para visualizar o próximo conjunto de dados.
3. No ajuste de tempo, pressione para aumentar o tempo.

4. No ajuste de resistência comparativa, pressione para aumentar a resistência.
5. Mantenha pressionado para alternar entre os modos:

   - Modo de Transmissão USB (aparece o símbolo no Display).
   - Modo de Exportação de Todos os Dados USB (o símbolo pisca); pressione [OK] para exportar).
   - Modo de Transmissão Bluetooth (aparece o ícone Bluetooth).
   - Modo de Upload Simultâneo (Bluetooth e USB exibidos simultaneamente).
   - Modo padrão (sem transmissão de dados).

3. Tecla “ ”

1. No estado de medição de isolação ou PV (sem saída de alta tensão), pressione para diminuir gradualmente a tensão de saída.
2. No ajuste de tempo ou resistência, esta tecla atua como cursor para ajustar os dígitos.
3. No modo de leitura de dados, pressione para selecionar DEL (excluir dados atuais), ALL (excluir todos os dados) ou manter o estado READ.
4. Mantenha pressionado por mais de 2 segundos para ativar ou desativar manualmente a Luz de fundo. A luz de fundo acende automaticamente ao ligar o instrumento e desliga após 30 segundos. Caso seja ligada manualmente, permanecerá acesa por 2 minutos de inatividade.

4. Tecla “ ”

1. No estado de medição de isolação ou PV (sem saída de alta tensão), pressione para selecionar uma tensão de saída nominal mais baixa.
2. No modo READ, pressione para visualizar conjunto de dados anterior.
3. No ajuste de tempo, pressione para diminuir o tempo.
4. No ajuste de resistência comparativa, pressione para diminuir a resistência.
5. Mantenha pressionado por mais de 2 segundos para ativar ou desativar o som do buzzer (modo silencioso).

5. Tecla “[OK]” (confirmação de parâmetros)

1. No estado sem medição, pressione rapidamente para confirmar a configuração e sair do ajuste atual.
2. Mantenha pressionado para confirmar a exclusão de um conjunto de

dados, a exclusão de todos os dados e a entrada no “Modo de Exportação de Todos os Dados USB”.

6. Tecla “  **”**

1. No estado de medição de isolação ou PV (sem saída de alta tensão), pressione para aumentar gradualmente a tensão de saída.
2. No ajuste de tempo ou resistência, esta tecla atua como cursor para ajustar os dígitos.
3. No modo de medição de isolação, mantenha pressionado por mais de 2 segundos para alternar entre REC, CONT e modo contínuo.

7. Tecla “ 

”

Esta tecla é utilizada para testar a isolação. O modo padrão é o teste contínuo (posição: 125V) de isolação convencional. Mantenha pressionado para alternar para o modo de teste de isolação fotovoltaico (PV (IR)), exibindo o símbolo PV no Display. Pressione rapidamente para retornar ao modo convencional.

8. Tecla “ 

”

Utilizada para medição de tensão AC/DC. No modo de medição de isolação, pressione rapidamente esta tecla para alternar para o modo de medição de tensão AC/DC. O instrumento identifica automaticamente a tensão AC/DC.

9. Tecla “ 

”

Pressione rapidamente para salvar os dados exibidos no momento. Quando o Display exibir “No: 1000”, o símbolo piscará a uma frequência de 1 Hz, indicando que o armazenamento está cheio. Caso novos dados sejam salvos sem limpar os anteriores, o conjunto mais antigo será substituído pelo mais recente. Mantenha pressionado por mais de 2 segundos para entrar no modo REC (leitura de dados). Para sair desse modo, mantenha pressionado novamente ou pressione uma tecla de função principal.

No modo de leitura, use as teclas de seta para cima/baixo para navegar rapidamente pelos dados. No modo de leitura convencional, pressione a seta para a esquerda para selecionar DEL (excluir dados atuais), ALL (excluir todos os dados) ou manter o estado padrão REC. Mantenha pressionado OK para confirmar a exclusão.

10. Tecla “  ”

Mantenha pressionado esta tecla por mais de 2 segundos para ligar o instrumento (todos os segmentos do Display serão exibidos por um segundo). Mantenha pressionado novamente para desligá-lo.

11. Auto Power Off (APO)

Com o instrumento ligado, pressione simultaneamente as teclas  e  para ativar ou desativar esta função, que está ativada por padrão ao ligar o instrumento.

7) MODO DE OPERAÇÃO

A. Preparação do instrumento para os Testes

1. Abra a tampa protetora e pressione a tecla [⏻] por mais de 2 segundos para ligar o instrumento. O Display exibirá todos os segmentos por cerca de um segundo e, em seguida, o instrumento entrará no estado padrão. Verifique se ele liga normalmente e se todos os segmentos do Display estão funcionando corretamente. Caso o instrumento apresente falhas, identifique o problema e entre em contato com o suporte técnico.

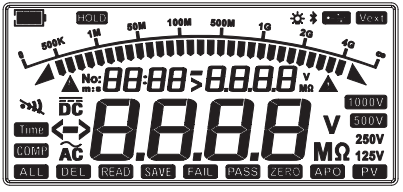


Figura 4

2. Se o símbolo de bateria indicar que a carga está no “Nível 1”, significa que a bateria está quase descarregada, sendo necessário substituí-la em breve. Se o símbolo indicar “Nível 0”, a bateria não possui energia suficiente para o funcionamento do instrumento e deve ser substituída imediatamente.

A relação entre o símbolo da bateria e a tensão correspondente está na tabela abaixo:

Nível da Bateria	Símbolo da Bateria	Tensão da Bateria
Nível 0		≤8,00 V (Pisca por 10 segundos a 2Hz, depois desliga.
Nível 1		8,05 ~ 8,30 V
Nível 2		8,35 ~ 8,60 V
Nível 3		8,65 ~ 8,90 V
Nível 4		>8,95 V

3. Se os cabos de teste estiverem em boas condições, conecte o cabo preto ao terminal EARTH e a ponta de prova com botão de acionamento ao terminal LINE.

