Projeto 01 - Cidade A
Data: 10/10/2028
Responsável: Pessoa 049 / Pessoa 011
Revisão: 02

SUMÁRIO
1. INTRODUÇÃO
2
2. OBJETIVO
4
4
6
4.1. Layout geral da planta fotovoltaica
6
4.2. Ficha técnica do módulo
7
4.3. ficha técnica do inversor
9
4.4. Estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos
10
4.5. Abrigo para instalação dos inversores
12
4.5.1. Instruções para instalação do suporte dos inversores
12
4.5.2. Instruções para instalação dos inversores
14
4.6. Encaminhamento elétrico
14
4.7. transformador
15
4.8. qgbt
19
4.9. painel de média tensão (pmt)
21
4.10. Cabine de medição
24
4.11. Aterramento
26
4.12. estação metereológica
27
4.13. Circuitos auxiliares
28
4.14. Sistema de comunicação
28
4.15. Proteção contra incêndio
30
4.16. CFTV
31
4.17. Cercamento
31
4.18. Sistema de drenagem
32
4.19. Vias de acesso
33
4.20. Depósito
33

1.
INTRODUÇÃO
O presente documento refere-se ao memorial descritivo de engenharia para instalação da
Figura 01 – Layout geral da usina
2

A Projeto 01 apresenta as seguintes configurações:
- 20 INVERSORES Fabricante B PRJ-000;
- 11352 MÓDULOS Fabricante E 620 W.

O projeto foi dividido em disciplinas sendo elas : cercamento, aterramento, ensaios e estudos, civil, elétrica, comunicação e comissionamento.A lista de documentos pode ser visualizada no arquivo “Lista de documentos Cidade A" .As instalações provisórias do canteiro de obras ficarão disponíveis durante o período de execução da obra.
3

2.
OBJETIVO
O presente documento tem por objetivo descrever todos os detalhes do projeto de instalação de um sistema de minigeração fotovoltaica, do tipo “on-grid”, em estruturas metálicas com tracker. O sistema será composto por módulos bifaciais monocristalinos e inversores fotovoltaicos.Os inversores fotovoltaicos serão interligados através de uma rede interna trifásica (R-S-T) de 800V(CA) e 60Hz, conexão caracterizada por Baixa Tensão, conforme NBR 5410 e o sistema será conectado à rede da concessionária através de uma rede trifásica de média tensão (R-S-T + PE) de 34,5kV , conforme NBR 14039.
Tal usina terá uma potência total de injeção de 5 MW e será conectada à rede de distribuição de 34,5 kV.
3.
4
ORGANIZAÇÃO
CÓDIGO
TÍTULO
DESCRIÇÃO
ABNT
NBR 5410
Instalações elétricas de baixa tensão
Estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens
ABNT
NBR 5419
Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
Fixa as condições de projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contr
a descargas atmosféricas (SPDA), para proteger as edificações e estruturas conta a incidência direta de raios. A proteção se aplica também contra a incidência direta de raios sobre os equipamentos e pessoas no interior dessas edificações e estruturas, ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado.
ABNT
NBR 14069
Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kV
Esta Norma estabelece um sistema para o

Tabela 01 – Normas aplicáveis

5 a 36,2 kV	projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.	ABNT NBR 16690
— Requisitos de Projeto, baseada na especificação técnica		IEC/TS 62548
Essa norma estabelece os requisitos técnicos e de segurança que devem ser seguidos na instalação de arranjos fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Os arranjos fotovoltaicos são compostos por painéis solares, inversores e outros equipamentos que convertem a energia solar em energia elétrica.		ABNT NBR 16146
Sistemas fotovoltaicos – interface de conexão com a rede de distribuição elétrica	Estabelece as condições de acesso, compreendendo a conexão e o uso do sistema de distribuição, não abrangendo as demais instalações de transmissão, e define os critérios técnicos e operacionais, os requisitos de projeto, as informações, os dados e a implementação da conexão, aplicando-se aos novos acessantes bem como aos existentes.	

