SUBESTAÇÃO COMPACTA MODULAR EM SKID

Especificação Técnica – ET.00322

Revisão 00 - 2026

GRUPO equatorial

FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem por finalidade estabelecer os requisitos básicos a serem observados no projeto, fabricação, ensaios, transporte e comissionamento de Subestações Compactas Modulares em Skid, bem como as demais condições técnicas e operacionais aplicáveis à sua aquisição, em conformidade com as exigências das empresas do Grupo Equatorial, doravante denominadas CONCESSIONÁRIA.

SUMÁRIO

1. CAMPO DE APLICAÇÃO 6

2. RESPONSABILIDADES 6

3. DEFINIÇÕES 6

4. REFERÊNCIAS 7

5. CONDIÇÕES GERAIS 10

6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS 18

6.1 Plataforma (Skid) 18

6.2 Cabine de Controle 19

6.3 Equipamento de Proteção e Manobra de Entrada 19

6.4 Transformadores de Corrente 29

6.5 Módulo de Distribuição Secundária 30

6.6 Transformador de Potência 31

6.7 Para-raios 32

6.8 Transformadores de Potencial 33

6.9 Transformador de Serviços Auxiliares 33

6.10 Cabos de Média Tensão 34

6.11 Sistema de Corrente Contínua 34

6.12 Características Gerais dos Painéis 34

6.13 Cabos de Baixa Tensão 35

6.14 Bornes de Conexão 37

6.15 Serviços Auxiliares 38

6.16 Dispositivos de Comunicação 38

6.17 Arquitetura de Comunicação 40

6.18 Proteção 41

6.19 Medição 48

6.20 Chave de Desbloqueio do Relé 86 (69d) 49

6.21 Bloco de Testes 49

6.22 Relés Auxiliares 49

6.23 Chave de Comando 49

6.24 Chaves Comutadoras 49

6.25 Instrumentos Indicadores 50

6.26 Sistema Supervisório 50

6.27 Procedimento de Pintura 50

6.28 Galvanização dos Radiadores e das Grades dos Ventiladores 53

6.29 Demais Componentes 53

7. INSPEÇÕES E ENSAIOS EM FÁBRICA 53

7.1 Transformador de Potência 54

7.2 Óleo Isolante 58

7.3 Buchas 59

7.4 Equipamentos de Proteção e Manobra de Entrada 60

7.5 Para-raios 60

7.6 Transformador de Potencial 62

7.7 Painel Geral 63

7.8 Retificador/Carregador 63

7.9 Falha nos Ensaios 64

8. COMISSIONAMENTO 64

8.1 Comissionamento em Fábrica 64

8.2 Entrega Técnica no Destino 65

8.3 Comissionamento em Campo 66

9. DESENHOS 68

10. CÓDIGOS PADRONIZADOS 70

11. ANEXOS 78

12. CONTROLE DE REVISÕES 83

13. APROVAÇÃO 83

1. CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Áreas de Aplicação da Especificação Técnica

Aplica-se à Gerência Corporativa de Normas e Qualidade, bem como a todas as empresas responsáveis pelo projeto, fornecimento, fabricação e montagem de Subestações Compactas Modulares em Skid, destinadas às áreas de concessão da CONCESSIONÁRIA.

1.2 Áreas de Aplicação das Subestações Compactas Modulares em Skid

As Subestações Compactas Modulares em Skid são utilizadas como solução de fornecimento de energia como alternativa às subestações convencionais ao tempo.

2. RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

- Estabelecer as normas e padrões técnicos para o fornecimento das Subestações Compactas Modulares em Skid;
- Validar tecnicamente as propostas dos equipamentos, solicitados para compra, que estejam de acordo com este documento;
- Homologar tecnicamente os fabricantes/fornecedores que estejam de acordo com o padrão definido neste documento e nas normas técnicas dos órgãos competentes;
- Coordenar o processo de revisão deste documento.

2.2 Fabricante/Fornecedor

- Fabricar/Fornecer as Subestações Compactas Modulares em Skid conforme as regras, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo.

2.3 Projetista/Construtor

- Utilizar em projetos e obras, as definições e parâmetros conforme especificado nesse instrumento normativo.

3. DEFINIÇÕES

3.1 Enrolamentos

Conjunto de espiras que constituem um circuito elétrico associado a uma das tensões para as quais o transformador foi concebido.

3.2 Transformador de Corrente

É um transformador para instrumento cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico e cujo enrolamento secundário se destina a alimentar bobinas de corrente de instrumentos elétricos de medição, controle e proteção.

3.3 Transformador de Potência

Equipamento estático com dois ou mais enrolamentos que, por indução eletromagnética, transforma um sistema de tensão e corrente alternada em outro sistema de tensão e corrente, de valores geralmente diferentes, mas à mesma frequência, com o objetivo de transmitir potência elétrica.

4. REFERÊNCIAS

A Subestação Compacta Modular em Skid deve ter projeto, fabricação, ensaios, transporte e recebimento de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), relacionadas a seguir, em suas últimas revisões:

4.1 Resoluções e Portarias Nacionais

Resolução ANP Nº 900/2022 – Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B, de origem nacional ou importado, comercializado em território Nacional.

4.2 Normas Nacionais de Segurança

ABNT NBR 16384:2020 – Segurança em eletricidade – Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade;

NR 10:2004 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho e Emprego.

