

MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Sistema fotovoltaico - 198 kWp
Camara de vereadores de Porto Alegre



ÍNDICE

1	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	3
2	Recomendações sobre Segurança.....	3
3	Procedimentos de Manutenção Preventiva de Sistemas Fotovoltaicos.....	3
4	Módulos fotovoltaico.....	4
4.1	Aspectos físicos.....	4
4.2	Aspectos elétricos.....	4
4.2.1	Procedimentos para medir a tensão de circuito aberto (Voc).....	4
4.2.2	Procedimentos para medir a corrente de curto-circuito (Isc).....	6
5	Ferramentas para verificação de painéis fotovoltaicos.....	8
6	Inversores.....	9
7	Cabeamento e dispositivos de segurança.....	9
8	Sistema de monitoramento.....	10
9	Procedimentos de Inspeção e Manutenção Corretiva de Sistemas Fotovoltaicos.....	10
10	Verificações típicas e a periodicidade.....	12

1 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Todo sistema fotovoltaico (SFV) deve passar por inspeção e manutenção regularmente, de forma a garantir uma operação eficiente e impedir a ocorrência de problemas futuros. Para isso, recomenda-se elaborar e seguir um plano de operação e manutenção, baseando-se nas recomendações feitas pelos fabricantes dos equipamentos utilizados no sistema e nas normas pertinentes à segurança e à utilização dos equipamentos envolvidos na instalação fotovoltaica.

A manutenção a ser realizada em SFVs, especialmente nos de pequeno porte, é relativamente rápida e simples. A seguir são apresentadas recomendações de segurança pessoal e procedimentos de operação, manutenção e inspeção para os vários componentes de um SFV.

2 Recomendações sobre Segurança

Tanto os procedimentos de instalação como de manutenção devem ser realizados por pessoal habilitado e treinado conforme a Norma NR-10¹ e em curso de primeiros socorros. No caso de instalação de painéis fotovoltaicos sobre telhados, trata-se de trabalho em altura, de forma que o conhecimento dos procedimentos da NR-35 também se faz necessário. O conhecimento do trabalhador deve incluir o uso e inspeção de equipamentos de proteção individual (EPI), bem como o uso de ferramentas isoladas e dos instrumentos de medição. Pessoas que trabalham com condutores energizados ou próximos a eles devem ser capazes de identificar quais equipamentos e condutores podem estar energizados e qual o seu nível de tensão, avaliar os riscos do tipo de trabalho a ser efetuado e determinar quais os EPIs e demais procedimentos de segurança são necessários.

Os procedimentos citados a seguir devem ser cuidadosamente observados sempre que uma manutenção se fizer necessária. Antes de iniciar os trabalhos em locais com instalações elétricas, qualquer objeto pessoal metálico (cordão, relógio, anel etc.) deve ser retirado.

Durante a manutenção, o técnico deve manter-se isolado de partes energizadas do circuito ou de pontos de aterramento, ou seja, deve permanecer em “potencial flutuante”. Deve-se usar luvas e calçados isolantes durante a manutenção no SFV.

Ao realizar alguma modificação na instalação, ou troca de algum componente do SFV, o mesmo deve estar desenergizado, para evitar risco de choques elétricos, curtos-circuitos acidentais e ocorrência de arcos elétricos. Lembramos, mais uma vez, que a desenergização do SFV implica em desconexão do painel fotovoltaico, o que permite trabalhar com o restante do sistema totalmente desenergizado.

As extremidades de empunhadura das ferramentas metálicas, usadas durante a manutenção dos componentes elétricos, devem estar adequadamente isoladas com uma fita ou revestimento não condutivo de plástico resistente.

3 Procedimentos de Manutenção Preventiva de Sistemas Fotovoltaicos

A manutenção preventiva consiste em um conjunto de ações programadas para garantir o bom funcionamento e a vida útil dos componentes e evitar falhas no funcionamento do SFV.

Recomenda-se fazer inspeções periódicas nos SFVs, já que desta forma pequenos problemas podem ser identificados e corrigidos, de modo a não afetar a operação do sistema. A inspeção periódica deve ser iniciada logo após a instalação do sistema, quando ele, supostamente, está operando satisfatoriamente.

A seguir, são apresentados, para alguns componentes, procedimentos simples de manutenção preventiva que, se bem realizados, garantem o adequado funcionamento do sistema.