4.
O Sistema Fotovoltaico é composto por módulos fotovoltaicos, cabos fotovoltaicos, inversores, transformadores e cabine de medição, além de dispositivos de proteção como disjuntores, chaves fusíveis, chaves seccionadoras e DPS.
As quantidades, marcas e modelos dos equipamentos utilizados na usina são listados a seguir:

ITEM	DESCRIÇÃO
Concessionária A (Estado A)	
Potência Fotovoltaica CC	7.038.240 Wp
Potência Fotovoltaica CA	5.000.000 VA
Tensão de conexão	34,5 kV Trifásico
Módulos fotovoltaicos	11.352 Módulos Fabricante E CHSM78N(DG)/F-BH 620 W.
Inversores	20 inversores Fabricante B SUN2000-250KTL-H1
Estrutura suporte para módulos	
Ponto de conexão	
Cubículo blindado de uso ao tempo	

Tabela 02 – Equipamentos da usina

4.1.
Layout geral da planta fotovoltaica
O projeto consiste na instalação de 11352 módulos do fabricante Fabricante E cuja potência individual é 620W em estrutura metálica de solo com tracker.
A UFV é composta por uma cabine de medição compartilhada com 5 medições e 5 SKIDs, um para cada medição.A conexão da UFV com a rede da concessionária é feita através de circuito Estado A de 34,5kV que chegará até a subestação blindada compartilhada.
Cada medição terá sua baia de proteção dedicada, conforme detalhado no projeto elétrico da subestação e no estudo de proteção e seletividade.A saída da cabine em direção aos Skids é realizada através de circuitos Estado A em eletrodutos subterrâneos.
Cada Skid possui um transformador de acoplamento para adequar aos níveis de tensão dos inversores. Nos SKIDs também estão os quadros com os dispositivos de proteção dos circuitos de baixa tensão e a cabine de proteção de média tensão (PMT).
6

Os 20 inversores serão instalados distribuídos pela planta. No layout geral da Planta Fotovoltaica tem-se a localização dos módulos, dos abrigos dos inversores, do transformador, da Sala de Controle O&M e da Subestação.

4.2.

Ficha técnica do módulo

O projeto dos circuitos de corrente contínua (CC) da UFV inclui o percurso dos condutores, que saem das estruturas de fixação dos módulos e vão até os inversores string, que estarão situados em estruturas abrigadas de solo próximas aos módulos.

As usinas enumeradas de 1 a 4 terão séries de 26 módulos, enquanto a usina 5 terá séries de 25 módulos. Todas conectadas aos inversores de 250 kW limitados a essa máxima potência de saída.

A configuração das usinas consistem em 04 inversores com 22 strings, sendo quatro strings nas MPPTs 1, 2, 5 e 6 e três strings nas MPPTs 3 e 4. Como são 5 usinas, o projeto contempla ao todo 20 inversores e 440 strings.

As informações técnicas elétricas e físicas dos módulos estão abaixo:

7

Imagem 1: Dados do módulo
Fonte: Datasheet Fabricante E
8

4.3.
ficha técnica do inversor
Os inversores são os equipamentos responsáveis por receber a energia elétrica em corrente contínua produzida pelos módulos fotovoltaicos e transformar essa energia elétrica em corrente alternada, a qual será disponibilizada para a rede de energia elétrica da concessionária responsável. A instalação será feita em abrigo coberto, no qual deve ser feita por um profissional capacitado utilizando as ferramentas e equipamentos adequados.
Os 20 inversores da Fabricante B, modelo SUN2000-250KTL-H1, serão instalados e distribuídos pela UFV. Abaixo estão as características elétricas e físicas do inversor:
9

Imagem 02 – Ficha técnica inversor

4.4.

Estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos

Os trackers são estruturas metálicas responsáveis por sustentar os módulos fotovoltaicos da usina fotovoltaica e movimentá-las em relação à posição do Sol visando atingir a máxima eficiência possível.

