

Comissionamento de módulos solares em usinas de energia fotovoltaica

RICARDO RELLA*

O presente trabalho apresenta a metodologia utilizada nos testes que são aplicados na fase de comissionamento dos módulos solares nas usinas fotovoltaicas para avaliar a integridade e a funcionalidade dos módulos solares antes de iniciar o funcionamento do sistema.

Este trabalho foi desenvolvido no Complexo Solar Ituverava, que é um projeto pioneiro neste segmento no Brasil, onde está sendo implantada uma usina de energia solar fotovoltaica, localizada na cidade de Tabocas do Brejo Velho, no Estado da Bahia. A usina possui uma potência total de 254MW.

Durante este trabalho, foram realizados ensaios em todos os subsistemas de corrente contínua.

Para isso foi utilizado o equipamento PVCHECK, a Célula de Irradiação modelo HT304N, UNIDADE REMOTA SOLAR-02 e o sensor de temperatura PT-300N.

A demanda por energia tem aumentado na medida em que o desenvolvimento avança em uma sociedade. Atualmente, existe a busca por fontes renováveis, e dentre elas é possível destacar a energia solar. Este trabalho tem objetivo de apresentar dois métodos utilizados para realizar o comissionamento dos módulos solares, primeiramente será apresentado modo convencional e em seguida o comissionamento com a utilização do equipamento chamado PVCHECK. A partir desse momento os módulos solares serão chamados de placas solares.

Os testes são realizadas em subsistemas compostos por um conjunto de placas, esses ensaios visam garantir o atendimento aos padrões técnicos, de qualidade e segurança para então permitir o início efetivo da operação do sistema. Dentre os principais quesitos avaliados estão, a integridade dos módulos, os parâmetros funcionais informados pelo fabricante na placa de dados do equipamento pois devem estar em conformidade com o projeto e demais grandezas elétricas. A Norma IEC-62446 estabelece os procedimentos para execução dos testes de eficiência e performance das placas solares. Essas atividades foram desenvolvidas no Complexo Solar Ituverava que possui potência máxima instalada de 254MWp. Esta usina é composta por sete subparques com uma capacidade de potência de pico de 36MWp cada.

INFORMAÇÕES GERAIS DO PROJETO

Projeto Ituverava
Situado na Cidade de Tabocas do Brejo Velho (BA)
Potência total de Projeto: 254MW
Número de Módulos Solares: 805.224
Número de Eletrocentros: 98
Número de Tracker: 19.172
Área do Complexo Solar: 5.467.187 m²
Ver figura 1 - foto aérea do Complexo Solar



Figura 1 - Foto aérea do Complexo Solar

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

Tracker - Tracker é conjunto composto por diversos dispositivos mecânicos sobre o qual são instaladas as placas solares, sua estrutura é composta por um conjunto de sete estacas que servem de suportaço para montagem das vigas nas quais são instalados as placas solares. Nesse projeto, em cada tracker são montadas quarenta e duas placas, estas formam dois circuitos de vinte e uma placas solares ligadas em série. A figura 2 apresenta de forma geral a estrutura do Tracker.

