PVCHECKs-PRO

Manual de instruções

© Copyright HT ITALIA 2025

Versão PT 2.02 21/05/2025

ÍNDICE

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA 3
1.1. Instruções preliminares....3
1.2. Durante a utilização....4
1.3. Após a utilização 4
1.4. Definição da categoria de medição (Sobretensão) 4
2. DESCRIÇÃO GERAL 5
2.1. Introdução 5
2.2. Funcionalidade do instrumento....5
3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO....6
3.1. Controlos iniciais 6
3.2. Alimentação do instrumento 6
3.3. Conservação 6
4. NOMENCLATURA....7
4.1. Descrição do instrumento 7
4.2. Descrição do botãodo....8
4.3. Ecrã inicial 8
5. MENU GERAL....9
5.1. SET – Configuração do instrumento 9
5.1.1. Idioma 9
5.1.2. Data e hora 10
5.1.3. Configurações gerais 10
5.1.4. Irradiação 10
5.1.5. Informação 10
5.1.6. Nome do Operador 11
6. INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO 12
6.1. DMM – Função de Multímetro 12
6.2. UREM – Unidade remota....13
6.3. RPE – Medição da Continuidade em módulos/strings/campos FV 16
6.3.1. Calibração dos cabos de medição....16
6.3.2. Efetuar medições de continuidade no modo Standard (STD) 18
6.3.3. Realização de medições de continuidade no modo de temporizador (TMR)....20
6.3.4. Situações anómalas....22
6.4. MΩ – Medição do Isolamento em módulos/strings/campos FV....23
6.4.1. Execução da medição do isolamento - Modo DUAL 24
6.4.2. Execução da medição do isolamento – Modo TMR 25
6.4.3. Situações anómalas....28
6.5. GFL – Pesquisa de condições de baixo isolamento em cadeias FV 31
6.6. DB – Gestão de bases de dados de formulários....35
6.6.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico 35
6.6.2. Modificação de um módulo FV existente....37
6.6.3. Eliminar um módulo fotovoltaico existente 37
6.7. IVCK – Ensaio de módulos e cadeias de strings FV 38
6.7.1. Introdução 38
6.7.2. Teste IVCK sem unidade remota SOLAR03 40
6.7.3. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta....43
6.7.4. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em registo síncrona....47
6.7.5. Interpretação dos resultados da medição....53
6.7.6. Situações invulgares....56
6.8. Lista de mensagens de erro do ecrã....59
7. MEMORIZAÇÃO DOS RESULTADOS....60
7.1. Medidas de poupança 60
7.2. Visualização, recuperação e eliminação de dados guardados....61
8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC 63
9. MANUTENÇÃO 64
9.1. Generalidades 64
9.2. Substituição da bateria 64

9.3. Limpieza do instrumento 64
9.4. Fim de vida 64
10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 65
10.1. Características técnicas 65
10.2. Características gerais 66
10.3. Condições ambientais de utilização 67
10.4. Acessórios 67
11. APÊNDICE - SUGESTÕES TEÓRICAS 68
11.1. Medição do índice de polarização (PI) 68
11.2. Razão de absorção dieléctrica (DAR) 68
11.3. Função GFL – Aspectos teóricos e referências regulatórias 69
11.4. Funções DUAL e TMR – Informações técnicas 71
11.4.1. Aspectos regulatórios e teóricos da medição de isolamento 71
12. ASSISTÊNCIA 74
12.1. Condições de garantia 74
12.2. Assistência 74

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

O instrumento foi construído em conformidade com a diretiva IEC/EN61010-1 para instrumentos de medição eletrónicos. Antes e durante a execução das medições, deve seguir as instruções descritas neste manual e ler todas as notas precedidas pelo símbolo ⚠

- Não efetuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos
- Não efetuar medições na presença de gases ou materiais explosivos ou combustíveis ou em ambientes com poeiras
- Evitar o contacto com o circuito em teste se não estiver a efetuar medições
- Evitar o contacto com partes metálicas expostas, terminais de medição não utilizados, etc.
- Não efetuar medições se encontrar anomalias no instrumento, tais como deformações, roturas, ausência de visualização no display, etc.
- Ter especial atenção quando se efetuarem medidas de tensão superiores a 25V em ambientes especiais e 50V em ambientes normais, quando se está na presença de risco de choque elétrico

Os símbolos seguintes são utilizados no presente manual e no instrumento:

Atenção: siga as instruções do manual; uma utilização incorreta pode provocar danos no instrumento ou nos seus componentes

Perigo de alta tensão: risco de choque elétrico

Duplo isolamento

Tensão ou corrente CC

Tensão CA

Referência de terra

1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- **O instrumento foi projetado <u>para ser usado nas condições ambientais especificadas no § 10.3</u>. A presença de condições ambientais significativamente diferentes pode comprometer a segurança do instrumento e do operador. Em qualquer caso, antes de utilizar, espere até que as condições no interior do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que está a funcionar.**
- O instrumento pode ser utilizado para medições de **TENSÃO** e **CORRENTE** em CAT III 1500VCC, CAT III 1000VCA com tensão máxima de 1500VCC e 1000VCA entre entradas. Não operar em circuitos que excedam os limites especificados em § 10.1
- Seguir as normais regras de segurança orientadas para a proteção contra correntes
- perigosas e proteger o instrumento contra uma utilização errada.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e substituídos, se necessário, por modelos idênticos
- Verificar se as baterias estão corretamente colocadas
- Antes de ligar os cabos de medição ao circuito em teste, verificar se a função pretendida foi selecionada

1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

Leia atentamente as recomendações e instruções que se seguem:

ATENÇÃO

- O não cumprimento dos avisos e/ou instruções pode danificar o instrumento e/ou os seus componentes ou constituir uma fonte de perigo para o operador
- O símbolo "▮" indica o nível de carga total das baterias internas. Quando o nível de carga desce para níveis mínimos, o símbolo "▯" é apresentado no ecrã. Neste caso, interromper os testes e substituir as baterias em conformidade com o § 9.2
- **O instrumento é capaz de manter os dados armazenados mesmo sem baterias**

1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

Após terminar as medições, desligar o instrumento mantendo premido o botão **ON/OFF** durante alguns segundos. Se não tencionar utilizar o instrumento durante um longo período de tempo, retirar as baterias e seguir o procedimento previsto no ponto 3.3.

1.4. DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE MEDIÇÃO (SOBRETENSÃO)

A norma 'IEC/EN61010-1: Prescrições de segurança para instrumento elétricos de medida, controlo e utilização em laboratório, Parte 1: Prescrições gerais', define o que se entende por categoria de medição, normalmente referida como categoria de sobretensão. No § 6.7.4: Circuitos de medição, indica:

Os circuitos estão divididos nas seguintes categorias de medição:

- **A Categoria de Medição IV** destina-se a medições efetuadas numa fonte de uma instalação de baixa tensão
  Exemplos: contadores elétricos e de medida em dispositivos de proteção primária contra sobreintensidades e unidades de controlo de ondulação
- A **Categoria de Medição III** destina-se a medições efetuadas em instalações no interior de edifícios
  Exemplos: incluem medições em painéis de distribuição, disjuntores, feixes de cabos, incluindo cabos, barras, caixas de junção, interrutores, tomadas de instalações fixas e instrumentos para uso industrial e outros instrumentos, por exemplo, motores fixos com ligação a instalações fixas
- A **Categoria de Medição II** destina-se a medições em circuitos diretamente ligados à instalação de baixa tensão

  Exemplos: incluem medições em instrumento doméstico, ferramentas portáteis e instrumentos semelhantes
- A **Categoria de Medição I** é utilizada para medições em circuitos não diretamente ligados à REDE DE DISTRIBUIÇÃO

  Exemplos: as medições em instrumentos não derivados da rede e derivados da rede mas com proteção especial (interna). Neste último caso, as tensões transitórias são variáveis, razão pela qual o (OMISSIS) exige que o utilizador conheça a resiliência transitória do instrumento

2. DESCRIÇÃO GERAL

2.1. INTRODUÇÃO

O instrumento foi concebido para efetuar um pré-teste rápido (IVCK) em módulos/strings fotovoltaicos (PV) de acordo com a norma IEC/EN62446-1

2.2. FUNCIONALIDADE DO INSTRUMENTO

Estão disponíveis as seguintes funcionalidades:

Ensaio de continuidade do condutor de proteção (RPE)

- Teste com corrente de teste > 200mA de acordo com IEC/EN624461 e IEC/EN61557-4
- Calibração manual dos cabos de medição

Medição da resistência de isolamento em módulos/strings fotovoltaicos (MΩ)

- Tensões de teste 250V, 500V, 1000V, 1500VDC de acordo com IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-4
- 2 modos de medição disponíveis:
  - DUAL → medição sequencial do isolamento entre o pólo positivo da string (+) e o PE de e entre o pólo negativo da string e o PE
  - TMR → medição única cronometrada entre o pólo negativo da string e o PE

Função GFL (Ground Fault Locator) para procurar posições de baixo isolamento entre módulos numa sting fotovoltaica (ver § 6.5)

Medição da tensão em vazio e da corrente de curto-circuito em módulos/strings fotovoltaicos de uma ou duas faces, de acordo com a norma IEC/EN62446-1 e IEC/EN60891 (IVCK)

- Medição da tensão em vazio Voc em módulos/strings FV de uma e duas faces até 1500VCC
- Medição da corrente de curto-circuito Isc em módulos/strings FV de uma e duas faces até 40A
- Medição da radiação frontal e traseira através de ligação Bluetooth com a unidade remota SOLAR03 e célula de referência HT305
- Visualização dos resultados em condições OPC e STC
- Avaliação imediata (OK/NO) dos resultados

O instrumento também possui uma base de dados interna capaz de armazenar até 64 módulos fotovoltaicos (**a serem carregados pelo utilizador**), uma função de retroiluminação do disply, a possibilidade de ajuste interno do contraste e um botão **HELP** capaz de fornecer ajuda ao operador ao ligar o instrumento ao sistema. Está disponível uma função de desligar automático, que pode ser desativada, após cerca de 5 minutos da não utilização do instrumento.

3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO

3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento foi verificado do ponto de vista elétrico e mecânico antes de ser expedido. Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento pudesse ser entregue sem danos. No entanto, recomendamos-lhe que verifique se existem danos que possam ter ocorrido durante o transporte. Se encontrar alguma anomalia, contacte imediatamente o seu revendedor. Recomendamos igualmente que verifique se a embalagem contém todas as peças indicadas no § 10.4. Em caso de discrepância, contatar o revendedor. Se for necessário devolver o instrumento, siga as instruções do § 12.

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por 6 pilhas alcalinas de 1,5 V do tipo AA LR06 ou por 6 pilhas recarregáveis de 1,2 V NiMH do tipo AA. O símbolo "▮" indica o nível de carga das pilhas. Para a substituição das pilhas, ver § 9.2.

O instrumento é capaz de conservar os dados armazenados mesmo na ausência de pilhas.

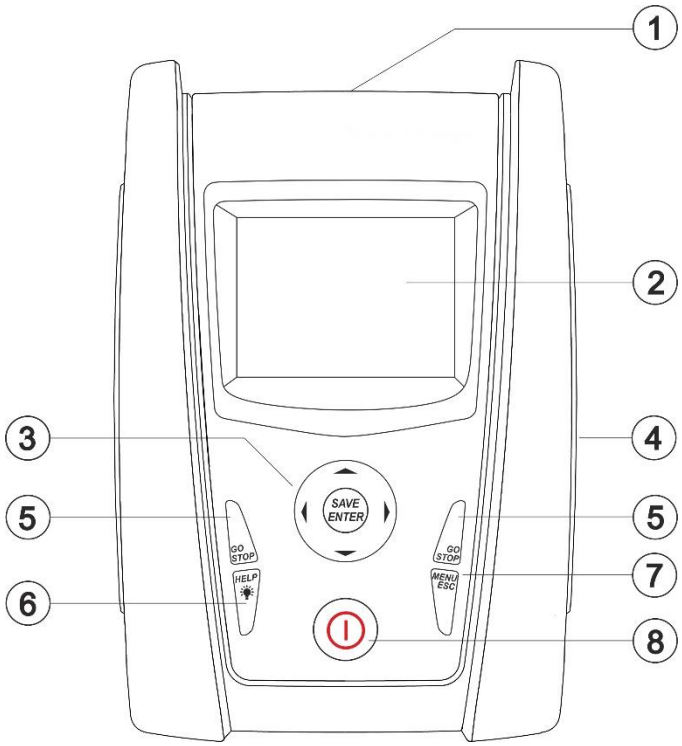
O instrumento possui algoritmos sofisticados para maximizar a duração da bateria. Uma breve pressão no botão 💡 ativa a luz de fundo do visor. Para salvaguardar a eficiência da bateria, a luz de fundo desliga-se automaticamente após cerca de 30 segundos. A utilização sistemática da retroiluminação diminui a duração da bateria.

3.3. CONSERVAÇÃO

O instrumento foi projetado para ser usado nas condições ambientais especificadas no § 10.3 A presença de condições ambientais significativamente diferentes pode comprometer a segurança do instrumento e do operador e/ou não garantir medições precisas.
Após um longo período de armazenamento e/ou em condições ambientais extremas, antes de usar, espere até que as condições dentro do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que ele está operando.

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



LEGENDA:

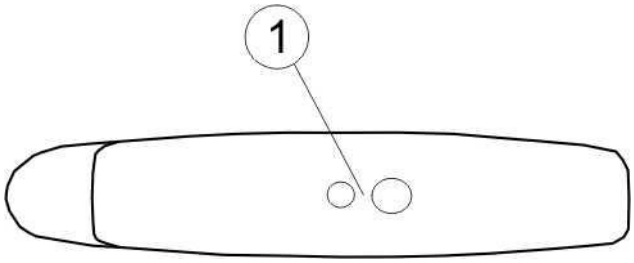
1. Entradas
2. Ecrã LCD
3. Botão ▼,▲,▶,◀, **SAVE/ENTER**
4. Compartimento do conetor do cabo ótico/USB
5. Botão **GO/STOP**
6. Botão **HELP/**
7. Botão **ESC/MENU**
8. Botão **ON/OFF**

Fig. 1: Descrição da frente do instrumento

LEGENDA:

1. Entradas **P, N** para medição da tensão CC (IVCK) / Isolamento (MΩ)
2. Entradas **E, C** para teste de continuidade (RPE)

Fig. 2: Descrição da parte superior do instrumento



LEGENDA:

1. Conetor para ligação do cabo de saída ótico/USB opto-isolado

Fig. 3: Descrição da parte lateral do instrumento

4.2. DESCRIÇÃO DO BOTÃODO

O botãodo é composto pelos seguintes botões:

Botão **ON/OFF** para ligar e desligar o instrumento

Botão **ESC** para sair do menu selecionado sem confirmar as alterações
Botão **MENU** para voltar ao menu geral do instrumento em qualquer altura

Botões ◀ ▲ ▶ ▼ para deslocar o cursor nos diferentes ecrãs, a fim de selecionar os parâmetros de programação
Botões **SAVE/ENTER** para guardar os parâmetros internos e os resultados das medições (**SAVE**) e para selecionar as funções pretendidas no menu (**ENTER**)

Botão **GO** para iniciar a medição
Botão **STOP** para terminar a medição

Botão **HELP** para aceder à ajuda em linha que apresenta, para cada função selecionada, as ligações possíveis entre o instrumento e o sistema
Botão 💡 **(pressão contínua)** para regular a retroiluminação

4.3. ECRÃ INICIAL

Quando o instrumento é ligado, o ecrã inicial é apresentado durante alguns segundos. Nele são apresentados:

- O modelo do instrumento (**PVCHECKs-PRO**)
- O fabricante
- O número de série do instrumento (**SN:**)
- A versão do hardware (**HW**) e do firmware (**FW**) na memória do instrumento
- A data da última calibração do instrumento (**Data Calibração**)

PVCHECKs-PRO

HT ITALIA

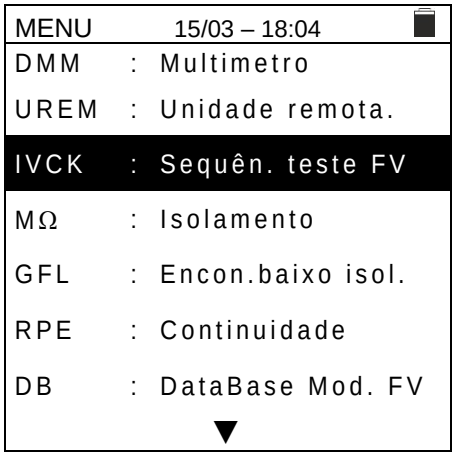
SN: 25020002

FW: 1.10
HW: 01
Data Calibração:
14/02/2025

Após alguns instantes, o instrumento muda para a última função selecionada.

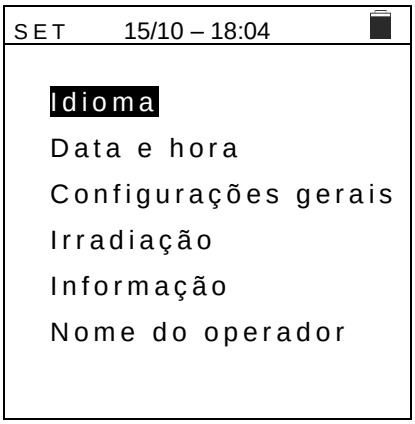
5. MENU GERAL

Premindo o botão **ESC**, seja qual for o estado em que o instrumento se encontre, regressa-se ao menu geral, a partir do qual se podem definir os parâmetros internos e selecionar a medição pretendida. Selecionando uma das opções com o cursor e confirmando com **ENTER**, acede-se à função desejada.



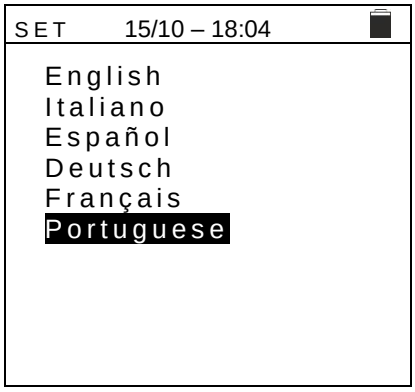
5.1. SET – CONFIGURAÇÃO DO INSTRUMENTO

Deslocar o cursor para **SET** utilizando as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã que permite o acesso às definições internas. As definições são mantidas mesmo depois de o instrumento ser desligado.



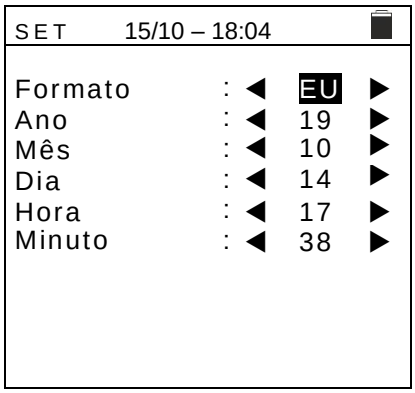
5.1.1. Idioma

Deslocar o cursor para **Idioma** utilizando as botãos de setas (▲,▼)e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã para definir o idioma do sistema. Selecionar a opção pretendida com as botãos de seta. (▲,▼). Prima o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.



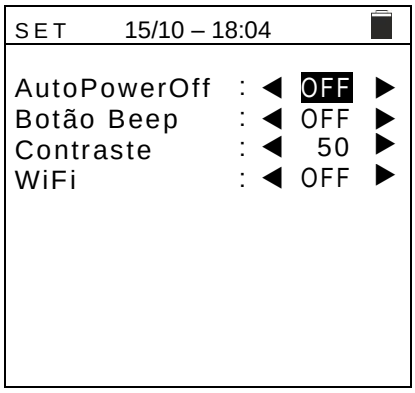
5.1.2. Data e hora

Mova o cursor para **Data e hora** utilizando os botões de seta (▲,▼)e confirme com **ENTER**. Em seguida, é apresentado o ecrã ao lado para definir a data/hora do sistema. Selecionar o campo "**Formato**" para definir o sistema europeu (formato "DD/MM/AA, hh:mm" **EU**) ou o sistema americano (formato "MM/DD/AA hh:mm" **USA**). Selecione a opção pretendida com as botãos de seta (▲,▼) e (◀, ▶). Prima o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.



5.1.3. Configurações gerais

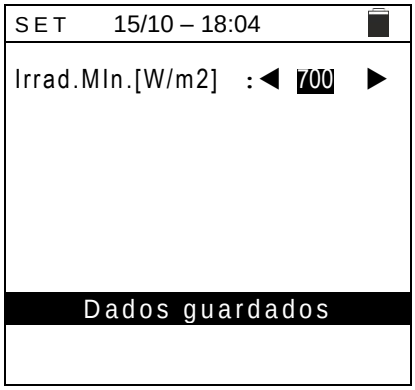
Deslocar o cursor para **Configurações gerais** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O instrumento mostra o ecrã onde é possível ativar/desativar o auto power-off, o som associado à pressão das botãos, o contraste do visor e ativar/desativar a ligação WiFi (ver § 8) Selecionar a opção pretendida com as botãos de seta (▲,▼). Premir o botão **ENTER** para confirmar ou o botão **ESC** para voltar ao ecrã anterior.



5.1.4. Irradiação

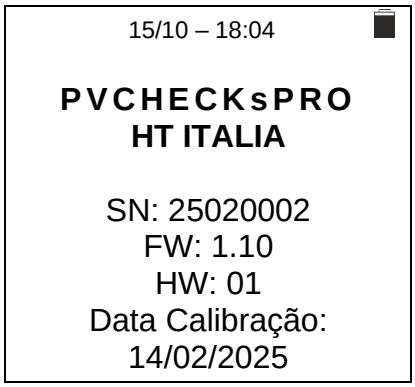
Esta secção permite definir o limiar mínimo de radiação para a medição IVCK

1. Posicionar o cursor em **"Irradiação"** utilizando as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**
2. O visor apresenta o ecrã com o item **"Irrad.Min [W/m2]"**, que permite definir o limiar mínimo de irradiação expresso em **W/m2**, utilizado como referência na medição do IVCK
3. Utilize os botões de seta (◀ , ▶) para definir o limiar mínimo de radiação. O valor pode ser definido no intervalo de **100 ÷ 1000 W/m²** em passos de **10 W/m²**
4. Premir o botão **SAVE** para guardar as definições efetuadas e a mensagem "**Dados guardados**" será apresentada durante um momento. Premir o botão **ESC/MENU** para sair sem guardar e voltar ao ecrã anterior



5.1.5. Informação

Deslocar o cursor para **Informação** utilizando as botãos de setas (▲,▼)e confirmar com **ENTER**.
O instrumento apresenta o ecrã inicial, como mostra a imagem ao lado. Prima o botão **ESC** para regressar ao menu principal



5.1.6. Nome do Operador

Esta opção permite-lhe incluir o nome do operador que efetua as medições com o instrumento (**máx. 12 caracteres**). Este nome será incluído nos relatórios criados com o software de gestão.

1. Utilize as botãos de seta ◀ ou ▶ para mover o cursor para o carácter selecionado e prima o botão **SAVE/ENTER** para introduzir
2. Mova o cursor para a posição "**CANC**" e prima o botão **SAVE/ENTER** para apagar o carácter selecionado
3. Mova o cursor para a posição "**OK**" e prima o botão **SAVE/ENTER** para confirmar o nome escrito e regressar ao ecrã anterior.

6. INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

6.1. DMM – FUNÇÃO DE MULTÍMETRO

Nesta função, o instrumento mostra os valores das tensões RMS (rms) e CC entre o pólo positivo (+) e o pólo (-), entre o pólo positivo (+) e a referência de terra (PE), e entre o pólo negativo (-) e a referência de terra (PE), a fim de verificar a presença de componentes CA nas tensões de entrada.