4.3 Normas Técnicas Nacionais

ABNT NBR 5034:2014 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV;

ABNT NBR 5356-1:2025 – Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades;

ABNT NBR 5356-2:2007 – Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento;

ABNT NBR 5356-3:2007 – Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;

ABNT NBR 5356-4:2007 – Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;

ABNT NBR 5356-5:2015 – Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;

ABNT NBR 5356-7:2017 – Transformadores de potência – Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante;

ABNT NBR 5458:2010 – Transformador de potência – Terminologia;

ABNT NBR 6234:2015 – Óleo mineral isolante – Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel – Método de ensaio;

ABNT NBR 6323:2025 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço carbono e ferro fundido – Requisitos;

ABNT NBR 6856:2021 – Transformador de corrente com isolação sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV – Especificação e ensaios;

ABNT NBR 7070:2006 – Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos;

ABNT NBR 7148:2013 – Petróleo e derivados de petróleo – Determinação da massa específica, densidade relativa e ºAPI – Método do densímetro;

ABNT NBR 7277:1988 – Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído;

ABNT NBR 7398:2015 – Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio;

ABNT NBR 7399:2015 – Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo – Método de ensaio;

ABNT NBR 7400:2015 – Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio;

ABNT NBR 8158:2017 – Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica – Especificação;

ABNT NBR 8371:2022 – Ascarel para equipamentos elétricos com líquido isolante – Características e riscos;

ABNT NBR 9114:2010 – Condutores isolados flexíveis para ligações internas com isolação de borracha etilenopropileno (EPR) para 130ºC e tensões até 750 V – Especificação;

ABNT NBR 10021:2010 – Transformador de corrente de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV – Características elétricas e construtivas;

ABNT NBR 10441:2024 – Produtos de petróleo – Líquidos transparentes e opacos – Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica;

ABNT NBR 10443:2023 – Pintura industrial – Determinação da espessura de película seca sobre superfícies metálicas ferrosas e não ferrosas;

ABNT NBR 10710:2022 – Líquido isolante elétrico – Determinação do teor de água – Método coulométrico de Karl Fischer;

ABNT NBR 11003:2023 – Pintura industrial – Determinação da aderência pelos métodos de corte na pintura;

ABNT NBR 11341:2014 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;

ABNT NBR 11388:1990 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas – Especificação;

ABNT NBR 12133:2023 – Líquidos isolantes elétricos – Medição da permissividade elétrica relativa, fator de perdas dielétricas e resistividade CC;

ABNT NBR 13882:2021 – Líquidos isolantes elétricos – Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB);

ABNT NBR 14065:2013 – Destilados de petróleo e óleos viscosos – Determinação da massa específica e da densidade relativa pelo densímetro digital;

ABNT NBR 14248:2009 – Produtos de petróleo – Determinação do número de acidez e de basicidade – Método do indicador;

ABNT NBR 14483:2015 – Produtos de petróleo – Determinação da cor – Método do colorímetro ASTM;

ABNT NBR IEC 60156:2019 – Líquidos isolantes – Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial – Método de ensaio;

ABNT NBR IEC 62271-1:2025 – Manobra e comando de alta tensão – Parte 1: Especificações comuns para equipamentos de manobra e comando em corrente alternada;

ABNT NBR IEC 62271-102:2022 – Manobra e comando de alta tensão – Parte 102: Seccionadoras e seccionadoras de aterramento em corrente alternada.

4.4 Normas Técnicas Internacionais

ASTM B545:2022 – Standard specification for electrodeposited coatings for tin;

IEC 61000-4-30:2025 – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods;

IEC 61557-12:2022 – Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V AC and 1500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD);

IEC 62053-22:2020 – Electricity metering equipment (A.C.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S).

4.5 Normas e Especificações Técnicas do Grupo Equatorial Energia

ET.00014.EQTL – Transformador de Distribuição à Óleo Vegetal;

ET.00320.EQTL – Transformador de Potência a Óleo Vegetal;

ET.00302.EQTL – Transformador de Corrente;

ET.00303.EQTL – Transformador de Potencial;

ET.00305.EQTL – Para-raios Tipo Estação;

ET.00309.EQTL – Disjuntores de Média e Alta Tensão;

ET.00312.EQTL – Sistema Compacto de Serviço Auxiliar.

5. CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

A Subestação Compacta Modular em Skid deverá ser transportada das instalações do FORNECEDOR até o local de instalação obedecendo aos regulamentos do Código Nacional de Trânsito aprovados pelo decreto número 62.127 de 16 de janeiro de 1968, alterado pelos decretos 82.925 de 21 de dezembro de 1978 e 98.933 de 07 de fevereiro de 1990 e Resolução nº 2.264/81 de 07 de dezembro de 1981, publicado no D.O.U. de 02 de fevereiro de 1982.

Para o tráfego e condições para estacionamento das Subestações Compactas Modulares em Skid deverão ser seguidas as legislações e normas brasileiras constantes em última revisão do Código de Trânsito Brasileiro – CTB e Resolução Nº 11 do DNIT, de 25/10/2004 que estabelece as normas de utilização de rodovias federais para transporte de cargas indivisíveis e excedentes em peso e/ou dimensões para o trânsito de veículos especiais.

Os equipamentos deverão ser para uso externo, adequados para suportar choques e vibrações durante o transporte.

5.2 Desenho do Material

As Subestações Compactas Modulares em Skid devem estar em concordância com os Desenhos 1 a 3.

5.3 Códigos Padronizados

Os códigos padronizados das Subestações Compactas Modulares em Skid são apresentados na Tabela 10.

5.4 Identificação

Todos os equipamentos deverão possuir placas de identificação, em aço inox, e com as informações gravadas de forma legível e indelével.

5.5 Embalagem

Quando aplicável, a embalagem será de inteira responsabilidade do FORNECEDOR e deverá basear-se nos seguintes princípios:

- Ter indicação de posicionamento e pesos;
- Ter as caixas numeradas consecutivamente;
- Ter uma lista do conteúdo de cada caixa;
- Ser projetada de modo a reduzir o tempo de carga e descarga sem prejuízo da segurança dos operadores;
- Respeitar todas as imposições da legislação existente sobre transporte e seguro, para o percurso desde a fábrica até o local de instalação.

A embalagem e a identificação dos volumes estarão sujeitas à aprovação do inspetor da CONCESSIONÁRIA, sem redução da responsabilidade do FORNECEDOR.

5.6 Transporte

A CONCESSIONÁRIA indicará o local de entrega da Subestação Compacta Modular em Skid, sendo de inteira responsabilidade do FORNECEDOR o transporte do referido equipamento. O FORNECEDOR deverá considerar a opção de transporte pelos modos terrestre e marítimo, ficando sob sua responsabilidade essa decisão, devendo esta ser justificada à CONCESSIONÁRIA na proposta técnica.