Abaixo estão as características elétricas e físicas do tracker, conforme datasheet do

10

7
11

4.5.
Abrigo para instalação dos inversores
Os vinte inversores serão instalados em abrigos de estrutura metálica com cobertura para proteção contra intempéries, conforme mostrado nas imagens abaixo:
Figura 04 –Abrigo do inversor
4.5.1.
Instruções para instalação do suporte dos inversores
Antes de instalar o suporte de montagem, remova a chave de segurança Torx e guarde-a para uso posterior.
São fornecidos com o suporte de montagem parafusos M12x40.O suporte de montagem do SUN2000 tem quatro grupos de furos de parafuso, cada grupo contendo quatro furos. Marque um furo em cada grupo com base nos requisitos do local e marque quatro furos no total. Os dois furos redondos são recomendados.
12

Determine as posições de perfuração usando o suporte de montagem. Nivele as posições dos furos de montagem usando um nível de bolha ou digital e identifique as posições com um marcador.
Perfure a estrutura do abrigo utilizando um martelo perfurador. É aconselhável aplicar tinta antiferrugem nas posições dos furos para proteção.Fixe o suporte de montagem na estrutura do abrigo, conforme imagem abaixo:
13

4.5.2.
Instruções para instalação dos inversores
Instale o inversor no suporte de montagem e alinhe o invólucro do inversor com o suporte de montagem, conforme imagem abaixo:
Aperte os parafusos de segurança Torx
4.6.
Encaminhamento elétrico
A planta com os detalhes de ligação das strings encontra-se no arquivo PRJ-001-ELE-701 Encaminhamento e detalhes de ligação das strings. Os cabos de corrente contínua (CC) devem ser organizados com abraçadeira de nylon com proteção UV. O eletroduto téra um corte longitudinal, permitindo que seja aberto e colocado sobre os cabos CC para proteção, primeiro os cabos CC serão fixados e depois o eletroduto será colocado como acabamento, depois, uma abraçadeira de Nylon amarrará o eletroduto na terça. A descida do cabo de cada string deve ser feita pelo pilar da mesa em duto PEAD de 2” conforme projeto. Os dutos devem ser presos ao pilar das mesas com fita perfurada e fecho dentado e os mesmos devem seguir, de forma subterrânea. Para mais detalhes sobre o encaminhamento das valas, dutos e caixa verificar os seguintes projetos:
14

- PRJ-001-CIV-501-Rota das valas e seções;
- PRJ-001-ELE-732-Seção das valas e detalhamento de travessias de dutos;
- PRJ-001-ELE-730-Rota dos dutos dos cabos de energia e comunicação;
- PRJ-001-ELE-710-Caixas de passagem;
- PRJ-001-ELE-731-Detalhamento caixas de passagem.

As caixas devem ser instaladas de modo que 10cm de altura fiquem posicionados acima do nível do solo para evitar a entrada de água. Ao chegar à caixa de passagem próxima ao abrigo, todos os circuitos do inversor deverão passar em duto PEAD de 2” até a eletrocalha 200x100, de onde os cabos seguirão até o inversor. Deve-se instalar prensa cabos de 3/4” na eletrocalha para a saída dos cabos de cada string até o inversor, conforme mostrado no projeto PRJ-001-ELE-742-Elétrica Força Inversores. Os cabos de corrente alternada (CA) que saem dos inversores serão lançados em eletroduto galvanizado de 4”, o qual deverá ser conectado ao duto PEAD de 4”. O duto PEAD de 4” será conectado à caixa de passagem CA, de onde os circuitos de cada inversor serão lançados em duto PEAD de 4” até o QGBT. A entrada e saída de cabos no QGBT deve ser feita por baixo. Os cabos que vão do QGBT até o transformador devem ser lançados em dois leitos de 600mm, conforme mostrado nos projeto:

- PRJ-001-CIV-510-Arquitetônico e posicionamento equipamentos SKID;
- PRJ-001-ELE-741-Elétrica força Skid;
- PRJ-001-ELE-722-Diagrama trifilar SKIDS.

Todos os cabos devem ser instalados em trifólio RST. A infra de média tensão, que vai do transformador elevador (800V/34,5V) da usina até o painel de média tensão (PMT) , e depois até a subestação.