4. Conecte a garra jacaré ou a ponta de prova formato lanterna ao respectivo cabo de teste da mesma cor (conexão conforme a cor correspondente).

5. Para a medição convencional de isolação, faça um curto entre a ponta de prova com botão de acionamento e a extremidade superior do cabo preto. Em seguida, pressione a tecla (TEST) para verificar se a resistência interna do cabo de teste é aproximadamente 0MΩ. Caso o valor medido seja superior a 0MΩ, verifique se a conexão do cabo ao terminal está correta e se há algum dano interno nos cabos de teste.

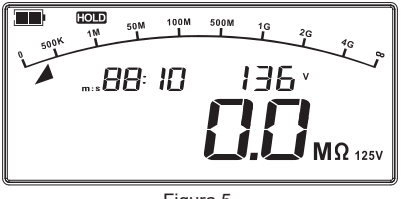


Figura 5

⚠ **Advertência:**
Se os cabos de teste apresentarem danos, como rompimentos, riscos ou trincas, suspenda imediatamente o uso.

B. Medição de Tensão

Pressione rapidamente a tecla **"DCV/ACV"** para entrar no modo de medição automática de tensão AC/DC. A interface padrão é mostrada na figura abaixo:



Figura 6

Conecte a ponta de prova vermelha ao terminal **"LINE"** e a ponta de prova preta ao terminal **"EARTH"**. Em seguida, conecte as garras jacaré vermelha e preta ao circuito a ser medido. A medição de tensão AC de 220V será exibida conforme ilustrado na figura abaixo:

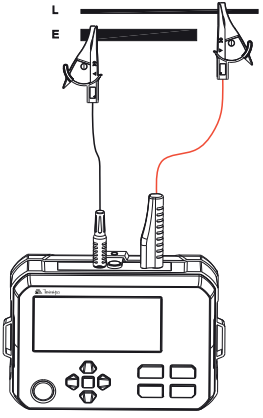


Figura 7



Figura 8

Se a ponta de prova vermelha indicar uma tensão negativa ao medir a tensão DC, o símbolo negativo "-" será exibido no Display, conforme mostrado na figura abaixo:



Figura 9

⚠ Advertência ⚠ Cautela

Não meça tensões superiores a 600V AC ou 1000V DC. O instrumento pode exibir tensões ligeiramente superiores (até 5%), mas medições além desses valores podem danificar o equipamento.

Tome precauções extras para evitar choques elétricos ao medir tensões elevadas. Após concluir todas as medições, desconecte as pontas de prova do circuito medido e remova-as do terminal de entrada do instrumento.

C. Medição Convencional de Isolação

Formula: R = V/I (Lei de Ohm)

R: Medida da Resistência de Isolação

V: Tensão de Saída

I: Medida do Loop de Corrente

⚠ Advertência ⚠ Cautela

Antes de realizar a medição, utilize luvas isolantes apropriadas para a categoria de medição e tome todas as medidas de segurança necessárias.

Certifique-se de que não há tensão presente no objeto a ser medido. Não realize a medição da isolação em equipamentos ou circuitos energizados no modo convencional de teste de isolamento.

As pontas de prova devem estar corretamente conectadas ao objeto em teste. Antes de pressionar a tecla (TEST), suas mãos devem estar afastadas das garras de teste. Nunca curto-circuite as duas pontas de prova durante o teste (quando o instrumento estiver operando com alta tensão) ou tente medir a isolação logo após a aplicação de alta tensão. Isso pode causar danos ao instrumento, incêndio ou risco de lesões pessoais.

1. Medição Contínua de Isolação

Após ligar o instrumento, ele entra automaticamente no modo padrão de medição contínua de isolação com tensão ajustada para 125V. Conecte as pontas de prova ao objeto a ser testado. Utilize as teclas (▲) e (▼) para selecionar a alta tensão desejada. Utilize as teclas (◀) e (▶) para ajustar a tensão em etapas finas.

Nota:

Após a inicialização, a Luz de fundo será ativada e a função **APO** (Auto Power Off) estará habilitada por padrão.

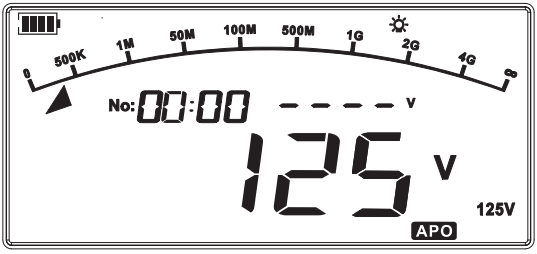


Figura 10

Pressione a tecla TEST para iniciar o teste. Durante a medição, o Display exibirá o nível de carga da bateria, símbolo de alerta de alta tensão, o símbolo de buzzer piscando juntamente com um aviso sonoro, o valor da tensão de saída em tempo real, a isolação medida (antes da exibição do resultado final, o símbolo ---- irá piscar), o gráfico de barras correspondente ao teste e o tempo de medição contínua (a contagem começa quando a tecla TEST é acionada).

Nota:
Durante o teste, o tempo de medição será exibido na zona de armazenamento de dados e tempo no Display. Ao iniciar a contagem do tempo, o Display primeiro exibirá o número do dado salvo e, em seguida, alternará para a exibição do tempo decorrido.

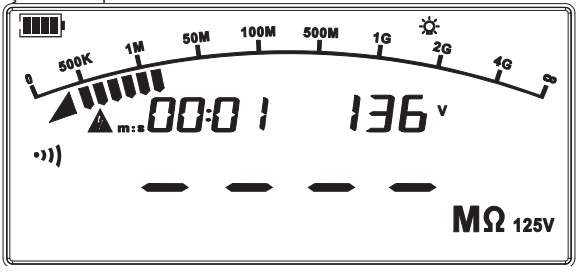


Figura 11

Para interromper o teste, pressione novamente a tecla (TEST). Isso resultará em:

- O desligamento da tensão de teste da isolação.
- O desligamento do indicador de medição.
- A descarga automática da carga elétrica armazenada (capacitância de descarga de 0,2μF) em alta velocidade.
- A retenção dos dados de medição no Display.