1. Posicionar o cursor sobre o item do **DMM** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	0	V
VPErms	0	V
VNErms	0	V
VPNdc	0	V
VPEdc	0	V
VNEdc	0	V

2. Ligar o instrumento ao string fotovoltaico a ser testado, como se mostra na Fig. 4

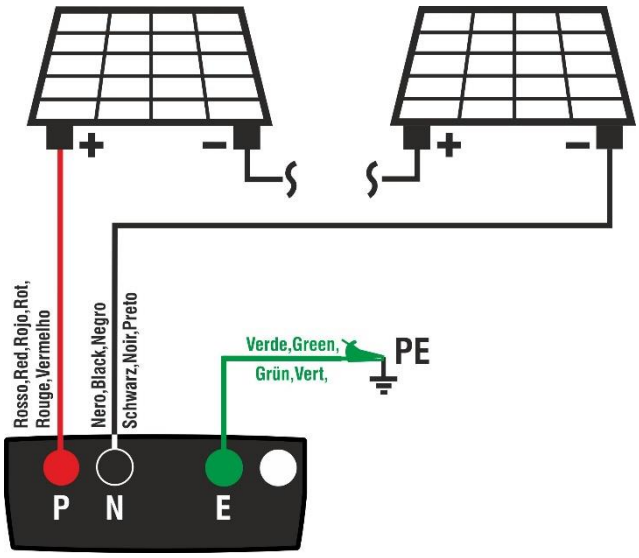


Fig. 4: Ligação do instrumento na função DMM

3. Os valores de tensão são apresentados no visor, como mostra a imagem do ecrã ao lado

DMM	15/10 – 18:04	
VPNrms	1480	V
VPErms	750	V
VNErms	748	V
VPNdc	1420	V
VPEdc	720	V
VNEdc	-726	V

ATENÇÃO

Os resultados do DMM não podem ser guardados na memória do instrumento

6.2. UREM – UNIDADE REMOTA

A unidade remota SOLAR03 permite a medição dos valores de irradiância e temperatura do módulo, que são grandezas indispensáveis para a avaliação da curva I-V e medições IVCK com valores referenciados @STC. Em geral, o instrumento e o SOLAR03 podem funcionar em **ligação direta ou em registo síncrono**.

ATENÇÃO

- A distância máxima de ligação direta entre o SOLAR03 e o instrumento pode variar em função dos obstáculos entre as duas unidades e se **até 100m em espaço livre**
- A distância máxima para conexão direta **é indicativa**, pois é fortemente influenciada por muitas variáveis externas incontroláveis. **O modo de medição recomendado é sempre o de "registo síncrono"** (ver § 6.7.4) que não requer uma conexão Bluetooth ativa durante as medições e, independentemente dos obstáculos presentes e da extensão do campo a ser medido, **garante uma medição confiável em todas as situações**

Esta secção gere todas as operações que podem ser efetuadas pela unidade remota SOLAR03 durante as medições IVCK. Em particular, é possível:

- Procurar, **através da ligação Bluetooth**, uma unidade remota SOLAR03 que possa ser gerida pelo dispositivo, introduzindo-a na sua lista interna (**máx. 5 unidades remotas**)

ATENÇÃO

A distância máxima indicativa de comunicação via Bluetooth (até 100m) refere-se a campo aberto, ambiente seco, a 1m do solo, na ausência de obstáculos e possíveis perturbações eletromagnéticas provenientes de outras fontes próximas aos instrumentos

- Selecionar ou apagar uma unidade remota SOLAR03 da lista
- Associar/desassociar uma unidade remota SOLAR03 do instrumento para que possa ser reconhecida automaticamente sempre que for ligada
- Visualizar informações sobre a unidade remota selecionada
- Ativar e encerrar o registro síncrono de parâmetros ambientais (irradiação/temperatura) em uma unidade remota ativa e conectada (ver § 6.7.4)

Em particular, para cada unidade remota SOLAR03 gerida, o instrumento fornece:

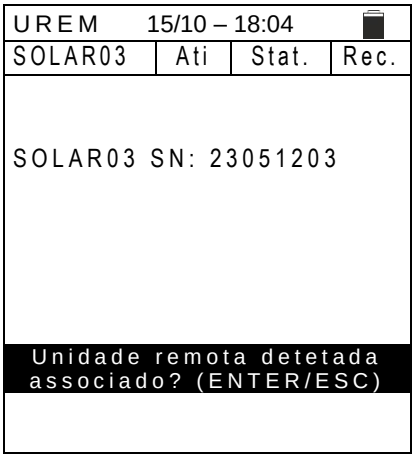
- Número de série
- Campo "Ati" → unidade remota ativa (símbolo "√") ou inativa (sem símbolo)
- Campo "Stat" → unidade remota ativa ligada (símbolo "") ou ativa não ligada (símbolo " ")
- Campo "Rec" → unidade ativa e ligada a ser registada (símbolo "")

Para associar uma nova unidade remota SOLAR03 ao instrumento, proceda da seguinte forma:

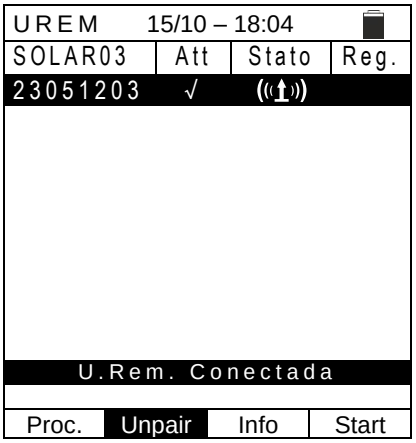
1. Posicionar o cursor no item **UREM** utilizando as botãos de seta (▲,▼)e confirmar com **ENTER**
2. Utilize os botões de seta ◀ ou ▶ para selecionar a posição "**Proc.**" e iniciar a procura de uma unidade remota SOLAR03.
   A mensagem "**Por favor aguarde...**" é apresentada no ecrã.

3. O instrumento **ativa a ligação Bluetooth** e apresenta o ecrã ao lado durante alguns segundos enquanto procura uma unidade remota SOLAR03.

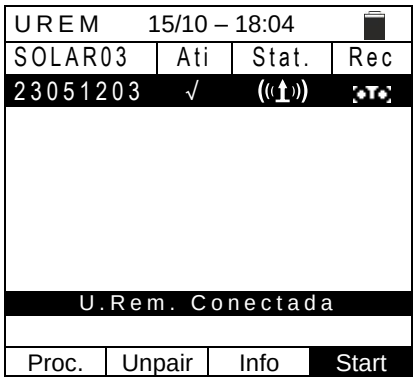
4. Ativar o comando "**Emparelhamento**" na unidade remota SOLAR03 (ver manual da unidade remota SOLAR03) para que esta possa ser reconhecida pelo instrumento. Quando isso for feito, o número de série da unidade remota e a mensagem "**Unidade remota detetada. Associado? (ENTER/ESC)"** são apresentados no visor, como mostra a imagem de ecrã ao lado



5. **<u>Prima ENTER no instrumento e na unidade remota SOLAR03 para o associar ao mesmo</u>**. A partir desse momento, os dois instrumentos estão associados e não será necessário repetir as operações. Para ligar o instrumento e a unidade remota, basta ligá-los, aproximá-los e aguardar o reconhecimento mútuo.

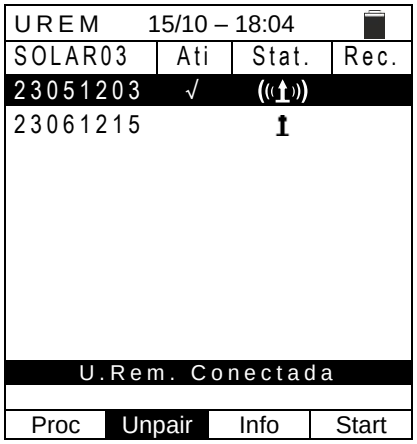


6. Para iniciar uma gravação na unidade remota ativa e conectada, utilize as botãos de setas ◀ ou ▶ selecionando a posição "**Start**". O símbolo "" será apresentado em conformidade.

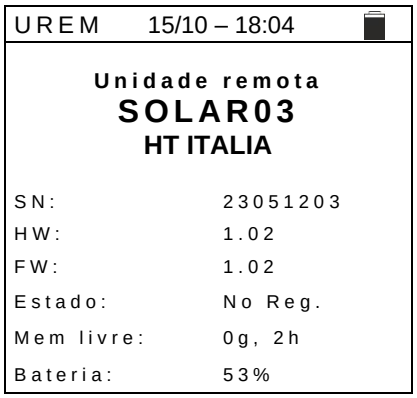


No caso de o instrumento ter sido previamente associado a duas ou mais unidades remotas, para alternar entre elas:

7. Utilizar as botãos de seta ◀ ou ▶ selecionando a posição "**Unpair**" e confirmar com **ENTER** para desassociar a unidade remota atual. Para efetuar esta operação, não é necessário que a unidade atual esteja também ligada ao instrumento.
8. Utilizar as botãos de seta (▲,▼) selecionar a nova unidade remota. A nova unidade deve estar ligada e colocada a uma distância de ligação do instrumento
9. Utilize as botãos de setas ◀ ou ▶ para selecionar a posição "**Pair**" e confirme com **ENTER** para ligar a unidade remota ao instrumento.
10. A unidade anteriormente desassociada também pode ser permanentemente eliminada da lista através de "**Canc**"



11. Utilizar as botãos de setas ◀ ou ▶ selecionando a posição "**Informação**" para visualizar as seguintes informações na unidade remota SOLAR03 realçada:
    - Modelo
    - Número de série
    - Versão interna do FW e do HW
    - Estado de registo possível
    - Memória restante disponível para registo
    - Estado da bateria interna



6.3. RPE – MEDIÇÃO DA CONTINUIDADE EM MÓDULOS/STRINGS/CAMPOS FV

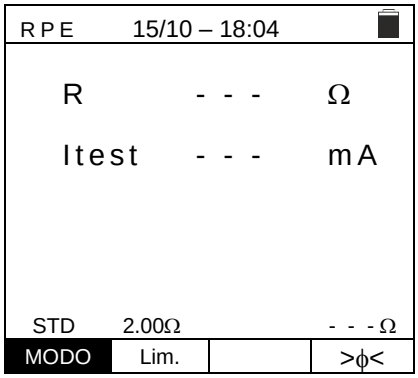
O objetivo desta medida é realizar o teste de continuidade dos condutores de proteção e equipotenciais (ex: do elétrodo de terra para as terras ligadas e terras estranhas) e dos condutores de terra dos SPDs em instalações fotovoltaicas. O teste deve ser realizado usando uma corrente de teste> 200mA de acordo com os requisitos da IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-4

ATENÇÃO

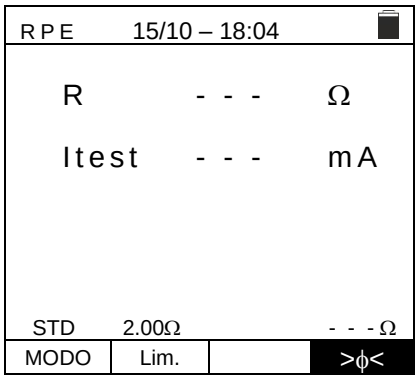
Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição, curto-circuitando os terminais de entrada **E** e **C**, verificando um valor de continuidade quase nulo e um valor fora de escala com os terminais **E** e **C** abertos

6.3.1. Calibração dos cabos de medição

1. Posicionar o cursor sobre o item **RPE** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã:



2. Com as botãos de setas◀ ou ▶ selecionar a posição "**>ϕ<**".A imagem do ecrã ao lado aparece no visor



3. Ligar os cabos de medição uns aos outros, como indicado na Fig. 5

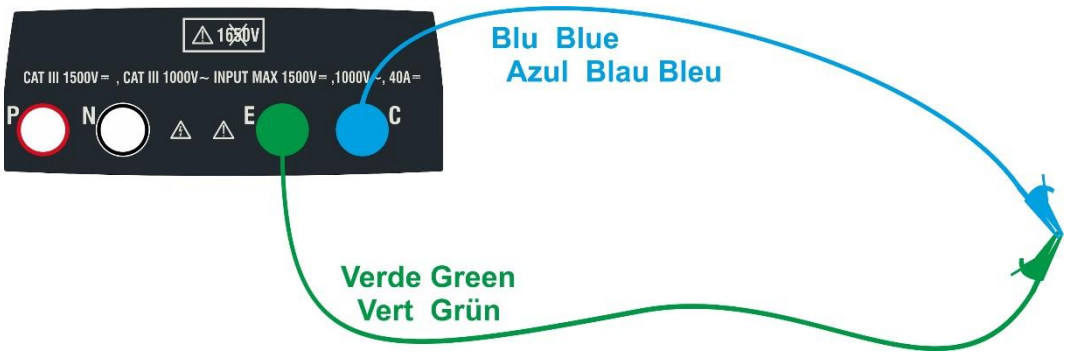
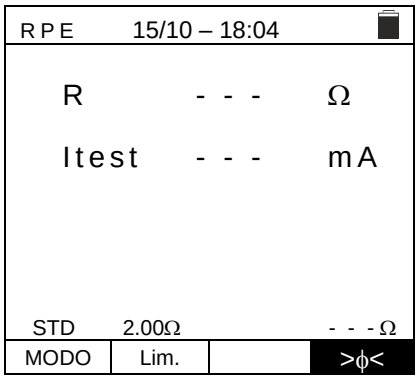
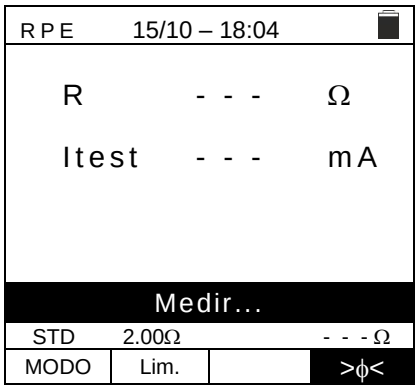


Fig. 5: Compensação da resistência do cabo de medição

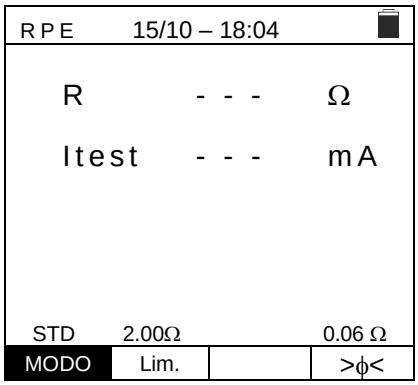
4. Utilizar as botãos de seta ◀ ou ▶ selecionando a posição "**>ϕ<**".O ecrã ao lado aparece no visor



5. Premir o botão **GO/STOP** para ativar a calibração. As mensagens "**Medir...**", seguida de "**Verificar**" e "**Calibração OK**" são apresentadas em sequência no visor.

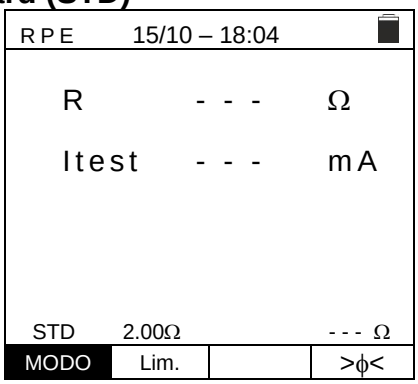


6. No final do procedimento de compensação, se o valor da resistência medida for **≤5Ω**, o instrumento emite um sinal acústico duplo para assinalar o resultado positivo do teste e apresenta o valor da resistência do cabo compensado, que será subtraído de todas as medições de continuidade subsequentes, na parte inferior direita do ecrã

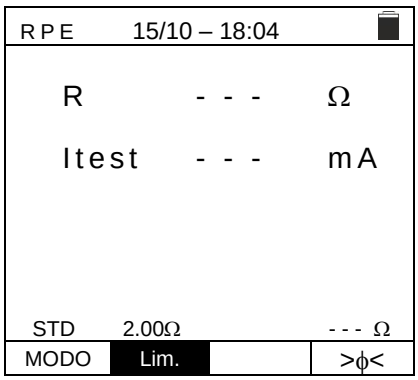


6.3.2. Efetuar medições de continuidade no modo Standard (STD)

1. Posicionar o cursor no item **RPE** com as botãos de setas (▲,▼)e confirmar com **ENTER**. O ecrã seguinte aparece no visor. O símbolo **"STD"** aparece no ecrã



2. Com as botãos de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição **"Lim.".** O ecrã ao lado aparece no visor.
3. Utilizando as botãos de seta (▲,▼) defina o limite de referência para a medição de continuidade selecionável na gama **0.01Ω ÷ 9.99Ω** em passos de 0.01Ω (tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 não define um valor limite de resistência e os valores típicos são aproximadamente 1Ω o 2Ω)



4. Efetuar a primeira calibração dos cabos de medição (ver § 6.3.1)
5. Ligar o instrumento ao módulo/string fotovoltaico em teste e ao nó de terra principal do sistema, como se mostra na Fig. 6

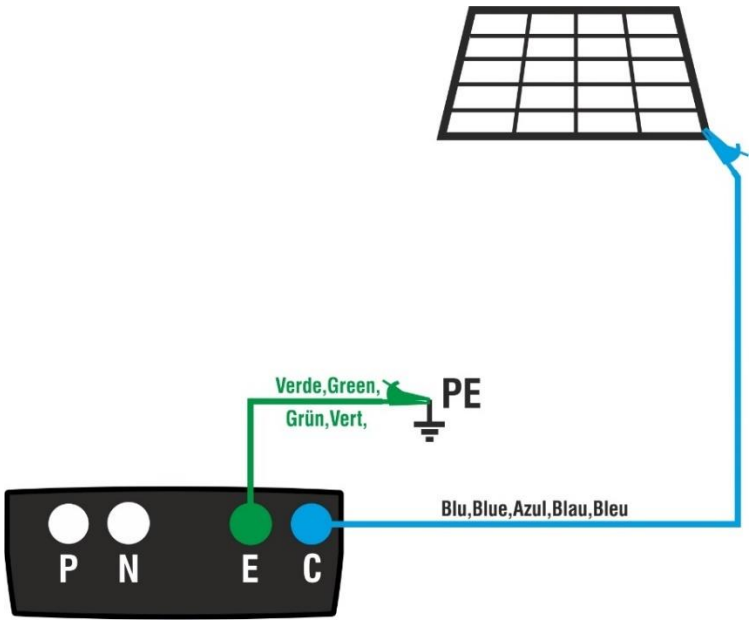
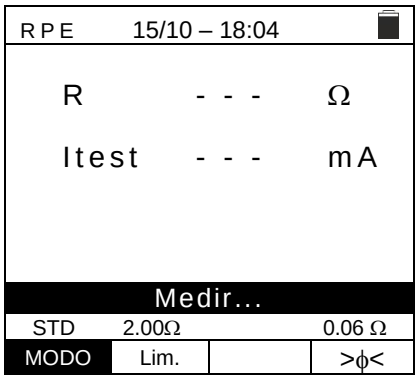


Fig. 6: Ligação de instrumentos para medição continuidade em estruturas de sistemas FV

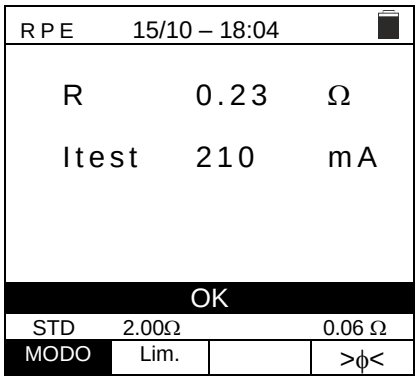
ATENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.3.4) e, consequentemente, falhar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

6. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**”**,** como mostra a imagem de ecrã ao lado

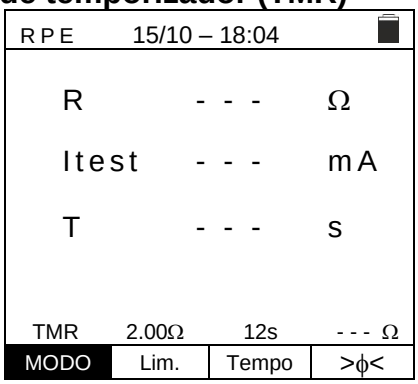


7. No final da medição, o instrumento indica o valor da resistência do objeto em teste. Se o resultado for inferior ao limite máximo definido, o instrumento apresenta a mensagem **"OK"** (valor inferior ou igual ao limite definido); caso contrário, apresenta a mensagem **"NO OK" (valor superior ao limite definido),** como indicado no ecrã ao lado
8. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

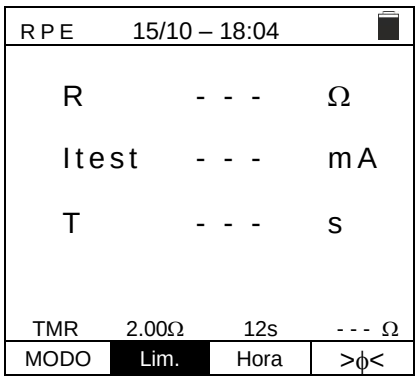


6.3.3. Realização de medições de continuidade no modo de temporizador (TMR)

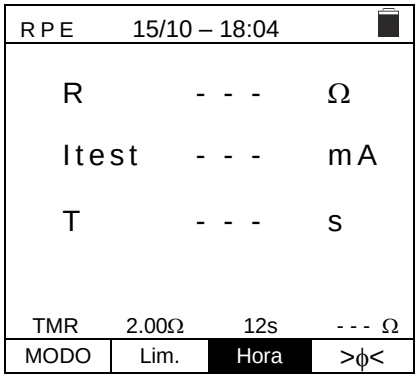
1. Posicionar o cursor no item **RPE** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. Aparece o seguinte ecrã no visor.
2. Utilize os botões de seta (▲,▼)para selecionar o modo de temporizador O símbolo 'TMR' é apresentado no visor.



3. Utilizar as botãos de setas ◀ oU ▶ selecionando o campo **"Lim.".** O ecrã ao lado aparece no visor.
4. Utilizando as botãos de seta (▲,▼) defina o limite de referência para a medição de continuidade selecionável na gama **0.01Ω ÷ 9.99Ω** em passos de 0.01Ω (tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 não define um valor limite de resistência e os valores típicos são aproximadamente 1Ω o 2Ω)



5. Utilizar as botãos de seta ◀ ou ▶ selecionando a posição **"Hora"**. O ecrã ao lado aparece no visor.
6. Utilizando as botãos de seta (▲,▼)definir a duração da medição de continuidade **(Timer)** selecionável no intervalo **3s ÷ 99s com incrementos de 3s**



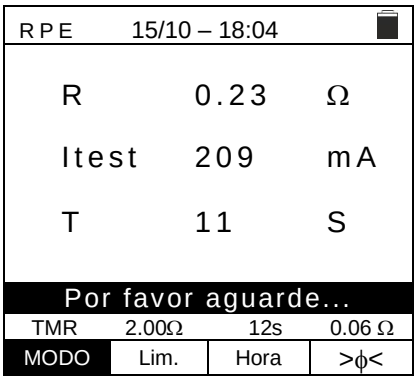
7. Efetuar a primeira calibração dos cabos de medição (ver § 6.3.1)

8. Ligar o instrumento ao módulo/string em teste e ao nó de terra principal do sistema, como se mostra na Fig. 6

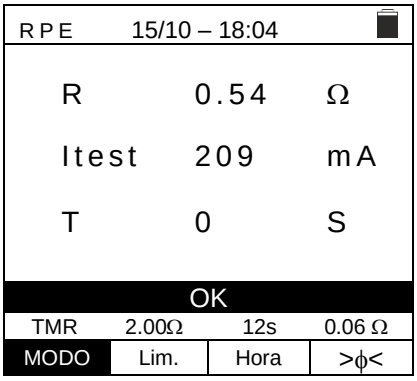
ATTENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.3.4) e, consequentemente, falhar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

9. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento inicia uma série de medições contínuas durante a duração do temporizador definido, emitindo um breve sinal sonoro de 3 em 3 segundos, alternado com as mensagens "**Medir...**" e "**Por favor aguarde...**" como se mostra na imagem de ecrã ao lado. Desta forma, é possível ao operador deslocar-se de um ponto para outro no local onde está a ser efetuada a medição.