O Memorial de Cálculo dos cabos CC,CA e Estado A encontra-se no arquivo:

- PRJ-001-ELE-711-Memória de Cálculo dos Cabos (CC, BT, Estado A)

A lista DE-PARA e plano de cortes encontra-se no arquivo:

- PRJ-001-ELE-714-Lista DE / PARA - Cabos de força;
- PRJ-001-ELE-715-Plano de corte cabos (CC, BT, Estado A).

É muito importante seguir o plano de cortes para melhor aproveitamento do material comprado.

4.7. transformador

O transformador é o equipamento responsável por transformar os níveis de tensão rede elétrica. Ele é capaz de atuar elevando ou rebaixando os níveis de tensão de acordo com a necessidade e objetivo de sua utilização.

Levando em consideração a geração de R$ 1.130,00 kW por usina (SKID), sendo esta a capacidade instalada na usina solar fotovoltaica, assim como os fatores de saturação de segurança da instalação para casos de sobre demanda, será instalado um transformador de 1.250 kVA a seco.

A conexão do transformador à rede será radial, e o tipo de ligação de primário e secundário será Triângulo - Estrela aterrado, respectivamente. De maneira resumida, abaixo está disposta a folha de dados do transformador e suas vistas laterais e superiores.
16

eS OLARVOLT
FOLHA DE DADOS
10011718743
Coss= 1
Fator de carga [%} ne o a
= ETAL EE EH
E 38.36. 6654 Ex]
75 E EH E
700 38.16 EE Em
Grau de proteção:
Classe do transtormador-
‘Material dos condutores AT / BT:
5 ACESSÓRIOS
Monitor de temperatura com indicador
Sensor de temperatura PT-100
Sistema de comutação a vazio (links)
Motoventiadores
Olhais para tração
Olhais de suspensão
Placa de identificação (Inox)
Rodas bidirecionais, lisas
Base de apoio
Conector de aterramento
Bindagem eletrostática
(Caixa de circuitos auxtiares
Apoios para macaco
Ps
E2C1.F1
“Aluminio / Adumírio
gegggeeegg erry
7

Figura 05 –Características técnicas e elétricas do transformador
18

Figura 06 –Desenho técnico do transformador

4.8.

qgbt

A sigla QGBT refere-se ao Quadro Geral de Baixa Tensão, sendo um importante componente do sistema elétrico da usina fotovoltaica em questão. Tal dispositivo promove a interligação entre todos os inversores existentes e o transformador da usina fotovoltaica, fornecendo um barramento comum na sua saída.

Além disso, este quadro possui um disjuntor geral para a proteção dos equipamentos e um sistema SCADA de monitoramento. As cargas auxiliares da usina são alimentadas por um transformador auxiliar, o qual possui sua alimentação proveniente deste QGBT.

Figura 7– Características técnicas e elétricas do QGBT
Figura 7.1– Desenho técnico do QGBT
20

Figura 7.1– Desenho técnico do QGBT

4.9.

painel de média tensão (pmt)

A sigla PMT refere-se ao Painel de média tensão , sendo um importante componente do sistema elétrico da usina fotovoltaica em questão. Tal dispositivo promove a interligação entre o SKID e a cabine de medição.

21

Figura 8.1– Desenho técnico do PMT
Figura 8.2– Desenho técnico do PMT
22

Figura 8.3– Desenho técnico do PMT
Figura 9– Placas e plaquetas de identificação PMT
23

4.10.
Cabine de medição
A unidade geradora será ligada em ramal de ligação Média Tensão, através de circuito trifásico, cabo 50 mm² de alumínio , com tensão de atendimento em 34,5 kV, derivado da rede aérea de distribuição primária da concessionária. O cubículo obedecerá a todos os requisitos
O conjunto blindado será fornecido com proteção ao tempo, IP-54, fornecendo a proteção necessária contra a ação das intempéries e de acesso não permitido a pessoas inabilitadas e vândalos. Desta forma, não haverá necessidade de construção de alvenaria, somente fundação.
Figura 10.1– Desenho técnico cabine de medição
24

Figura 10.2– Desenho técnico cabine de medição
Figura 11–Placas e plaquetas de identificação Cabine de medição
25