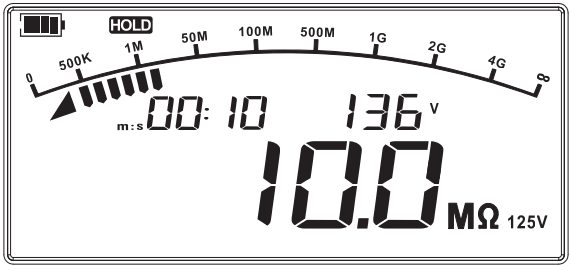


Figura 12

2. Medição de Isolação com Tempo Programado

No modo de teste de isolação, sem saída de alta tensão, pressione a tecla ▶ para selecionar o modo de medição com tempo programado. Nesse modo, o símbolo TIMER aparecerá no Display, e o tempo padrão de contagem regressiva "05:00" começará a piscar (o dígito das unidades dos minutos pisca por padrão), indicando que o tempo pode ser ajustado.

1. Pressione rapidamente as teclas ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado.
2. Pressione as teclas ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito selecionado.
3. Pressione a tecla OK para confirmar e salvar a configuração ou pressione uma tecla de função principal para cancelar.

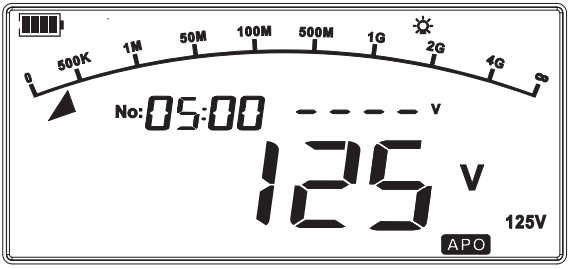


Figura 13

Pressione a tecla TEST para iniciar a medição. A contagem regressiva será iniciada. Quando o tempo programado for atingido, o teste será interrompido automaticamente, a luz indicadora de teste será desligada, o instrumento descarregará a eletricidade automaticamente em alta velocidade e os dados da medição permanecerão exibidos no Display.

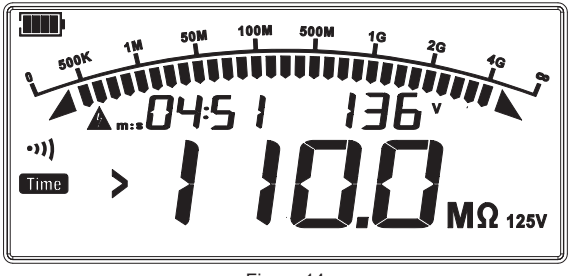


Figura 14

3. Medição Comparativa de Isolação

No modo de teste de isolação, sem saída de alta tensão, mantenha pressionado a tecla ▶ duas vezes para selecionar o modo de medição comparativa de resistência. O símbolo COMP será exibido no Display. A resistência comparativa padrão será de 10,00MΩ.

1. Pressione rapidamente as teclas ◀ e ▶ para selecionar o dígito a ser ajustado.
2. Pressione as teclas ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito selecionado.
3. Pressione a tecla OK para confirmar e salvar a configuração ou pressione qualquer tecla de função principal para cancelar.

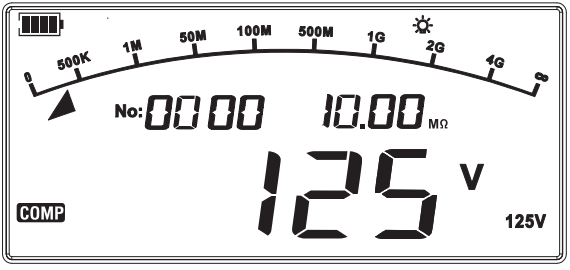


Figura 15

Pressione a tecla TEST para iniciar a medição. O Display exibirá os símbolos correspondentes e o resultado do teste. Se a isolação medida for inferior à resistência predefinida, o Display exibirá FAIL. Caso contrário, será exibido PASS.

Para interromper o teste, pressione rapidamente a tecla TEST. Isso desligará a tensão de teste da isolação, apagará a luz indicadora, descarregará automaticamente a eletricidade armazenada e manterá os dados da medição no Display.

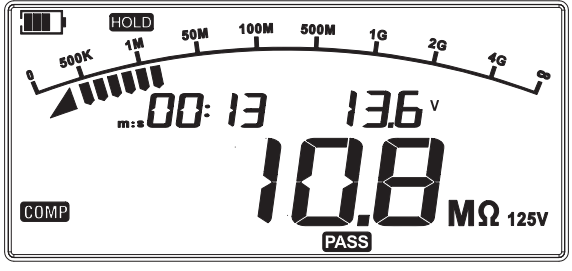


Figura 16

D. Métodos Convencionais de Conexão

1. Teste de Isolação Convencional em Cabos

Para medir a isolação convencional, utilize o método de dois fios. Devido à existência de corrente de fuga na superfície da camada de isolamento interno próxima à extremidade do cabo, essa corrente também será captada pelo terminal “~” do instrumento. Isso pode resultar em uma leitura inferior ao valor real da isolação, conforme ilustrado na figura ao lado:

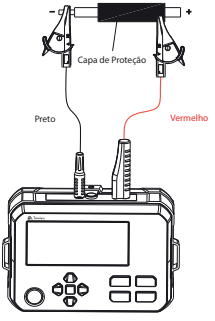


Figura 17

2. Teste de Isolação Convencional de Transformadores

Medição da isolação entre o enrolamento primário e o terra do enrolamento secundário.

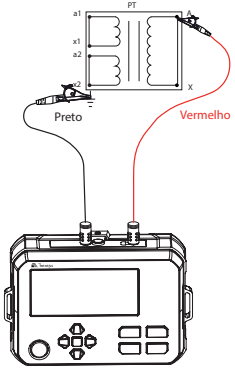


Figura 18

Medição da isolação entre o terra do enrolamento primário e o enrolamento secundário.

