

# Comissionamento de Usina Fotovoltaica



 **FAW-7**

# Energia Solar

Com um portfólio amplo e direcionado para este segmento, partindo da medição de resistividade do solo até o comissionamento da subestação, a FAW-7 pode ser uma ótima opção de CAPEX/ OPEX, através dos serviços oferecidos antes, durante e após a construção da usina fotovoltaica.

Os serviços oferecidos são:

## Antes da construção

- Sondagem elétrica vertical e encaminhamento elétrico pelo arranjo de Wenner;
- Sondagem elétrica vertical e encaminhamento elétrico pelo arranjo de Schlumberger;
- Encaminhamento elétrico pelo arranjo Polo-Polo;
- Encaminhamento elétrico pelo arranjo Polo-Dipolo;
- Encaminhamento elétrico pelo arranjo dipolo-dipolo;
- Estudo e projeto de aterramento.

## Durante a construção

- Execução da malha de aterramento da usina fotovoltaica;
- Montagem do sistema de proteção de surtos com DPS;
- Montagem do sistema de SPDA;
- Execução do aterramento dos trackers;
- Execução do aterramento do eletrocentro, inversores e stringbox;
- Execução do aterramento da subestação;
- Ensaio de resistência/impedância de aterramento.

## Após a construção

- Teste de continuidade elétrica nos condutores da malha de aterramento;
- Teste de continuidade elétrica nos trackers e stringbox;
- Teste de continuidade elétrica por Loop entre os parques e módulos;
- Implementação do Prontuário das Instalações elétricas, de acordo com as exigências da NR-10 item 10.2.4 para estabelecimentos com carga instalada acima de 75 kW;
- Medição de luminância;
- Comissionamento da Subestação;
- Ensaio de impedância de aterramento e tensão de Passo e Toque;
- Comissionamento da usina.

# Comissionamento

A FAW- 7 realiza o comissionamento da usina fotovoltaica e executa os seguintes serviços:

## 1- Medição da curva IV do arranjo fotovoltaico

O ensaio de curva IV de um arranjo fotovoltaico pode fornecer as seguintes informações:

- a) medidas de VOC e ISC do arranjo fotovoltaico;
- b) medição da potência do arranjo fotovoltaico;
- c) identificação de defeitos nos módulos/arranjos fotovoltaicos ou problemas de sombreamento.



Antes de iniciar um ensaio de curva IV deve-se garantir que as características nominais de tensão e de corrente do dispositivo de ensaio de curva IV sejam adequadas para a tensão e corrente do circuito em ensaio, respectivamente.

### 1.1 - Medição da curva IV – VOC e ISC

Um ensaio de curva IV é um método alternativo aceitável para medir a tensão de circuito aberto e a corrente de curto-circuito de uma série fotovoltaica ou arranjo fotovoltaico. Quando um ensaio de curva IV é realizado, ensaios separados de VOC e de ISC não são necessários, desde que o ensaio de curva de IV seja realizado no momento adequado do regime de ensaio categoria 1 alíneas e) e f) na sequência. A série fotovoltaica ou o arranjo fotovoltaico em ensaio deve ser isolada(o) e conectada(o) ao dispositivo de ensaio de curva IV. Se a finalidade do ensaio é apenas derivar valores de VOC e de ISC, então não há nenhuma exigência para medir a irradiância ou a temperatura de costa de célula.

### 1.2 - Medição da curva IV – Potência do arranjo fotovoltaico

Dadas condições adequadas de irradiância, um ensaio de curva IV fornece um meio para medir se a potência nominal de um arranjo fotovoltaico coincide com a de placa. Medições da potência de séries e arranjos fotovoltaicos devem ser realizadas em condições de irradiância de pelo menos 700 W/m<sup>2</sup>, medida no plano dos módulos. O ensaio deve ser realizado em um momento do dia em que o sol está iluminando

diretamente o arranjo fotovoltaico (ângulo de incidência não superior a  $\pm 22,5^\circ$ ).