Além disso, o tracker realiza o seguimento solar, que é o movimento da es-



Figura 2 - Estrutura mecânica do Tracker

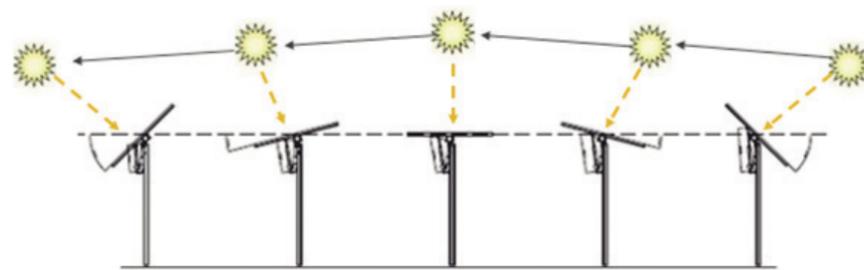


Figura 3 - Movimento de seguimento do Tracker



Figura 4 - Eletrocentro



Figura 5 - Visão interna do painel String Box

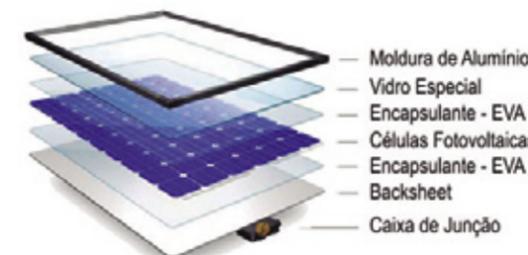


Figura 6 - Detalhes construtivos das placas solares

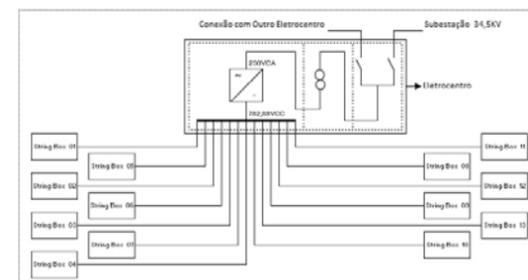


Figura 7 - Diagrama unifilar de interligação das String Box com Inversor

strutura superior onde estão instaladas as placas solares em busca da maior captação de incidência solar. Esse movimento é comandado por um sistema de controle que capta o nível de incidência e a medida que o sol se desloca o tracker rotaciona o conjunto de placas buscando sempre a posição de melhor captação, este movimento é realizado por um motor linear. A figura 3 ilustra o sistema de movimento

do tracker em busca do melhor nível de incidência solar.

Eletrocentro - Eletrocentro consiste em um sistema integrado contendo um conjunto de equipamentos, e tem a função de receber a potência contínua gerada, fazer a inversão da tensão contínua em tensão alternada de 230VAC, e por fim elevar a tensão para 34,5KVAC para possibilitar a transmissão da energia até a subestação. O inversor recebe a potência contínua de um conjunto de 13 String Box e faz a inversão da potência contínua para potência alternada. Em seguida o transformador eleva a tensão na saída do inversor para o nível de 34,5KV e por fim, vale destacar o conjunto de seccionamento onde são feitas as manobras para conectar e desconectar o eletrocentro à rede de transmissão, a figura 4 mostra a visão externa do eletrocentro.

String Box - String Box são os painéis destinados a receber a potência gerada pelo conjunto de placas solares em corrente contínua e enviá-la para o eletrocentro. Esse painel possui dois barramentos, um positivo onde são conectados os polos positivos dos circuitos (lado esquerdo da figura 5, cabos de cor vermelha), e o barramento de polaridade negativa (lado direito da figura 5, cabos de cor preta), onde são conectados o lado de polaridade negativa dos circuitos solares. Nesses painéis são conectados 30 circuitos solares, sendo que cada circuito é composto por um conjunto de 21 placas ligadas em série. A figura 5 mostra a disposição interna dos componentes deste painel.

Placas solares - As placas solares são os principais componentes de um sistema fotovoltaico, são formadas de pequenas lâminas de silício, chamadas de células solares, com alto grau de pureza e são conectadas entre si por tiras condutoras formando um painel fotovoltaico; sua cobertura é feita por um vidro temperado antiaderente e antirreflexo que protege as células solares contra choques mecânicos como por exemplo as chuvas de granizo; na parte inferior é instalada uma camada protetora chamada "backsheet" que tem função estrutural e proteção. A lâmina de

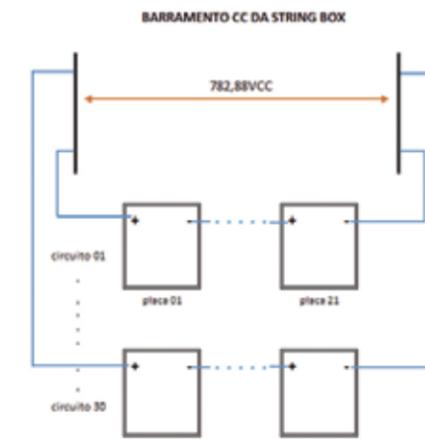


Figura 8 - Diagrama unifilar de interligação dos circuitos solares nas String Box

silício é revestida na parte inferior e superior por uma camada de encapsulamento com EVA (acetato-vinilo de etileno, filme protetor), que protege as células contra envelhecimento causados pelos raios UVA, umidade e temperaturas extremas. Por fim, a caixa de junção é o ponto de conexão elétrica da placa solar.