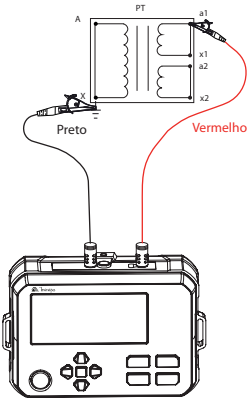


Figura 19

Medição da isolação entre os enrolamentos secundários.

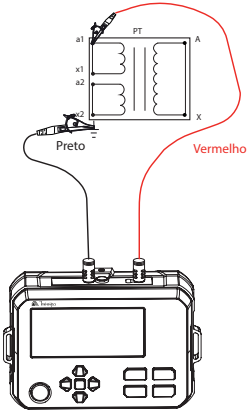


Figura 20

E. Medição de Isolação Fotovoltáica (PV)

O instrumento pode medir corretamente a isolação entre o painel solar e o aterramento, sem interferência da geração de energia.

1. Aplica-se uma tensão V ao painel solar em teste.
2. Mede-se a tensão aplicada V e a corrente de fuga I que passa pela placa solar.
3. A resistência Rx do objeto é calculada conforme a fórmula: Rx = V / (I1 + I2), subtraindo a tensão e a corrente geradas pela própria placa solar.

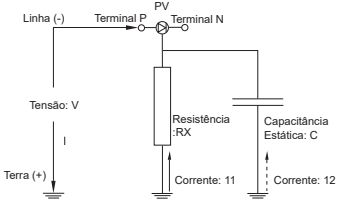


Figura 21

⚠ Advertência ⚠ Cautela

No modo PV, se o instrumento detectar uma tensão AC ou uma tensão superior a 1000V DC, o buzzer emitirá um som contínuo, a Luz de fundo piscará a 1 Hz e o Display também piscará a 1 Hz. O instrumento não poderá medir a isolação se houver tensão AC ou uma tensão superior a 1000V DC.

Nunca meça objetos energizados em AC/DC no modo convencional de teste de isolação, pois isso pode danificar o instrumento ou causar ferimentos. Sempre desconecte a alimentação do objeto antes do teste.

As células solares geram energia durante o dia e podem produzir tensões perigosas. Tome precauções contra choques elétricos ao realizar medições no modo PV.

Não toque em partes metálicas da caixa de conexões ou do disjuntor, pois pode haver risco de choque elétrico devido à geração de energia.

A tensão máxima entre os terminais é de 1000V DC ou 600V AC. Nunca meça equipamentos com tensões superiores a esses valores, pois isso pode resultar em choques elétricos ou falhas no instrumento.

Para medir circuitos de instrumentos cujo valor de portabilidade de tensão seja menor que a tensão de teste ou circuitos de componentes com portabilidade desconhecida, remova o instrumento ou componente do circuito antes da medição.

O painel solar possui uma capacitância estática elevada em relação ao

terra, o que pode fazer com que o valor de medição demore mais para se estabilizar.
Nunca meça a isolação de um painel solar defeituoso, pois isso pode danificar o diodo de bypass conectado ao painel.
A medição não será realizada corretamente se a tensão de circuito aberto do string fotovoltaico ou a tensão energizada do objeto em teste for maior que a tensão de teste do instrumento. No modo PV 500V, use apenas se a tensão de circuito aberto for inferior a 500V; no modo PV 1000V, use apenas se a tensão de circuito aberto for inferior a 1000V.
A isolação é calculada pela razão entre a tensão aplicada e a corrente de fuga. O valor exibido pode ser instável devido às características do objeto em teste, o que não indica um defeito no instrumento.
Ao utilizar a função de medição PV, um resistor limitador de corrente de 1MΩ é conectado ao terminal EARTH. Isso faz com que a tensão de saída seja dividida entre 1MΩ e a resistência do terminal de medição. Por exemplo, ao medir uma resistência de 10MΩ, a tensão de saída será dividida proporcionalmente.

Preparação para Medição

1. Para medir um painel solar, desligue o disjuntor geral (1) da caixa de conexão e desconecte o regulador de potência.
2. Desligue o disjuntor (2) de todas as strings.
3. Caso haja um para-raios no caminho da medição, desconecte-o antes do teste.

Na situação ilustrada na figura 22, não há para-raios no lado da string do disjuntor, portanto, a desconexão do para-raios não é necessária.

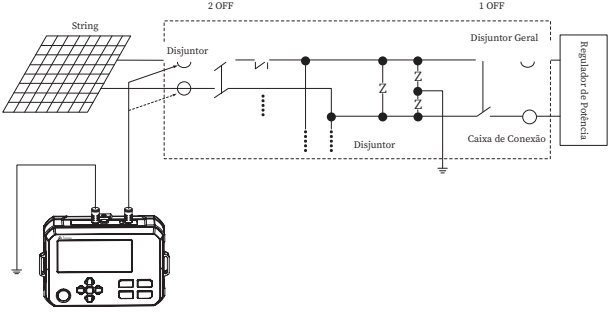


Figura 22

Procedimento de Medição

1. Certifique-se de que a tecla TEST não esteja pressionada e que o botão da ponta de prova por acionamento também não esteja acionado.
2. Selecione o modo de teste de isolação fotovoltaico (PV).
3. Utilize as teclas ▲ e ▼ para selecionar a posição de 500V (padrão) ou 1000V e ajuste a tensão em etapas menores com as teclas ◀ e ▶.
4. Conecte a ponta de prova preta ao terminal de aterramento.
5. Conecte a ponta de prova com botão de acionamento ao terminal P da string (ou utilize os conectores MC4 juntamente com a ponta de prova).
6. Pressione a tecla TEST para iniciar a medição. O instrumento calculará automaticamente os dados e exibirá os resultados no Display.
7. Após a conclusão do teste, pressione a tecla TEST novamente para interromper a medição. O instrumento iniciará automaticamente a descarga da eletricidade armazenada, piscando os símbolos de alta tensão e aviso de segurança.

⚠ Advertência

Como o painel solar continua gerando tensão, o símbolo de alta tensão permanecerá exibido após a descarga. NUNCA encoste nos fios energizados.