Condições e critérios para a entrega do equipamento:

- A subestação deve ser fornecida completa e pronta para operação;
- Com os equipamentos devidamente travados e as partes de porcelana convenientemente protegidas, tornando a subestação apta a ser transportada em qualquer tipo de estrada;
- Com equipamentos isolados à Hexafluoreto de Enxofre (SF6), preparados para transporte, conforme recomendações dos respectivos Fornecedores;

- Protegida contra obstáculos (ramos de árvores, fios aéreos etc.);
- Com registrador de impacto ligado e monitoramento ativo;
- Com acompanhamento presencial de um representante do FORNECEDOR, durante todo o trajeto percorrido.

5.7 Condições do Local de Operação

A Subestação Compacta Modular em Skid deve ser projetada para instalação nos seguintes ambientes, sem sofrer alterações de suas características nominais, conforme a seguir:

a) Área com grande densidade de indústrias e subúrbios de grandes cidades;

b) Áreas próximas ao mar, portanto sujeitas a ventos fortes e névoa salina;

c) Áreas com precipitação pluviométrica média anual entre 1.500 e 3.000 milímetros, sendo que o equipamento deverá suportar exposição contínua ao ambiente de chuva;

d) Clima propício à formação de fungos, portanto o FORNECEDOR deverá providenciar a tropicalização do equipamento.

As condições ambientais de operação estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições Ambientais de Operação

Os equipamentos irão operar em ambiente com as seguintes características: Altitude em relação ao nível do mar	Até 1000 metros
Temperatura ambiente máxima anual instalação ao tempo	40 °C
Temperatura ambiente mínima anual (operação no Norte e Nordeste do país)	10 °C
Temperatura ambiente mínima anual (operação no Centro-Oeste do país)	5 °C
Temperatura ambiente mínima anual (operação no Sul do país)	-15 °C
Temperatura ambiente média em 24 horas	30 °C
Umidade relativa média anual	80 a 100 %
Velocidade máxima do vento (h = 20m, tempo de integração 2s)	130 km/h

5.8 Cronograma de Fabricação

Após o recebimento da Ordem de Compra, antes do início da fabricação, deverá ocorrer uma reunião entre os representantes do FORNECEDOR e CONCESSIONÁRIA, para definições das condições gerais do

fornecimento e apresentação do cronograma de fabricação, montagem, ensaios, transporte, instalação e comissionamento.

5.9 Modificações Durante a Fabricação

Não será permitida nenhuma alteração dos termos desta especificação, bem como do projeto aprovado pela CONCESSIONÁRIA. Eventuais modificações que, por razões de ordem técnica, tornarem-se necessárias durante a fabricação e montagem, somente poderão ser realizadas com aprovação expressa da CONCESSIONÁRIA.

5.10 Garantia

Juntamente com as propostas, os proponentes deverão apresentar um termo de garantia da Subestação Compacta Modular em Skid e seus componentes, de no mínimo 36 meses.

Essa garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto, fabricação, montagem e desempenho da Subestação Compacta Modular em Skid quando submetido a uso e conservação normais.

Durante o prazo de garantia, deverão ser substituídas quaisquer partes e/ou peças defeituosas, sem ônus para à CONCESSIONÁRIA.

Nesse caso, o FORNECEDOR deverá repetir as suas custas os ensaios julgados necessários pela CONCESSIONÁRIA para comprovar a perfeição dos reparos executados e o bom funcionamento da Subestação Compacta Modular em Skid.

Se, após ser notificado pela CONCESSIONÁRIA, o FORNECEDOR recusar-se a efetuar os reparos solicitados ou não tomar tal providência em tempo hábil, a CONCESSIONÁRIA terá o direito de efetuá-los e cobrar o seu custo do FORNECEDOR. Este procedimento não afetará os prazos e condições de garantia.

No caso de serem constatados quaisquer defeitos ou deficiências em algum componente da Subestação Compacta Modular em Skid logo após a sua instalação, dentro do período de garantia, à CONCESSIONÁRIA terá o direito de utilizá-lo até que o componente seja retirado para substituição ou recuperação. Sendo que este procedimento não afetará os prazos e condições de garantia.

A garantia deverá ser independente de todo e qualquer resultado decorrente dos ensaios realizados, e deverá levar em conta que a aceitação, pela CONCESSIONÁRIA, de qualquer equipamento, material ou serviço não exime o FORNECEDOR de plena responsabilidade de todas as garantias estabelecidas.

5.11 Aceitação e Recebimento Definitivo

A CONCESSIONÁRIA dará por aceito e definitivamente recebido todo o fornecimento, quando forem satisfeitos integralmente todos os itens desta Especificação Técnica, bem como as demais condições do Contrato ou Pedido de Fornecimento.

5.12 Apresentação da Proposta Técnica e Documentos Exigidos

5.12.1 Documentos Fornecidos pela Concessionária

Para orientar a elaboração das propostas, seguir o diagrama unifilar básico da Subestação Compacta Modular em Skid apresentado no Desenho 2.

5.12.2 Documentos que Acompanham a Proposta

Na parte técnica da Proposta devem, obrigatoriamente, ser apresentadas, no mínimo, as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:

a) Projeto básico da Subestação Compacta Modular em Skid, contendo:

- Descrição geral da subestação ofertada;
- Características construtivas, mecânicas e elétricas de todos os componentes da Subestação;
- Lista completa de equipamentos e materiais, com indicação das características, tipo, modelo e fabricante de todos os componentes incluídos no fornecimento;
- Desenho preliminar (planta e vistas) da Subestação Compacta Modular em Skid, com dimensões, pesos e disposição dos equipamentos.

b) Folha de Dados Técnicos e Características Garantidas do material ofertado, conforme o Anexo I desta Especificação Técnica. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis à análise técnica da oferta e devem ser apresentados independentemente das informações constarem nos catálogos e/ou folhetos técnicos anexados à proposta;

c) Catálogos de todos os equipamentos e componentes que integram a Subestação;

d) O proponente deverá relacionar e indicar os custos unitários das peças sobressalentes e ferramentas especiais recomendadas para manutenção além dos itens estabelecidos no Anexo II.

e) Declaração de Exceção às Especificações conforme o Anexo III desta especificação técnica;

f) Sistema de pintura de todos os componentes;

g) Ensaios de tipo dos principais equipamentos (transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, módulo híbrido, retificador e painéis);

h) Relatórios de ensaios de tipo e orçamento do ensaio, caso seja necessário repetir;

i) Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo referidos neste documento, discriminando os ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio FORNECEDOR, relação

dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios;

j) Lista dos ensaios de recebimento;

k) Prazos de garantia ofertados;

l) Outras informações, tais como catálogos, folhetos técnicos, relatórios de ensaios de tipo, lista de fornecimentos similares etc., considerados relevantes pelo Proponente para o julgamento técnico de sua oferta;

m) Programa de treinamento para operação e manutenção da Subestação Compacta Modular em Skid.