Do ponto de vista microscópico destaca-se o arranjo atômico utilizado a fim de formar condições específicas para esta aplicação. As células solares são compostas por átomos de silício com a adição de átomos de outros elementos em um processo chamado de dopagem. Este processo tem o objetivo de criar zonas com polaridades opostas nas células solares. Para a formação de zonas de polaridade positiva são adicionados átomos de fósforo ao silício, que adquire potencial positivo, ao passo que a combinação de boro ao silício o torna eletricamente negativo. Dessa forma, o efeito gerado pela dopagem favorece o movimento dos elétrons quando a luz incide nas células solares. Na sequência observamos na figura 6 os aspectos construtivos das placas solares.

DIAGRAMA UNIFILAR DOS ELETROCENTROS E DAS STRING BOX

Na sequência serão apresentados os principais diagramas unifilares de interligação dos circuitos que compõem o sistema elétrico da Usina de Energia Solar de Ituverava. Inicialmente será apresentado o diagrama de interligação dos circuitos de corrente contínua provenientes das String Box com o barramento do eletrocentro conforme a figura 7.

Na sequência, a figura 8 apresenta o diagrama de interligação das String Box

	(A) MULTÍMETRO DIGITAL MODELO: 302 FABRICANTE: FLUKE
	(B) MEGÔMETRO MODELO: MI 10KVc FABRICANTE: MEGABRAS

Figura 9

(B) MEGÔMETRO - Equipamento portátil que permite a medição de isolamento de até 2.000.000MΩ, versátil pois possui quatro escalas de testes que são de 1KV, 2KV, 5KV e 10KV. (Ver figura 9).

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA COMISSIONAMENTO COM PVCHECK

Nessa sequência serão apresentados os equipamentos utilizados para realização do ensaio de performance dos módulos solares, assim como uma breve descrição acerca das principais características, modelo, fabricante e funcionalidade. (A) O PVCHECK - Faz a medição de Tensão, Isolamento, corrente e junto com as informações de irradiação e Temperatura que recebe da UNIDADE REMOTA gera um relatório detalhado contendo as informações medidas e informa o status final do teste, satisfatório ou não. (B) UNIDADE REMOTA - Recebe as informações de irradiação da CÉLULA DE IRRADIAÇÃO e do SENSOR DE TEMPERATURA e as envia para o PVCHECK.

	(A) PVCHECK MODELO: PVCKECKS FABRICANTE: HT
	(B) UNIDADE REMOTA MODELO: SOLAR 02 FABRICANTE: HT
	(C) CÉLULA DE IRRADIAÇÃO MODELO: HT304N FABRICANTE: HT
	(D) SENSOR DE TEMPERATURA MODELO: PT-300N FABRICANTE: HT

Figura 10

com os circuitos solares. Esses painéis recebem 30 circuitos solares que são conectados ao seu barramento. Cada circuito é formado por um conjunto de 21 placas conectadas em série conforme destacado a seguir. O projeto tem sete subparques e cada um possui 182 String Box. Como cada String Box possui 30 circuitos solares, o complexo solar possui um total de 38 220 circuitos solares a serem testados.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA COMISSIONAMENTO MÉTODO CONVENCIONAL

(A) MULTÍMETRO DIGITAL - Este equipamento é multifuncional que faz medição de tensão, corrente e resistência entre outras medições.

(C) CÉLULA DE IRRADIAÇÃO - Faz a medição instantânea de irradiação solar no ponto de teste e a envia para a unidade SOLAR-02.

(D) SENSOR DE TEMPERATURA - Faz a medição da temperatura de superfície dos Módulos Solares. (Ver figura 10).