Após a Medição

1. Meça a isolação de todas as strings e, em seguida, remova a ponta de prova preta do terminal de aterramento.
2. Caso tenha sido desconectado, recoloque o para-raios.
3. Ligue novamente os disjuntores de todas as strings.
4. Restaure a posição do disjuntor principal da caixa de conexão.

1. Medição Contínua de Isolação Fotovoltaica (PV)

Por padrão, o instrumento inicia no modo de medição contínua (posição: 125V) da isolação convencional. Mantenha pressionado a tecla “IR” por cerca de 2 segundos para alternar para o modo “PV (IR)”. No modo “PV (IR)”, a posição padrão exibida no Display será de 500V. Utilize as teclas ▲ e ▼ para selecionar a tensão de saída e as teclas ◀ e ▶ para ajustes finos da tensão.

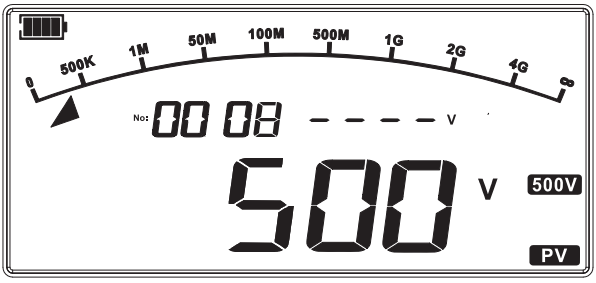


Figura 23

Conecte as pontas de prova ao objeto em teste e pressione a tecla TEST para iniciar a medição. O Display exibirá os resultados do teste juntamente com os símbolos correspondentes.

Nota: Antes de iniciar a medição, o instrumento detecta automaticamente a presença de tensão externa. Se a tensão detectada ultrapassar 1000V DC ou o valor da posição selecionada, nenhuma saída de alta tensão será gerada, o Display piscará e o buzzer emitirá um som contínuo.
Se a medição for normal, a tensão real no terminal do equipamento será exibida no Display.

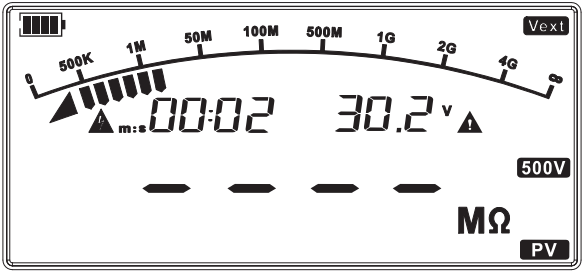


Figura 24

Pressione a tecla TEST para interromper a medição. A tensão de teste da isolação será desligada, a luz indicadora de medição será apagada, o instrumento descarregará a eletricidade automaticamente em alta velocidade

e o Display manterá as informações e dados da medição.

Nota: Como a tensão externa energizada excede 25V após a conclusão do teste, o símbolo de tensão externa e a tensão do terminal serão exibidos na interface , enquanto o símbolo de alta tensão e o aviso de segurança continuarão piscando.

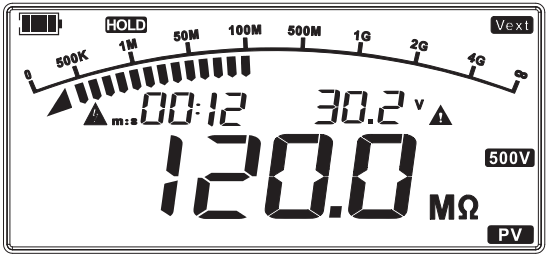


Figura 25

2. Medição de Isolação Fotovoltáico (PV) com Tempo Programado

No modo de teste de isolação fotovoltaico (PV), sem saída de alta tensão, mantenha pressionado a tecla para selecionar o modo de medição com tempo programado (TIME). O tempo padrão é “05:00”. Em seguida:

- Pressione rapidamente as teclas e para selecionar o dígito a ser ajustado.
- Pressione as teclas e para modificar o valor do dígito selecionado.
- Pressione a tecla para confirmar e salvar a configuração ou pressione uma tecla de função principal para cancelar.

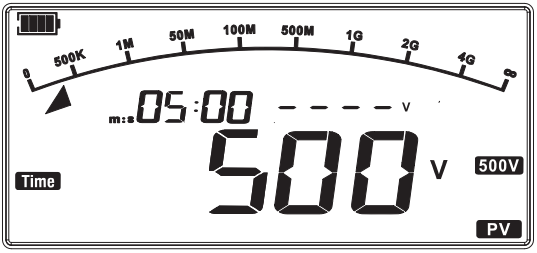


Figura 26

Pressione a tecla TEST para iniciar o teste. O Display exibirá os símbolos correspondentes e o resultado da medição.

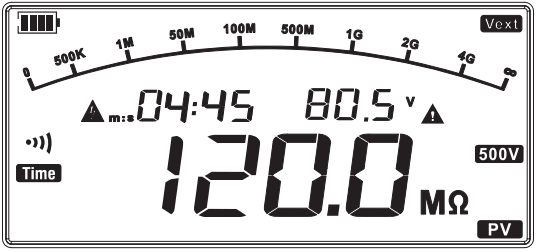


Figura 27

Quando o tempo programado for atingido, o teste será interrompido automaticamente. A luz indicadora de medição será apagada, o instrumento descarregará a eletricidade automaticamente em alta velocidade e o Display manterá as informações e dados da medição.

3. Medição Comparativa de Isolação Fotovoltaico (PV)

No modo de teste de isolação fotovoltaico e sem saída de alta tensão, pressione e segure a tecla ▷ duas vezes para selecionar o modo de medição comparativa de resistência (COMP). A resistência comparativa padrão é de 10,00MΩ. Em seguida:

- Pressione rapidamente as teclas ◁ e ▷ para selecionar o dígito a ser

ajustado.

- Pressione as teclas ▲ e ▼ para modificar o valor do dígito selecionado.
- Pressione a tecla OK para confirmar e salvar a configuração ou pressione uma tecla de função principal para cancelar.