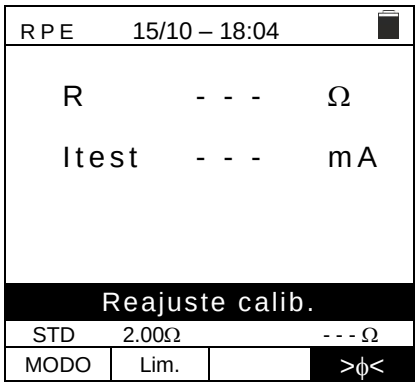
10. No final da medição, o instrumento indica o valor máximo de todas as medições parciais efetuadas. Se o resultado for inferior ao limite máximo definido, o instrumento apresenta a mensagem **"OK"** (valor inferior ou igual ao limiar do limite definido); caso contrário, apresenta a mensagem **"NO OK**" (valor superior ao limiar do limite definido), como indicado no ecrã ao lado



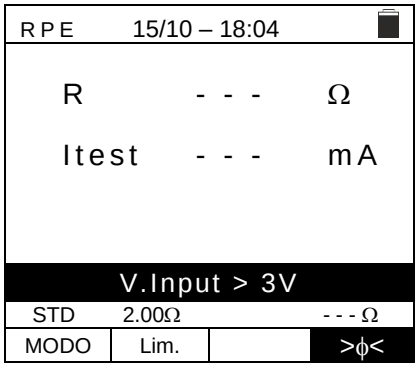
11. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

6.3.4. Situações anómalas

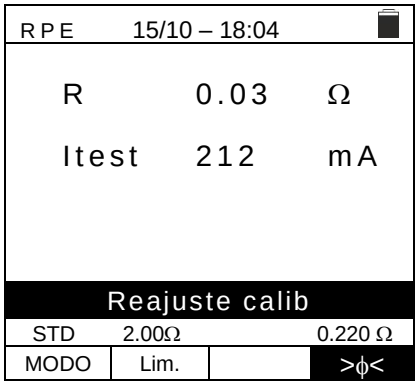
1. Para repor o valor da resistência compensada, efetuar um novo procedimento de compensação com uma resistência superior a 5Ω, por exemplo, com cabos de teste abertos. A mensagem **"Reajuste calib."** aparece no ecrã



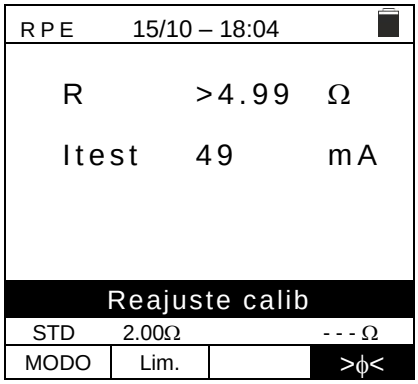
2. Se o instrumento detetar uma tensão superior a 3V nos seus terminais E e C, não efetua o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "V.Input > 3V".



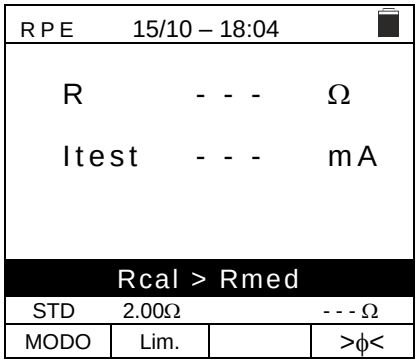
3. Se se verificar que a resistência calibrada é superior à resistência medida, o instrumento emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "**Reajuste calib."**



4. Se o instrumento detetar uma resistência nos seus terminais superior a 5Ω emite um sinal sonoro longo, repõe o valor compensado a zero e apresenta a mensagem " **Reajuste calib.**"



5. Se se verificar que a resistência calibrada é superior à resistência medida (por exemplo, devido à utilização de cabos diferentes dos fornecidos), o instrumento emite um sinal sonoro prolongado e apresenta um ecrã como o da figura ao lado. Efetuar um reset e recalibrar os cabos.



6.4. MΩ – MEDIÇÃO DO ISOLAMENTO EM MÓDULOS/STRINGS/CAMPOS FV

O objetivo desta medição é efetuar medições da resistência de isolamento dos condutores ativos de módulos, cadeias de cabos e campos FV, de acordo com os requisitos do normas IEC/EN62446-1 e IEC/EN61557-2, **sem necessidade de utilizar um interrutor externo para ligar os terminais positivo e negativo** (ver § 11.4)

ATENÇÃO

- Não toque nas massas dos módulos durante a medição, pois podem estar em potencial perigoso mesmo com o sistema desconectado devido à tensão gerada pelo instrumento
- A medição pode dar resultados incorretos se a referência de terra não estiver corretamente conectada à entrada **E**
- Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição definindo a função **TMR** curto-circuitando os terminais **N** e **E**, verificando um valor de isolamento próximo de zero e um valor fora de escala com os terminais **N** e **E** abertos

ATENÇÃO

- **A medição do isolamento pode ser efetuada num único módulo, num string ou num sistema constituído por vários strings ligados em paralelo**
- Desligar o string/planta do inversor e dos eventuais para-raios
- Se o módulo/cordão/planta tiver um pólo ligado à terra, esta ligação deve ser temporariamente seccionada.
- De acordo com a norma IEC/EN62446-1, a tensão de ensaio Vtest deve ser ≥ tensão nominal do sistema
- A norma IEC/EN62446-1 define 1MΩ como o valor limite mínimo da resistência de isolamento para sistemas com tensão nominal superior a 120V
- É aconselhável efetuar a medição do isolamento diretamente no módulo/corda/campo a montante de quaisquer díodos de bloqueio

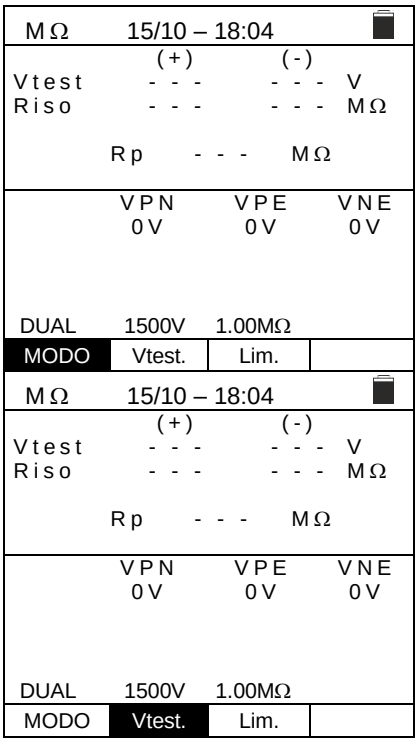
O instrumento efetua a medição do isolamento das seguintes formas:

- Modo **DUAL** → o instrumento efetua a medição do isolamento em sequência entre o pólo positivo (+) e a referência PE e entre o pólo negativo (-) e a referência PE dos módulos, strings ou conjuntos PV e calcula a resistência global de paralelo Rp

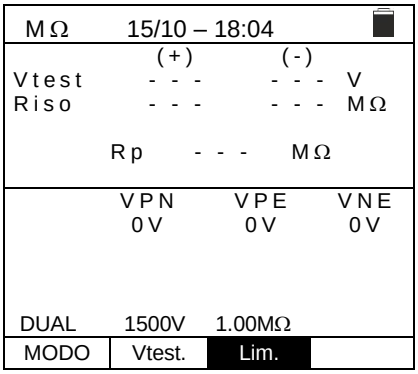
- Modo **TMR** → o instrumento efetua a medição em modo contínuo (com uma duração máxima de 999s) entre o terminal "N" e a referência PE, visualizando o valor mínimo obtido da **resistência paralela entre os pólos (+) e (-)** de strings/módulos ou uma resistência de isolamento genérica de cabos **não energizados** no final do período de tempo selecionado. Neste modo, o instrumento efetua também o cálculo dos parâmetros DAR (Dielectric Absorption Ratio) e PI (Polarisation Index) se a duração do ensaio for adequada para o cálculo dos parâmetros acima referidos

6.4.1. Execução da medição do isolamento - Modo DUAL

1. Posicionar o cursor em **MΩ** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O visor apresenta o ecrã ao lado. Utilizando novamente as botãos de setas (▲,▼)selecionar o modo de medição **"DUAL"** na posição "MODE"



2. Utilize as botãos de setas ◀ ou ▶ para selecionar a posição **'Vtest'** para definir a tensão de teste
3. Utilize as botãos de seta (▲,▼)para selecionar uma das seguintes tensões de teste (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC**. Tenha em atenção que, de acordo com a norma IEC/EN62446-1, a tensão de teste Vtest deve ser ≥ tensão nominal do sistema



4. Utilizar as botãos de seta ◀ ou ▶ selecionando a posição **"Lim.".** O ecrã ao lado aparece no visor.
5. Utilizando as botãos de setas (▲,▼) defina o limite mínimo para a medição do isolamento, selecionável entre os valores **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ**. Tenha em atenção que a norma IEC 64-8 estabelece um valor limite mínimo de resistência de isolamento de 1MΩ para sistemas com uma tensão nominal superior a 120V.

6. Ligar o instrumento ao string FV em teste, como mostra a Fig. 7. **O teste também pode ser efetuado com vários string em paralelo. Note-se que os eventuais para-raios ligados às strings da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio**

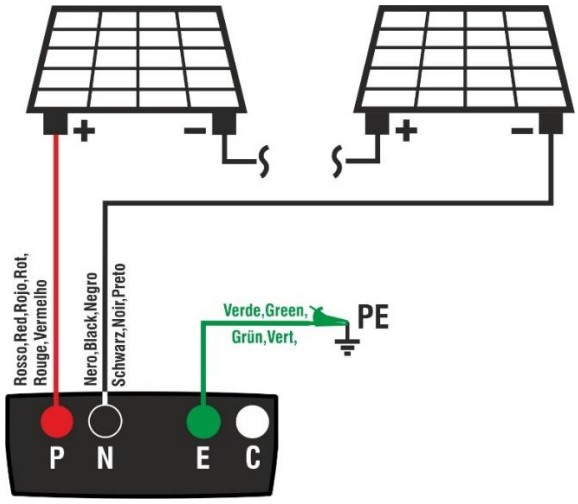
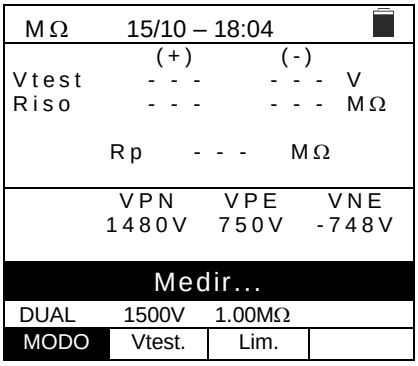


Fig. 7: Ligação do instrumento para medição do isolamento em modo DUAL

ATENÇÃO

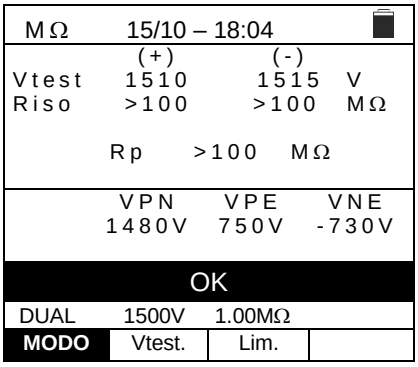
Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

7. **<u>Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s para ativar o teste.</u>** Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**" como mostra a imagem de ecrã ao lado. O campo **"Vtest"** mostra a tensão de teste efetiva gerada pelo instrumento. **<u>A duração do teste pode variar consoante a presença ou ausência de capacitância parasita presente</u>**



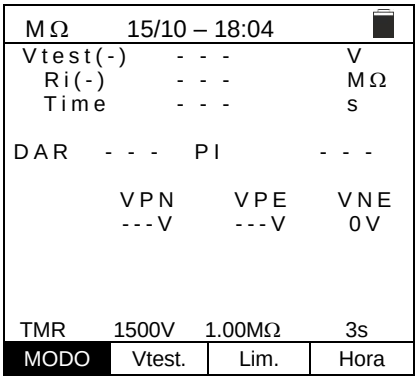
8. O instrumento efetua as seguintes medições em sequência:
   - Isolamento entre o pólo positivo (+) do string e a referência de terra
   - Isolamento entre o pólo negativo do string (-) e a referência de terra
   - Cálculo do valor da resistência Rp dado pelas medições paralelas (+) e (-)

   Se **"Rp≥Lim"**, o instrumento emite a mensagem **"OK"**, indicando que a medição foi efetuada com êxito. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

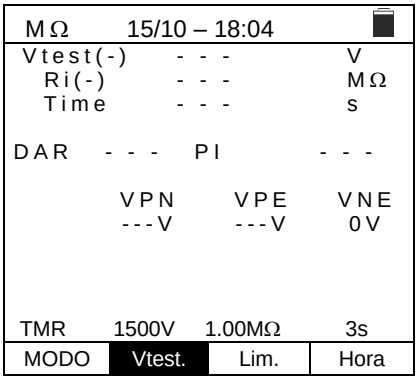


6.4.2. Execução da medição do isolamento – Modo TMR

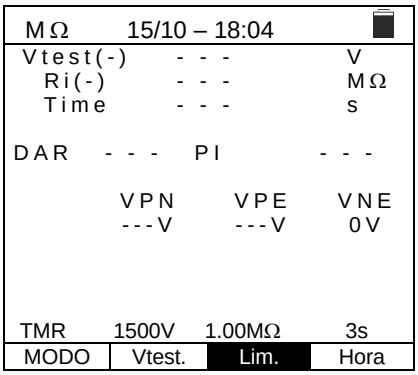
1. Posicionar o cursor em **MΩ** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. Utilizando novamente as botãos de setas (▲,▼) selecionar o modo de medição **"TMR"** na posição **"MODE"**



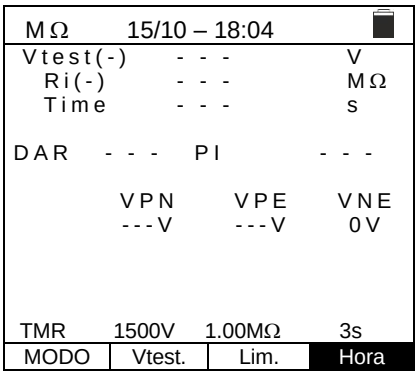
2. Utilize as botãos de setas ◀ ou ▶ para selecionar a posição **'Vtest'** para definir a tensão de teste
3. Utilize as botãos de seta (▲,▼)para selecionar uma das seguintes tensões de teste (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC**. Tenha em atenção que, de acordo com a norma IEC/EN 62446-1, a tensão de teste Vtest deve ser ≥ tensão nominal do sistema



4. Com as botãos de setas◀ ou ▶ selecionar a posição **"Lim.".** O ecrã ao lado aparece no visor.
5. Utilizando as botãos de seta (▲,▼) defina o limite **mínimo** para a medição do isolamento, selecionável entre os valores **0.05, 0.10, 0.23, 0.25, 0.50, 1.00, 50MΩ.**.Tenha em atenção que a norma IEC/EN62446-1 estabelece um valor limite mínimo de resistência de isolamento de 1MΩ para sistemas com uma tensão nominal superior a 120V



6. Com as botãos de setas ◀ ou ▶ selecionar a posição **"Hora"**. O ecrã ao lado aparece no visor.
7. Usando as botãos de seta (▲,▼)definir o tempo de medição no intervalo: **3s ÷ 999s**



8. Ligar o instrumento ao **string FV em teste**, como mostra a Fig. 8. **O teste também pode ser efetuado em várias strings em paralelo entre si. Tenha em atenção que os eventuais para-raios ligados às strings da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio**

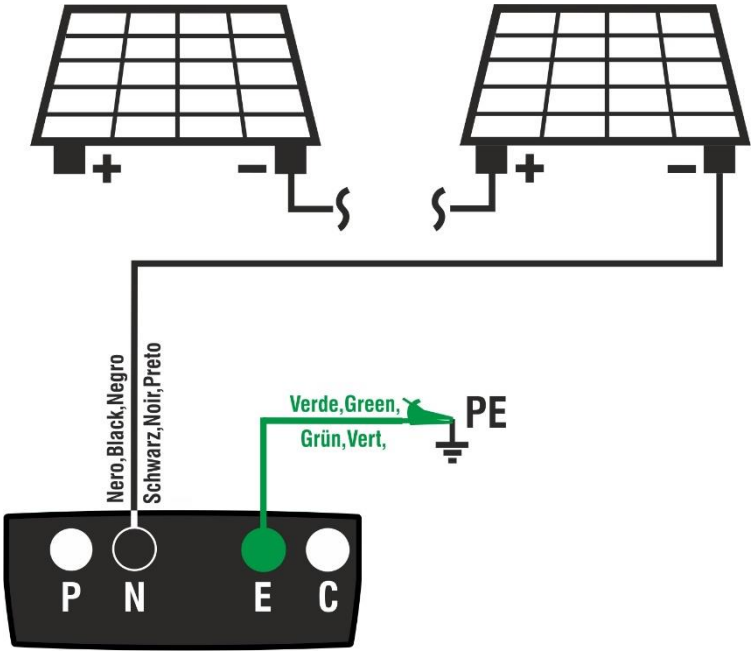
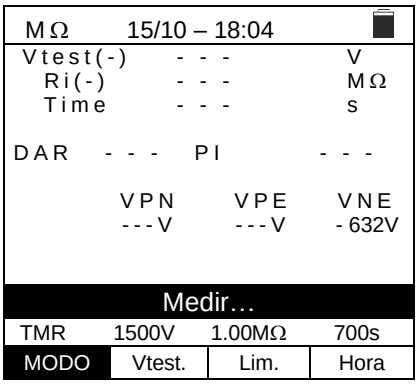


Fig. 8: Ligação do instrumento para medição do isolamento no modo TMR

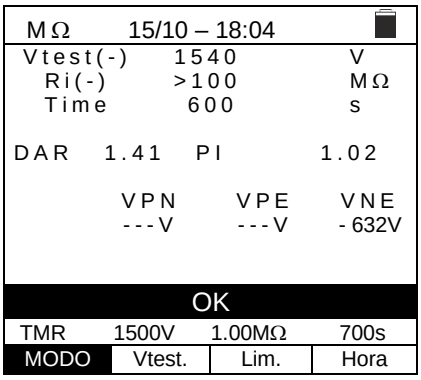
ATENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

9. **<u>Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s</u>** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**", como mostra a imagem de ecrã ao lado. O campo "Vtest (-)" mostra a tensão de teste efetiva gerada pelo instrumento

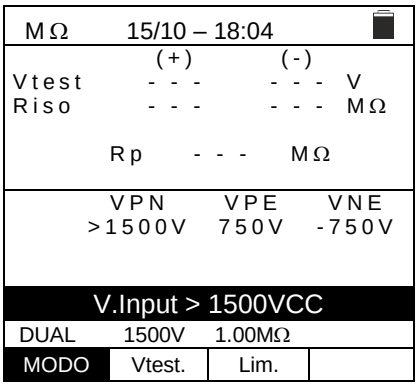


10. Se **"Ri(-)≥Lim"**, o instrumento emite a mensagem **"OK"** indicando o êxito da medição
<u>Se o tempo de medição for ≥60s</u>, o instrumento apresenta o valor do parâmetro DAR (Dielectric Absorption Ratio - rácio de absorção dieléctrica) no ecrã (ver § 11.2)
<u>Se o tempo de medição for ≥600s,</u> o instrumento mostra tanto o valor do parâmetro DAR (Dielectric Absorption Ratio) como o valor do parâmetro PI (Polarisation Index) no ecrã (ver § 11.1)
Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

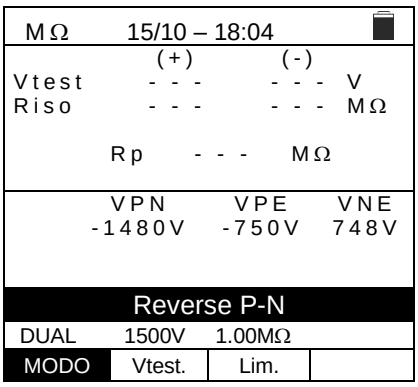


6.4.3. Situações anómalas

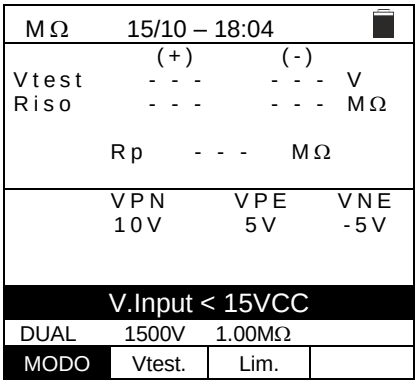
1. Se o instrumento detetar uma das seguintes condições: "|VPN| > 1500V", "|VPE| > 1500V" ou "|VNE| > 1500V", interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**V.Input > 1500VCC**" é apresentada no visor. Verificar a tensão de saída do string fotovoltaico



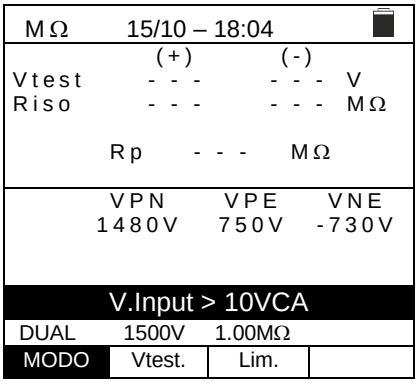
2. <u>No modo DUAL</u>, se o instrumento detetar uma tensão **VPN <0V** quando o botão **GO/STOP** é premido, interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**Reverse P-N**" é apresentada no visor. Verificar a polaridade e as ligações do instrumento à cadeia PV



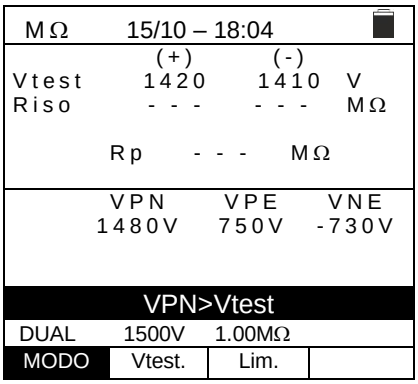
3. <u>No modo DUAL</u>, se o instrumento detetar uma tensão **VPN<15V** quando o botão **GO/STOP** é premido, pára a medição, emite um som prolongado e a mensagem **"V.Input <15VCC"** é apresentada no disply. Verificar a tensão de saída do string PV, que deve ser ≥15V



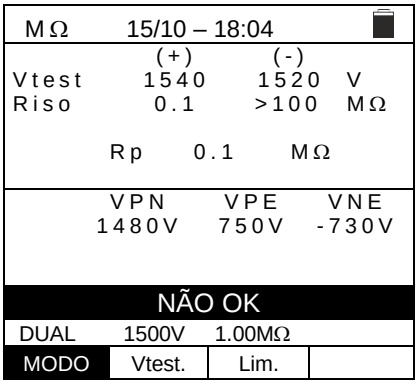
4. <u>No modo DUAL</u>, se o instrumento detetar uma das seguintes condições nas tensões medidas quando o botão **GO/STOP** é premido:
   RMS(VPN) - |(VPN) DC| <10
   RMS(VPE) - |(VPE) DC| <10
   RMS(VNE) - |(VNE) DC| <10
   não for satisfeita (**presença de componentes CA nas tensões de entrada**) interrompe a medição, emite um som prolongado e a mensagem "**V.Input > 10VCA**" é apresentada no ecrã. Verifique se a string PV está desligada do inversor e se os respetivos cabos estão separados de quaisquer outras fontes de tensão CA auxiliares



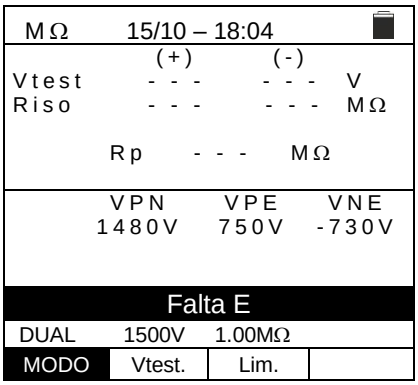
5. Se o instrumento detetar que a tensão entre os pólos positivo e negativo é superior à tensão de teste definida, a mensagem **"VPN>Vtest"** é apresentada no ecrã e o instrumento bloqueia o teste por não estar em conformidade com a norma IEC/EN62446-1. Verificar a tensão nominal do sistema, alterar o parâmetro e o **Vtest**, se necessário, e repetir o ensaio.