COMISSIONAMENTO

Na prática, o processo de comissionamento consiste na aplicação integrada de um conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia para verificar, inspecionar e testar cada componente físico do empreendimento, de forma individual ou integrada. Nesse caso, os testes foram realizados em subsistemas, que são os circuitos solares

compostos de 21 módulos ligados em série e os respectivos cabos solares os quais conectam a série de placas ao painel String box, conforme mostrado na figura 5.

O processo de comissionamento pode ser realizado de duas maneiras distintas: o chamado modo convencional que consiste basicamente na utilização dos instrumentos multímetro e megômetro onde são realizadas medidas sucessivas; e o modo que utiliza o instrumento chamado de PVCHECK que realiza todas medidas em ciclo único de teste.

Quando feito do modo convencional, as medições são realizadas individualmente em cada circuito solar. Para isso, são necessárias três interações com cada circuito para coletar todas as informações, o que torna esse procedimento mais lento e expõe os profissionais mais ao risco em face do elevado número de intervenções com o circuito energizado. Além do fato de haver possibilidade de erro na leitura

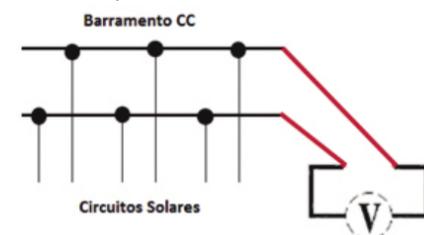


Figura 11 - Arranjo para medição de tensão no modo convencional

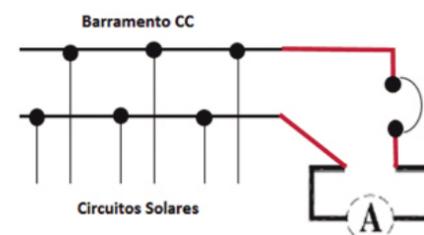


Figura 12 - Arranjo para medição de corrente no modo convencional

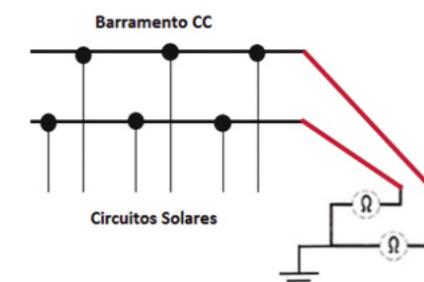


Figura 13 - Arranjo para medição de isolamento no modo convencional

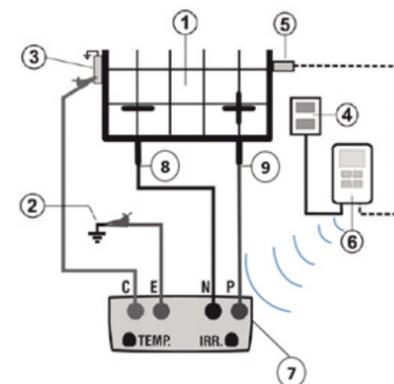


Figura 14 - Pontos de conexão do PVCHECK



Figura 15 - Detalhe de instalação aterramento principal do PVCHECK



Figura 16 - Detalhe de instalação aterramento de carcaça do PVCHECK



Figura 17 - Detalhe de instalação de UNIDADE REMOTA

e registro das variáveis medidas pois a leitura é feita de forma direta no visor dos equipamentos tornando o processo passível de erros de interpretação e registro dos valores medidos.

Os testes realizados de acordo com o modo convencional estão destacados na figura 11 que apresenta o arranjo necessário para realização da medição de tensão em circuito aberto - essa medida permite verificar se a tensão total da série de placas está em conformidade com a tensão de projeto e em consonância com o procedimento de referência [5], que determina o valor referência, onde a tensão em circuito aberto deve ser igual a soma das tensões informadas na placa de dados dos módulos solares considerando a soma algébrica das 21 placas ligadas em série, este teste garante que as ligações estão corretas, que não há polaridade invertida nas conexões da série de placas.