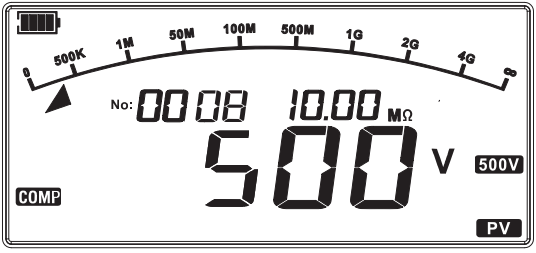


Figura 28

Pressione a tecla TEST para iniciar a medição. O Display exibirá os símbolos correspondentes e o resultado da medição. Se a isolação medida for inferior à resistência predefinida, o Display exibirá FAIL. Caso contrário, será exibido PASS.

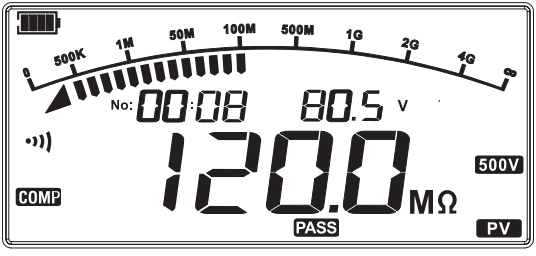


Figura 29

Pressione rapidamente a tecla TEST para interromper a medição. A tensão de teste da isolação será desligada, a luz indicadora de medição será apagada, o instrumento descarregará a eletricidade automaticamente em alta velocidade e o Display manterá os símbolos correspondentes da medição.

F. Métodos de Conexão Fotovoltáico (PV)

De acordo com a **Norma IEC 62446-1**, existem dois métodos para testar a isolação de sistemas fotovoltaicos. O teste pode ser realizado utilizando um dos seguintes métodos, cujas características são descritas abaixo:

1. Medição entre P e N no estado de circuito aberto:

Este método descreve a função de medição **PVΩ**. Como a tensão de teste pode ser influenciada pela tensão do arranjo fotovoltaico, os resultados da medição podem, ocasionalmente, não ser precisos. Além disso, procedimentos incorretos podem causar danos ao painel solar.
Conforme ilustrado na figura 30, quando ocorre fuga devido a falha de aterramento, o instrumento será afetado pela corrente gerada pela produção de energia. Isso pode impedir que medidores de resistência convencionais realizem medições adequadas. No entanto, no modo de medição **PVΩ** do instrumento, é possível realizar as medições corretamente, sem interferências.

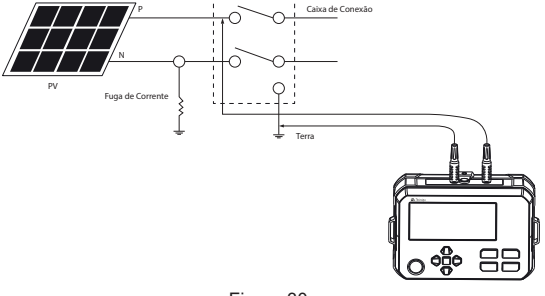


Figura 30

2. Medição entre P e N no estado de circuito fechado (curto-circuito):

Realize a medição entre P e N no estado de circuito fechado quando o painel solar não estiver gerando energia, como à noite ou em outras situações similares. Ao realizar o teste de isolação no circuito do arranjo fotovoltaico, certifique-se de preparar um interruptor que suporte a corrente de curto-circuito do arranjo fotovoltaico, devido à alta tensão presente durante o dia. Curte os terminais de saída do arranjo fotovoltaico utilizando o interruptor de curto-circuito e, em seguida, realize o teste no modo de medição PVΩ do Testador.

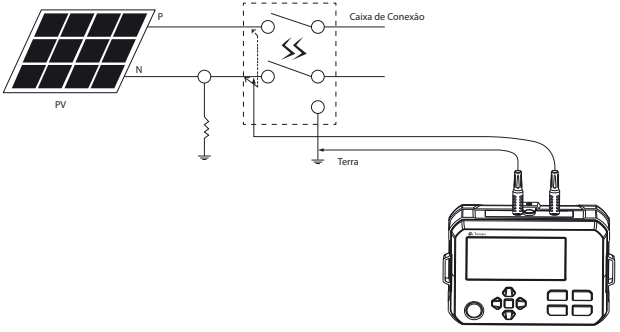


Figura 31

3. Teste em estado úmido:

Caso os métodos acima não produzam resultados precisos, realize o teste de isolação em um estado úmido. A metodologia de teste em estado úmido é similar aos métodos anteriores, mas será necessário pulverizar uma mistura de água e sabão comum na superfície do equipamento antes do teste. Isso simula as condições de isolamento do sistema em situações de chuva ou condensação.

Nota: Antes de realizar o teste, inspecione a área do arranjo fotovoltaico para garantir que todas as partes (incluindo a frente, a traseira e as bordas do módulo), bem como as caixas de conexão e os cabos, estejam molhadas.

G.Conexão Bluetooth

1. Ligue o instrumento.
2. Pressione e segure a tecla (4) por aprox. 2s, repita isso 3 vezes.
3. O Símbolo de “Bluetooth” piscará no Display até que a conexão seja feita.
4. Abra o aplicativo Minipa Link em seu Smartphone e siga os passos informado na tela para se conectar ao instrumento.
5. Ao conectar o símbolo de “Bluetooth” se manterá no Display.

Nota: O aplicativo Minipa Link pode ser baixado na Google Play Store ou na App Store.

8) SOFTWARE

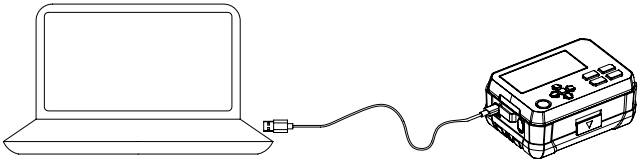


Figura 32

Para baixar o software, acesse nosso site www.minipa.com.br e entre na página do produto para ter acesso ao software do instrumento.