5.12.3 Envio de Desenhos para Aprovação

O FORNECEDOR deverá submeter à aprovação da CONCESSIONÁRIA, no mínimo, os seguintes desenhos e documentos, conforme estabelecido no cronograma aprovado:

- Diagrama unifilar;
- Lista de equipamentos principais;
- Desenho da subestação, contendo planta e vistas da disposição de todos os equipamentos e componentes, devidamente identificados, bem como a indicação de dimensões e pesos;
- Desenho dimensional em três vistas do transformador de potência, com indicação de todos os componentes e acessórios externos, dimensões principais, pesos máximos e limite de altura para levantamento da parte ativa do transformador completamente montado;
- Desenho com os detalhes da caixa de inspeção de aterramento do núcleo, tanque e armaduras do transformador de potência;
- Desenhos dimensionais de todas as buchas do transformador de potência, com indicação das dimensões principais e pesos, incluindo cortes transversais e longitudinais;
- Desenhos dimensionais dos demais equipamentos, com indicação de dimensões principais, pesos, localização dos terminais e entradas de cabos de força e controle (quando aplicável);
- Desenhos de placas esquemáticas e de identificação;
- Diagramas trifilares e funcionais dos dispositivos de comando, controle, proteção, medição e supervisão;
- Diagramas de fiação e de interligação dos dispositivos de comando, controle, proteção, medição e supervisão, incluindo as réguas e blocos terminais;

- Catálogos e boletins dos dispositivos de comando, controle, proteção, medição e supervisão;
- Lista de cabos;
- Iluminação e tomadas;
- Detalhamento das estruturas e de montagem, incluindo fixação dos equipamentos e acessórios, interligação dos equipamentos, aterramentos, eletrodutos etc.;
- Listas de materiais completas e codificadas.

Nota 1: Outros desenhos e documentos, que não os relacionados, poderão ser enviados pelo FORNECEDOR ou solicitados pela CONCESSIONÁRIA, a qualquer época.

Nota 2: Caso algum desenho ou documento solicitado pela CONCESSIONÁRIA envolva dados confidenciais, o FORNECEDOR não será obrigado a fornecê-lo, porém a CONCESSIONÁRIA poderá consultá-los na fábrica, com a finalidade de acompanhar e controlar a fabricação.

5.12.4 Aprovação dos Desenhos

Após o recebimento dos desenhos pela CONCESSIONÁRIA, esta deverá enviar, em até 20 dias, a resposta sobre à aprovação dos referidos desenhos e eventuais comentários e sugestões.

Nos casos em que os desenhos não tenham sido aprovados ou contenham aprovação com observações, o FORNECEDOR terá o prazo máximo de 15 (quinze) dias para proceder as modificações indicadas.

Cada desenho alterado deve ser submetido novamente à aprovação da CONCESSIONÁRIA.

A aprovação dos desenhos pela CONCESSIONÁRIA não desobriga o FORNECEDOR de sua plena responsabilidade quanto ao projeto integral do equipamento.

5.12.5 Desenhos e Documentos em Definitivo

São considerados desenhos e documentos definitivos todos aqueles que receberam aprovação integral da CONCESSIONÁRIA e contenham todas as alterações necessárias até o recebimento da subestação, bem como aqueles apresentados pelo FORNECEDOR e que não necessitem de aprovação da CONCESSIONÁRIA.

Os arquivos dos desenhos deverão ser disponibilizados no formato dwg e pdf, sendo entregues à CONCESSIONÁRIA até 10 (dez) dias após liberação da subestação, juntamente com o Manual de Instruções.

O Manual de Instruções deverá conter, no mínimo, o seguinte:

- Documentação técnica completa em caráter certificado;

- Descrição funcional detalhada;
- Relatórios de ensaios e certificados de testes;
- Instruções para recebimento, manuseio e armazenagem;
- Instruções para montagem e desmontagem;
- Instruções para operação e manutenção;
- Fotografias a cores da subestação, em quatro vistas laterais e uma superior;
- Lista completa e descrição detalhada de todos os componentes, acessórios, ferramentas especiais e peças de reposição;
- Catálogos e boletins dos dispositivos de comando, controle, proteção, medição e supervisão.

5.13 Credenciamento Técnico de Fornecedores

O fabricante deve, obrigatoriamente, providenciar o seu cadastro junto à CONCESSIONÁRIA por meio do Portal do FORNECEDOR, disponível no site da Equatorial Energia, inserindo todas as informações solicitadas em cada etapa do processo de análise cadastral.

Após os fornecedores de materiais e equipamentos do Sistema Elétrico de Potência estarem aptos na etapa de cadastro, o processo será encaminhado para a área técnica da Equatorial Energia, que realizará o credenciamento técnico.

Os credenciamentos técnicos serão acionados conforme as estratégias e necessidades do Grupo Equatorial.