## 2 - Teste de VLF

Os métodos de teste VLF ac utilizam sinais ac na faixa de frequência de 0,01 Hz a 1 Hz. Em testes de resistência, (Gnerlich [B11]), o objeto de teste deve sobreviver a uma tensão especificada aplicada através do isolamento por um período de tempo especificado sem quebra do isolamento (Hampton, et al. [B19]). A magnitude da tensão suportável é geralmente maior do que da tensão operacional. Se o acessório ou isolamento do cabo for suficientemente degradado, pode ocorrer uma avaria. O sistema de cabos pode ser reparado e o isolamento testado novamente até que passe no teste de resistência.

O teste de diagnóstico permite a determinação da quantidade relativa de degradação de uma seção de sistema de cabo e estabelece, por comparação com valores de mérito ou acumulados dados, se uma seção do sistema de cabo tem probabilidade de continuar a funcionar corretamente em serviço. Deve ser notado que os valores das medições de quantidade de diagnóstico obtidas durante os testes de tensão CA de VLF podem não se correlacionar com aqueles valores obtidos em outras frequências, por exemplo, a tangente delta é maior em 0,1 Hz do que em frequência de energia e descarga parcial (PD) podem diferir em termos de magnitude e tensão inicial.



### 2.1 - Precauções Importantes

Existem riscos associados aos testes e diagnósticos de alta tensão. Os testes de diagnóstico podem ser não destrutivos se forem executados em tensões iguais ou abaixo da tensão normal de operação. No entanto, há uma compensação entre a coleta de informações adicionais sobre o cabo em teste e ir para níveis elevados de tensão, com o maior risco associado de que o cabo possa falhar à medida que a tensão aumenta.

## 3 - Ensaio no sistema de aterramento - Continuidade dos condutores de aterramento de proteção e/ou de ligação equipotencial

Quando condutores de aterramento de proteção e/ou de ligação equipotencial são utilizados no lado c.c., como os da armação do arranjo fotovoltaico, um ensaio de continuidade elétrica deve ser realizado em todos os condutores desse tipo e com um equipamento de medição adequado. A continuidade da ligação ao terminal de terra principal também deve ser verificada.

#### 4 - Medição da tensão de circuito aberto

A finalidade da medição da tensão de circuito aberto dentro da sequência de ensaios do regime de ensaio categoria 1 é verificar se as séries de módulos estão corretamente conectadas e, especificamente, se o número esperado de módulos está conectado em série.

#### 5 - Medição da corrente do sistema

O propósito de um ensaio de medição da corrente de uma série fotovoltaica é verificar se não há falhas graves na fiação do arranjo fotovoltaico. Estes ensaios não podem ser tomados como uma medida do desempenho do módulo/arranjo fotovoltaico.

#### 6 - Ensaio da caixa de junção

Uma única série fotovoltaica conectada com a polaridade invertida dentro de uma caixa de junção pode ser, às vezes, difícil de se identificar. As consequências de uma série fotovoltaica conectada com a polaridade invertida, particularmente em sistemas de maiores dimensões, com várias caixas de junção interligadas, podem ser significativas.

#### 7- Ensaio de polaridade

A polaridade de todos os cabos c.c. deve ser verificada utilizando um equipamento de ensaio adequado.

Uma vez que a polaridade é confirmada, os cabos devem ser verificados para garantir que estão identificados e conectados corretamente aos dispositivos do sistema, como chaves ou inversores.



## 8 - Ensaio de curto-circuito

A corrente de curto-circuito de cada série fotovoltaica deve ser medida utilizando aparelhos de medição adequados. A formação/interrupção de correntes de curto-circuito das séries fotovoltaicas é potencialmente perigosa, e um procedimento de ensaio adequado, tal como o descrito abaixo, deve ser seguido.