1. Ligue o instrumento.
2. Mantenha pressionado a tecla por aprox. 2 segundos.
3. O Símbolo de “USB” aparecerá no Display.
4. Consulte a seção “Teclas de Funções” na página 11 para mais informações.
5. Nesse momento, os dados do instrumento estarão disponíveis para comunicação via USB.
6. Execute o software no computador e clique na opção “Connect”. A comunicação USB será estabelecida e os dados do instrumento serão exibidos no PC.

Nota:
Os dados exibidos no PC não podem ser transmitidos de volta para o instrumento.

9) ESPECIFICAÇÕES

A. Especificações Gerais

- **Display:** Display Segmentado de Alta Definição (LCD);
- **Indicação de Bateria Fraca:** O Display indicará com o símbolo “ ▭ ”;
- **Indicação de Sobrefaixa:** O Display indicará com o símbolo “OL”;
- **Taxa de Amostragem:** 3 vezes por segundo;
- **Barra Gráfica:** 31 Segmentos;
- **Mudança de Faixa:** Automática/Manual;
- **Indicador de polaridade:** Automática;
- **True RMS:** AC;
- **Desligamento Automático/Auto Power OFF (APO):** Aprox. 10 minutos;
- **Corrente de Curto-Circuito de Saída:** <1,5mA;
- **Medição com Tempo Programado;**
- **Medição Comparativa de Resistência;**
- **Memoria:** 1000 Conjunto de dados;
- **Luz de Fundo;**
- **Grau de Proteção IP:** IP54 (Proteção total somente com a tampa fechada);
- **Ambiente:**
  - **Operação:** 0°C ~ 40°C, U. R. ≤80% | 40°C~50°C U. R. <70%
  - **Armazenamento:** -20°C ~ 60°C, U. R. ≤75% (Sem bateria);
- **Altitude de Operação:** 2000m;
- **Alimentação:** 6 x 1,5V “AA”;
- **Grau de Poluição:** 2 (uso interno);
- **Interface:** USB-C;
- **Aplicativo:**
  - **Android:** Versão Android 8.0 ou Superior;
- **Segurança/Conformidade:** De acordo com a IEC61010-1, categoria de sobretensão CAT II 1000V CAT III 600V e dupla isolação;
- **Dimensões:** 63(A) x 161(L) x 50(P) mm;
- **Peso:** Aproximadamente 500g (com bateria).

B. Especificações Elétricas

A precisão é dada como ±(% da leitura + número de dígitos menos significativos) para 23°C±5°C e umidade relativa 45~75%. Ciclo de calibração recomendado de 1 ano. Coeficiente de temperatura de 0,25% da precisão por °C para temperatura <23°C ou >28°C.

- Resistência de Isolação Convencional

Tensão de Teste	Faixa de Medição	Precisão da Medição	Indicação de Fundo de Escala
125V	<1,51MΩ	Apenas para referência	>1100MΩ
	1,51MΩ~100,0MΩ	±(1,5% + 5D)	
	100,1MΩ~1000MΩ	±(5% + 6D)	
250V	<1,51MΩ	Apenas para referência	>2200MΩ
	1,51MΩ~200,0MΩ	±(1,5% + 5D)	
	200,1MΩ~2000MΩ	±(5% + 6D)	
500V	<1,51MΩ	Apenas para referência	>4200MΩ
	1,51MΩ~1000MΩ	±(1,5% + 5D)	
	1001MΩ~4000MΩ	±(5% + 6D)	
1000V	<1,51MΩ	Apenas para referência	
	1,51MΩ~1000MΩ	±(1,5% + 5D)	
	1001MΩ~4000MΩ	±(5% + 6D)	

Observações:

- Para medições de isolação, pode ocorrer um valor de offset significativo se a reatância capacitiva medida exceder aproximadamente 100nF.
- Corrente de Curto-Circuito: <1,5mA.
- 1mA~1,2mA: (125V, 0.125MΩ; 250V, 0.25MΩ; 500V, 0.5MΩ; 1000V, 1.0MΩ).

- Tensão de Saída Convencional

Posição	Precisão	Resolução	Faixa de Tensão de Saída
125V	+ (0%~20%)	1V	125~150V
250V			250~300V
500V			500~600V
1000V			1000~1200V

Observações:

- No modo de teste convencional, a tensão por etapa pode ser ajustada da seguinte forma:

- Para a posição de 125V: 125V, 138V, 150V
- Para a posição de 250V: 125V, 150V, 175V, 200V, 225V, 250V, 275V, 300V
- Para a posição de 500V: 250V, 300V, 350V, 400V, 450V, 500V, 550V, 600V
- Para a posição de 1000V: 500V, 600V, 700V, 800V, 900V, 1000V

- Resistência de Isolação de Painel Solar

Tensão de Teste	Faixa de Medição	Precisão da Medição	Indicação de Ultrapassagem
500V	<1,51MΩ	Apenas para referência	>4200MΩ
	1,51MΩ~1000MΩ	±(1,5% + 5D)	
	1001MΩ~4000MΩ	±(5% + 6D)	
1000V	<1,51MΩ	Apenas para referência	
	1,51MΩ~1000MΩ	±(1,5% + 5D)	
	1001MΩ~4000MΩ	±(5% + 6D)	

Observações:

- Corrente de Curto Circuito: <1,2mA
- A medição não pode ser realizada corretamente se a tensão em circuito aberto da string de células solares ou a tensão energizada de outro objeto medido for maior que a tensão de teste. Na faixa de 500V, use na condição de tensão em circuito aberto inferior a 500V. Na faixa de 1000V, use na condição tensão em circuito aberto inferior a 1000V.
- Para objetos medidos com tensão superior a 900VDC, o resultado da medição é apenas para referência.