4 Módulos fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos Canadian Solar têm garantia contra defeitos de fabricação de 10 anos, e garantia de rendimento mínimo de 80% durante 25 anos. Assim, em caso de se constatar defeitos cobertos pelo termo de garantia, a garantia deve ser requerida, e os módulos fotovoltaicos afetados devem ser substituídos pelo fabricante. Maiores detalhes sobre os Módulos fotovoltaicos e a garantia são disponibilizados no manual do Módulo fotovoltaico da Canadian Solar.

4.1 Aspectos físicos

Na inspeção visual devem ser verificadas as condições físicas de cada módulo fotovoltaico, certificando-se de que a superfície frontal está íntegra e limpa, as células não apresentam sinais de rachadura e descoloração, a estrutura de fixação do painel fotovoltaico está fixa, sem pontos de corrosão e devidamente aterrada.

Caso haja necessidade de limpeza dos módulos antes de efetuar as medidas, deve-se utilizar uma flanela limpa e água. Cuidados devem ser tomados para evitar que o vidro seja arranhado por partículas abrasivas que fiquem presas na flanela. Por este mesmo motivo, o uso de sabão e joias (anéis e relógios) não é recomendado. Durante a limpeza, o trabalhador deve observar o seu posicionamento, evitando apoiar-se nos módulos.

Nos dias em que o tempo estiver claro e com poucas nuvens, os módulos deverão ser limpos preferencialmente no início da manhã ou no final da tarde, de forma a evitar que possíveis choques térmicos, resultantes de água fria sobre um módulo muito quente, danifiquem o vidro de cobertura do módulo.

Se os módulos estiverem instalados em ambiente muito empoeirado, recomenda-se limpá-los mais frequentemente, pois períodos muito longos sem limpeza podem prejudicar significativamente o desempenho do sistema. Perdas de até 10 % no desempenho já foram verificadas em módulos instalados no Brasil em regiões de muita poeira. Tal limpeza poderá ser feita pelo próprio usuário, se este for devidamente instruído para isso.

4.2 Aspectos elétricos

Para avaliar o desempenho do gerador fotovoltaico, recomenda-se medir sua tensão de circuito aberto (V_{oc}) e sua corrente de curto-circuito (I_{sc}), conforme descrito a seguir. Apesar dos procedimentos serem aqui descritos em separado, geralmente as duas grandezas (V_{oc} e I_{sc}) são medidas numa mesma operação.

4.2.1 Procedimentos para medir a tensão de circuito aberto (V_{oc})

Sistema fotovoltaico

Com o gerador fotovoltaico desconectado do sistema (para que se obtenha a V_{oc} do gerador e não a tensão regulada pelo controlador de carga, quando se trata de um SFI), pode-se medir a V_{oc} com o uso de um voltímetro c.c, como mostrado na Figura 1. Deve ser verificado previamente se o instrumento é adequado ao nível de tensão a ser medido e se a escala utilizada está correta.

Cabe lembrar que apesar da baixa tensão de um módulo fotovoltaico individualmente, a conexão de vários em série pode atingir tensões de $1.000 V_{cc}$. Mesmo com baixa irradiância solar tem-se quase a tensão máxima nos terminais do módulo fotovoltaico. Sempre deve se usar equipamento de proteção, especialmente luvas isolantes adequadas para a tensão de trabalho.