A figura 12 apresenta um arranjo semelhante. No entanto, o objetivo desse teste é avaliar a corrente de curto-circuito que deve estar em acordo com a especificação técnica das placas. O procedimento de referência [5], estabelece que para esse subsistema o valor da corrente de curto-circuito medida não deverá ser maior que 9A. Para esse teste deverá ser usado um disjuntor de 32A para possibilitar a abertura e fechamento do circuito em carga, o mesmo, deve possuir isolamento entre os contratos de até 1.000V.

Por fim, a figura 13 apresenta o arranjo necessário para realizar o teste de isolamento dos circuitos solares tendo como referência o potencial do aterramento. Segundo o procedimento de testes de String Box [5], o valor medido para esse subsistema deverá estar na ordem de centenas de Mega (Ω), pois nesse patamar de grandeza é assegurado o atendimento aos parâmetros técnicos, o mesmo documento atesta também um patamar mínimo no qual considera a existência de deficiência caso a medição apresente valor de isolamento na ordem de K (Ω) ou menos.

No caso de realizar os testes de comissionamento com a utilização do PVCHECK, existem algumas diferenças importantes que merecem destaque, pois são extremamente relevantes do ponto de vista técnico, operacional e segurança. O instrumento PVCHECK foi concebido em conformidade com a Norma IEC/EN61010-1 [4], instrumentos de medição eletrônicos que estabelecem requisitos de

segurança, ergonômicos e ambientais para instrumentos. Foi projetado para realizar verificações rápidas em circuitos solares, avaliando as placas solares e os respectivos cabos solares que fazem a conexão das placas solares com as String Box. Antes de realizar os testes efetivamente é necessário parametrizar o equipamento seguindo as orientações do manual do fabricante conforme [1], que fornece o passo a passo para parametrizar o equipamento abastecendo-o com as informações básicas como data, hora, linguagem. Além disso, são compiladas também as informações contidas na placa dados dos módulos solares a serem testados, pois o equipamento utiliza como base de cálculo para executar as verificações. Além disso, no caso deste projeto, foi levado em consideração o procedimento de Comissionamento do cliente [2], que entre vários requisitos, estabelece os quesitos para comissionamento do Projeto, como por exemplo, o valor de irradiação mínimo de 600W/m² como parâmetro mínimo de referência para iniciar os testes.

Na sequência, serão apresentados os detalhes acerca da instalação do equipamento, as conexões com seus acessórios e a identificação funcional de cada entrada do PVCHECK com as principais características. A figura 14 apresenta um esquemático com identificação de todas ligações do PVCHECK.



Figura 18 - Detalhe de instalação da célula de irradiação



Figura 19 - Detalhe de instalação do sensor de temperatura

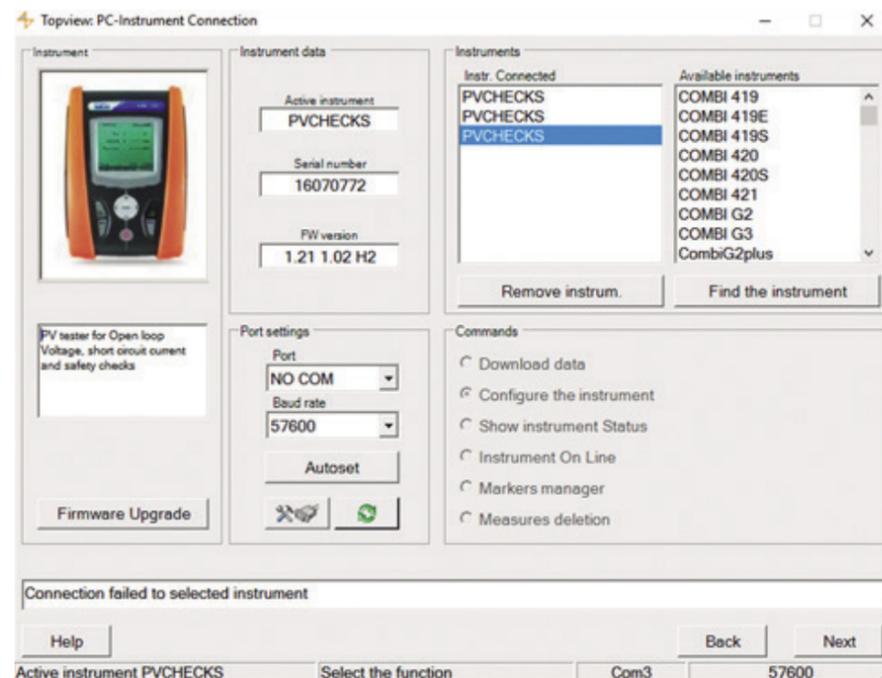


Figura 20 - Visão do software de gestão de relatórios do PVCHECK

IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONEXÃO (ver figura 14)