5.14 Treinamentos

O Proponente deve cotar e apresentar juntamente com sua proposta, um programa de treinamento em três módulos (teórico e prático) para técnicos da CONCESSIONÁRIA, contendo orientações sobre:

a) Treinamento geral da subestação integrada:

- Carga horária: 24 horas;
- Modalidade: Presencial;
- Público-alvo: Corpo técnico da CONCESSIONÁRIA;
- Local: Na empresa onde o equipamento irá operar, em local específico a ser definido pela Equatorial.

b) Treinamento do módulo de manobra de alta tensão:

- Carga horária: 08 horas;
- Modalidade: Presencial;
- Público-alvo: Corpo técnico da CONCESSIONÁRIA;
- Local: Na empresa onde o equipamento irá operar, em local específico a ser definido pela Equatorial.

c) Treinamento no Módulo de manobra de média tensão:

- Carga horária: 08 horas;
- Modalidade: Presencial;
- Público-alvo: Corpo técnico da CONCESSIONÁRIA;
- Local: Na empresa onde o equipamento irá operar, em local específico a ser definido pela Equatorial.

d) Treinamento geral de proteção e automação:

- Carga horária: 16 horas;
- Modalidade: Presencial;
- Público-alvo: Corpo técnico da CONCESSIONÁRIA;
- Local: Na empresa onde o equipamento irá operar, em local específico a ser definido pela Equatorial.

Os custos com os treinamentos deverão estar inclusos na proposta de fornecimento.

Nota 3: O período de realização do treinamento deve ser formalizado com antecedência mínima de 30 (trinta) dias antes da entrega da Subestação Compacta Modular em Skid.

Nota 4: Por opção da CONCESSIONÁRIA, durante a solicitação das propostas técnicas, os treinamentos poderão ser dispensados, devendo o FORNECEDOR retirar esses custos do fornecimento.

6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Plataforma (Skid)

A plataforma estrutural deverá possuir dimensões compatíveis com o arranjo físico dos equipamentos da subestação, garantindo espaço adequado para a instalação, operação, inspeção e manutenção de todos os equipamentos previstos. A estrutura deverá ser dimensionada para suportar, com os devidos coeficientes de segurança, as cargas permanentes e acidentais atuantes, incluindo o peso próprio da plataforma, o peso dos equipamentos instalados, cargas de transporte, içamento, montagem e operação, bem como os esforços decorrentes de ações ambientais aplicáveis. A distribuição de cargas deverá ser

considerada de forma a assegurar a integridade estrutural e o correto funcionamento dos equipamentos durante toda a vida útil da instalação.

A plataforma deverá ser provida de pontos de içamento permanentes, adequadamente posicionados e dimensionados para permitir a movimentação, carga, descarga e instalação segura do conjunto. Os dispositivos de içamento deverão ser projetados para suportar os esforços decorrentes do transporte e da elevação da estrutura completa, incluindo todos os equipamentos montados, considerando os coeficientes de segurança aplicáveis e as cargas dinâmicas associadas às operações de içamento. Os pontos de içamento deverão ser claramente identificados e sua utilização deverá possibilitar o manuseio da plataforma sem causar deformações permanentes ou danos à estrutura e aos equipamentos instalados.

A plataforma deverá ser projetada prevendo a futura substituição do transformador principal por uma unidade padronizada de potência imediatamente superior à especificada para o empreendimento, sem necessidade de modificações estruturais na base. Para tanto, o dimensionamento estrutural, os pontos de fixação, as áreas de acomodação e as condições de acesso e movimentação deverão considerar as dimensões, pesos e esforços associados ao transformador de maior potência, garantindo a intercambialidade dos equipamentos e possibilitando futuras ampliações da capacidade da subestação com intervenções mínimas.

A plataforma deverá ser projetada e estar preparada para permitir, quando necessário, a substituição do transformador originalmente instalado no skid por outro transformador, cujas características e condições de fixação sejam compatíveis com o padrão convencional adotado pela Equatorial, conforme representação apresentada no Desenho 1.

6.2 Cabine de Controle

A cabine de controle deverá ser construída em material não propagante de chama, com elevada resistência mecânica e às intempéries. Deverá ser totalmente fechada, coberta, dotada de sistema de climatização adequado às condições de operação dos equipamentos instalados e equipada com sistema de detecção e alarme de incêndio, garantindo a segurança operacional e a proteção dos equipamentos.

6.3 Equipamento de Proteção e Manobra de Entrada

A entrada da subestação deverá ser provida de equipamento de proteção, seccionamento e manobra, constituído por módulo híbrido de média/alta tensão ou equipamento isolado a gás (GIS – Gas Insulated Switchgear), conforme a classe de tensão, nível de curto-circuito e demais características elétricas definidas nesta especificação técnica.

O equipamento deverá ser instalado no módulo Skid e deverá proporcionar a proteção e o seccionamento do circuito de entrada da subestação, permitindo a operação segura e a isolação dos equipamentos a jusante.

O conjunto deverá ser composto, no mínimo, pelos seguintes elementos, conforme aplicável à tecnologia adotada:

- Disjuntor de entrada;
- Seccionador(es) de isolamento;
- Chave(s) de aterramento;
- Transformadores de corrente (TC);
- Transformadores de potencial (TP), quando requeridos;
- Dispositivos de proteção contra sobretensões, quando aplicável;
- Indicadores de presença/ausência de tensão;
- Dispositivos de intertravamento mecânico e/ou elétrico;
- Terminais e conexões para os cabos de entrada e saída;
- Sistema de comando, proteção, sinalização e supervisão.

O disjuntor deverá possuir capacidade de interrupção compatível com o nível de curto-circuito da instalação e ser comandado por relé de proteção digital microprocessado, com funções de proteção definidas no projeto elétrico da subestação.

O equipamento deverá atender aos requisitos das normas técnicas aplicáveis, incluindo, quando pertinente, ABNT NBR IEC 62271-1 e demais normas especificadas neste documento.

Para a alternativa em módulo híbrido, os compartimentos isolados a gás e os demais componentes deverão constituir um conjunto integrado, compacto e adequado à instalação em Skid, garantindo os níveis de isolamento, estanqueidade, segurança operacional e desempenho especificados.

Para a alternativa em GIS, o conjunto deverá possuir compartimentos metálicos aterrados, isolamento em gás e todos os dispositivos necessários à execução das funções de proteção, seccionamento, aterramento e manobra previstas para a entrada da subestação.