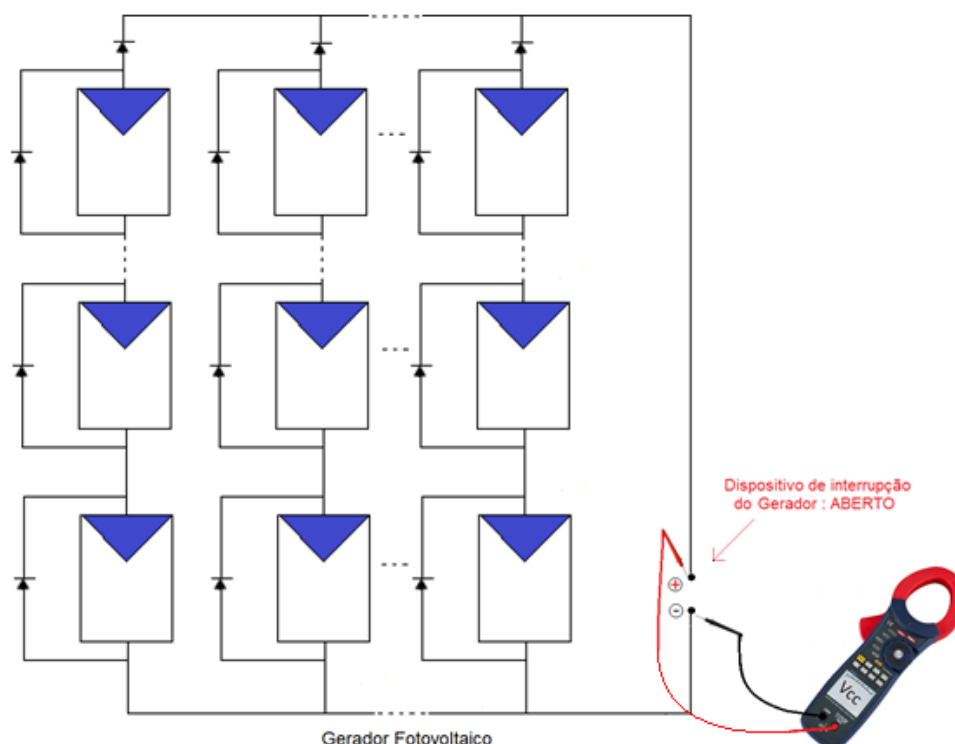


Figura 1 – Exemplo de medição da tensão de circuito aberto do gerador fotovoltaico.

Em sistemas com geradores fotovoltaicos formados por mais de uma fileira de módulos (série fotovoltaica), para uma avaliação simplificada, pode-se apenas medir a V_{oc} por fileira e comparar com os valores obtidos para as demais fileiras, os quais devem ser similares. Para uma melhor avaliação, deve-se multiplicar a V_{oc} especificada pelo fabricante (corrigida), pelo número de módulos conectados em série, e compará-la com valor medido da tensão de circuito aberto do gerador fotovoltaico.

Os módulos geralmente funcionam no Brasil em temperaturas bem superiores a 25°C , de forma que, para uma avaliação mais consistente, é necessário corrigir o valor da V_{oc} informado pelo fabricante, utilizando o respectivo coeficiente de temperatura, o qual também deve ser fornecido pelo fabricante. Para isso, a temperatura do módulo deve ser medida simultaneamente à medida da V_{oc} , com auxílio de um termômetro infravermelho. Em função da imprecisão inerente à metodologia, desvios na V_{oc} de até $\pm 15\%$ entre fileiras, bem como em relação ao valor esperado calculado, são considerados aceitáveis.

Módulo fotovoltaico

Caso tenha sido observado que o painel, ou uma série fotovoltaica não apresentou a tensão esperada, ou que uma série apresentou valor diferente das demais, deve-se medir individualmente a V_{oc} dos módulos dessa fileira para verificar onde pode se encontrar o problema.

Mantendo o gerador desconectado do sistema, o voltímetro c.c. deve ser colocado entre os terminais positivo e negativo de cada módulo, torna-se então necessário desconectá-los um a um para efetuar a medida. Deve-se certificar que sejam corretamente reconectados ao fim dos trabalhos, de forma a evitar mau contato.