- Tensão de Saída para Painel Solar

Tensão de Teste	Precisão	Resolução	Faixa de Tensão de Saída
500V	+ (0%~20%)	1V	500~600V
1000V			1000V~1200V

Observações:

- No modo de teste convencional, a tensão por etapa pode ser ajustada da seguinte forma:
  - Para a posição de 500V: 500V, 550V, 600V.
  - Para a posição de 1000V: 500V, 600V, 700V, 800V, 900V, 1000V, 1100V.
- Quando a função de medição de PV é utilizada, há uma resistência limitadora de corrente de 1MΩ conectada ao terminal de TERRA, de forma que a tensão de saída será dividida entre 1MΩ e a resistência do terminal de medição. Por exemplo, ao medir uma resistência de 10MΩ, a tensão de saída será dividida entre 1MΩ e 10MΩ.

- Tensão DC

Faixa	Resolução	Precisão
5,0 ~ 499,9V	0,1V	±(1% + 4D)
500 ~ 1000V	1V	

Observações:

- Caso a tensão detectada exceda o intervalo de teste de tensão especificado pelo instrumento, o Display exibirá uma indicação de sobretensão.

- Tensão AC

Faixa	Resolução	Precisão
5,0 ~ 299,9V	0,1V	±(1% + 4D)
300 ~ 600V	1V	

Observações:

- Resposta em Frequência: 50/60Hz
- Caso a tensão detectada exceda o intervalo de teste de tensão especificado pelo instrumento, o Display exibirá uma indicação de sobretensão.

10) MANUTENÇÃO

Esta seção fornece informações de manutenção básica incluindo instruções de troca de bateria.

⚠ Advertência
Não tente reparar ou efetuar qualquer serviço em seu instrumento, a menos que esteja qualificado para tal tarefa e tenha em mente informações relevantes sobre calibração, testes de desempenho e manutenção. Para evitar choque elétrico ou danos ao instrumento, não deixe entrar água dentro do instrumento.

A. Serviço Geral

- Periodicamente limpe o gabinete com pano macio umedecido em detergente neutro. Não utilize produtos abrasivos ou solventes.
- Quando a sujeira ou a umidade nos terminais estiver afetando as medidas, limpe os terminais com hastes flexíveis com pontas de algodão umedecidas em detergente neutro.
- Desligue o instrumento quando este não estiver em uso.
- Retire a bateria quando não for utilizar o instrumento por muito tempo.
- Não utilize ou armazene o instrumento em locais úmidos, com alta temperatura, explosivos, inflamáveis e fortes campos magnéticos.

B. Troca de Bateria

⚠ Advertência
Para evitar falsas leituras, que podem levar a um possível choque elétrico ou ferimentos pessoais, substitua a bateria assim que o indicador de bateria fraca aparecer.
Assegure-se de que as pontas de prova estejam desconectadas do circuito em teste antes de abrir o instrumento.

Este equipamento é alimentado por 6 baterias de 1,5 V tipo “AA”. Para realizar a troca de bateria, siga as etapas abaixo.

1. Desligue o Instrumento e remova todas as conexões dos terminais de entrada;
2. Retire o parafuso que segura a tampa do compartimento da bateria na parte traseira;
3. Retire a tampa e remova as seis pilhas do compartimento da bateria;
4. Recoloque seis pilhas novas de 1,5V “AA”;

5. Encaixe a tampa do compartimento da bateria e recoloque o parafuso.

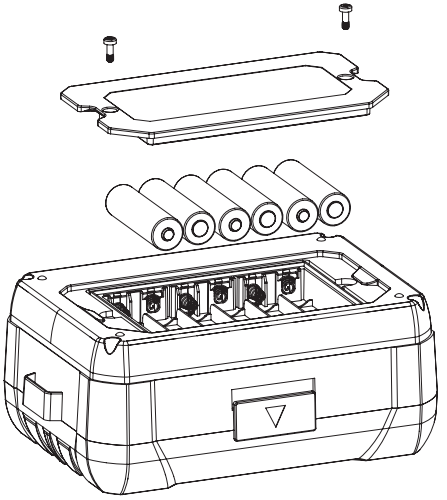


Figura 33

11) GARANTIA

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

TERMO DE GARANTIA

MODELO MI-2100PV

1. A garantia é válida pelo prazo de 90 (noventa) dias de garantia legal, mais 9 (nove) meses de garantia adicional, totalizando 12 meses de garantia, contados a partir da emissão da nota fiscal.
2. Será reparado gratuitamente nos seguintes casos:
   A) Defeitos de fabricação ou danos que se verificar, por uso correto do aparelho no prazo acima estipulado.
   B) Os serviços de reparação serão efetuados somente no departamento de assistência técnica por nós autorizado.
   C) Aquisição for feita em um posto de venda credenciado da Minipa.
3. A garantia perde a validade nos seguintes casos:
   A) Mau uso, com o produto alterado ou danificado por acidente causado por negligência das normas deste manual, condições anormais de operação ou manuseio.
   B) O aparelho foi violado por técnico não autorizado.
4. Esta garantia não abrange fusíveis, pilhas, baterias e acessórios tais como pontas de prova, bolsa para transporte, termopar, etc.
5. Caso o instrumento contenha software, a Minipa garante que o software funcionará realmente de acordo com suas especificações funcionais por 90 dias. A Minipa não garante que o software não contenha algum erro, ou de que venha a funcionar sem interrupção.
6. A Minipa não assume despesas de frete e riscos de transporte.

IMPORTANTE

A garantia só será válida para produtos acompanhados com a nota fiscal de compra original.
Para consultar as Assistências Técnicas Autorizadas acesse:
http://www.minipa.com.br/servicos/assistencia-tecnica/rede-de-autorizadas
Ou, utilize o QR code abaixo:

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

Revisão: 01
Data Emissão: 02/04/2026

12) CERTIFICAÇÃO ANATEL

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

Este instrumento incorpora um produto homologado pela Anatel sob o número 09702-24-17299.

Para mais informações sobre a ANATEL consulte o site:

www.gov.br/anatel/pt-br/

www.minipa.com.br

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

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

FILIAL: Rua Henrique Diniz, 600 - Galpão 01 • Nova Cachoeirinha
31250-620 • Belo Horizonte - MG • Tel.: (31) 2519-4550



sac@minipa.com.br
tel.: (11) 5078-1850
: (11) 5078-1886
www.minipa.com.br

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