A solução fornecida deverá apresentar, no mínimo, grau de proteção, nível de isolamento, corrente nominal, corrente suportável de curta duração, capacidade de interrupção, classe de tensão e demais características elétricas compatíveis com os requisitos estabelecidos nesta especificação.

O FORNECEDOR deverá apresentar, para aprovação, diagrama unifilar, arranjo físico, diagrama funcional, folha de dados, características elétricas, curvas e ajustes dos dispositivos de proteção, bem como os certificados e relatórios de ensaios de tipo e de rotina aplicáveis ao equipamento.

A definição entre módulo híbrido e GIS deverá ser submetida à aprovação da CONCESSIONÁRIA, considerando as características elétricas, dimensões, condições ambientais, requisitos de manutenção, segurança operacional e integração com os demais equipamentos da subestação Skid.

O circuito de abertura, fechamento e motor deverá ser para 125Vcc (+ 10% / - 20%) e o de aquecimento e iluminação para 220V ± 10%, 60Hz.

Cada disjuntor deverá ser fornecido com, no mínimo, os seguintes acessórios:

- Bobinas de abertura principal e auxiliar, com supervisão direta disponível a borne (sem relé auxiliar para supervisão de bobina);
- Bobina de fechamento principal e auxiliar, com supervisão direta disponível a borne (sem relé auxiliar para supervisão da bobina);
- Circuito de supervisão e corte da alimentação do motor;
- Supervisão da tensão do motor de carregamento de mola, realizada de forma direta, disponível a borne (sem relé auxiliar para supervisão);
- Contato NA para supervisão do estado da mola (carregada/descarregada) disponível a borne;
- Contato NA para supervisão do estado do disjuntor (aberto/fechado), disponível a borne;
- Contatos auxiliares do bloco de contatos disponíveis a borne, sendo 6 do tipo NA e 6 do tipo NF;
- Relés auxiliares para comando remoto de abertura e fechamento. Estes relés deverão ser instalados no mesmo painel que os IEDs de proteção;
- Contador de operações;
- Placa de identificação do disjuntor e do acionamento motorizado;
- Motor para carregamento da mola;
- Manivela para carregamento manual da mola;
- Resistências de aquecimento controladas por termostatos para o armário de comando.

Deverão possuir, no mínimo, as seguintes características técnicas:

Tabela 2 – Características Técnicas do Equipamento de Proteção e Manobra de Entrada

Descrição	72,5 kV	145 kV
Tensão nominal (valor eficaz)	72,5 kV	145 kV
Frequência nominal	60 Hz	60 Hz
Capacidade de interrupção nominal em curto-circuito, componente alternada (valor eficaz).	40 kA	40 kA
Corrente suportável de curta duração (valor eficaz)	40 kA/3s	40 kA/3s
Duração nominal da corrente de curto-circuito	3 s	3 s
Sequência nominal de operações	O-0,3s-CO-3min-CO	O-0,3s-CO-3min-CO
Tempo de interrupção nominal	3 ciclos	3 ciclos
Capacidade de interrupção nominal de linha em vazio sem reacendimento (valor eficaz)	10 A	50 A
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista)	350 kV	650 kV
Tensão suportável nominal a frequência industrial durante 1 minuto, a seco e sob chuva (valor eficaz)	140 kV	275 kV
Tensão suportável a frequência industrial dos circuitos auxiliares e de comando durante 1 minuto (valor eficaz)	2 kV	2 kV

6.3.1 Aspectos Gerais

6.3.1.1 Contatos de Alta Tensão

Os contatos de arco do disjuntor a SF6 deverão ser do tipo tulipa ou similar em que a pressão de contato seja independente da regulagem de penetração da haste do contato móvel.

6.3.1.2 Corpos Isolantes

Os materiais isolantes empregados em componentes internos dos polos deverão ser não higroscópicos.

Os corpos isolantes deverão ser poliméricos, homogêneos, livres de cavidades e rachaduras e impermeáveis à umidade.

Os corpos isolantes devem suportar todos os esforços provocados por variações de temperatura, pressão, ventos, os esforços resultantes das condições de sobrecarga ou transitórias ou oriundas do deslocamento da subestação.

6.3.1.3 Terminais e Conectores

Os terminais de linha deverão ser constituídos de chapa única de cobre, tipo barra chata, estanhado/prateado ou liga de alumínio, com 8 (oito) furos de diâmetro de 14,3 mm, espaçados de 44,5 mm (furação NEMA).

Os conectores de aterramento devem ser de cobre e adequados para cabos de cobre com seção de 70 a 120 mm^2.

Quando houver base única para os três polos, esta deverá ser fornecida com dois conectores de aterramento, em lados opostos 1 (um) em cada pé da estrutura suporte. No caso de bases independentes estas deverão possuir conectores de aterramentos individuais.

6.3.1.4 Gás Isolante

O disjuntor a gás SF6 deverá ser transportado com pelo menos um enchimento prévio a baixa pressão de gás.

Deve ser fornecido um Kit de Enchimento de gás SF6. O kit deverá ser constituído de conexão (disjuntor x mangueira), mangueira de teflon ou polietileno, manômetro e válvula reguladora redutora de pressão.

A dispersão máxima do gás para a atmosfera não deve exceder 1% ao ano, por peso total do gás.

6.3.1.5 Sistema de Monitoramento de Gás

O disjuntor com isolamento a gás SF6 deverá ser fornecido com sistema de monitoramento contínuo de densidade/pressão de gás, para cada polo, constituído de supervisão por contatos e supervisão por mostrador (controle visual). Ambas as supervisões não deverão sofrer interferência da variação da temperatura (sistema de compensação de temperatura).

A supervisão por contatos deverá atuar nos níveis de alarme, abertura e bloqueio.

O disjuntor deverá ser provido de um sistema de válvulas que permitam amostragem, drenagem e reenchimento do gás. O sistema deverá permitir também a retirada do sistema de monitoramento sem a necessidade de retirada do gás dos polos do disjuntor.

6.3.1.6 Painel de Comando e Acionamento

Os mecanismos de comando e acionamento deverão ser instalados em painéis, juntamente com todos seus acessórios, incluindo circuitos e dispositivos de comando, aquecimento e iluminação interna e blocos terminais.