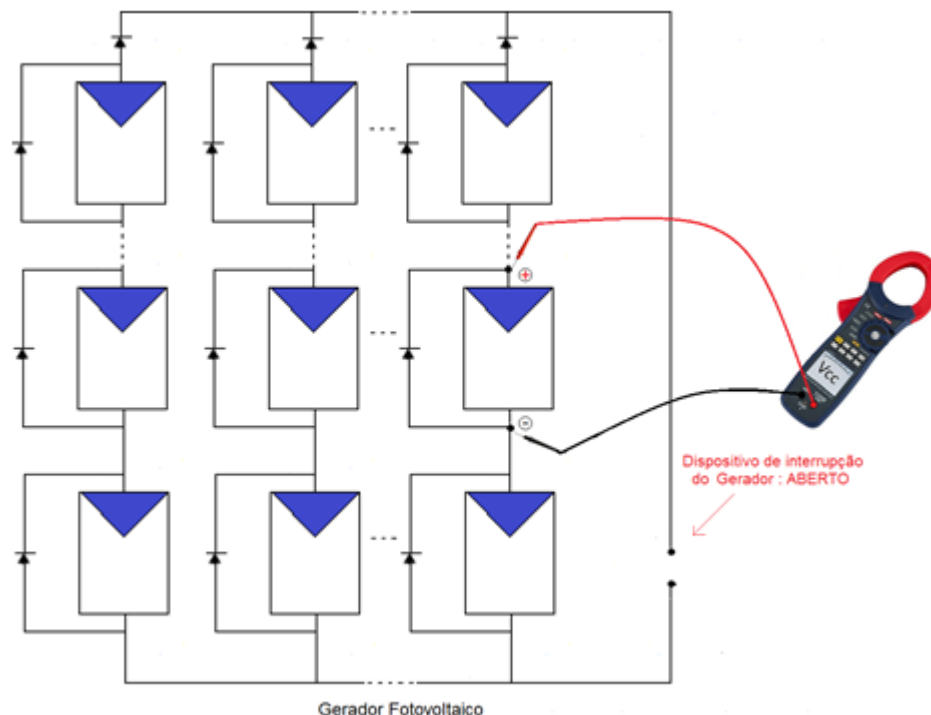


Figura 2 – Exemplo de medição da tensão de circuito aberto de um módulo.

A V_{oc} medida para cada módulo deve ser comparada com as especificações do fabricante, com a devida correção devida à temperatura. Em função da imprecisão inerente à metodologia, desvios de até 15% em relação ao valor esperado calculado, são considerados aceitáveis.

No caso de se constatar que a V_{oc} está efetivamente inferior ao valor esperado, seguir os procedimentos do Quadro 1 para eliminar o problema.

4.2.2 Procedimentos para medir a corrente de curto-circuito (I_{sc})

Sistema fotovoltaico

A leitura da I_{sc} é realizada com o uso de um amperímetro c.c. Para realizar a medição, deve-se ligar as conexões do gerador e curto-circuitar os terminais positivo e negativo do painel inteiro entre si. Pode-se utilizar um alicate amperímetro c.c. (como mostrado na Figura 8.5) ou um amperímetro em série (colocando-se uma ponta de prova do instrumento no terminal positivo e outra no terminal negativo do conjunto, curto-circuitando assim os terminais); contudo, o uso do alicate amperímetro é mais conveniente e seguro. Deve-se ainda usar um cabo com bitola apropriada e evitar centelhamento no momento da conexão do curto-circuito. Para painéis fotovoltaicos de maior porte o ideal é utilizar uma chave seccionadora dimensionada para os níveis de V_{oc} e I_{sc} do gerador, instalada na posição desligada entre os terminais a curto-circuitar e que, quando acionada, seja capaz de extinguir o arco elétrico do chaveamento.

Cuidados especiais devem ser sempre tomados ao abrir ou fechar circuitos de elevada corrente contínua, pois os arcos elétricos c.c. são difíceis de extinguir e podem causar sérias queimaduras e/ou danos ao equipamento.

Como o valor da I_{sc} do gerador pode ser mais alto do que a capacidade do amperímetro, para evitar danos ao instrumento, recomenda-se estimar o valor da corrente máxima antes de realizar as medições. Isto pode ser feito multiplicando-se a I_{sc} informada pelo fabricante para cada um dos módulos, pelo número de fileiras de módulos conectadas em paralelo no sistema. Devem-se iniciar as medições com o amperímetro ajustado para sua mais alta faixa de operação e, gradativamente, ir reduzindo a escala.