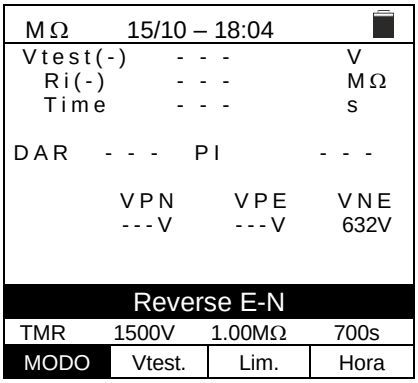
6. Se o instrumento detetar que **Rp<Lim**, a mensagem **"NO OK"** é apresentada no ecrã



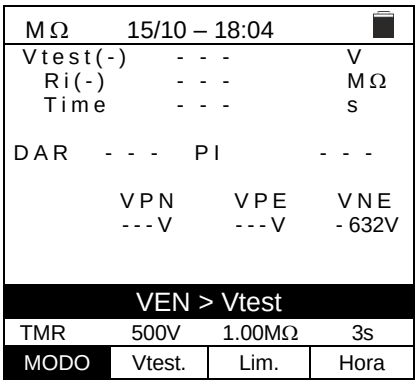
7. <u>No modo DUAL</u> Caso o instrumento detecte a ausência de conexão do terminal E com a referência de terra, a mensagem "**Falta E**" é mostrada no display e o teste não é realizado.
Conecte o instrumento a uma referência de aterramento válida antes de testar novamente



8. <u>No modo TMR</u> se o instrumento detetar uma tensão **positiva** entre os terminais **N** e **E**, a mensagem "**Reverse E-N**" será mostrada no visor e o teste não será realizado. Inverta as ligações nas entradas do instrumento, tendo em atenção que **deve estar sempre presente um potencial negativo** no terminal **N**



9. <u>No modo TMR</u> se a tensão VNE medida for superior à tensão de teste, o instrumento apresenta a mensagem "**VEN > Vtest**" quando o teste é activado. Selecione uma tensão de teste **superior** à tensão medida para realizar o teste corretamente



6.5. GFL – PESQUISA DE CONDIÇÕES DE BAIXO ISOLAMENTO EM CADEIAS FV

Na função GFL (Ground Fault Locator), o instrumento é capaz de fornecer uma indicação da localização de um possível defeito único de baixo isolamento numa cadeia do sistema devido, por exemplo, à infiltração de água ou humidade dentro das caixas de junção dos módulos FV. O instrumento mede as tensões de entrada e, com base no desequilíbrio entre V(+) e V(-) em relação à terra, identifica a posição presumida do defeito na cadeia. Para mais detalhes consulte § 11.3.

ATENÇÃO

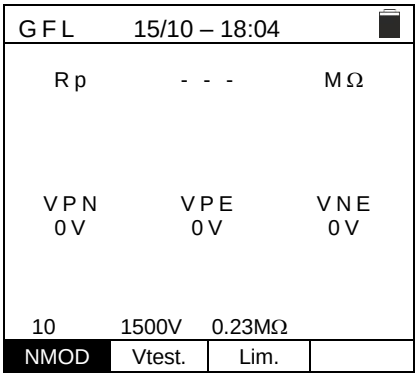
- Não toque nas massas dos módulos durante a medição, pois podem estar em potencial perigoso mesmo com o sistema desconectado devido à tensão gerada pelo instrumento
- A medição pode dar resultados incorretos se a referência de terra não estiver corretamente conectada à entrada **E**
- Recomendamos uma verificação preliminar do correto funcionamento do instrumento antes de realizar uma medição definindo a função **TMR** curto-circuitando os terminais **N** e **E**, verificando um valor de isolamento próximo de zero e um valor fora de escala com os terminais **N** e **E** abertos

ATENÇÃO

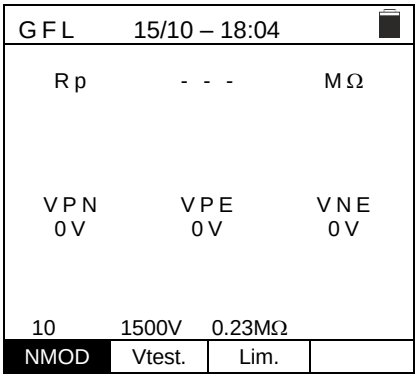
A função GFL fornece resultados corretos **APENAS** nas seguintes condições:

- Ensaio efetuado **a montante de eventuais díodos de bloqueio** numa **string única** desligada do inversor, de eventuais descarregadores e de ligações funcionais à terra.
- **Defeito único** de baixo isolamento que ocorre em qualquer ponto da cadeia
- Resistência de isolamento de falha única **<1.00MΩ (apenas para instrumentos com HW 01)**
- Devido à natureza aleatória destas falhas, **recomenda-se** a realização de medições em condições ambientais semelhantes àquelas em que a falha foi comunicada

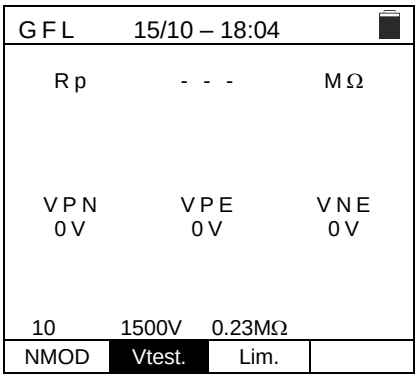
1. Posicionar o cursor no item **GFL** com as botãos de seta (▲,▼)e confirmar com **ENTER**. O visor apresenta o ecrã ao lado. **"Rp"** indica o paralelismo das resistências de isolamento dos pólos positivo (+) e negativo (-) do string em teste.



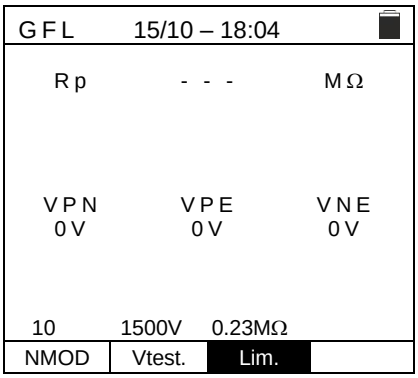
2. Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionando a posição **"NMOD"** para definir o número de módulos na cadeia em teste
3. Utilize os botões com as setas (▲,▼)para selecionar um número de módulos entre: **4 ÷ 60**



4. Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionar a posição **"Vtest"** para definir a tensão de ensaio
5. Utilize os botões com as setas (▲,▼) para selecionar uma das seguintes tensões de teste (Vnom): **250, 500, 1000,1500VDC. De acordo com a norma IEC/EN62446-1, recomenda-se que se defina a tensão de ensaio Vtest ≥ Vnom do sistema**



6. Utilize os botões com as setas ◀ ou ▶ selecionando a posição "**Lim.**". O ecrã ao lado aparece no mostrador.
7. Utilize os botões com as setas (▲,▼) para definir o limiar mínimo do limite de referência para a medição do isolamento, selecionável de entre os valores: **0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ., 1.00MΩ**



ATENÇÃO

Os valores **0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ** estão disponíveis em **instrumentos com HW 01**

8. Ligar o instrumento ao string FV em teste, como indicado na Fig. 9. Note-se que os eventuais para-raios ligados aos cabos da string devem também ser desligados e que é aconselhável efetuar a medição a montante de eventuais díodos de bloqueio

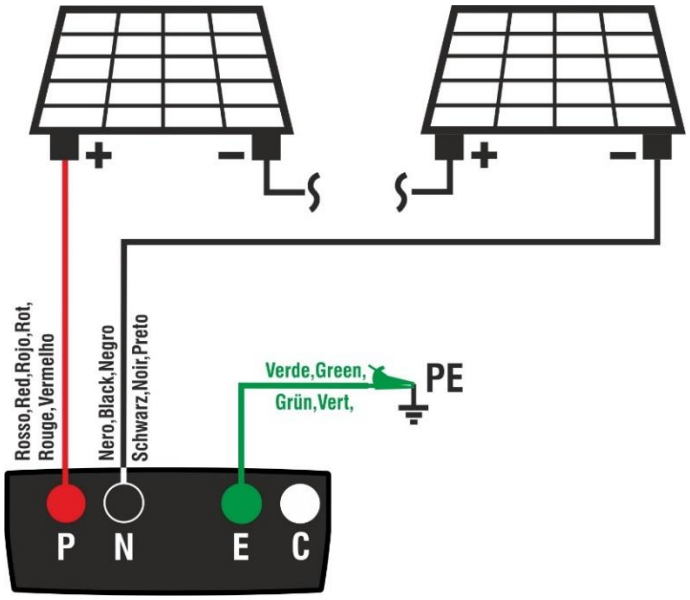
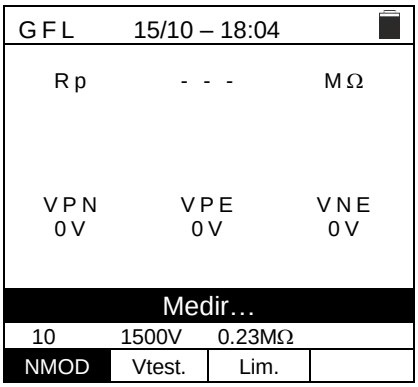


Fig. 9: Ligação do instrumento para medição do isolamento no modo GFL

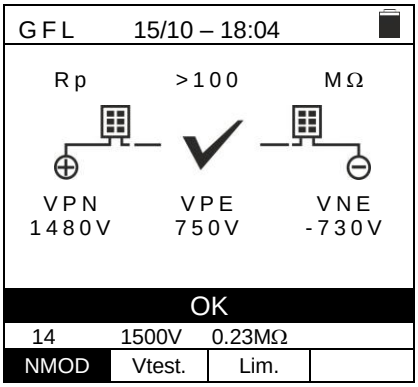
ATENÇÃO

- Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.3) e, como consequência, não efetuar o teste. Verifique e elimine, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste
- A função GFL **deve ser utilizada** somente **<u>após ter realizado a medição de isolamento principal (teste DUAL)</u>** em módulos e/ou strings com resultados negativos

9. **Premir e manter premido o botão GO/STOP durante pelo menos 3s para ativar o teste.** Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir...**", como mostra a imagem de ecrã ao lado



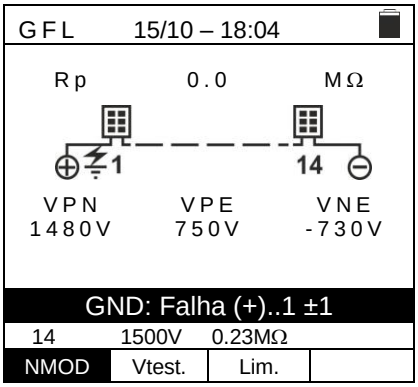
10. **Na ausência de condições de falha (Rp≥Lim)**, o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem **"OK"** é apresentada no visor.
A condição "OK" também pode ocorrer na presença **de mais de uma falha** presente no string (destacada por um teste reprovado realizado anteriormente com a função DUAL), condição que torna **ineficaz** a função GFL



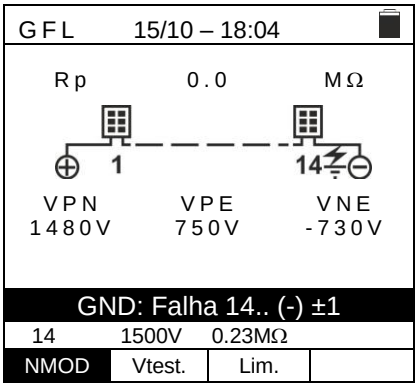
ATENÇÃO

Na presença de uma condição de falha verificada, a função GFL exibe:
- A posição do módulo defeituoso com tolerância **±1 módulo** por **NMOD ≤ 35**
- A posição do módulo defeituoso com tolerância **±3 módulo** por **NMOD > 35**
- **Recomenda-se** dividir a string em substrings **com menor número de módulos** para obter melhores resultados de teste

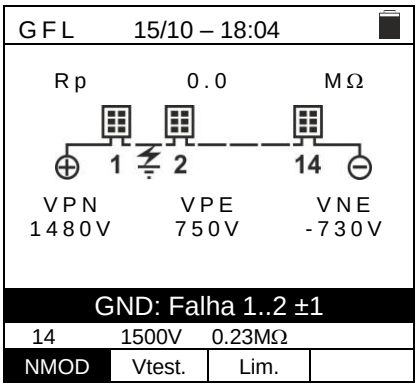
11. **Se houver uma falha (Rp<Lim) na posição 0 (a montante do primeiro módulo)**, o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falha (+)..1 ±N** " no visor. Verificar o estado de isolamento do condutor (+) proveniente do string. No caso da figura, tendo NMOD=14 → Tolerância = ±1, a falha pode ser encontrada antes ou depois do primeiro módulo



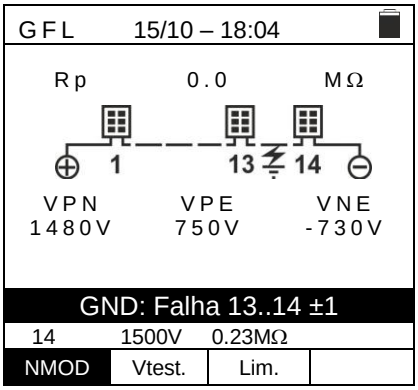
12. **Em caso de defeito (Rp<Lim) na posição NMOD+1 (a jusante do último módulo)**, o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falhs NMOD...(-) ±N** " no visor. Verificar o estado de isolamento do condutor (-) proveniente do string. No caso da figura, tendo NMOD=14 → Tolerância = ±1, a falha pode ser encontrada antes ou depois do último módulo



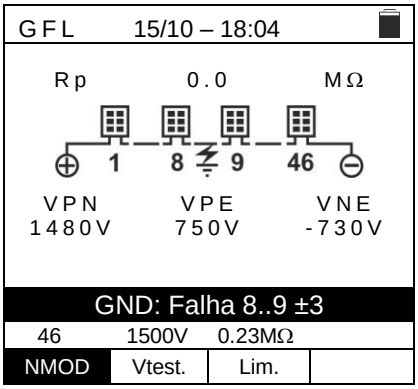
13. **<u>Se houver uma falha (Rp<Lim) na posição 1 (entre o módulo 1 e o módulo 2)</u>**, o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falha 1..2 ±N** " no visor Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados (1 e 2 no exemplo) e dos respetivos cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=14 → Tolerância = ±1, a falha pode ser encontrada antes do 1º módulo ou entre o primeiro e o terceiro módulo



14. **<u>Se houver uma falha (Rp<Lim) na posição NMOD (entre o penúltimo e o último módulo</u>**), o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem "**GND: Falha NMOD-1..NMOD ±N** " no visor. Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados e dos seus cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=14 • Tolerância = ±1, a falha pode ser encontrada entre o 12º módulo e após o último módulo



15. **<u>Se houver uma falha (Rp<Lim) no interior da cadeia,</u>** o instrumento apresenta o ecrã ao lado e a mensagem (relativa ao exemplo com NMOD = 46) "**GND: Falha 8..9 ±N"** no visor. Verificar o estado de isolamento das caixas de junção dos módulos indicados e dos seus cabos de ligação. No caso da figura, tendo NMOD=46 → Tolerância = ±3, a falha pode ser encontrada entre o 5º módulo e o 12 º módulo



ATENÇÃO

Os resultados da função GFL não podem ser guardados na memória do instrumento

6.6. DB – GESTÃO DE BASES DE DADOS DE FORMULÁRIOS

O instrumento permite a **gestão de um máximo de 64 módulos fotovoltaicos**, para além de um módulo DEFAULT (que não pode ser alterado ou eliminado) que pode ser utilizado como referência se não tivermos informações sobre o tipo de módulo disponível.

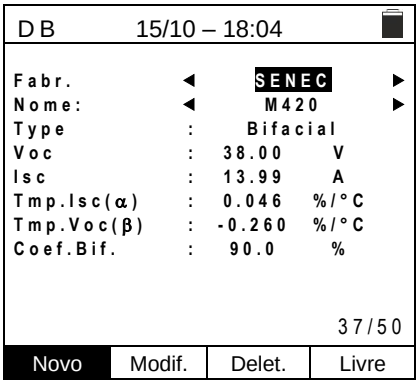
Os parâmetros, referentes a 1 módulo, que podem ser definidos na definição são apresentados na Tabela 1 abaixo, juntamente com as gamas de medição, resolução e condições de validade:

Entrada	Descrição	Campo	Resolução	Notas
Prod	Nome do construtor de módulos	Max 15 caratteri		Solo MAIUSCOLI
Nome	Nome do módulo	Max 15 caratteri		Solo MAIUSCOLI
Tipo	Tipo de módulo	Monofacial Bifacial		
Voc	Tensão sem carga	15.00 ÷ 199.99V	0.01V	Voc ≥ Vmpp
Isc	Corrente de curto-circuito	0.50 ÷ 40.00A	0.01A	Isc ≥ Impp
Vmpp	Tensão de ponto de potência máxima	15.00 ÷ 199.99V	0.01V	Voc ≥ Vmpp
Impp	Corrente do ponto de potência máxima	0.50 ÷ 40.00A	0.01A	Isc ≥ Impp
Tmp.Isc (α)	Coeficiente de temperatura Isc	-0.100÷0.100 %/°C	0.001%/°C	100*α/ Isc ≤ 0.1
Tmp.Isc (β)	Coeficiente de temperatura Voc	-0.999÷-0.001%/°C	0.001 %/°C	100*β/Voc ≤ 0.999
Coef. Bif.	Coeficiente de bifacialidade (Apenas módulos bifaciais)	0.0 ÷ 100.0%	0.1%	

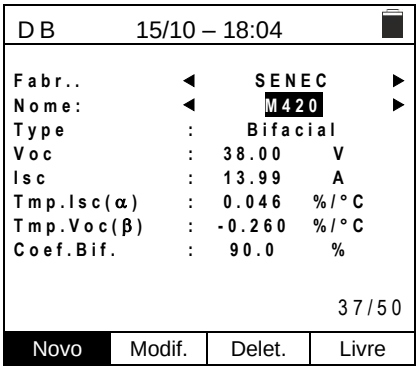
Tabela 1: Parâmetros associados a um módulo fotovoltaico

6.6.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico

1. Posicionar o cursor no item DB utilizando as botãos de seta (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O visor mostra o tipo de módulo selecionado e os valores dos parâmetros associados ao módulo (ver **Tabela 1**)



2. Utilizar as botãos de seta (◄ , ►) para selecionar o construtor do módulo (campo **"Fabr."**) e o nome do módulo (campo **"Nome"**), percorrendo as listas de construtores previamente definidos e guardados

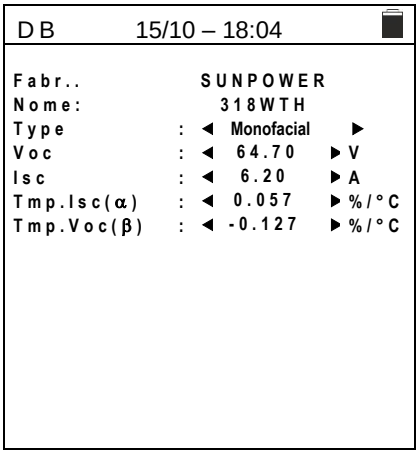


4. Selecionar o comando ”**Novo**” (que permite definir um novo módulo) e confirmar com **ENTER**. Utilize as botãos de setas do botãodo virtual e defina o nome do construtor do módulo. Confirmar com **"OK".**

5. Utilize as botãos de seta do botãodo virtual e defina o nome do módulo. Confirmar com **"OK".**

3. Introduzir o valor de cada parâmetro (ver Tabela 1) de acordo com a ficha de dados do fabricante, se aplicável. Posicionar o cursor no parâmetro a definir utilizando as botãos de setas (▲,▼) e definir o valor utilizando as botãos de setas (◀ , ▶). Premir e manter premidas as botãos (◀ , ▶) para efetuar uma definição rápida do valor.

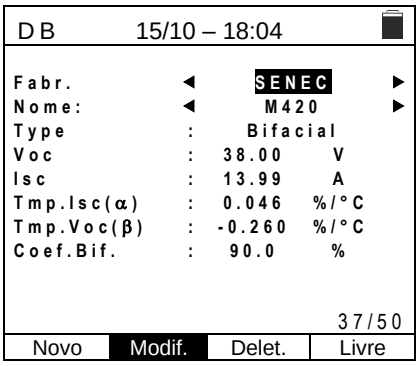
4. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições ou **ESC/MENU** para sair sem guardar)



ATENÇÃO

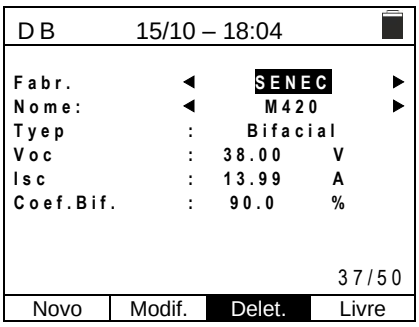
Quando o botão **SAVE** é premido, o instrumento verifica as condições indicadas na Tabela 1 **e**, se uma ou mais não forem verificadas, apresenta no visor uma das mensagens de erro indicadas no § 6.8 e não guarda a configuração definida até que as causas do erro sejam resolvidas

6.6.2. Modificação de um módulo FV existente



1. Selecione o módulo fotovoltaico a ser modificado na base de dados utilizando os botões de seta (◀ , ▶)
2. Prima o botão **ENTER** e selecione o comando "**Modif.**" utilizando o botão de seta (▼)
3. Confirmar a seleção com **ENTER**
4. A ferramenta possui um botãodo virtual interno onde pode redefinir o nome do módulo ou deixá-lo inalterado utilizando as botãos de setas (▲,▼,◀ , ▶). Premir o botão **ENTER** permite introduzir cada carácter do nome digitado
5. Premir o botão **SAVE** para guardar o nome do novo módulo assim definido ou para aceder à programação dos novos parâmetros

6.6.3. Eliminar um módulo fotovoltaico existente



1. Selecione o módulo FV na base de dados utilizando os botões de seta (◀ , ▶)
2. Prima o botão **ENTER** e selecione o comando "**Delet.**" utilizando o botão de seta (▼)para eliminar o módulo selecionado
3. Confirmar a seleção com **ENTER** ou premir **ESC/MENU** para sair da função
4. A posição "**Livre**" indica o número restante de módulos que ainda podem ser inseridos na BD em relação ao número máximo permitido (**64 módulos**)

ATENÇÃO

Não é possível alterar ou apagar o módulo FV DEFAULT presente na configuração de fábrica

6.7. IVCK – ENSAIO DE MÓDULOS E CADEIAS DE STRINGS FV

6.7.1. Introdução

Esta função efetua uma série de testes num módulo/string FV através de medições sequenciais:

- **Tensão em vazio Voc da string FV em ensaio**, medida em **OPC (OP**erative **C**ondition**),** ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da irradiância e da temperatura
- **Corrente de curto-circuito Isc,** em conformidade com os requisitos da norma IEC/EN62446-1, do string fotovoltaico em ensaio, medida em **OPC (OP**erative **C**ondition**)**, ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da radiação e da temperatura
- **Resistência de isolamento em modo DUAL** com medição dos valores R(+), R(-) e Rp
- **Continuidade dos condutores de proteção com 200mA**

No caso de medições **Voc e Isc SEM medições de radiação e temperatura**, o instrumento apresenta apenas **os valores OPC**, compara-os com os valores médios (média deslizante das últimas 10 medições) e apresenta o resultado para comparação dos valores médios.

Nas medições **Voc e Isc CON** da irradiância e da temperatura, os dados nas condições OPC são automaticamente "traduzidos" pelo instrumento para as condições **STC (S**tandard **T**est **C**ondition - Irradiância = 1000W/m^2, Temperatura do Módulo = 25°C, Distribuição Espectral AM=1,5), a fim de serem comparados com as características declaradas pelo fabricante do módulo. **Nestas condições, é necessário utilizar a unidade remota SOLAR03 à qual estão ligadas as sondas de irradiância e temperatura**

As medições da irradiância e da temperatura do módulo são efetuadas utilizando uma ou mais **células de referência HT305** (no caso de módulos de duas faces) e uma sonda de **temperatura PT305 ligada à unidade remota SOLAR03**, que comunica os dados em tempo real com o instrumento **através de uma ligação Bluetooth**

ATENÇÃO

Nas medições de irradiação realizadas com a(s) célula(s) de referência **HT305 <u>não é necessário</u>** configurar a sensibilidade relativa e os valores alfa que são gerenciados **automaticamente** pelo **SOLAR03** após conectar estes acessórios à unidade remota

Se a ligação Bluetooth entre o instrumento e a unidade remota seja crítica (longa distância ou transmissão através de paredes/obstáculos), **<u>recomenda-se</u>** realizar as medições traduzidas para as condições STC ativando o **registro síncrono** dos valores de irradiação/temperatura lido pela unidade SOLAR03 (ver § 6.7.4)

O limite mínimo de radiação recomendado é de **700W/m^2** → o instrumento efetua todas as verificações previstas para o teste I-V, gere todas as condições e mensagens de erro do teste I-V (número Mod. errado, Temp. fora do intervalo, presença de célula, Irr. Min, etc.) e calcula os valores em STC de Voc e Isc. Este modo é recomendado se pretender efetuar testes mais aprofundados nos módulos/strings em análise.