- 1 - Conjunto de 21 módulos ligados em série que formam um circuito CC.
- 2 - Cabo verde do PVCHECK é o aterramento principal.
- 3 - Cabo azul do PVCHECK é o aterramento na carcaça dos módulos solares.
- 4 - Célula HT304N faz a medição de irradiação solar.
- 5 - Sensor de temperatura faz a medição da temperatura de superfície dos Módulos Solares.
- 6 - Unidade remota SOLAR-02 transmite medição de irradiação e temperatura para o PVCHECK.
- 7 - PVCHECK é o equipamento que realiza os testes de eficiência.
- 8 - Cabo preto do PVCHECK é a ligação no polo negativo da série de placas.
- 9 - Cabo vermelho do PVCHECK é a ligação no polo positivo da série de placas.

EXECUÇÃO DOS ENSAIOS DE PERFORMANCE NOS MODULOS SOLARES

Conforme mencionado, o PVCHECK foi configurado com os parâmetros estabelecidos pelo procedimento de comissionamento do cliente [2], e com a utilização do Manual do Fabricante [1], todavia, são necessárias algumas diretrizes técnicas para nortear o desenvolvimento dos ensaios e a avaliação dos resultados. Para isso, foi utilizada a Nor-

ma IEC/EN62446 [3], que além de fornecer subsídios técnicos, divide a utilização do PVCHECK em relação ao objetivo do teste. São elas: verificações de segurança que normalmente é realizada após alguma intervenção no sistema por falha ou mesmo após manutenção e o teste funcional, também chamado de ensaio de performance. Os procedimentos preliminares são os mesmos, a diferença encontra-se no objetivo do teste, que no caso deste artigo, é testar as placas após a fase de montagem, por isso o artigo será direcionado para os testes funcionais.

O próximo passo é a instalação física do equipamento e seus auxiliares em campo, que deve obedecer alguns requisitos para proporcionar a melhor condição de teste, são eles: A conexão dos pontos de referência do PVCHECK, a instalação da UNIDADE REMOTA, a instalação da célula de irradiação e por fim a instalação do sensor de temperatura.

O PVCHECK utiliza para suas medições dois pontos como potencial de referência para realizar sua verificação. São eles a conexão com a malha principal de aterramento conforme mostrado na figura 15.

O segundo ponto de conexão que o PVCHECK utiliza como referência é o referencial de carcaça das placas solares, que consiste na conexão com a carcaça do módulo solar conforme ilustra a figura 16.

A UNIDADE REMOTA deve ser posicionada de forma facilitar a leitura de seu visor e a uma distância máxima de um metro do

PVCHECK, pois os valores medidos de irradiação e de temperatura são enviados pela UNIDADE REMOTA ao PVCHECK por meio de comunicação RF (Rádio Frequência). E para esse equipamento a distância limite é de um metro para evitar falha ou interrupção na comunicação entre esses equipamentos. A figura 17 mostra a maneira correta de instalação da UNIDADE REMOTA.

Já a Célula de Irradiação deve ser instalada com a mesma inclinação dos módulos solares, isso para garantir que esteja exposta ao mesmo nível de irradiação dos módulos e, portanto, permitir que os valores calculados pelo equipamento sejam consistentes e retratem a condição física no momento da medição. A figura 18 mostra a Célula de Irradiação instalada de maneira correta.

Por fim, o sensor de temperatura deve ser instalado na face inferior do módulo solar no centro do mesmo, com objetivo de medir a temperatura média do módulo, a figura 19 apresenta o detalhe típico de instalação.