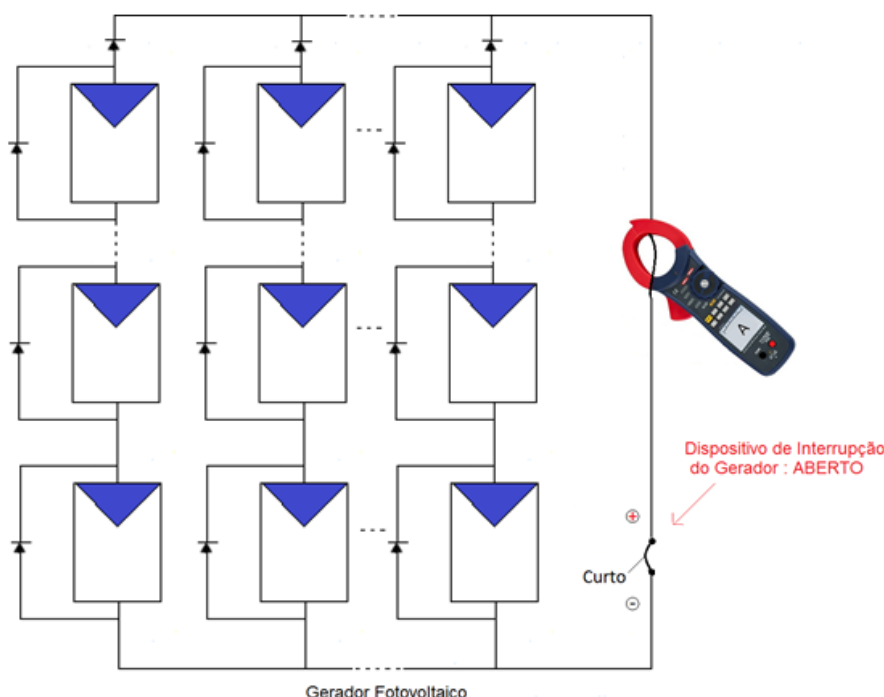


Figura 3 –Exemplo de medição da corrente de curto-circuito do gerador.

Em sistemas com geradores fotovoltaicos formados por mais de uma string de módulos (série fotovoltaica), para uma avaliação simplificada, pode-se apenas medir a I_{sc} por fileira e comparar com os valores obtidos para as demais fileiras, os quais devem ser similares

Módulo fotovoltaico

Caso tenha sido observado que uma série fotovoltaica não apresentou a I_{sc} esperada ou uma série apresentou valor diferente das demais, deve-se medir individualmente a I_{sc} de cada um dos módulos dessa fileira para verificar onde pode se encontrar o problema.

Caso o instrumento utilizado seja um alicate amperímetro, pode-se usar um trecho de cabo para conectar os terminais positivo e negativo de cada módulo, como mostrado na Figura 4. É importante usar um cabo com bitola apropriada para a corrente esperada. Não há necessidade de desconectar os módulos do conjunto, se as séries estiverem isoladas, ou se forem dotadas de diodos de bloqueio. Conforme citado anteriormente, no momento do teste, deve-se medir simultaneamente o nível de irradiação.

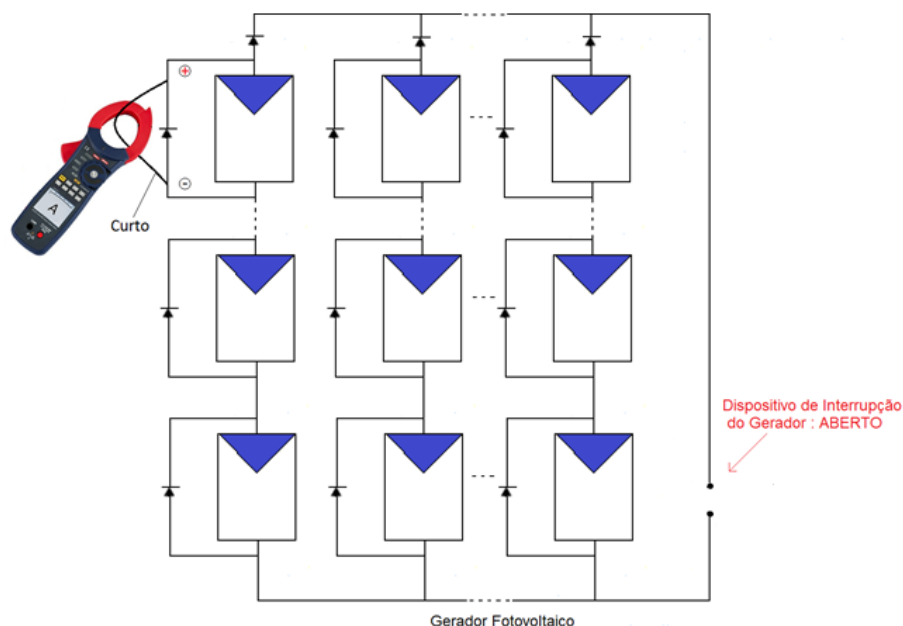


Figura 4 – Exemplo de medição da corrente de curto-circuito de um módulo.