A página de resultados contém geralmente:

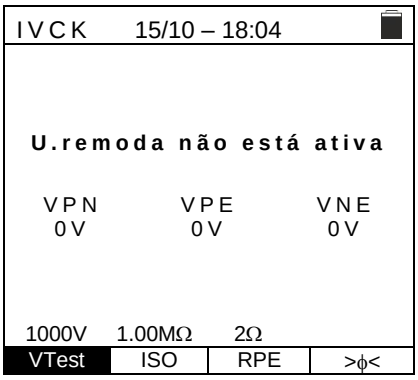
- A descrição do módulo em utilização
- Valores de irradiância e temperatura (se disponíveis)
- Os valores médios de Voc e Isc são calculados como a média dos valores correspondentes no OPC durante os últimos 10 ensaios armazenados e guardados. Se o número de ensaios for < 10, a média é calculada sobre o número de ensaios disponíveis. O primeiro ensaio apresentará traços no campo "valores médios", uma vez que não existem ensaios anteriores para calcular a média.
- Valores Voc e Isc medidos no OPC e quaisquer resultados parciais (apenas presentes se os valores STC não estiverem disponíveis) obtidos para comparação com valores médios.
- Os valores Voc e Isc calculados a STC (se disponíveis) e quaisquer resultados parciais obtidos por comparação dos valores calculados a STC com os valores nominais (introduzidos nos formulários DB)
- O resultado global do teste **(OK/NO).** O resultado global será calculado com base nos resultados parciais da STC (se estes estiverem disponíveis) ou com base nos resultados parciais da OPC (se os valores da STC não estiverem disponíveis)
- O instrumento não apresenta resultados globais se não estiver disponível um resultado parcial.

6.7.2. Teste IVCK sem unidade remota SOLAR03

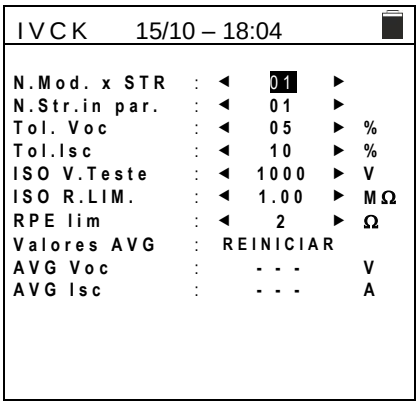
ATENÇÃO

- Verificar se nenhuma unidade remota SOLAR03 está atualmente ativada. Se não for esse o caso, execute o comando "**Unpair**" para unidade ativa atual (ver § 6.2)
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500VCC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos FV ou strings ligados ao conversor CC/CA
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string por string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se** que seja testada **uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botãos de seta (▲,▼)e confirmar com ENTER. O ecrã ao lado aparece no visor. A mensagem "**U. Remoda não está ativa**" indica que não há nenhuma unidade remota SOLAR03 ligada ao dispositivo (ver secção 6.2). São apresentados os seguintes parâmetros:
   - **VTest** → tensão de ensaio na medição do isolamento
   - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
   - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
   - **>ϕ<** → cabos de calibração de resistência medição de continuidade
   - Valores das tensões VPN, VPE e VNE



2. Utilizar as botão de seta (▼) para aceder à programação dos parâmetros de medição. O ecrã ao lado é apresentado no visor. Utilizar os botões (◀, ▶) para definir valores. Estão disponíveis as seguintes opções:
   - **N. Mod x STR** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
   - **N. Str in par.** → definir o número de cadeias paralelas no campo: **1 ÷ 10**
   - **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% a 15% (tipicamente 5%)**
   - **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% a 15% (típico 10%)**
   - **ISO V. Teste** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V,1500VDC**
   - **ISO R.LIM** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
   - **RPE Lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da medição), 1,2,3,4,5Ω**
   - **Valores de AVG** → a função "**REINICIAR**" permite repor os valores médios dos parâmetros Voc e Isc antes de iniciar uma nova medição
   - **AVG Voc, AVG Isc** → valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados



3. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições

4. Se necessário, selecionar a opção "**>ϕ<**" e confirmar com **ENTER**. Efetuar todas as operações descritas no § 6.3.1
5. Ligar o instrumento ao modulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 10. Em especial, ligar o pólo negativo que sai do string ao terminal N e o pólo positivo que sai do módulo/string ao terminal P

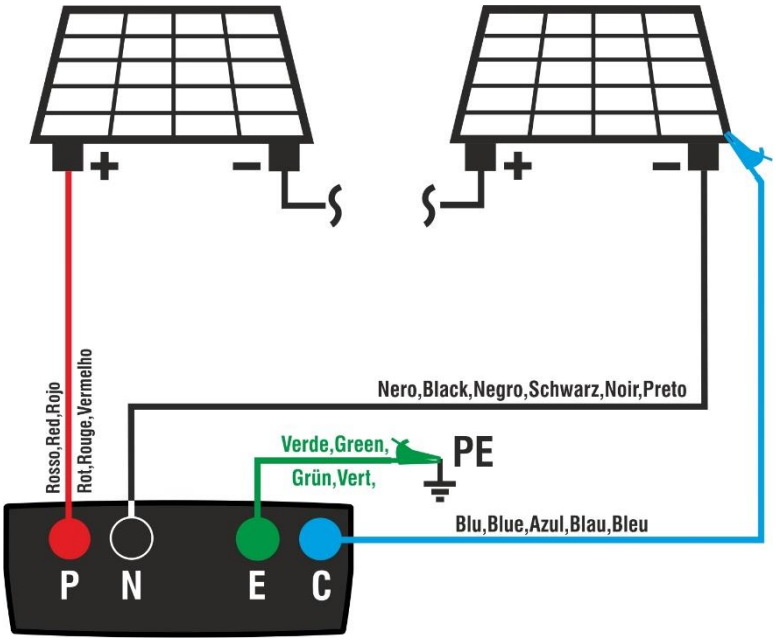


Fig. 10: Ligação de teste IVCK sem unidade remota

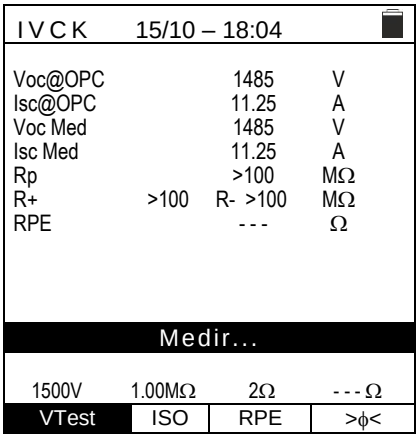
ATENÇÃO

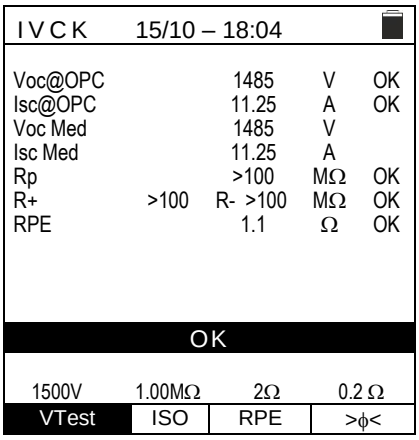
Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

ATENÇÃO

No caso em que os testes são realizados num **número N>1 de strings em paralelo**, a **corrente máxima mensurável pelo instrumento é Imax = 40A/N**

6. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir…**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores de Isc ≤40A)





7. No final das medições de Voc e Isc, é apresentada a mensagem "OK" se o ensaio tiver sido bem sucedido **(valores medidos dentro das tolerâncias definidas no instrumento).**
8. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste **(valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento).**
9. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido **(valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento)**
10. A mensagem "**OK**" é finalmente apresentada pelo instrumento no caso de um resultado positivo de todos os testes efetuados. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5
11. Premir o botão **SAVE/GUARDAR** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

ATENÇÃO

- A página de resultados apresenta os valores médios de Voc e Isc. Estes valores contêm **os valores médios de Voc e Isc em condições OPC calculados como uma média deslizante sobre os últimos 10 ensaios previamente armazenados.** Se o utilizador tiver realizado e armazenado <10 ensaios ou tiver reposto os valores médios, a média apresentada durante o ensaio N+1 será a calculada sobre os N valores disponíveis
- Neste modo de utilização do instrumento, os valores médios previamente calculados são de particular importância. No caso do início de uma nova campanha de medições com variações significativas de irradiância ou de temperatura, **recomenda-se a reposição (comando "REINICIAR")** dos valores médios de referência e o seu novo cálculo com base nas novas medições. No entanto, os valores médios são repostos a zero se o utilizador alterar o número de módulos e/ou de strings

6.7.3. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta

Recomenda-se a medição da irradiância e da temperatura (se o instrumento estiver definido para o modo de medição da temperatura "MIS") **através da unidade remota SOLAR03 em ligação Bluetooth** com o instrumento, se estiverem presentes condições de irradiância instáveis ou se houver necessidade de comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante. Neste caso, o instrumento fornece diretamente os resultados das medições @STC.

ATENÇÃO

- Verificar se uma unidade remota está ativa. Caso contrário, efetuar o procedimento de ligação descrito no § 6.2
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500 VDC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos fotovoltaicos ou strings ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima mensurável pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string a string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se que seja testada uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligue o instrumento e selecione a opção **UREM** no menu principal para emparelhar e conectar a unidade remota SOLAR03 via Bluetooth conforme mostrado no § 6.2
2. Ligar o instrumento ao módulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 11. Em particular:

   - Ligar o pólo negativo da saída do módulo/string ao terminal **N** e o pólo positivo da saída do módulo/string ao terminal **P**
   - **No caso dos módulos Monofaciais** → colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo **(F)** e na entrada **"INP1"** e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** na entrada **"INP4"** da unidade remota
   - **No caso dos módulos Bifaciais** → Colocar as 3 células de referência **HT305** no plano frontal do módulo **(F)**, na parte superior traseira (**BH=B**ack**H**igh) e na parte inferior traseira (**BL=B**ack**L**ow) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada **"INP1"**, a célula de referência BH à entrada **"INP2"**, a célula de referência BL à entrada **"INP3"** e, se necessário, a sonda de temperatura PT305 à entrada **"INP4"** da unidade remota. De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor de irradiância frontal equivalente (Irreq) que corresponde à irradiância apenas no plano frontal produzindo os mesmos efeitos que a irradiância detectada em ambas as faces tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade** (φ) do módulo de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

   No qual: Irr_R = min (IrrBL, IrrBH)

3. Se necessário, selecionar a opção "**>ϕ<**" e confirmar com **ENTER**. Efetuar as operações de calibração dos cabos, tal como descrito no § 6.3.1

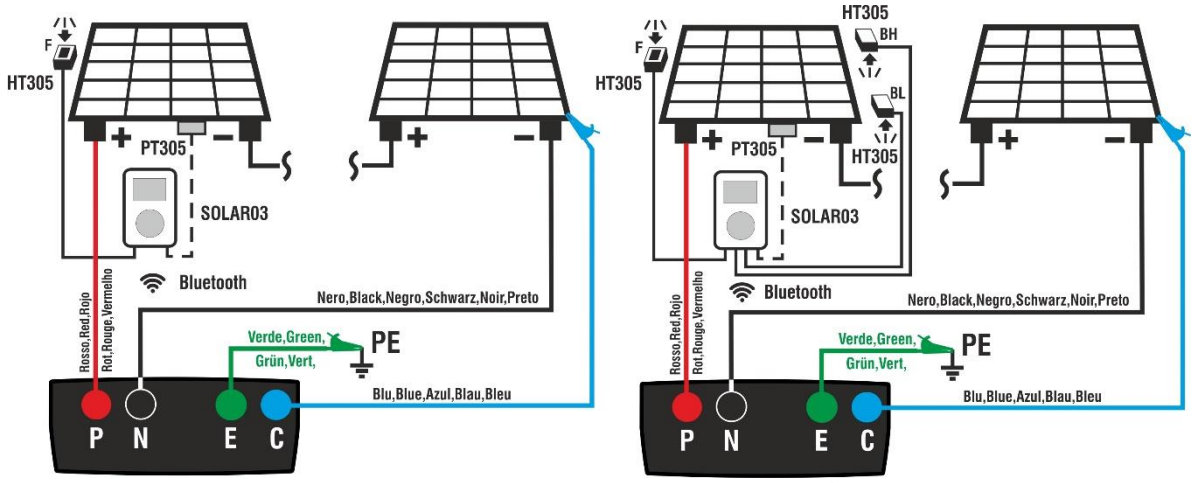
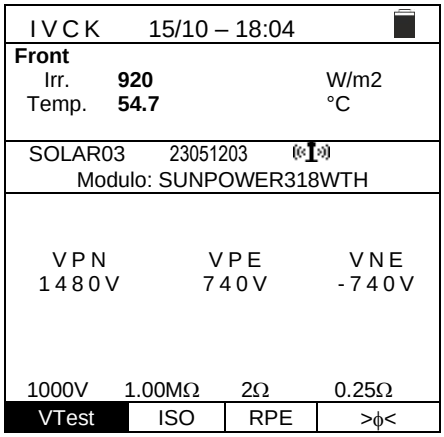
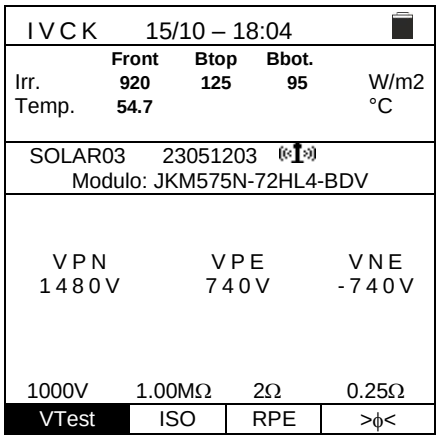


Fig. 11: Use com SOLAR03 em conexão direta em módulos Mono/Bifaciais

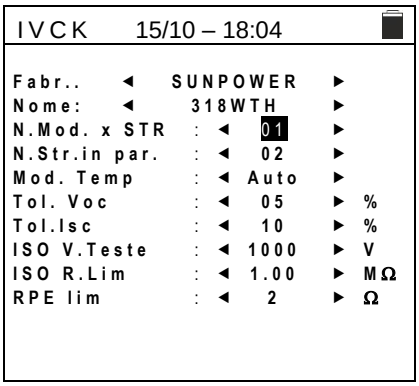
4. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. São apresentados os seguintes parâmetros mostrado no caso de módulos Monofaciais
   - **Irr.** → valores de irradiância medidos pela célula HT305 ligada à unidade remota
   - **Temp.** → valor da temperatura do módulo
   - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação "((1))"
   - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
   - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
   - **>ϕ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
   - Valores das tensões VPN, VPE e VNE



5. Os seguintes parâmetros são mostrados no caso de módulos Bifaciais
   - **Irr.** → valores de irradiação medidos pelas células HT305 conectadas à unidade remota (**Front** = frontal, **Btop** = parte superior traseira, **Bbot**. = parte inferior traseira)
   - **Temp.** → valor da temperatura do módulo
   - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação "((1))"
   - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
   - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
   - **>ϕ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
   - Valores das tensões VPN, VPE e VNE

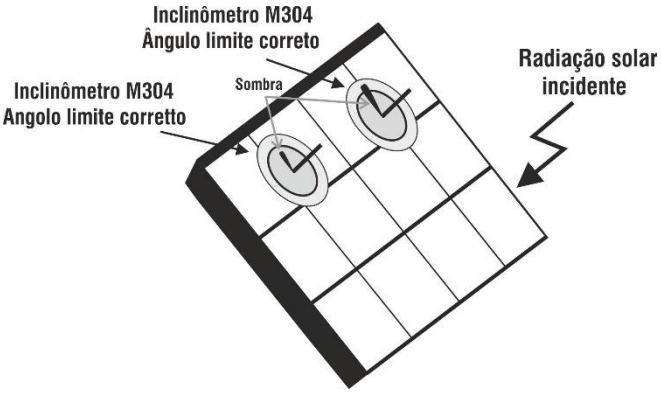


6. Utilizar as botão de seta (▼) aceder à programação dos parâmetros de medição. O ecrã ao lado é apresentado no visor. Utilizar as botãos (◀, ▶) para definir os valores. Estão disponíveis as seguintes opções



   - **Fabr..** → Definir o nome do construtor do módulo (máximo de 50 caracteres) na base de dados interna
   - **Nome** → Definir o nome do módulo (máx. 50) na DB interna. Se o módulo tiver sido definido como "**Bifacial**" aquando da introdução na base de dados, o instrumento e a unidade remota irão ler automaticamente 3 valores de irradiação
   - **N. Mod x STR** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
   - **N. Str in par.** → definir o número de cadeias paralelas no intervalo: **1 ÷ 10**
   - **Mod. Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
     - **AUTO** → temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
     - **MEAS** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
     - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte
   - **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% ÷ 15% (tipicamente 5%)**
   - **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% ÷ 15% (tipicamente 10%)**
   - **Iso V. Test** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V,1500VDC**
   - **Iso R.Lim** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
   - **RPE Lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da** medição),**1,2,3,4,5Ω**
7. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições e regressar ao ecrã anterior

8. Montar a haste no disco do acessório opcional M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **<u>Verificar se a sombra da haste projectada no disco está dentro do "círculo limite concêntrico" no interior do próprio disco (ver figura ao lado)</u>**. Caso contrário, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições efetuadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



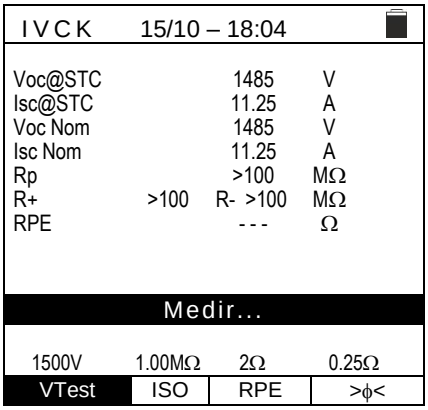
ATENÇÃO

Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste

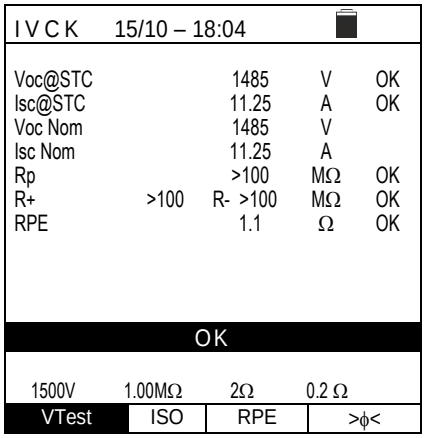
ATENÇÃO

No caso em que os testes são realizados num **número N>1 de strings em paralelo**, a **corrente máxima mensurável pelo instrumento é Imax = 40A/N**

9. Premir o botão **GO/STOP** para ativar o ensaio. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir…**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores deIsc ≤40A)



10. No final das medições Voc e Isc se o teste for bem sucedido (**valores medidos dentro das tolerâncias definidas no instrumento**). São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Tensão Voc nas condições STC com resultado
    - Corrente Isc em condições STC com resultado
    - Valor nominal da tensão Voc@STC utilizada como referência para o resultado
    - Valor nominal da corrente Isc@STC utilizada como referência para o resultado
11. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste (**valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento**)
12. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido (**valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento**)
13. A mensagem "**OK**" é finalmente apresentada pelo instrumento no caso de um resultado positivo de todos os testes efetuados



14. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição
15. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5

6.7.4. Teste IVCK com unidade remota SOLAR03 em registo síncrona

Las medições de irradiação e temperatura (se o instrumento estiver configurado no modo de medição de temperatura "Med") **através da unidade remota SOLAR03 conectada em gravação síncrona ao instrumento** são **recomendadas** se houver condições de irradiação instáveis, **na presença de obstáculos que possam interromper a conexão Bluetooth**, sendo necessária comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante. Desta forma, a unidade remota SOLAR03 ativa deverá ser conectada via Bluetooth somente no INÍCIO e FIM das operações e NÃO DURANTE as próprias medições de irradiação e temperatura. O instrumento fornece os resultados das medições @OPC sem sucesso e depois realiza a tradução @STC automática e simultânea **somente após a transferência de dados da unidade remota no final da gravação e a subsequente reconexão**

ATENÇÃO

- Verificar se uma unidade remota está ativa. Caso contrário, efetuar o procedimento de ligação descrito no § 6.2
- A tensão máxima entre as entradas P, N, E e C é de 1500 VDC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual
- Não efetuar testes em módulos FV ou strings ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima mensurável pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas string a string. Embora o instrumento seja concebido para lidar com a corrente de arranque para strings simples ou paralelas, **recomenda-se que seja testada uma string de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento ao módulo/string em ensaio e, se for caso disso, ao nó de terra principal do sistema e às massas metálicas ligadas à terra, como indicado na Fig. 12 (moduli Monofaciais) o Fig. 13 (módulos Bifaciais). Em particular:

   - Ligar o pólo negativo da saída do módulo/string ao terminal **N** e o pólo positivo da saída do módulo/string ao terminal **P**
   - **No caso dos módulos Monofaciais** → colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo **(F)** e na entrada **"INP1"** e, se necessário, a sonda de temperatura **PT305** na entrada **"INP4"** da unidade remota
   - **No caso dos módulos Bifaciais** → Colocar as 3 células de referência **HT305** no plano frontal do módulo **(F)**, na parte superior traseira (**BH=B**ack**H**igh) e na parte inferior traseira (**BL=B**ack**L**ow) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada **"INP1"**, a célula de referência BH à entrada **"INP2"**, a célula de referência BL à entrada **"INP3"** e, se necessário, a sonda de temperatura PT305 à entrada **"INP4"** da unidade remota. De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor de irradiância frontal equivalente (Irreq) que corresponde à irradiância apenas no plano frontal produzindo os mesmos efeitos que a irradiância detectada em ambas as faces tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade** (φ) do módulo de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

   No qual: Irr_R = min (IrrBL, IrrBH)

2. Se necessário, selecionar a opção "**>ϕ<**" e confirmar com **ENTER**. Efetuar as operações de calibração dos cabos, tal como descrito no § 6.3.1

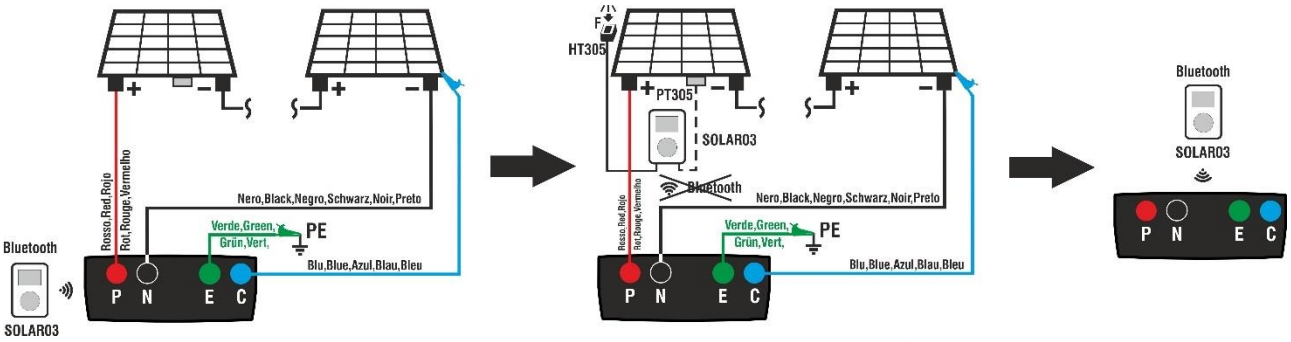


Fig. 12: Use com SOLAR03 em registo sincrono em módulos Monofaciais

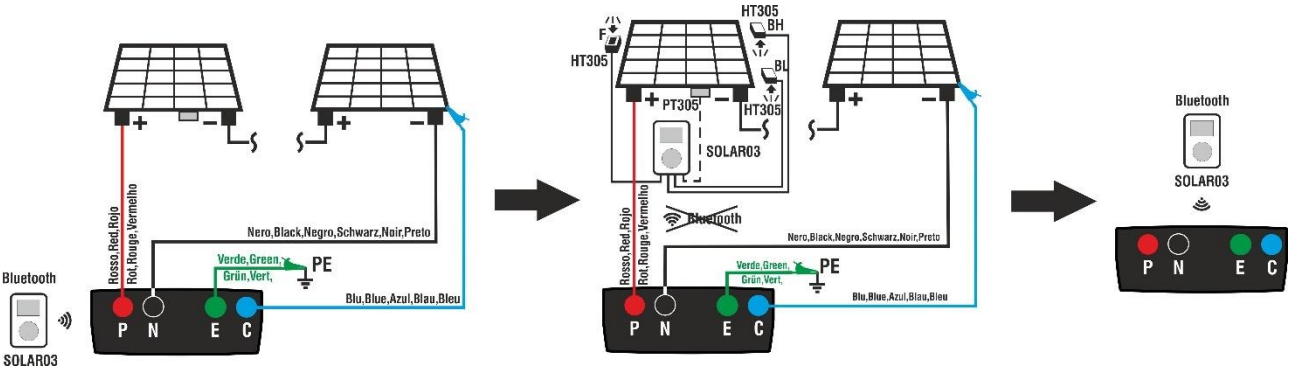
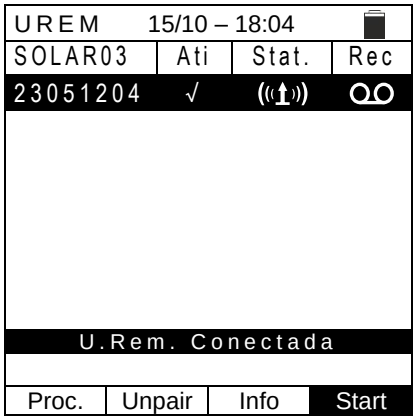