Com a configuração prévia, e após a instalação do equipamento e seus dispositivos auxiliares de forma adequada em campo inicia-se a próxima etapa. Esta consiste inicialmente em avaliar as condições ambientais que devem ser respeitados para garantir o perfeito funcionamento do equipamento. São elas, a temperatura do ambiente que deve estar entre os valores de 0 a 40%, a umidade relativa que deve estar abaixo de 80% e a altitude máxima para uso que é de 2.000 metros, esses parâmetros estão em conformidade com o Manual do Fabricante [1].

Para iniciar efetivamente o procedimento de teste, estando atendidas todas as premissas já mencionadas, basta ligar o PVCHECK, o mesmo faz o sincronismo com a UNIDADE REMOTA e a partir desse momento começa a receber informações de irradiação e temperatura desta, caso haja alguma falha de comunicação ou conexão dos pontos, o equipamento não habita o início dos ensaios, estando todas condições atendidas, basta pressionar o comando "GO" nesse caso o instrumento dá início a rotina de medições e cálculos com base nas informações medidas e as compiladas previamente. Durante a realização do teste ele fica exibindo em sua tela a mensagem "Measuring" que significa medindo. Caso haja alguma falha durante o ensaio aparecerá uma mensagem de erro e o ciclo será interrompido. O erro deve ser resolvido para reiniciar o procedimento de teste, nesse caso para fazer a checagem dos pontos do sistema é impor-

Nº	Measure	Unit	Value	Unit	Out: OK	Description
1	Plant001:1:V-Check	27/03/2017 09:03:12	LAPE72315		OK	ITU 01 / ELETRO 05 / SB 04 / STRING-01
2	IV Test				OK	
3	Irradiance	W/m²	946		OK	
4	Temperature	°C	57.7		OK	
5	Voc avg	V	861.6		OK	
6	Isc avg	A	5.95		OK	
7	Voc opc	V	861.6		OK	
8	Isc opc	A	6.09		OK	
9	Voc stc	V	45.6		OK	
10	Isc stc	A	8.23		OK	
11	Minimum irradiance	W/m²	21		OK	
12	Remote Unit		Yes		OK	
13	Insulation				OK	
14	IR	MD	72		OK	
	Vest	V	1058		OK	
	Continuity				OK	
	RPE	Ω	0.38		OK	
	I Test	mA	213		OK	

Figura 21 - Modelo de relatório gerado pelo PVCHECK

tante que o profissional conheça os principais documentos que orientam os trabalhos de verificação das falhas. São eles: O diagrama de interligação das placas [6] para orientar a localização dos circuitos e verificar a correta ligação de série das placas, o diagrama de interligação dos cabos solares nas String Box [7] para auxiliar a identificação e sequência de conexão dos cabos no barramento.

Após concluir o ciclo de teste o instrumento informa que o teste foi executado com sucesso, os dados são armazenados em sua memória interna, ele possui autonomia para executar 999 testes. O tempo médio utilizado pelo equipamento para realizar cada ensaio é de 30 segundos.

Após os testes é necessário acessar os dados na memória interna, o PVCHECK possui interface USB o que permite que os dados sejam copiados para o computador para elaboração dos relatórios. Para transferir os dados para um PC é necessário instalar previamente o software de gestão de dados chamado "Topview", que é disponibilizado em CD e faz parte do kit do equipamento. A tela de interface mostrada conforme a figura 20 viabiliza a comunicação e possibilita ao técnico fazer o download dos dados e com estes elaborar os relatórios.

MODELO DE RELATÓRIO GERADO PELO EQUIPAMENTO

Para otimizar o avanço dos testes de comissionamento, normalmente são executados diversos testes ao longo do dia, o PVCHECK armazena os dados em sua memória interna e gera um único arquivo contendo todas informações acerca dos testes realizados em diferentes String Box. Após transferir esse arquivo para o computador é necessário separar as informações por String Box, pois os relatórios são entregues para o cliente tratando os resultados individualmente.