Se a corrente de I_{sc} de algum módulo estiver significativamente abaixo do valor esperado recomenda-se seguir os procedimentos do Quadro 2 para eliminar o problema. O teste de detecção de pontos quentes pode confirmar se há dano no módulo fotovoltaico.

5 Ferramentas para verificação de sistemas fotovoltaicos

Traçador portátil de curva I-V

A melhor ferramenta disponível no mercado para verificação e caracterização de módulos ou painéis fotovoltaicos em campo é o traçador de curva I-V portátil. Tais equipamentos permitem a detecção muito mais precisa e confiável de problemas em módulos e painéis fotovoltaicos instalados em campo, do que as medidas manuais de I_{sc} e V_{oc} .

Os traçadores são equipamentos microprocessados, dotados de solarímetro e sensor de temperatura integrados (a serem fixados no módulo sob teste), sendo disponíveis desde traçadores para apenas módulos individuais até aqueles capazes de medir painéis com dezenas de kWp.

É recomendado o uso de um traçador capaz de medir o painel como um todo, assim como as fileiras em separado. Caso seja detectado problema na característica I-V de uma das fileiras, deve-se então, levantar a curva dos módulos desta fileira individualmente, no intuito de detectar o(s) módulo(s) defeituoso(s).

Deteção de pontos quentes em módulos FV por termografia

Os pontos quentes (regiões com temperatura muito superior ao restante do módulo) podem produzir redução na tensão de operação no módulo FV. Eles podem ser detectados facilmente com auxílio de uma câmera termográfica infravermelha.

Se forem encontrados pontos quentes (*hot spots*) no módulo, deve-se verificar se há sombreamentos ou sujeira e eliminá-los. Se não for essa a causa, é possível que se trate de células defeituosas, como, por exemplo, células em polarização inversa, ou falha no diodo de desvio ou na

solda dos condutores. Deve-se acompanhar a evolução do problema e substituir o módulo assim que possível. Podem ser detectados também módulos instalados incorretamente quando estes apresentam em toda a sua superfície temperaturas superiores a outros módulos no mesmo arranjo.

Algumas condições são necessárias para uma inspeção adequada utilizando-se uma câmera termográfica. A especificação da câmera deve ser adequada para o tipo de medição; o gerador fotovoltaico deve estar em operação e a irradiação solar preferencialmente superior 600 W/m^2 (não inferior a 500 W/m^2). O ângulo de visão deve ser baixo para uma boa emissividade infravermelha, mas ao mesmo tempo não pode ser perpendicular ao módulo para evitar reflexões do vidro na imagem do termovisor. Pode ser realizada também uma inspeção pela parte traseira do módulo, que evita os efeitos da reflexão do vidro frontal.

Essa tecnologia ainda permite a verificação de pontos quentes em cabeamento, dispositivos de proteção e de seccionamento e de outros dispositivos elétricos (com corrente) do sistema fotovoltaico. A imagem termográfica pode detectar o defeito antes da ocorrência da falha, pois problemas como mau contato e circuitos sobrecarregados irão apresentar temperaturas muito mais elevadas em relação aos circuitos normais.

6 Inversores

Durante a inspeção, deve-se verificar a operação do inversor. Os LEDs devem indicar as condições de operação e os medidores integrados ao *display* do equipamento.

O inversor deve estar limpo, seco, ventilado e em ambiente seguro. Os sons (zumbidos) emitidos por alguns inversores quando em funcionamento não indicam, necessariamente, sinais de falha, mas deve-se observar se o inversor passar a emitir ruído anormal.

Observar também no painel do inversor se há alguma indicação de alarme ativada, informando alguma condição imprópria para o equipamento, como, por exemplo, sobrecarga ou curto circuito na saída c.a. Se ocorrer o alarme, o problema deve ser sanado, procurando-se a falha no circuito c.a. alimentado ou no próprio inversor.

Deve-se assegurar que o inversor esteja realmente alimentando as cargas c.a. de forma adequada. Para tal, deve-se medir a tensão e frequência de saída, tanto em vazio (sem carga) quanto com a carga máxima acionada. É também recomendado medir a THD (distorção harmônica total) da tensão da saída nas duas condições.