Fig. 13: Use com SOLAR03 em registo sincrono em módulos Bifaciais

Fase 1

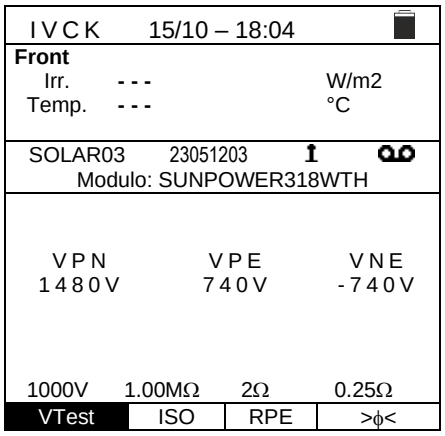
3. Aproxime a unidade remota SOLAR03 do instrumento conforme mostrado na Fig. 12 ou Fig. 13 – lado esquerdo
4. Selecionar a opção **UREM** no menu principal, associar e ligar a unidade remota SOLAR03 ao instrumento, como indicado no ponto 6.2
5. Utilizar as botãos de seta ◀ ou ▶ Utilizando as botãos de setas, selecionar a posição "**Start**" para iniciar o registo **(com varrimento de 1s não alterável)** na unidade remota pelo instrumento. O ecrã ao lado é apresentado no visor. Nesta condição, o instrumento envia a data/hora do seu sistema para a unidade remota **SOLAR03**, que fica então sincronizada temporalmente com ele. O símbolo "∞" é apresentado no visor e a mensagem **"REC"** aparece no visor da unidade remota para indicar que a gravação está em curso



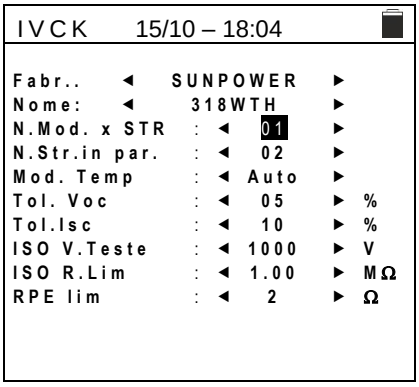
Fase 2

6. Aproximar a unidade remota dos módulos e ligar as sondas de radiação/temperatura como indicado na Fig. 12 ou Fig. 13 – lado central. **Tendo já iniciado o registo na unidade remota SOLAR03, <u>já não é necessário manter a ligação Bluetooth</u>.** A manutenção da ligação (se possível) apenas permitirá obter imediatamente o resultado do teste sem esperar pelo fim da campanha de medição.

7. Posicionar o cursor sobre o item **IVCK** com as botãos de setas (▲,▼) e confirmar com **ENTER**. O ecrã ao lado aparece no visor. São apresentados os seguintes parâmetros mostrado no caso de módulos Monofaciais
   - **Irr.** → valor de irradiação não indicado "- - -" pois a unidade remota não está conectada ao instrumento
   - **Temp.** → valor de temperatura do módulo não indicado "- - -" pois a unidade remota não está conectada ao instrumento
   - **Unidade remota** → informações sobre o número de série, o estado da ligação " 1 "e registo em curso "∞" da unidade remota SOLAR03 conectada e ativa
   - **ISO** → limite mínimo na medição do isolamento
   - **RPE** → limite máximo da medida de continuidade
   - **>ϕ<** → valor da resistência de calibração do cabo na medição de continuidade
   - Valores das tensões VPN, VPE e VNE

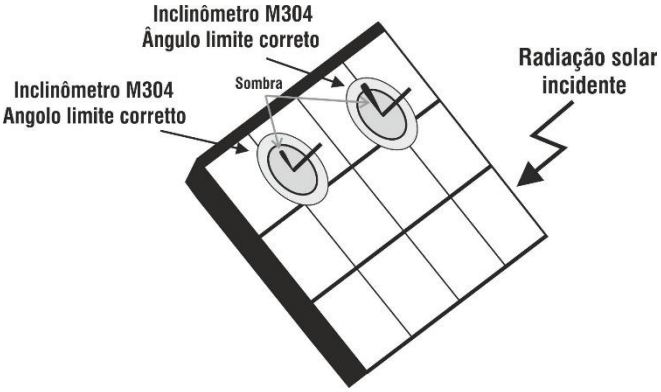


8. Utilizar as botão de seta (▼) aceder à programação dos parâmetros de medição. O ecrã ao lado é apresentado no visor. Utilizar as botãos (◀, ▶) para definir os valores. Estão disponíveis as seguintes opções
   - **Fabr..** → Definir o nome do construtor do módulo (máximo de 50 caracteres) na base de dados interna
   - **Nome** → Definir o nome do módulo (máx. 50) na DB interna. Se o módulo tiver sido definido como "**Bifacial**" aquando da introdução na base de dados, o instrumento e a unidade remota irão ler automaticamente 3 valores de irradiação
   - **N. Mod x STR** → definir o número de módulos da cadeia no campo: **1 ÷ 60**
   - **N. Str in par.** → definir o número de cadeias paralelas no intervalo: **1 ÷ 10**
   - **Mod. Temp** → definir o modo de medição da temperatura do módulo entre as opções:
     - **AUTO** → temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc (sem sonda ligada) - **opção recomendada**
     - **MEAS** → temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota
     - **MAN** → definição manual da temperatura do módulo, se conhecida no campo seguinte
   - **Tol. Voc** → definir a tolerância percentual na medição Voc no intervalo: **1% ÷ 15% (tipicamente 5%)**
   - **Tol. Isc** → definir a tolerância percentual na medição de Isc no intervalo: **1% ÷ 15% (tipicamente 10%)**
   - **Iso V. Test** → definir a tensão de ensaio na medição do isolamento a partir das opções: **OFF (exclusão da medição), 250V,500V,1000V,1500VDC**
   - **Iso R.Lim** → definir o limiar mínimo de referência na medição do isolamento entre os valores: **0.05,0.10,0.23,0.25,0.50,1.00,50MΩ**
   - **RPE Lim** → definir o limite máximo na medição da continuidade entre os valores: **OFF (exclusão da** medição),**1,2,3,4,5Ω**



9. Prima o botão **SAVE** para guardar as definições e regressar ao ecrã anterior

10. Montar a haste no disco do acessório opcional M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projectada no disco está dentro do "círculo limite concêntrico" no interior do próprio disco (ver figura ao lado)**. Caso contrário, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições efetuadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



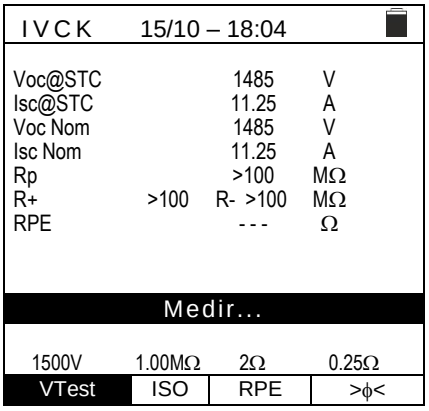
ATENÇÃO

- Quando o botão **GO/STOP** é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.8) e, como consequência, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de prosseguir com o teste
- As configurações feitas nos parâmetros de controle do instrumento podem ser modificadas a qualquer momento, mesmo durante a registo

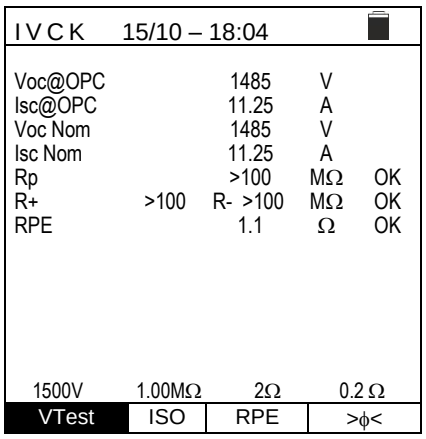
ATENÇÃO

No caso em que os testes são realizados num **número N>1 de strings em paralelo**, a **corrente máxima mensurável pelo instrumento é Imax = 40A/N**

11. Premir o botão **GO/STOP** para ativar os testes desejados nas cordas sob exame. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta a mensagem "**Medir…**" e a medição da tensão de circuito aberto entre os terminais P e N e da corrente de curto-circuito (para valores deIsc ≤40A)



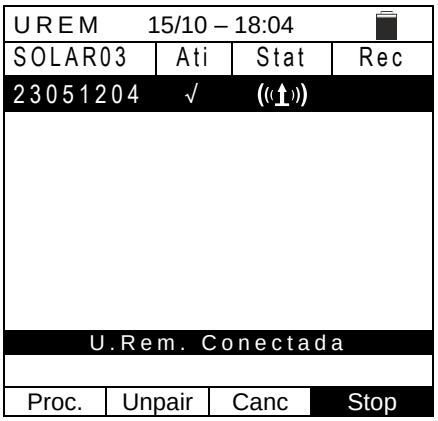
12. Ao final das medições de Voc e Isc o instrumento exibirá **apenas os valores medidos no OPC** e é necessário aguardar o término da sessão de teste e **a posterior sincronização com a unidade remota SOLAR03** para obter o resultado final do testes realizados. Os seguintes parâmetros são mostrados
    - Tensão Voc nas condições OPC com resultado
    - Corrente Isc em condições OPC com resultado
    - Valor nominal da tensão Voc@STC
    - Valor nominal da corrente Isc@STC



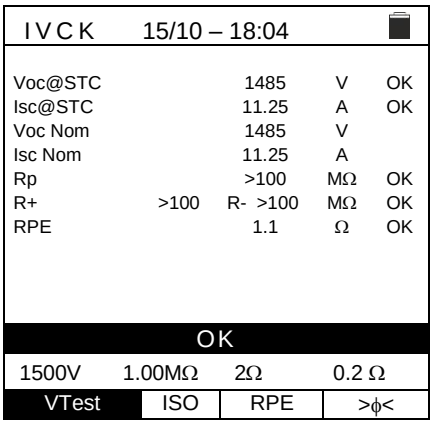
13. Com a medição do isolamento selecionada, o instrumento prossegue o ensaio mantendo os terminais P e N em curto-circuito e efetuando o ensaio entre este ponto e o terminal E durante o tempo necessário para obter um resultado estável. O valor da resistência de isolamento é indicado no campo "Rp" (resistência paralela entre os valores R+ e R-) e a mensagem "OK" em caso de resultado positivo do teste (**valor medido superior ao limite mínimo definido no instrumento**)
14. Com a medição de continuidade selecionada, o instrumento prossegue o ensaio abrindo o curto-circuito e realizando o teste entre os terminais E e C. O valor da resistência no teste de continuidade é apresentado no campo "RPE" e a mensagem "OK" se o teste for bem sucedido (**valor medido inferior ao limite máximo definido no instrumento**)
15. Premir o botão **SAVE** para guardar o resultado do teste na memória do instrumento (ver § 7.1) ou o botão **ESC/MENU** para sair do ecrã sem guardar e voltar ao ecrã principal de medição

Fase 3

16. **No final da sessão de teste**, desligar a unidade remota SOLAR03, voltar a colocá-la na proximidade do instrumento (ver Fig. 12 ou Fig. 13 – lado direito) e verificar se a ligação com o instrumento está novamente ativa (símbolo "✱" **permanentemente aceso** no visor da unidade remota)
17. Utilizando as botãos de setas◀ ou ▶ selecionar a posição **"Stop"** para terminar o registo na unidade remota através do instrumento. A imagem do ecrã ao lado é apresentada no visor. O símbolo "∞" desaparece no visor e a mensagem "**REC**" desaparece no visor da unidade remota.
Nesta fase, a unidade remota **descarrega os valores de radiação/temperatura registados durante a campanha de medição, que são utilizados pelo instrumento para a conversão automática dos valores Voc e Isc em condições STC**



15. Os dados presentes nas medições previamente salvas na memória serão atualizados com os valores calculados nas condições STC e a mensagem "**OK**" estará consequentemente disponível em caso de resultado positivo de todos os testes realizados (**valores medidos dentro as tolerâncias definidas no instrumento**)



16. Para a interpretação dos resultados ver § 6.7.5

ATENÇÃO

O instrumento traduz os valores @OPC para os valores @STC quando ocorrem as seguintes condições:

- Tensão **Voc > Voc mínimo = 15V**
- Valores de irradiação **frontal** (também válidos para módulos Bifaciais) considerados **superiores** ao limite mínimo definido no instrumento (>100W/m^2) e **estáveis** (variação entre o início e o final da campanha de medição **±20 W/m^2**)
- Tensão de circuito aberto Voc medida **consistente com o valor esperado** indicado na folha de dados do módulo
- Valor de temperatura do módulo incluído na escala **-40°C ÷ 100°C**
- Valor da corrente de curto-circuito **Isc > Iscmin = 0.2A**

6.7.5. Interpretação dos resultados da medição

Em geral, o resultado de um ensaio sobre a medição de Voc e Isc é determinado pelas seguintes relações:

Medições sem unidade remota (sem irradiação e temperatura)

Observar os seguintes parâmetros:

VocAvg → Valor médio da Voc calculado a partir das últimas 10 medições guardadas
IscAvg → Valor médio da Isc calculado sobre as últimas 10 medições guardadas
Voc (Tol+) = **Tol%(+)Voc * VocAvg** → Valor de tolerância positivo em Voc
Voc (Tol-) = **Tol%(-)Voc * VocAvg** → Valor de tolerância negativo em Voc
Isc (Tol+) = **Tol%(+)Isc * IscAvg** → Valor de tolerância positivo em Isc
Isc (Tol-) = **Tol%(-)Isc * IscAvg** → Valor de tolerância negativo em Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Erro instrumental máximo declarado em Voc @OPC (ver § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Erro instrumental máximo declarado sobre Isc @OPC (ver § 10.1)

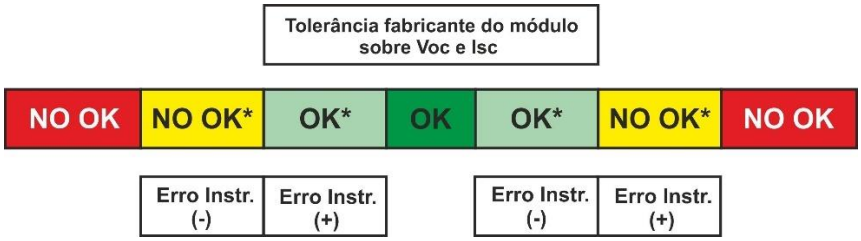
Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

ε_{Med}**Voc** = Voc (@OPC) – VocAvg → Erro na medição de Voc @ OPC

ε_{Med}**Isc** = Isc (@OPC) – IscAvg → Erro na medição de Isc @ OPC

O instrumento gere as seguintes condições paramétricas relativas ao resultado da medição:

N	CONDIÇÕES	RESULTADOS
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**OK**
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**OK***
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**NO OK***
4	As condições (1), (2) e (3) acima não são satisfeitas	**NO OK**



Medições com unidade remota (com irradiação e temperatura)

Observar os seguintes parâmetros:

VocNom → Valor nominal da tensão de circuito aberto Voc (declarado pelo fabricante)
IscNom → Valor nominal da corrente de curto-circuito Isc (declarado pelo fabricante)
Voc (Tol+) = **Tol%(+)Voc * VocNom** → Valor de tolerância positivo em Voc
Voc (Tol-) = **Tol%(-)Voc * VocNom** → Valor de tolerância negativo em Voc
Isc (Tol+) = **Tol%(+)Isc * IscNom** → Valor de tolerância positivo em Isc
Isc (Tol-) = **Tol%(-)Isc * IscNom** → Valor de tolerância negativo em Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Erro instrumental máximo declarado em Voc @STC (ver § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Erro instrumental máximo declarado sobre Isc @STC (ver § 10.1)

Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

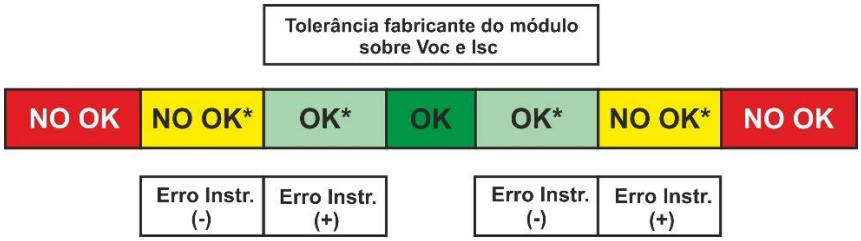
ε_{Med}**Voc** = Voc (@OPC) – VocNom → Erro na medição de Voc @STC

ε_{Med}**Isc** = Isc (@OPC) – IscNom → Erro na medição de Isc @STC

NOTA: Os valores Voc (@STC) e Isc (@STC) são obtidos de acordo com **IEC/EN60891**

O instrumento gere as seguintes condições paramétricas relativas ao resultado da medição:

N	CONDIÇÕES	RESULTADOS
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**OK**
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**OK***
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ➢ **Rp ≥ Rp Lim** → Se for selecionada a medição **ISO** ➢ **RPEmis ≤ RPELim** → Se for selecionada a medição **RPE**	**NO OK***
4	As condições (1), (2) e (3) acima não são satisfeitas	**NO OK**



Exemplo de aplicação (medição com unidade remota)

- Nome do módulo: **LR5-54HIH-410M (fabricante LONGI)**
- Tipo de módulo: Monofaciais
- Tensão nominal de circuito aberto declarada (@STC): 37.3V
- Corrente nominal de curto-circuito declarada (@ STC): 13.88A
- Tolerância Voc: ±5%
- Tolerância Isc: ±10%
- Irradiância frontal medido: 577 W/m^2
- Temperatura do módulo (@STC): 25°C
- Tensão de circuito aberto Voc calculada pelo instrumento (@STC): 37.1V
- Corrente de curto-circuito Isc calculada pelo instrumento (@STC): 10.53A

Voc (Tol+) = Tol%(+)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Voc (Tol-) = Tol%(-)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Isc (Tol+) = Tol%(+)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A
Isc (Tol+) = Tol%(-)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A

$\varepsilon_{Instrum}$Voc = ±(37.1 * 0.04 + 0.2) = ±1.7V

$\varepsilon_{Instrum}$Isc = ±(10.53 * 0.04 + 0.02) = ±0.44A

ε_{Med}**Voc** = Voc (@STC) - VocNom = 37.1 - 37.3 = - 0.2V

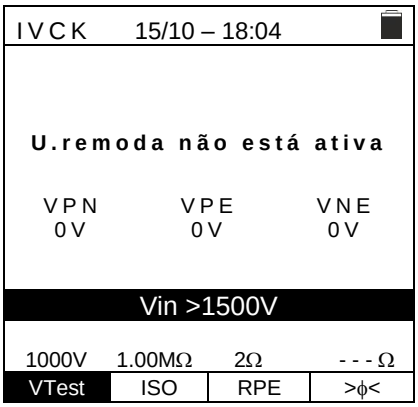
ε_{Med}**Isc** = Isc (@STC) - IscNom = 10.53 - 13.88 = - 3.35A

Condições de comparação:

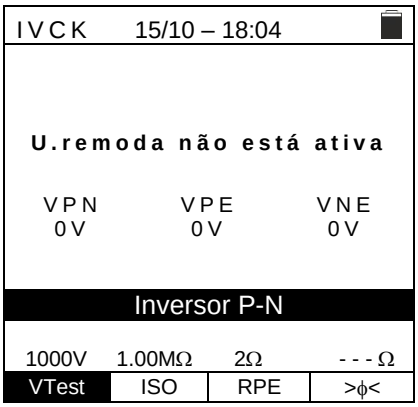
Tensão Voc → -1.9 + 1.7 ≤ - 0.2 ≤ 1.9 – 1.7 → Condição 1 verificada → **Resultado OK**
Corrente Isc → -1.39 + 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 – 0.44 → Condição 1 NÃO verificada
Corrente Isc → -1.39 ≤ -3.35 ≤ 1.39 → Condição 2 NÃO verificada
Corrente Isc →-1.39 - 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 + 0.44 → Condição 3 NÃO verificada
Corrente Isc → Condição 4 verificada → **Resultado NO OK**

6.7.6. Situações invulgares

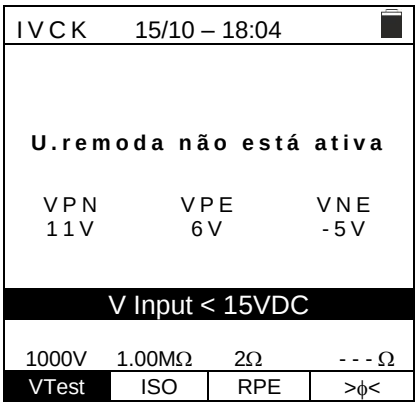
1. Se o instrumento detetar uma tensão **superior a 1500 VDC** nos terminais P-N, P-E e N-E, não efetua o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "Vin > 1500V".”



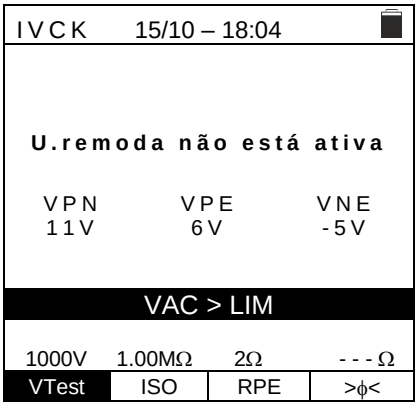
2. Se o instrumento detetar uma tensão **inferior a -0,5 VDC** nos terminais P-N, não efetua o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "Reverse P-N".



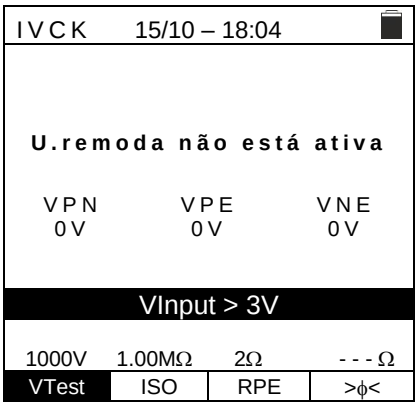
3. Se o instrumento detetar, nos terminais P-N, uma tensão **-0,5V≤VPN≤15VDC**, não realiza o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "VInput < 15VDC".