A figura 21 apresenta o modelo padrão de relatório gerado e na sequência

- modelo e fabricante da placa solar.
- 3 - Resultado geral do teste (pode ser OK ou NO OK), calculado com base nos resultados parciais.
- 4 - Descrição do endereço da String Box que está sendo testada.
- 5 - São respectivamente o valor da irradiação e temperatura instantânea.
- 6 - Valores médios de Voc e Isc calculados.
- 7 - Os valores de Voc (Tensão) e Isc (Corrente de curto circuito) medidos do circuito.
- 8 - Mostra os valores medidos de Voc (Tensão) e Isc (Corrente) de uma placa solar.
- 9 - Quantidade de placas solares ligadas em série.
- 10 - O valor mínimo de irradiação.
- 11 - Mostra se está habilitado a utilização da UNIDADE REMOTA.
- 12 - Mostra na sequência o valor da resistência de isolamento e a tensão de teste aplicada.
- 13 - Mostra na sequência o valor da resistência medida e a corrente de teste utilizada para medir a continuidade, valor da corrente deve ser maior que 200mA conforme a Norma IEC 62446 [3].

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentados os principais componentes de um subsistema de geração de energia fotovoltaica, suas principais características, os aspectos funcionais, dando ênfase as diferenças existentes entre o modo convencional de comissionamento em relação a utilização do PVCHECK.

Diante do exposto podemos concluir que o PVCHECK permite a realização de ensaios no sistema fotovoltaico com segurança pois sua instalação é mais simples e exige menor número de interações do profissional com as partes energizadas. Com isso, diminui a exposição do mesmo ao risco. Suas informações dão maior garantia de confiabilidade visto que o relatório não depende da leitura e registro do operador. Os dados são conso-

será apresentado o detalhamento sobre os principais itens que estão destacados a seguir.

1 - Número sequencial de controle que é gerado pelo instrumento.

2 - Número serial que representa o

lidadas, armazenados pelo equipamento e copiados para o microcomputador sem intervenção do operador o que garante a qualidade das informações, além disso, contribui com o avanço das atividades do projeto uma vez que realiza de forma rápida seu ciclo de verificações possibilitando testar um elevado número de circuitos em relação ao método convencional. Essa característica viabiliza cumprimento de prazos importantes para a entrega do parque solar ao cliente.

Do ponto de vista técnico, o equipamento fornece diagnósticos completos com precisão efetiva sobre as condições do sistema, e com isso assegura a integridade da instalação, atesta a funcionalidade dos módulos solares integrados aos sub-sistemas e ainda comprova a veracidade das informações declaradas pelo fabricante acerca do seu produto.

Por fim, o instrumento é de fácil manuseio e operação não exigindo treinamentos complexos para seu uso, o que simplifica as atividades relacionadas à rotina de ensaios e permite capacitar novos profissionais com treinamentos rápidos.

** Ricardo Rella é graduado em Engenharia de Controle e Automação na Faculdade do Centro Leste (UCL), técnico de eletrotécnica pelo CEFETES. Atua no setor industrial há 14 anos em diversos segmentos com destaque para o setor de geração de energia termoelétrica durante seis anos. Participou da Construção e Comissionamento do Complexo Solar de Ituverava com Potência de 254MW, como engenheiro de comissionamento no Complexo Solar de Horizonte no Estado da Bahia, e também participa na implantação do Complexo Solar Angico e Malta na cidade de Malta no Estado da Paraíba E-mail: ricardorella@bol.com.br*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Manual do Usuário do PVCHECKS da HT;
- [2] 42.006 - M.27.BR.P.81055.12.166.00 "UFV - Manual de Comissionamento da Enel Green Power - folhas de testes funcionais;
- [3] IEC 62446: Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- [4] IEC/EN61010-1 Safety and environment requirements electrical equipment for testing;
- [5] 54.005 - R.27.BR.P.85493.15.259.0A Solar String Teste;
- [6] IT.EUF.SE.04 - Instrução de Trabalho Interligação Placas Solares;
- [7] 51.004 - H.27.BR.P.85493.15.098.00 - HZT 1 - Diagrama de interligação - Cabos Solares e Cabos BT.