Deve-se medir a corrente no lado c.c. do inversor também em ambos os estados, ou seja, quando o mesmo está operando em vazio e com carga máxima. No caso de medidas diferentes dos valores esperados, verificar os procedimentos descritos no Quadro 2.

Para maiores informações sobre o inversor, consulte o manual do mesmo.

7 Cabeamento e dispositivos de segurança

Com relação ao cabeamento, dispositivos e demais acessórios do SFV, os procedimentos indicados a seguir devem ser executados:

Todas as conexões e condutos (como por exemplo, eletrodutos, canaletas, calhas etc.) existentes no SFV devem estar firmes e sem danos. Deve-se examinar a ocorrência de ligações frouxas, quebradas e oxidadas. Quando necessário, deve-se limpá-las e apertá-las. Note-se que uma conexão ruim pode produzir um arco elétrico, que por sua vez pode aumentar a temperatura e causar a avaria de equipamentos.

Verificar, também, a existência de dispositivos de segurança, tais como fusíveis e disjuntores, que estejam danificados.

Verificar a ocorrência de eventuais curtos-circuitos entre cabos condutores de diferentes polaridades, ou uma falta à terra (curto-circuito entre cabo condutor e carcaça ou conduto metálico). Com o sistema desligado e todos os dispositivos de interrupção abertos, pode-se verificar estas duas condições com um medidor de resistência elétrica (ohmímetro), ou utilizando a função teste de continuidade de um multímetro.

Verificar a existência de continuidade do aterramento. Todos os objetos metálicos envolvidos no sistema elétrico (caixas, condutores e eletrodutos) devem estar adequadamente aterrados. A conferência se os cabos foram devidamente instalados (conforme os cálculos de dimensionamento) deve ser feita no comissionamento.

Verificar se todo o cabeamento está adequadamente afixado. Inspecionar o isolamento quanto a desgaste, especialmente nas dobras e nos pontos de fixação.

8 Sistema de monitoramento

A inspeção do sistema de monitoramento deve obedecer aos seguintes procedimentos:

Inspeccionar as fixações dos sensores e transdutores do sistema e também do cabeamento de alimentação e de comunicação empregado, verificando se todos os sinais estão chegando ao equipamento responsável pela coleta de dados.

Verificar se os instrumentos de aquisição, registro, armazenamento, visualização e transmissão de dados operam corretamente e em conformidade com a programação efetuada para monitoração do SFV.

Cabe ressaltar também que se deve-se estar atento quanto ao prazo de validade da calibração dos sensores utilizados.

9 Procedimentos de Inspeção e Manutenção Corretiva de Sistemas Fotovoltaicos

A manutenção corretiva procura reparar defeitos ou falhas no SFV após a ocorrência dos mesmos, e tenta evitar que eles se repitam. A manutenção corretiva também inclui a substituição de peças e equipamentos com defeitos de fabricação. Antes de se iniciarem os trabalhos de reparação, deve-se verificar se os equipamentos que apresentam dano estão cobertos por garantia, que deve ser imediatamente acionada em caso positivo. Quando não for o caso, deve ser realizado um orçamento relativo aos custos de reparação do sistema. Após a manutenção corretiva, devem ser realizados procedimentos de inspeção antes da colocação do sistema em operação.

Os procedimentos específicos e metodológicos aplicados durante a inspeção, muitas vezes auxiliam na identificação e solução de alguns problemas que ocorrem nos SFVs. Os Quadros a seguir apresentam vários desses problemas, indicando as possíveis causas e sugerindo ações corretivas necessárias. Inicialmente, deve ser realizada uma inspeção visual na instalação fotovoltaica, a fim de identificar alguma avaria no sistema.

Quadro 1 – Gerador Fotovoltaico.