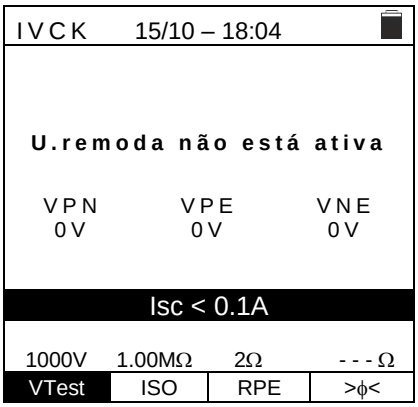
4. Se o instrumento detetar uma tensão CA **superior a 10V** nos terminais P-N, P-E e N-E, não efetua o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem "VAC > LIM".



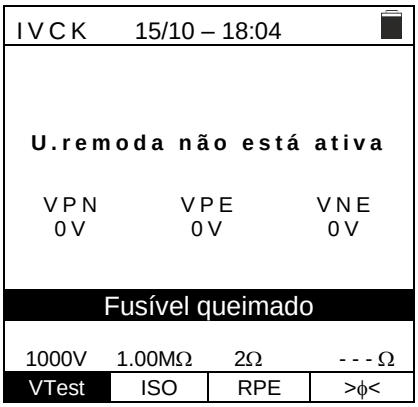
5. Se o instrumento detetar uma **tensão >3V** nos terminais E e C, não realiza o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem "VInput > 3V".



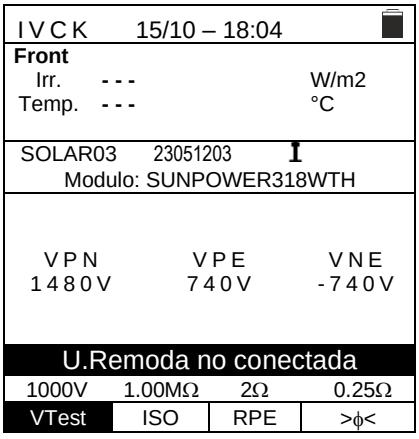
6. Se o instrumento detetar uma **corrente Isc de <0,1A** durante a medição da corrente Isc, a mensagem ao lado é apresentada no visor. Verificar as ligações do instrumento com o circuito em teste



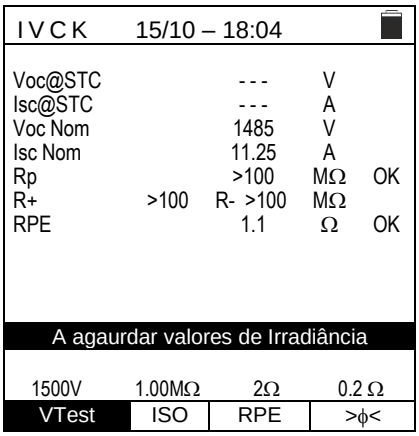
7. Se o instrumento detetar uma condição de fusível interrompido durante a medição da corrente Isc, a mensagem é apresentada no ecrã. Contactar a assistência técnica da HT



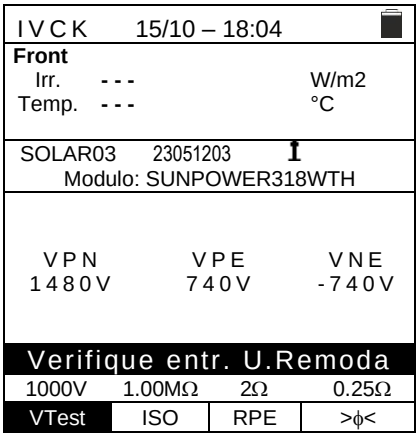
8. Se não tiver sido ativado qualquer registo na unidade remota SOLAR03, a mensagem é apresentada no visor. Verificar o estado da unidade remota SOLAR03



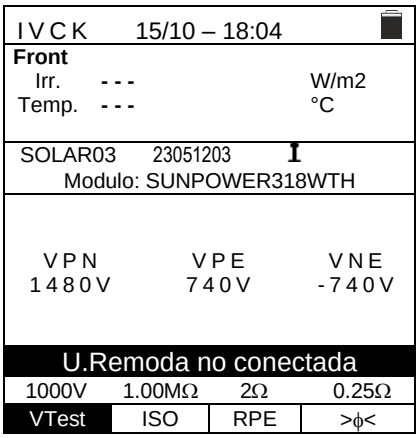
9. No final das medições Voc e Isc, é apresentada a mensagem "**A aguardar valores de Irradiância"** se uma unidade remota **SOLAR03 estiver registada mas não ligada ao instrumento**. Aguardar que a unidade remota descarregue os dados para visualizar o resultado das medições @STC



10. Se a unidade remota SOLAR03 tiver sido ativada e ligada, mas o valor de radiação for inválido (por exemplo, com sondas de irradiação não conectadas à unidade remota), a mensagem ao lado é apresentada no ecrã. Verificar o estado da unidade remota



11. **<u>Caso se pretenda efetuar medições sem unidade remota</u>** (ver § 6.7.2), mas o instrumento tenha sido previamente associado a uma unidade remota, a mensagem ao lado é apresentada no visor. Entrar no menu de configuração da unidade remota (ver § 6.2) e executar o comando **"Unpair"** para desassociar a unidade remota.



6.8. LISTA DE MENSAGENS DE ERRO DO ECRÃ

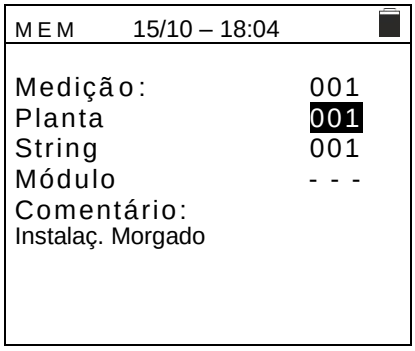
NÚMERO	MENSAGEM	DESCRIÇÃO	AÇÕES
1	Erro EEPROM	Erro interno	Envie instrumento para assistência
2	Erro ADP5587		
3	Erro Sistema Init		
4	Vtest nã correto	Carga resistiva muito baixa no isolamento	Controlo do Riso superior ao limite definido e possível nível de bateria fraca
5	Bateria fraca	Nível de bateria baixo	Substitua as baterias
6	Reverse P-N	Entradas P-N trocadas no teste IVCK	Verifique as ligações indicadas no manual do instruções
7	Saida forçada	Interrupção forçada do teste com botão **STOP**	Repita o teste sem interromper a medição
8	V.Input > 1500VCC	Tensão muito elevada entre as entradas P e N no ensaio IVCK	Desligue o instrumento e verifique a tensão entre os pólos P e N da string
9	V.Input > 10VCA	Tensão CA detetada para além dos limites entre as entradas P e N no teste IVCK	Verifique se o string está desligado do inversor. Verifique se os cabos de ligação do string estão próximos dos cabos energizados existentes. Neste caso, desenergize estes cabos e/ou painéis de campo
10	V.Input < 15VCC	Tensão mínima para início do ensaio IVCK muito baixa	Verifique se os módulos FV em teste cumprem os requisitos mínimos indicados no manual
11	V.Input > 3V	Tensão acima do limite detetada entre as entradas da função RPE	Verifique as ligações conforme indicado no manual do utilizador, verifique a tensão entre as entradas E e C, atualize o FW para a versão mais recente
12	Calibração NÃO OK	O instrumento não realiza a calibração da ponta na medição RPE	Verifique a continuidade dos cabos, verifique se estão regularmente em curto-circuito e se são originais HT
13	Tentar novamente	Dados medidos não fiáveis	Repita a medição considerando o manual do instruções
14	Aviso: Tensão Residual	Presença de tensão entre as pontas de prova no final do teste ISO devido a elevadas capacitâncias parasitas	Tenha cuidado ao desligar os terminais de medição e siga os avisos no manual do instruções
15	Rcal > Rmed	O procedimento de reinicialização da resistência do cabo de teste na operação RPE falhou	Verifique a continuidade dos cabos, verifique se estão regularmente em curto-circuito e se são originais HT
16	Erro Memória Flash	Erro interno	Envie instrumento para assistência
17	Temp. Alta	Temperatura do circuito interno demasiado alta	Aguarde o arrefecimento dos circuitos antes de realizar novos testes
18	Ibatt muito alta	Erro interno	Envie instrumento para assistência
19	VPN > Vtest	Tensão da string superior à tensão de teste no teste ISO	Selecione uma tensão de teste mais elevada no teste ISO
20	Verifique os fios	Tensão incorreta detetada nos terminais P-N-E	Verifique as ligações indicadas no manual do instruções
21	Erro Wi-Fi	Módulo WiFi não responde aos comandos	Desligue e volte a ligar o instrumento e tente novamente. Se o erro persistir, envie o instrumento para assistência
22	BT não funcionar	Módulo Bluetooth não responde aos comandos	
23	Conexão perdida		
24	IGBT avariado	Erro interno	Envie instrumento para assistência
25	U.remota: bateria fraca	Nível da bateria SOLAR03 baixo	Substitua as baterias SOLAR03 por outras do mesmo tipo
26	Pico Isc muito alto	Corrente de pico muito elevada devido a elevadas capacitâncias parasitas	Execute testes na string dividida ao meio ou testes em módulos individuais
27	Isc muito alta	Corrente Isc >40A	Verifique as ligações do instrumento, desligue todas as strings em paralelo e verifique se o instrumento não está ligado ao inversor fotovoltaico
28	Pico Isc muito longo	Corrente de pico mantida durante muito tempo	
29	Verifique entr. U.Remota	Os valores recebidos do SOLAR03 são irrealistas	Verifique as entradas do SOLAR03 e a posição das células de referência
30	ISC<0.1A	Valor medido Isc muito baixo (<0,1A)	Verifique os cabos de ligação e as características do módulo fotovoltaico considerado
31	Irradiância <Lim.	Valores de irradiância medidos inferiores ao limite definido	Verifique o limite definido e a posição das células de referência

7. MEMORIZAÇÃO DOS RESULTADOS

O instrumento permite o armazenamento de até 999 resultados de medição. Os dados podem ser recuperados no visor e apagados a qualquer momento, e podem ser associados identificadores numéricos de referência mnemónica ao sistema (**máx. 3 níveis**), string e módulo FV (**máx. 250**).

7.1. MEDIDAS DE POUPANÇA

1. Premir o botão **SAVE** com o resultado da medição no visor. O instrumento apresenta o ecrã mostrado ao lado, no qual são apresentados os seguintes itens:
   - A primeira posição de memória disponível (“Medição”)
   - O marcador de 1º nível (ex: “Planta”). Podem ser atribuídas várias etiquetas a cada marcador (5 predefinidas e 5 personalizáveis). Selecione o marcador de nível pretendido com as botãos de seta (◀ , ▶) e prima o botão **ENTER** para selecionar uma das etiquetas disponíveis
   - O marcador de 2º nível (ex: “String”). Podem ser atribuídas várias etiquetas a cada marcador (5 etiquetas predefinidas e 5 personalizáveis). Selecione o marcador de nível pretendido com as botãos de setas ◀ , ▶
   - O marcador de 3º nível (ex: “Módulo”). Podem ser atribuídas várias etiquetas a cada marcador (5 etiquetas predefinidas e 5 personalizáveis). Selecione o marcador de nível pretendido com as botãos de setas ◀ , ▶
   - O campo "Comentário" no qual o operador pode introduzir uma breve descrição (máx. 13 caracteres) utilizando o botãodo virtual interno. O comentário introduzido é apresentado na linha seguinte



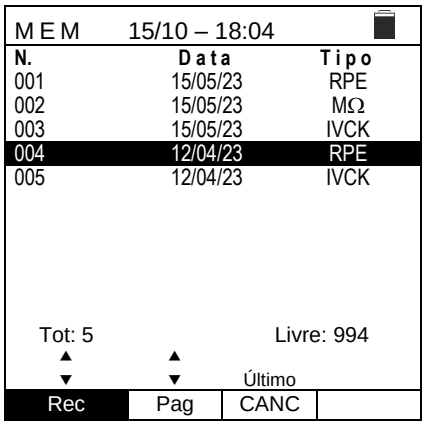
ATENÇÃO

- Os nomes personalizados das etiquetas dos marcadores podem ser definidos com o software TopView e carregados no instrumento através da ligação ao PC (secção "Ligação PC-Instrumento → Gestão de Marcadores")
- Pode adicionar até 5 nomes personalizados para cada marcador, para além dos 5 nomes predefinidos
- Os nomes de marcadores predefinidos não podem ser apagados. Os nomes personalizados só podem ser apagados **a partir do software TopView**

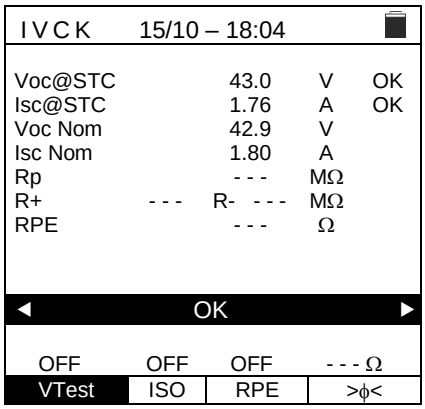
2. Prima novamente o botão **SAVE** para concluir a gravação dos dados ou **ESC/MENU** para sair sem gravar

7.2. VISUALIZAÇÃO, RECUPERAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE DADOS GUARDADOS

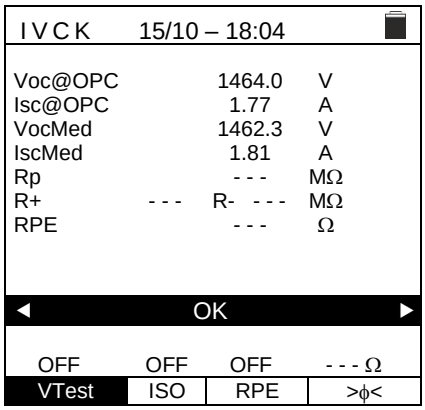
1. Premir o botão **ESC/MENU** para voltar ao menu principal, selecionar o item **MEM** e premir **ENTER** para entrar na secção de visualização dos dados armazenados. A imagem do ecrã ao lado mostra a lista de provas armazenadas
2. Com as botãos de setas ▲,▼ selecionar no visor a medição memorizada que pretende chamar e, com as botãos de setas ◀ , ▶ selecionar "**Rec**". Confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã



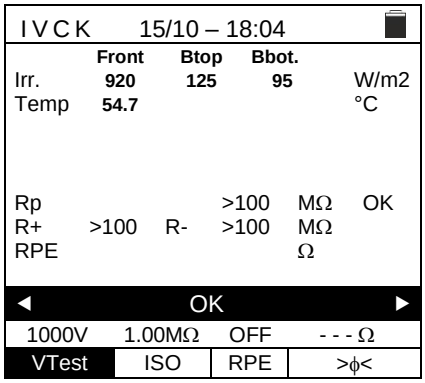
3. Para o teste **IVCK**, estão presentes os valores dos seguintes parâmetros:
   - Valor de tensão Voc @STC com resultado relacionado
   - Valor de corrente Isc @STC com resultado relacionado
   - Valor nominal de Voc
   - Valor nominal de Isc
   - Valor Rp com resultado relativo (se teste selecionado) caso contrário "- - -" se teste não selecionado (OFF)
   - Valores R+ e R- com resultados relacionados (se teste selecionado) caso contrário "- - -" se teste não selecionado (OFF)
   - Valor RPE com resultado relativo (se teste selecionado) caso contrário "- - -" se teste não selecionado (OFF)



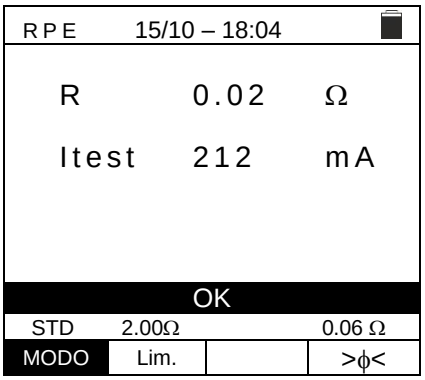
4. **<u>Use as teclas de seta ◀ , ▶</u>** para selecionar valores @**OPC**. A tela ao lado é mostrada no display



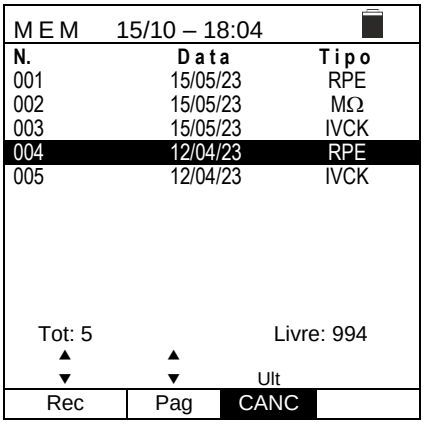
5. **<u>Use as teclas de seta ◀ , ▶</u>** para selecionar valores dos **Irradiação** e Temperatura de módulos. A tela ao lado é mostrada no display
6. **<u>Use as teclas de seta ▲,▼</u>** para passar rapidamente para a medição seguinte ou anterior na lista de medições salvas



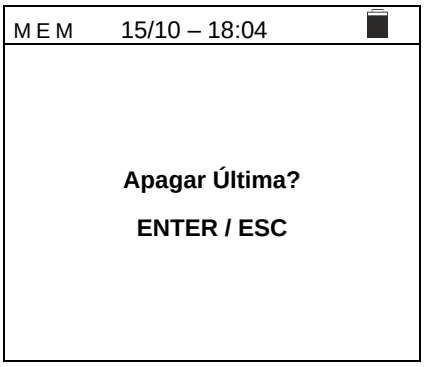
7. Para o teste **RPE**, estão presentes os valores dos seguintes parâmetros:
   Limite definido para a medição da continuidade
   - Valor da resistência de calibração do objeto de ensaio
   - O valor da resistência do objeto de teste
   - O valor real da corrente de teste aplicada
   - Resultado da medição



8. Com as botãos de setas ▲,▼ selecionar a medição memorizada que pretende apagar e, com as botãos de setas ◀ , ▶ selecionar **"Canc" / "Apagar"**. Confirmar com **ENTER**. Aparece no visor o seguinte ecrã



9. Premir o botão **ENTER** para confirmar a operação ou o botão **ESC** para sair sem confirmar e voltar ao menu principal. O instrumento apaga sempre a última medição guardada



8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM PC

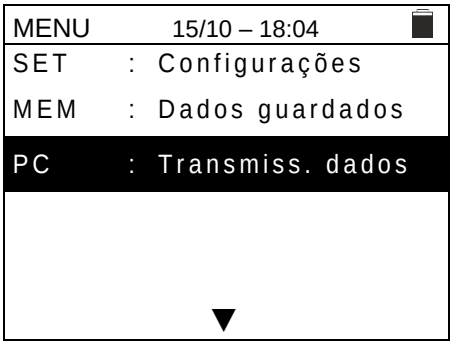
A ligação entre o PC e o instrumento é realizada através de uma porta série ótica (ver Fig. 3) utilizando o cabo ótico/USB C2006 ou através de uma ligação WiFi. A escolha do tipo de ligação deve ser feita no software de gestão (ver a ajuda em linha do programa).

ATENÇÃO

- Para transferir dados para um PC através de um cabo ótico/USB, é necessário ter instalado previamente o software de gestão no próprio PC.
- Antes da ligação, é necessário selecionar no PC a porta utilizada e a velocidade de transmissão correcta (57600 bps). Para definir estes parâmetros, iniciar o software de gestão fornecido e consultar a ajuda em linha do programa
- A porta selecionada não deve estar ocupada por outros dispositivos ou aplicações, como um rato, um modem, etc. Feche todos os processos em execução a partir da função Gestor de Tarefas do Windows
- A porta ótica emite radiação LED invisível. Não observar diretamente com instrumentos ópticos. Luminária LED de classe 1M de acordo com a norma IEC/EN60825-1

Para transferir dados para um PC, siga os passos abaixo:

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligar o instrumento ao PC utilizando o cabo ótico/USB **C2006** fornecido
3. Pressione o botão **ESC/MENU** para abrir o menu principal
4. Utilize as botãos de setas (▲,▼) para selecionar 'PC' para entrar no modo de transferência de dados e confirme com **SAVE/ENTER**



5. **Se for utilizada uma ligação WiFi**, ativar o módulo interno (ver § 5.1.3). Neste caso, o instrumento apresenta o seguinte ecrã:

6. Utilizar os comandos do software de gestão para ativar a transferência de dados (ver a ajuda em linha do programa)

9. MANUTENÇÃO

9.1. GENERALIDADES

O instrumento que adquiriu é um instrumento de precisão. Respeite as recomendações indicadas neste manual durante a utilização e o armazenamento para evitar possíveis danos ou perigos durante a utilização. Não utilizar o instrumento em ambientes com elevada humidade ou temperatura elevada. Não expor à luz solar direta. Desligar sempre o instrumento após a utilização. Se o instrumento não for utilizado durante um longo período de tempo, retire as pilhas para evitar fugas de líquidos que possam danificar os circuitos internos do instrumento.

9.2. SUBSTITUIÇÃO DA BATERIA

Quando o símbolo de pilha fraca “ “aparecer no ecrã LCD, ou quando a mensagem "pilha fraca" aparecer no ecrã durante um teste, substitua as pilhas internas

ATENÇÃO

Apenas técnicos qualificados podem executar esta operação. Certifique-se de que todos os cabos são retirados dos terminais de entrada antes de efetuar esta operação.

1. Desligar o instrumento premindo longamente o botão de alimentação
2. Desaperte o parafuso que fixa a tampa do compartimento das pilhas e retire-a
3. Retirar todas as pilhas do compartimento das pilhas e substituí-las apenas por pilhas novas e todas do tipo correto (ver § 10.3), respeitando as polaridades indicadas
4. Volte a colocar a tampa do compartimento das pilhas e fixe-a com o parafuso fornecido
5. Não deitar as pilhas usadas no meio ambiente. Utilizar os contentores adequados para a eliminação

9.3. LIMPIEZA DO INSTRUMENTO

Utilizar um pano macio e seco para limpar o instrumento. Nunca utilizar panos húmidos, solventes, água, etc.