4.11.
Aterramento
Todos os equipamentos e estruturas metálicas existentes na UFV deverão ser aterradas.
O sistema de aterramento da UFV será constituído por uma malha de aterramento construída conforme recomendação da memória de cálculo elaborada e indicação da planta de aterramento da UFV.
Figura 12 – Layout malha de aterramento
A malha de aterramento será feita com cabo de cobre nu de 50mm², conectada em hastes
26

4.12.
estação metereológica
A estação meteorológica consiste em estrutura metálica a qual sustenta os sensores responsáveis pela aquisição dos dados utilizados para controle e supervisão do tracker. A torre metálica que compõe a estação meteorológica será fixada ao solo através da formação de um bloco de concreto que utiliza a base da torre como armação de metal da fundação.
Essa estação conta com 3 piranômetros, para medição da irradiância e do albedo, 1 pluviômetro, para medição da precipitação local, 1 anemômetro, para medição da velocidade do vento, 1 termohigrômetro, para medição da umidade do ar e temperatura ambiente, e 1 sensor de temperatura de contato, a ser fixado em um módulo fotovoltaico para medição de sua temperatura.
Figura 12 – Estação Meteorológica.
27

4.13.
Circuitos auxiliares
Na sala de controle haverá um transformador auxiliar de 20 kVA - 800V / 220V para alimentar um quadro auxiliar, no qual serão interligados todos os circuitos auxiliares da usina.O circuito alimentador desse transformador sairá do Skid 3. No projeto PRJ-001-ELE-724 é
mostrado o diagrama de interligação de circuitos auxiliares.Para mais detalhes dos circuitos auxiliares verificar o memorial descritivo dos circuitos auxiliares.
Figura 13– Sala de O&M
4.14.
Sistema de comunicação
O sistema de monitoramento da usina será composto pelos seguintes equipamentos:
●
5 Smartlogger Smart ACU 2000D, um em cada SKID.
Todos os equipamentos serão conectados com cabo apropriado de comunicação blindado e serão lançados em conduto separado dos cabeamentos de força, visando atenuar interferências eletromagnéticas e garantir a veracidade dos dados coletados da usina. O Smartlogger será instalado próximo ao QGBT, em abrigo próprio:

Figura 14– Abrigo Smartlogger
. A comunicação dos inversores se dará através de Mbus (PLC) com a conexão do datalogger diretamente no barramento do QGBT.
A gestão e interligação dos equipamentos da UFV são realizadas através de switch gerenciável para qual realiza a interface com o PC Industrial. Além disso, o supervisório pode ser acessado de forma remota para o auxílio da equipe de O&M.

- Equipamentos cabine de medição;
- Relé de temperatura do transformador;
- Disjuntor geral de baixa tensão;
- Estação meteorológica;
- TCU, RSU e GCU;
- Sistema de CFTV;
- Nobreak das cargas auxiliares;

Na cabine de medição, tem-se o monitoramento do relé de proteção, medidor de energia e disjuntor de média tensão. O relé de proteção é do modelo P3U30 com comunicação TCP/IP e o medidor de energia M1M15 com comunicação RS485. O monitoramento do disjuntor de média tensão é realizado através dos seus contatos auxiliares. A informação é enviada até o datalogger e segue para o switch juntamente com os dados de monitoramento do relé e medidor de energia.
29