## 9 - Ensaio Operacional

Com o sistema ligado e no modo de operação normal (inversores seguindo o ponto de máxima potência), a corrente de cada série fotovoltaica deve ser medida utilizando um alicate-amperímetro apropriado colocado em torno do cabo da série fotovoltaica.



## 10 - Tensão ao solo

Em sistemas com aterramento resistivo o ensaio é utilizado para avaliar os sistemas que utilizam uma ligação de alta impedância (resistiva) para o solo. Procedimentos de ensaio específicos são fornecidos pelos fabricantes de módulos que necessitam de sistemas de aterramento resistivos para os seus módulos.



## 11 - Ensaio de resistência de isolamento úmido

O ensaio de resistência de isolamento úmido é usado principalmente como parte de um exercício de localização de falhas.

## 12 - Avaliação de sombreamento

O objetivo de realizar uma avaliação do sombreamento é registrar as condições de sombra presentes no momento da verificação para fornecer uma base para futuras comparações. Para sistemas de pequeno porte, o registro do sombreamento deve ser tomado tão perto quanto possível do centro do arranjo fotovoltaico. Para sistemas maiores ou com vários subarranjos fotovoltaicos ou com sombreamento complexo, uma série de registros de sombreamento pode ser necessária.



## 13 - Avaliação de desempenho

A avaliação do desempenho tem como objetivo analisar o comportamento dos principais componentes do sistema para estimar parâmetros anuais de desempenho, bem como a produção de energia, já que esses dados são relevantes para investidores e operadores do sistema. Normalmente, sistemas fotovoltaicos de grande porte são formados por diversos subsistemas, onde cada um possui seu arranjo fotovoltaico e inversor, mas compartilham o ponto de conexão e nestes casos, ensaiar todos os subsistemas seria uma tarefa exaustiva e desnecessária, sendo mais conveniente escolher alguns subsistemas.



Metodologias e orientações das normas seguidas no comissionamento:

- **IEC 60364-6/2016** - Low Voltage Electrical Installations;
- **IEC 61557-1/2019** - Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC - Equipment for testing;
- **NBR 16274/2014** - Sistema fotovoltaicos conectados a rede, comissionamentos, inspeção, etc.

## EQUIPAMENTOS

- Ensaios nos eletrocentros, inversores, stringbox nos circuitos de CA e CC e no MPS do sistema elétrico.
- Inspeção e testes no stringbox, inversor e eletrocentro, etc;
- Ensaio continuidade e atenuação de fibra ótica;
- Ensaio de performance da planta;
- Teste de continuidade e impedância na malha de aterramento;





# Case

Em Setembro de 2020 à Janeiro de 2021 a FAW-7 foi contratada para realizar o comissionamento das usinas de Ituverava e Horizonte.

## UFV Ituverava

A usina solar Ituverava fica localizada em Tabocas do Brejo Velho, no extremo oeste baiano, a 800 km de Salvador, sendo uma das maiores plantas de geração solar da América Latina, com capacidade de 196 MW.

O Parque Ituverava é capaz de produzir 550 GWh por ano, energia suficiente para abastecer cerca de 268 mil famílias. Composto por 850 mil painéis solares, Ituverava ocupa uma área de 579 hectares, o equivalente a 700 campos de futebol, com um investimento de 400 milhões de dólares, entrando em operação em agosto de 2017.

## UFV Horizonte

A usina Horizonte, também localizada em Tabocas do Brejo Velho/BA, possui potência nominal de 77,4 MW.

A usina entrou em operação em fevereiro de 2018, ao custo do investimento de 110 milhões de dólares. Formado por cerca de 330 mil painéis solares e geração de 220 GWh por ano.

Talafona: + (11) 68 0800 / 61 106 | E-mail: [faw@faw.com.br](mailto:faw@faw.com.br)

Rua Dia3 Valho, 6 - 3ão Paulo / 3P, BJa3il - \*EP 0 '3 -040