9.4. FIM DE VIDA

ATENÇÃO: o símbolo apresentado indica que o instrumento, os seus acessórios e as baterias internas devem ser recolhidos separadamente e tratados corretamente

10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

10.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A incerteza é dada como ±[%leitura + (num.dgt*resolução)] a 23°C±5°C, <80%RH

SEGURANÇA ELÉCTRICA

DMM - Tensão CC

Campo [V]	Resolução [V]	Incerteza
3 ÷ 1500	1	±(1.0%leitura + 2dgt)

DMM - Tensão CA TRMS

Campo [V]	Resolução [V]	Incerteza
3 ÷ 1000	1	±(1.0%leitura + 3dgt)

Gama de frequências: 42,5 ÷ 69Hz ; Tensão zerada para valor medido <3V

MΩ - Resistência de isolamento R(+), R(-), Rp- Modo DUAL

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incerteza (*)
250, 500, 1000, 1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	±(5.0%leitura + 5dgt)
	1.0 ÷ 19.9	0.1	
	20 ÷ 100	1	

(*) Incerteza declarada para VPN≥240V, Rguasto≥10 Incerteza não declarada de Rp e R(+) se R(+)≥0.2MΩ e R(-)<0.2MΩ→, Incerteza não declarada de Rp e R(-) se R(+) < 0.2MΩ e R(-) ≥ 0.2MΩ

Tensão em vazio <1,25 x tensão nominal de ensaio
Corrente de curto-circuito <15mA (pico) por tensão de ensaio
Corrente nominal de medição >1mA em R = 1kΩ x Vnom (com VPN, VPE, VNE= 0)
Capacidade gerida por pólo 1µF (**instrumento com HW 00**); 2µF (**instrumento com HW 01**)

Resistência de isolamento (MΩ) – Modo TMR

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incerteza
250, 500, 1000, 1500	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5.0%leitura + 5dgt)
	10.0 ÷ 99.9	0.1	

Tensão em vazio <1,25 x tensão nominal de ensaio
Corrente de curto-circuito <15mA (pico) por tensão de ensaio
Corrente nominal de medição > 1mA em R = 1kΩ x Vnom (com VPN, VPE, VNE= 0)
Temporizador ajustável: 3s ÷ 999s

Continuidade do condutor de proteção (RPE)

Campo [Ω]	Resolução [Ω]	Incerteza
0.00 ÷ 9.99	0.01	±(2.0%leitura + 2dgt)
10.0 ÷ 99.9	0.1	
100 ÷ 1999	1	

Corrente de teste: >200mA DC fino até 5Ω (incluindo cabos), resolução de 1mA, incerteza ±(5.0%leitura + 5 dígitos)
Tensão sem carga $4 < V_0 < 10V$

GFL - Localizador de Falhas à Terra

Tensão de teste DC [V]	Campo [MΩ]	Resolução [MΩ]	Incertezza Rp(*)	Incerteza Posição
250,500,1000,1500	0.1 ÷ 0.99	0.01	±(5.0%leitura + 5dgt)	±1módulo (NMOD≤35) ±3módulos (NMOD>35)
	1.0 ÷ 19.9	0.1		
	20 ÷ 100	1		

(*) Incerteza declarada para VPN≥240V, Rguasto≥10Ω;. Incerteza de Rp e R(+) não declarada se R(+)≥0.2MΩ e R(-)<0.2MΩ→, Incertezza de Rp e R(-) não declarada se R(+) < 0.2MΩ e R(-) ≥ 0.2MΩ

Tensão em vazio <1,25 x tensão nominal de ensaio
Corrente de curto-circuito <15mA (pico) por tensão de ensaio
Corrente nominal de medição >1mA em R = 1kΩ x Vnom (com VPN, VPE, VNE= 0)
Limite de medição ajustável: 0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ (**instrumento com HW 00**)
0.05MΩ, 0.1MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ (**instrumento com HW 01)**
Número módulos configuráveis: 4 ÷ 60

A função GFL fornece resultados corretos sob os seguintes pressupostos:

- Ensaio realizado com Vtest ≥ Vnom num **único string desligado do inversor**, de eventuais para-raios e de ligações à terra.
- Teste realizado a montante de quaisquer díodos de bloqueio
- **Defeito único** de baixo isolamento que ocorre em qualquer ponto da cadeia
- Resistência de isolamento de falha única <**0.23MΩ** (**instrumento com HW 00**); <**1.00MΩ** (**instrumento com HW 01**)
- Condições ambientais semelhantes àquelas em que a avaria foi comunicada

FUNÇÃO IVCK

A incerteza é dada como ±[%leitura + (num.dgt*resolução)] a 23°C±5°C, <80%RH

Tensão CC@ OPC

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3.0 ÷ 1500.0	0.1	±(1.0% leitura + 2dgt)

Tensão VPN mínima para iniciar o teste: 15V

Corrente CC @ OPC

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza
0.10 ÷ 40.00	0.01	±(1.0% leitura + 2dgt)

Tensione CC @ STC

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3.0 ÷ 1500.0	0.1	±(4.0% leitura + 2dgt)

Corrente CC @ STC

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza
0.10 ÷ 40.00	0.01	±(4.0% leitura + 2dgt)

10.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Normas de referência

Segurança dos instrumentos:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033, IEC/EN61010-2-034
EMC:	IEC/EN61326-1, IEC/EN61326-2-2
Acessórios de medição de segurança:	IEC/EN61010-031
Medidas:	IEC/EN62446, IEC/EN60891, IEC/EN60904-1-2 (IVCK) IEC/EN61557-1 IEC/EN61557-2 (MΩ), IEC/EN61557-4 (RPE)
Ambiente EMC de utilização:	portátil, Classe A, Grupo 1
Isolamento:	duplo isolamento
Grau de poluição:	2
Categoria de medição:	CAT III 1000VCA, CAT III 1500VCC para a terra, Máximo de 1000VCA, 1500VCC entre entradas

Rádio

Conformidade com RED diretivas:	ETSI EN300328, ETSI EN301489-1, ETSI EN301489-17

Ecrã, memória e interface para PC

Tipo de ecrã:	LCD personalizado, 240x240pxl, retroiluminado
Dados armazenáveis:	max 999
Base de dados interna:	máx. 64 módulos guardáveis
Interface para PC:	ótico/USB e WiFi
Interface com SOLAR03:	Ligação Bluetooth (até 100m em espaço livre)

Alimentação

Tipo de bateria:	6x1,5V alcalina tipo AA LR06 ou 6x1.2V pilhas recarregáveis NiMH tipo AA LR06
Indicação de bateria fraca:	simbolo “ ” mostrato a display
Duração bateria (@Temp = 20°C):	RPE: >500 Teste (RPE ≥ 0.1Ω) GFL, MΩ: >500 teste (Riso≥1kΩxVTest) IVCK: >500 teste (sem SOLAR03)
Desligar automaticamente:	após 5 minutos de não utilização

Características mecânicas

Dimensões (L x La x H)	235 x 165 x 75mm
Peso (incluindo pilhas):	1.2kg
Proteção mecânica:	IP40

10.3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C
Temperatura de utilização:	-10°C ÷ 50°C
Humidade relativa admissível:	<80%RH (sem condensação)
Temperatura de armazenamento:	-10°C ÷ 60°C
Humidade de armazenamento:	<80%RH (sem condensação)
Altitude máxima de utilização:	2000m

Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia de Baixa Tensão 2014/35/UE (LVD), Diretiva 2014/30/UE (EMC) e RED 2014/53/UE
Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia 2011/65/UE (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/UE (WEEE)

10.4. ACESSÓRIOS

Ver lista de embalagem em anexo

ATENÇÃO

Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e substituídos, se necessário, por modelos idênticos

11. APÊNDICE - SUGESTÕES TEÓRICAS

11.1. MEDIÇÃO DO ÍNDICE DE POLARIZAÇÃO (PI)

O objetivo deste ensaio de diagnóstico é avaliar a influência dos efeitos de polarização. Quando se aplica uma tensão elevada a um isolante, os dipolos elétricos distribuídos no isolante alinham-se na direção do campo elétrico aplicado. Este fenómeno é designado por polarização. Devido ao efeito das moléculas polarizadas, é gerada uma corrente de polarização (absorção) que diminui o valor global da resistência do isolamento.

O parâmetro **PI** consiste no rácio entre o valor da resistência de isolamento medido após 1 minuto e o valor medido após 10 minutos. A tensão de ensaio é mantida durante todo o ensaio e, no final, o instrumento fornece o valor do rácio:

$$PI = \frac{R\ (10\,min)}{R\ (1\,min)}$$

Alguns valores de referência:

Valor PI	Condição de isolamento
<1.0	Não aceitável
da 1.0 a 2.0	Perigoso
da 2.0 a 4.0	Bom
> 4.0	Excelente

11.2. RAZÃO DE ABSORÇÃO DIELÉCTRICA (DAR)

O parâmetro **DAR** consiste no rácio entre o valor da resistência de isolamento medido após 30s e o valor medido após 1minuto. A tensão de ensaio é mantida durante todo o ensaio e, no final, o instrumento fornece o valor do rácio:

$$DAR = \frac{R\ (1\,min)}{R\ (30s)}$$

Alguns valores de referência:

Valor DAR	Condição de isolamento
< 1.0	Não aceitável
da 1.0 a 1.25	Perigoso
da 1.25 a 1.6	Bom
> 1.6	Excelente

11.3. FUNÇÃO GFL – ASPECTOS TEÓRICOS E REFERÊNCIAS REGULATÓRIAS

A função GFL executada pelo instrumento em uma string de módulos fotovoltaicos (ver § 6.5) é capaz de:

- Identificar a presença de uma **única falha** no string desconectado do inversor, de outros strings, de quaisquer pára-raios e de conexões de aterramento funcionais
- Identifique a localização desta **única falta** dentro da string definindo um limite mínimo no controle de resistência de isolamento entre as opções: **0.05MΩ, 0.1MΩ** ou **0.23MΩ** (recomendado)

ATENÇÃO

O limite mínimo na medição da resistência de isolamento inclui também os valores **0.25MΩ**, **0.50MΩ** e **1.00MΩ** apenas para instrumentos com **versão HW 01**

A pergunta que os verificadores frequentemente se faze é a seguinte: **por que o instrumento reconhece, na função GFL, uma condição de falha na string que não excede o valor de 0.23MΩ (230kΩ) enquanto muitas vezes os sinais de alarme de baixo isolamento do inversores também ocorrem (dependendo do fabricante) para valores maiores?**

A resposta a esta pergunta é: **depende do contexto regulatório em que as medidas de isolamento na string devem ser realizadas**. Em particular, existe um "contraste" entre os regulamentos de verificação para instalações fotovoltaicas (IEC/EN62446-1) e os regulamentos de produtos com os quais os módulos fotovoltaicos são construídos (IEC 61646 e IEC61215) que definem o seguinte limites de verificação:

- IEC/EN62446-1 → limite mínimo de isolamento = **1MΩ**
- IEC 61646/IEC61215 → isolamento mínimo de um único módulo igual a **40MΩ/m²** portanto, para um módulo típico de aprox. 2m² → isolamento mínimo de aprox. **20MΩ**. Portanto, um único módulo fotovoltaico com isolamento à terra de **20MΩ** deve ser considerado como um módulo que atende aos testes de tipo, ou seja, "sem defeito".

Para fixar ideias sobre a situação atual no campo, referimo-nos ao exemplo de Fig. 14 vamos considerar uma string composta por 31 módulos fotovoltaicos, cada um com um isolamento à terra de 20MΩ. O isolamento "geral" da string é, portanto, dado pelo paralelo dos 31 resistores, ou seja 20MΩ/31 = **0.64MΩ**

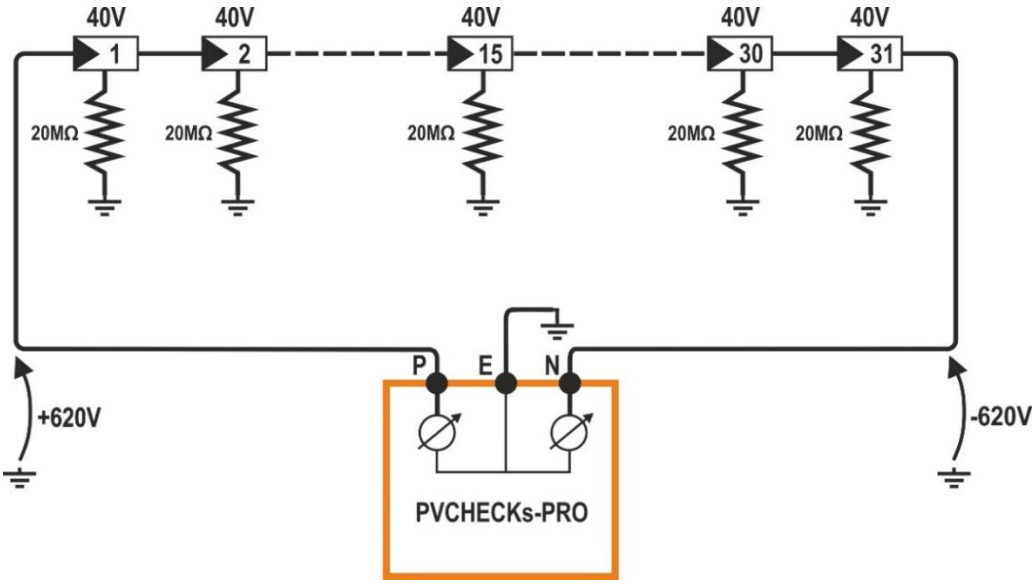


Fig. 14: Exemplo de uso da função GFL

Este valor de isolamento, medido pelo instrumento PVCHECKs-PRO, seria aceitável de acordo com os padrões de produtos de módulos fotovoltaicos, mas contrasta com o padrão de verificação IEC/EN62446-1 que fornece isolamento mínimo **1MΩ**.

Esta "diferença" regulatória é conhecida pelos fabricantes de inversores que de fato tornam o valor mínimo permitido para isolamento (normalmente) configurável e sugerem aproximadamente 100kΩ = 0.1MΩ como o valor abaixo do qual o inversor bloqueia (este valor depende dos fabricantes, por exemplo a SMA "sugere" 200kΩ).

Se você decidir aceitar um valor limite mínimo de 1MΩ, **isso tornaria crítica a localização da falha**

Na verdade, no exemplo relatado anteriormente em Fig. 14, como nenhum dos módulos fotovoltaicos está realmente com defeito, os potenciais dos pólos positivo e negativo são substancialmente simétricos em relação à terra (+620V e -620V), portanto, o instrumento detectaria erroneamente "falha" um módulo com resistência de isolamento igual a 0.64MΩ, cuja posição é calculada da seguinte forma (**de acordo com os requisitos da IEC/EN62446-1**):

Localização da falha = VT / Vmód

No qual:
- VT = **valor mínimo entre VPE e VEN**
- Vmód = tensão de um único módulo

Portanto: Pos. da falha = 620 / 40 = **15.5 (perto do 15º módulo da string)**

Na realidade, o referido módulo, por hipótese, não apresenta nenhum defeito e, testado individualmente, apresentaria, como todos os demais módulos, um isolamento à terra igual a 20MΩ

O maior valor limite mínimo permitido pelo instrumento, igual a 230kΩ = 0.23MΩ representa portanto o **valor máximo razoável que nos permite assumir a presença de uma ÚNICA falha de isolamento em relação à terra** (que é a principal hipótese em que se baseia o procedimento indicado pela norma IEC/EN62446, na qual está em conformidade a função GFL dos instrumento PVCHECKs-PRO).

11.4. FUNÇÕES DUAL E TMR – INFORMAÇÕES TÉCNICAS

As funções DUAL e TMR são as duas formas pelas quais o instrumento PVCHECKs-PRO realiza medições de isolamento em instalações fotovoltaicas. Em particular:

- **Modo DUAL** → permite realizar a medição de isolamento em módulos individuais, em strings individuais, em strings em paralelo e em campos fotovoltaicos inteiros operando nos pólos (+) e (-) dos mesmos, **sem a necessidade de conectá-los em curto circuito**. A função garante uma redução drástica nos tempos de teste, flexibilidade e confirmação imediata do estado de isolamento de ambas as polaridades, mas por outro lado deve **sempre reconhecer a presença de uma tensão entre os pólos positivo e negativo VPN > 15VCC** para poder realizar o teste → isso significa que esta função **NÃO PODE ser usada diretamente na presença de otimizadores de poténcia** (a menos que sejam desconectados previamente), pois eles reduziriam drasticamente a tensão da string

- **Modo TMR** → permite realizar a medição de isolamento "típica" entre o pólo (-) e/ou o pólo (+) do módulo fotovoltaico/string/campo à terra, testar o isolamento dos cabos de ligação, peças do inversor, segurança eletricidade **em geral de forma contínua, configurando um temporizador de medição na faixa de 3s ÷ 999s sem qualquer restrição de tensão necessariamente presente entre os pólos** (como acontece no modo DUAL) → O método requer necessariamente a realização de mais mais de uma medida em cordas, mas é **recomendada na presença de otimizadores de potência**

11.4.1. Aspectos regulatórios e teóricos da medição de isolamento

A norma IEC/EN62446-1 indica que a medição do isolamento dos circuitos associados a um sistema fotovoltaico (módulos individuais, strings, campos fotovoltaicos, conexões, etc...) deve ser realizada **avaliando sempre o valor mínimo da resistência,** com um dos seguintes métodos:

1. Medição da resistência de isolamento à terra dos pólos positivo e negativo dos módulos/strings/campos fotovoltaicos (**método utilizado no modo TMR e mais precisamente no modo DUAL do PVCHECKs-PRO e PV-ISOTEST**)
2. Medição da resistência de isolamento à terra dos pólos positivo e negativo previamente curto-circuitados **(método utilizado pelo modelo PVCHECKs**)

Método 1

Mesmo que os sistemas fotovoltaicos sejam essencialmente criados como **sistemas IT** (portanto, não tendo um sistema de aterramento fisicamente criado), tensões de perturbação aleatórias devido a parâmetros "parasitas" estão sempre presentes entre os pólos (+) / Terra e (-) / Terra (normalmente efeitos ôhmicos capacitivos) indicados como **Vop** e **Von** no seguinte diagrama principal (ver Fig. 15 - parte esquerda):

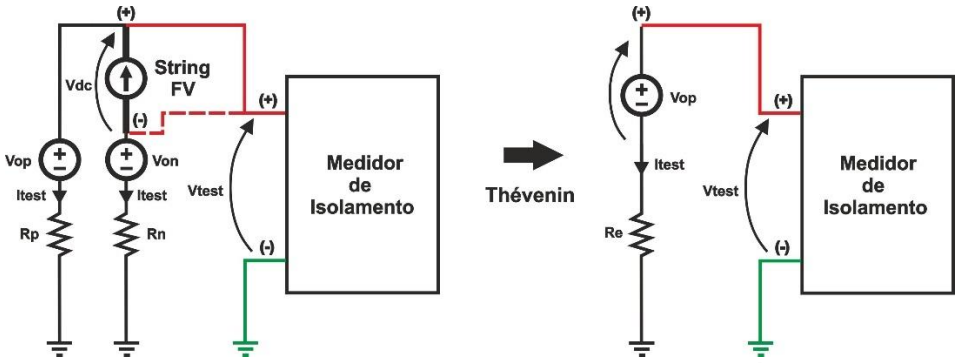


Fig. 15: Diagrama e circuito equivalente do Método 1

No qual:

- Vtest = Tensão de teste do medidor de isolamento
- Itest = Corrente de teste fornecida como resultado da tensão de teste aplicada
- Vdc = Tensão da string
- Rp = Resistência de isolamento do pólo (+) à terra
- Rn = Resistência de isolamento do pólo (-) à terra
- Vop = Tensão "parasita" aleatória do pólo (+) à terra
- Von = Tensão "parasita" aleatória do pólo (-) à terra

As tensões de perturbação Vop e Von dependem de vários fatores, incluindo a tensão do string, as condições ambientais e a presença do próprio instrumento e podem influenciar significativamente a medição do isolamento.

Aplicando a regra de simplificação segundo Thévenin é possível referir-se ao circuito equivalente (ver Fig. 15 - parte direita), referindo-se por exemplo ao pólo (+) da corda:

No qual:

Re = Rp // Rn = $\frac{Rp * Rn}{Rp+Rn}$; Itest = $\frac{(Vtest-Vop)}{Re}$; Vop = Vdc $\frac{Rp}{Rp+Rn}$

Vamos considerar o seguinte exemplo:

- Vtest = 500VDC
- Rp = 10MΩ → Isolamento supostamente correto (**>1MΩ**) no pólo (+)
- Rn = **0.1MΩ** → Isolamento supostamente incorreto (<**1MΩ**) no pólo (-)
- Vdc = 490VCC
- Vop ≅ 490V
- Re ≅ **0.1MΩ**
- Itest ≅ **100µA**

O medidor de isolamento (modo TMR) mede Vtest e Itest e calcula a seguinte resistência de isolamento:

$Re_{EFF} = \frac{Vtest}{Itest} = \frac{500V}{100\mu A} =$ **5MΩ**

Portanto, **devido à presença de Vop**, apesar de possuir baixo isolamento no pólo (-), o instrumento fornece um valor **NÃO correto** de bom isolamento na medição realizada no pólo (+) → **a medição com o Método 1 pode, portanto, ser afetada por um erro que depende da magnitude das tensões de perturbação**

O modo DUAL (**atualmente presente apenas em instrumentos HT**) sempre se enquadra no tipo de Método 1, mas utiliza equações de cálculo mais complexas (não baseadas na simples Lei de Ohm) que levam em consideração os efeitos das tensões de perturbação, **NÃO é afetado por estas erros** e fornece sempre correta exclusivamente as seguintes informações:

- Resistência de isolamento do pólo R (+) à terra
- Resistência de isolamento do pólo R (-) à terra
- Resistência **Rp = R (+) // R (-)** do paralelo entre as resistências de isolamento dos dois pólos que é utilizado como valor de referência para comparação com o valor limite mínimo (**normalmente 1MΩ**)

Método 2

Este método (ver Fig. 16) envolve o fechamento de curto-circuito (através de um dispositivo de segurança especial) dos dois pólos (+) e (-) **para eliminar a tensão perturbadora Vo** e então realizar uma medição "clássica" da resistência de isolamento entre o ponto comum dos pólos em curto e aterrado

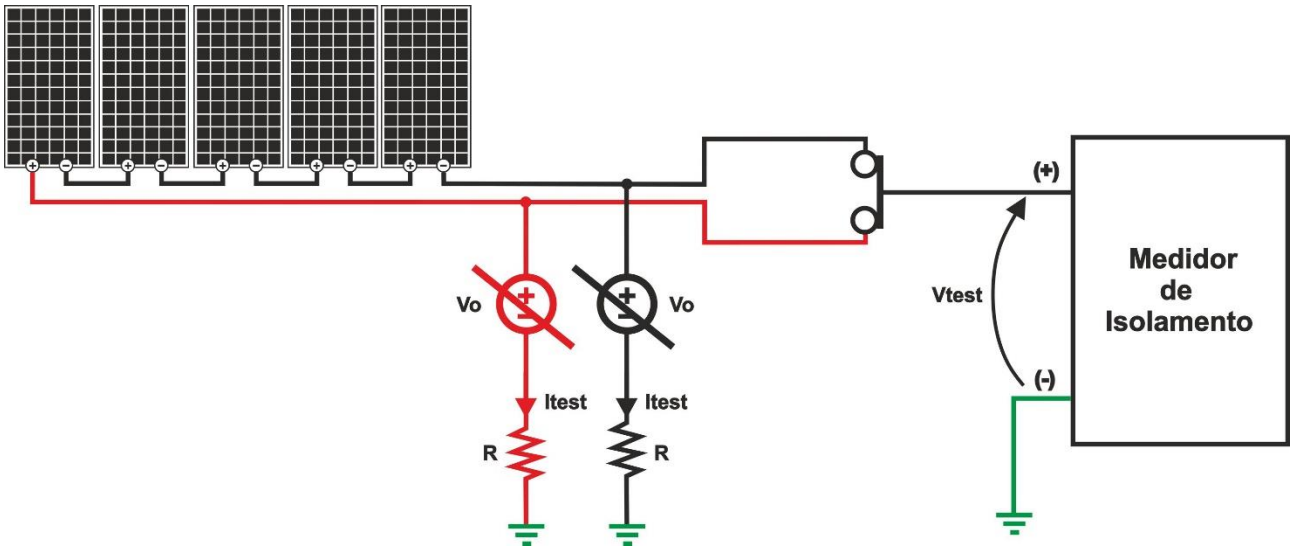


Fig. 16: Diagrama e circuito equivalente do Método 2

As desvantagens deste método (usado pelo modelo PVCHECKs que automaticamente coloca em curto os pólos da corda internamente) são as seguintes:

- As resisténcias de isolamento dos dois pólos estão em paralelo → o instrumento sempre atua e fornece apenas a medição deste Rp, portanto, **não é possível** destacar o pólo em que hà problema de isolamento baixo
- É possível testar APENAS uma string por vez para não atingir valores de corrente de curto-circuito muito altos que podem danificar o instrumento (máx. 15A para PVCHECKs)

12. ASSISTÊNCIA

12.1. CONDIÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento é garantido contra todos os defeitos de material e de fabrico, em conformidade com as condições gerais de venda. Durante o período de garantia, as peças defeituosas podem ser substituídas, mas o fabricante reserva-se ao direito de reparar ou substituir o produto. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um retalhista, o transporte fica a cargo do cliente. O envio deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota explicativa dos motivos do envio do instrumento. Utilize apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente. O fabricante não assume qualquer responsabilidade por danos causados a pessoas ou objetos.

A garantia não se aplica nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição de acessórios e da bateria (não cobertos pela garantia).
- Reparações que se tornem necessárias devido à utilização incorreta do instrumento ou à sua utilização com instrumento incompatível.
- Reparações necessárias devido a uma embalagem inadequada.
- Reparações necessárias devido a trabalhos efetuados por pessoal não autorizado.
- Modificações realizadas no instrumento sem autorização expressa do fabricante.
- Utilização não contemplada nas especificações do instrumento ou no manual do utilizador.
- Il contenuto del presente manuale non può essere riprodotto in alcuna forma senza l'autorizzazione del costruttore.

Os nossos produtos são patenteados e marcas registadas. Ao fabricante reserva-se o direito de alterar as especificações e os preços se tal se dever a progressos tecnológicos

12.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funcionar corretamente, antes de contactar o serviço de assistência técnica, verificar o estado das pilhas e dos cabos e substituí-los, se necessário. Se o instrumento continuar a funcionar mal, verificar se o procedimento de utilização do instrumento está de acordo com este manual. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilizar apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente.

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M ht@ht-instruments.com | **www.ht-instruments.it**

WHERE WE ARE

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.com/es-es/**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@ht-instruments.de | **www.ht-instruments.de**