As condições de operação do transformador também são monitoradas através do relé de temperatura do equipamento. Caso exista a elevação de temperatura para 140°C, o exaustor presente na sala de controle é acionado para resfriamento do transformador. No caso da temperatura atingir 150°C, um trip é encaminhado ao datalogger para abertura da bobina do disjuntor geral do QGBT. No PMT, tem-se o monitoramento da chave seccionadora através dos contatos auxiliares e trip para o disjuntor do QGBT em caso de abertura da chave seccionadora. As bobinas do disjuntor geral de baixa tensão são monitoradas através dos contatos auxiliares e encaminhadas até o datalogger do eletrocentro.
Os dados meteorológicos da UFV, tais como, temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, pluviometria, radiação global horizontal, radiação no plano do módulo fotovoltaico, são coletados pelos sensores presentes na estação solarimétrica. Os dados são encaminhados até o datalogger HB500 da Fabricante G. Os dados são encaminhados através de protocolo Modbus para o switch gerenciável do SCADA para serem visualizados na sala de controle e de forma remota.
A comunicação dos trackers é realizada através da GCU que encaminha os dados de monitoramento dos trackers para o supervisório. Cada um dos trackers tem sua TCU para operação independente os quais se comunicam de forma remota com a RSU e GCU.
A usina terá conexão com a internet, e o cabo utilizado será o CAT5-e. Foi analisada a capacidade de transmissão de cada equipamento ao qual o cabo ethernet está conectado e também a distância dessas ligações, visto que o cabo escolhido apenas suporta distâncias de até 100m .
4.15.
Proteção contra incêndio
Os equipamentos de proteção contra incêndio estão espalhados pela usina em pontos estratégicos. Como a instalação de alguns extintores é ao tempo, eles devem ser alocados dentro de abrigo com pingadeira para
proteger das intempéries e garantir a integridade dos mesmos.
Deve-se instalar sinalização apropriada, conforme mostrado no projeto:
●
PRJ-001-CIV-560-Projeto de combate a incêndio
Como a UFV está localizada em
Cidade A/Estado A, os equipamentos de
proteção de incêndio e as sinalizações devem estar em conformidade com as normas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado A.
30

4.16.
CFTV
O CFTV foi dimensionado com o objetivo de visualizar remotamente as imagens obtidas pelas câmeras instaladas em pontos estratégicos da usina, sendo possível visualizar toda a usina fotovoltaica.
O sistema de CFTV conta com câmeras térmicas perimetrais ao redor de toda a usina, câmeras speed dome com área de alcance em toda a usina, e câmeras bullet em locais específicos.
O posicionamento das câmeras e mais informações sobre os equipamentos estão disponíveis no documento 2293-COM-800 - Layout, corte e detalhes CFTV.
4.17.
Cercamento
A usina terá uma cerca perimetral em toda sua volta, perfazendo uma barreira física entre a parte de circulação externa e interna.
Formada por alambrado galvanizado com fio BWG 12 (2,76mm), malha 80x80 com 2,20 metros de altura e espaçamento de 3 metros entre apoios, com mourões de concreto de ponta virada. Instalação de escora nos mourões a cada 30 metros. A cerca possui 4 fios de arame BWG12 para segurar a tela, fixada com amarração em arame BWG14 (2,1mm) galvanizado, 4 fios de arame farpado instalados na ponta virada, postes pintados em tinta latex branca.
Figura 15 – Cercamento da usina
Para acesso ao interior da usina, será instalado um portão com duas folhas de três metros cada, confeccionado com tubos de 2” e tela galvanizada com fio BWG12 (2,76mm) malha 2” e tubos 150x150 para sustentação do portão. Os tubos superiores serão fechados e os tubos inferiores serão perfurados para escoamento de água. O portão conta com dois trincos ferrolho de 40cm no meio do portão e na parte inferior, com compatibilidade para cadeado.

Figura 16 – Portão de acesso
4.18.
Sistema de drenagem
Serão implementados sistemas hidráulicos específicos, como valetas trapezoidais, caixas coletoras e dissipador de energia com enrocamento de pedra argamassada, para a captação das águas pluviais na região designada para a Usina Fotovoltaica.
Foram dimensionadas dez valetas trapezoidais dentro da área da usina, com o propósito de captar e direcionar adequadamente as águas pluviais da região destinada à usina.
Figura 17 – Valetas de drenagem
A distribuição das valetas e mais detalhes podem ser vistos no documento 2293-PPT-220.
32

4.19.
Vias de acesso
Devem ser implantadas vias internas que permitam acesso ao espaço interno do empreendimento. As vias terão largura mínima de 4 metros e será feita raspagem e compactação da via.
Haverá uma via que dá acesso da entrada da usina até cada SKID, conforme layout mostrado no documento 2293-PPT-210.
Figura 18 – Detalhe de via de acesso
4.20.
Depósito
A usina conta com um container 20” marítimo a ser usado como depósito, de dimensões 6,05m x 2,44m.
Figura 19 – Depósito
33