Os painéis deverão dispor de um fundo com tampa cega aparafusada de dimensões adequadas para instalação de eletrodutos, em quantidade necessária para a fiação de interligação externa, incluindo a reserva.

As portas deverão ser dotadas de visores que possibilitem a leitura de indicadores no interior do painel sem necessidade de abertura das portas. As portas externas frontais, posteriores, bem como as internas, deverão ser confeccionadas com chapas dobradas nas extremidades.

As portas externas deverão possuir guarnições de elastômero resistente às intempéries e a óleos minerais, assegurando perfeita vedação.

Todas as portas devem possuir um limitador para que elas permaneçam fixadas na posição aberta durante a atuação do operador.

As dobradiças deverão ser de aço inoxidável, convenientemente dimensionadas e soldadas na porta e na estrutura do painel. Deverão ser do tipo macho e fêmea e com limitação de curso, para prevenção de danos às mesmas. Deverão ser confeccionadas com chapa de aço inox, sem reforços, com acabamento semelhante ao restante do conjunto. Deverão ser aparafusadas em perfis internos. Quando houver porta interna, esta deverá atender os mesmos requisitos da porta externa, exceto para vedação.

As chapas metálicas usadas na fabricação dos painéis deverão ser de aço inox, perfeitamente planas, sem rebarbas e com espessura mínima de 1,98 mm.

As soldas deverão ser executadas pelos critérios estabelecidos pela American Welding Society. Todas as soldas autógenas deverão assegurar boa penetração e perfeita fusão com metal base, sem apresentar trincas, respingos e após executadas deverão ser esmerilhadas para um perfeito acabamento. Poderão ser aceitas soldas do tipo a ponto, desde que não envolvam compromissos estruturais.

As diversas partes metálicas deverão ser montadas com parafusos e porcas de aço inoxidável. As diversas partes devem ser perfeitamente encaixadas. A perfeita vedação dos painéis deverá ser garantida não somente pelo encaixe de diversas partes, mas também por elastômero macio à prova de intempéries.

Os painéis de comando e acionamento deverão atender, no mínimo, o grau de proteção IP54.

6.3.1.7 Placa de Identificação

No painel geral de comando do disjuntor e em cada mecanismo de acionamento deverá ter uma placa de identificação em aço inoxidável com dizeres gravados na cor preta, em português, em baixo relevo.

O FORNECEDOR deverá gravar os dados nominais do equipamento abaixo exigidos nas referidas placas de identificação.

A placa de identificação do disjuntor deverá conter no mínimo as informações abaixo relacionadas:

- Tipo (modelo);
- Tipo de instalação;
- Norma e ano da edição;
- Meio de extinção do arco elétrico;
- Pressão nominal do meio de extinção;
- Número de série;
- Ano de fabricação;
- Local de fabricação;
- Número do contrato de compra;
- Número do manual de instruções;
- Corrente nominal;
- Tensão nominal;
- Tensão suportável de impulso atmosférico;
- Frequência nominal;
- Tensão suportável a frequência industrial;
- Capacidade de interrupção simétrica;
- Capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito;
- Ciclo de operação;
- Tempo total de interrupção;
- Massa total do disjuntor, em kg;

- Massa por polo, em kg;
- Tempo de abertura e fechamento;
- Duração nominal da corrente de curto-circuito;
- Tensão nominal dos circuitos auxiliares;
- Fator de primeiro polo;
- Pressões/densidades nominais, alarme e bloqueio.

A placa de identificação do mecanismo de acionamento deverá conter, no mínimo, as informações abaixo relacionadas:

- Nome do Fornecedor;
- Modelo e ano de fabricação;
- Número de série;
- Número do manual de instruções;
- Tensão nominal, máxima e mínima, para o circuito de comando;
- Tensão nominal, máxima e mínima de alimentação do motor;
- Tempo nominal, máximo e mínimo para armazenamento de energia, em serviço;
- Potência das bobinas de abertura e fechamento;
- Potência do motor;
- Corrente nominal e de partida do motor;
- Massa total do mecanismo de acionamento.

6.3.2 Mecanismo de Comando e Acionamento

6.3.2.1 Carregamento Manual da Mola do Disjuntor

Deverá ser previsto carregamento manual da mola do disjuntor, preferencialmente, através de manivela adequada.

Deverá ser possível o carregamento manual da mola, até o final, com limitador para mola carregada, evitando que a mola seja tensionada além do ponto máximo.

Caso necessário, para tornar o carregamento mais leve deverá ser previsto manivela com catraca e eventualmente, um cabo mais longo.

O ponto de acoplamento da manivela deverá ser de fácil e rápido acesso, não sendo permitido a utilização de chapas com parafusos.

Deverá ser possível a visualização da situação da mola (carregada ou descarregada), do local em que o operador se posiciona para acoplamento da manivela destinada ao carregamento da mola, com dispositivo de sinalização que identifique o estado da mola.

O disjuntor deverá ter um dispositivo que impossibilite que o motor seja acionado durante a operação de carregamento manual da mola ou que o funcionamento do mesmo não provoque nenhum risco de acidente para o operador.

O disjuntor deverá ter dispositivos para evitar o seu fechamento antes da mola estar completamente carregada e o disjuntor estar completamente aberto.

6.3.2.2 Circuito Mecânico de Comando

O circuito de abertura ou fechamento do disjuntor deve ser dotado de dispositivo para acionamento mecânico, independente do circuito elétrico de comando.

Este dispositivo deverá possuir uma proteção contra acionamento indevido.

6.3.2.3 Circuito Elétrico de Comando

Iniciada uma operação, após o comando inicial, ele se completará automaticamente, independente de manter-se ou não atuados os dispositivos de comando.

As bobinas de abertura e fechamento não deverão ser excitadas se o disjuntor estiver aberto ou fechado, respectivamente.

O disjuntor deverá ser equipado com circuito anti-pumping, impedindo múltiplas operações de fechamento decorrentes da manutenção contínua do comando de fechar, permitindo nova operação somente após a retirada e reaplicação do comando.