Gerador Fotovoltaico			
Sintoma	Causa	Resultado	Ação corretiva
Nenhum fluxo de corrente	Dispositivos de proteção e seccionamento (chaves, fusíveis, disjuntores etc.) abertos, danificados ou desconectados; cabeamento rompido ou oxidado; conexões frouxas ou oxidadas	baixa tensão da barra c.c. ou baixo SOC.	Fechar chaves, substituir fusíveis (determinar o motivo pelo qual os dispositivos de proteção, como fusíveis, disjuntores etc., estão abertos, danificados ou desconectados, antes de substituí-los ou montá-los novamente); reparar ou substituir o cabeamento danificado. Apertar e limpar as conexões.
Baixa tensão no gerador	Cabeamento do gerador para o sistema de condicionamento de potência subdimensionado ou muito longo	Queda de tensão na saída do gerador	Substituir o cabeamento subdimensionado
Baixo fluxo de corrente de carregamento	Módulos sombreados	Queda de tensão na saída do gerador	Remover causa do sombreamento
	Interconexões do gerador quebradas ou oxidadas		Reparar as interconexões
	Diodos de bloqueio ou de desvio defeituosos		Substituir os diodos defeituosos
	Módulos danificados ou defeituosos		Substituir os módulos afetados
	Baixos níveis de irradiância solar disponíveis		Esperar por tempo ensolarado
	Módulos sujos		Limpar os módulos
	Orientação e/ou inclinação incorretas do gerador		Corrigir a orientação e/ou inclinação

Quadro 2 – Inversor.

Inversor			
Sintoma	Causa	Resultado	Ação corretiva
Nenhuma saída do inversor	Dispositivos de proteção e seccionamento (chaves, fusíveis, disjuntores etc.) abertos, danificados ou desconectados; cabeamento rompido ou oxidado	Nenhum fluxo de energia através do inversor	Fechar chaves, substituir fusíveis (determinar o motivo pelo qual os fusíveis ou os disjuntores estão abertos, danificados, ou desconectados, antes de substituí-los ou montá-los novamente); rearmar os disjuntores; reparar ou substituir o cabeamento danificado.
	Temporizador (<i>timer</i>) demora para dar partida no inversor, quando em modo de espera	Alguns segundos de atraso depois de dar partida na carga	Esperar alguns segundos depois de dar partida nas cargas
	Desconexão do inversor por tensão elevada	Inversor não dá partida	Verificar a tensão máxima c.c suportada pelo inversor, e substituí-lo caso esteja com problema.
Aquecimento excessivo dos motores durante operação	Uso de inversor de onda quadrada	Componentes harmônicas da forma de onda sobreaquecem os enrolamentos	Substituir o inversor por outro com forma de onda senoidal
Atuação do circuito de proteção (disjuntor) do inversor	Cargas operam com surto de corrente muito elevado	Correntes excessivas exigidas pelas cargas	Reduzir a potência das cargas ou substituir o inversor por outro de maior capacidade
Cargas operam inadequadamente	Correntes excessivas exigidas pelas cargas	Tensão do inversor muito baixa para as cargas	Reduzir a potência das cargas ou substituir o inversor por outro de maior capacidade
	Inversor defeituoso		Substituir o inversor

Para os demais componentes e acessórios de um SFV, tais como cabeamento, dispositivos de segurança e sistema de monitoramento, se for verificado qualquer defeito que afete a operação e/ou monitoração do SFV, o componente deve ser imediatamente substituído.

Deve-se sempre documentar as manutenções realizadas, principalmente as manutenções corretivas.

10 Verificações típicas e a periodicidade

Quadro 3 – Verificações típicas de sistemas de microgeração conectados à rede

Periodicidade	Equipamento	Verificação
Diário	Inversor	Se está em operação ou se existe mensagem de erro.
Mensal	Verificação da produção de energia	Registro das medições de energia e se estão de acordo com o esperado.
	Superfície do painel fotovoltaico	Se há acúmulos de sujeira, como folhas ou dejetos de pássaros. Removê-los com água (sem sabão).
A cada 6 meses	Caixa de junção	Se há insetos. Se há corrosão/umidade excessiva. Testar a continuidade dos fusíveis.
	Proteção contra descargas atmosféricas	Se está operacional após tempestades com descargas.
	Cablagem	Se há isolamentos danificados, marcas chamuscadas provenientes de arcos elétricos etc. Verificar se as conexões estão boas.

Estamos inteiramente disponíveis para qualquer futuro esclarecimento.
 Cumprimentamos com boa energia,



Raniere Steckert Marcello

ENGENHEIRO ELETRICISTA
 CREA/SC: 0713392-2
 eletrica@stengenharia.com
 48 996044346 ☎
 48 35250336

Charles Londero Ramos

ENGENHEIRO DE ENERGIA
 CREA/SC: 0156126-8
 solarturvo@hotmail.com
 48 99☎46893
 48 35250336