O circuito não deverá possuir chave seletora e botoeiras para comandos de local, remoto, abrir ou fechar o módulo híbrido.

O circuito deverá possibilitar a escolha, via bornes, de abertura ou não do disjuntor antes do bloqueio por baixa pressão de gás.

Todas as réguas de bornes deverão possuir no mínimo 10% de bornes reservas.

Os circuitos de fechamento, abertura 1 e abertura 2 deverão ser protegidos por disjuntores independentes instalados no painel geral de comando.

Cada um dos circuitos de comando deverá ser supervisionado por relés de falta de tensão, com 2 contatos do tipo NF com fiação a bornes, disponíveis para sinalização remota.

As bobinas de fechamento, abertura 1 e abertura 2 deverão ser supervisionadas por relé de proteção.

Todos os circuitos de comando comuns ao circuito de fechamento, abertura 1 e 2, tais como: supervisão de gás, discordância de polos, relé supervisor de bobinas, comando do motor etc., deverão ter a alimentação compartilhada primeiramente com o circuito de abertura 1 e, em caso de falha deste circuito, a alimentação dos mesmos deverá ser transferida automaticamente, via relé auxiliar, para o circuito de abertura 2.

Os circuitos de abertura por proteção deverão ser desprovidos de relés auxiliares devendo atuar diretamente sobre as bobinas de abertura 1 e 2.

Deverão ser previstas sinalizações de alarme de disjuntor na posição “LOCAL” e “MOLA DESCARREGADA”.

Os contadores do número de operações deverão contar por ciclo, ou seja, deverão contar somente o número de aberturas.

6.3.2.4 Circuitos Elétricos Auxiliares

Deverá ser prevista iluminação interna por lâmpada LED de potência e iluminação adequadas, comandadas por micro interruptor de fim de curso nas portas dos painéis.

Deverá ser previsto aquecimento interno através de dois resistores de potências adequadas para funcionarem um permanentemente ligado e o outro controlado por termostato.

Os circuitos de alimentação do motor, aquecimento e iluminação deverão ser protegidos individualmente por disjuntores termomagnéticos bipolares devidamente dimensionados.

Os circuitos de alimentação dos motores deverão ser supervisionados por relés de falta de tensão, com 2 contatos do tipo NF com fiação a bornes, disponíveis para sinalização remota. Deverão possuir relés para identificação de inversão de fase.

6.3.2.5 Sinalização/Identificação

Cada polo do disjuntor deverá ser equipado com indicador mecânico de posição, claramente visível pela frente do equipamento.

As letras e cores do indicador deverão ser como segue:

- Ligado: Indicador de Posição “L” (verde);
- Desligado: Indicador de Posição “D” (vermelho);

Nas indicações de mola carregada e descarregada deverá vir escrito: “MOLA CARREGADA” e “MOLA DESCARREGADA”. O armário de comando do disjuntor deverá conter, no mínimo, as seguintes sinalizações com LED:

- Disjuntor ligado;
- Disjuntor desligado;
- Alarme de SF6.

As chaves de acionamento, quando do tipo botão de pressão, deverão ser nas seguintes cores:

- Fechamento: Vermelho;
- Abertura: Verde.

As sinalizações deverão ser nas seguintes cores:

- Ligado: Vermelho;
- Desligado: Verde.

Deverão ser utilizados LEDs para iluminação dos sinaleiros.

6.4 Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão ser montados na média tensão, na forma de transformadores tipo pedestal, serão usados para a função de proteção e medição.

Deverão ter núcleos múltiplos com relações múltiplas, que serão intercambiáveis por meio de derivações no lado secundário. Os fios secundários serão levados para fora da caixa de terminais secundários. Todos os transformadores de corrente deverão ter blindagens eletromagnéticas eficientes contra transientes de alta frequência.

Os transformadores de corrente deverão estar em conformidade com as normas IEC aplicáveis, deverão ser previstos bornes curto-circuitáveis, blocos de teste e demais recursos necessários para a realização segura de ensaios de injeção de corrente secundária, bem como para a verificação e o comissionamento dos circuitos de proteção e medição.

6.5 Módulo de Distribuição Secundária

O módulo de distribuição secundária deverá ser do tipo metal enclosed, isolado a gás SF_6, constituído por um barramento principal destinado à alimentação de, no mínimo, 05 (cinco) saídas de alimentadores. Cada alimentador deverá ser comandado por chave seccionadora tripolar, sendo a proteção do barramento principal realizada por meio de disjuntor, conforme arranjo apresentado no Desenho 2.

As chaves seccionadoras deverão ser fornecidas com contatos auxiliares para sinalização e supervisão de posição, dispondo de, no mínimo, 02 (dois) contatos normalmente abertos (2NA) e 02 (dois) contatos normalmente fechados (2NF) para as lâminas principais. Quando aplicável, as chaves de aterramento associadas também deverão possuir contatos auxiliares com a mesma configuração mínima para indicação de sua posição operacional.

O módulo deverá possuir comandos e contatos auxiliares individualizados para cada alimentador, bem como para o disjuntor de proteção do barramento principal, permitindo a operação, sinalização, supervisão e integração independentes de cada função aos sistemas de proteção, controle e automação da subestação.

Deverão possuir, no mínimo, as seguintes características técnicas:

Tabela 3 – Características Técnicas das Chaves Seccionadoras

Descrição	Classe de Tensão		
	15 kV	24,2 kV	36,2 kV
Tensão nominal (valor eficaz)	13,8 kV	24,2 kV	34,5 kV
Frequência nominal	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Corrente suportável nominal de curta duração 1s (valor eficaz)	25 kA	25 kA	25 kA
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, à terra e entre polos (valor de crista)	110 kV	150 kV	170 kV
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, entre contatos abertos (valor de crista)	125 kV	165 kV	187 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto a seco e sob chuva, à terra e entre polos (valor eficaz)	34	50	70 kV

Descrição	Classe de Tensão		
	15 kV	24,2 kV	36,2 kV
Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto a seco e sob chuva, entre contatos abertos (valor eficaz)	38	55	77 kV
Tensão suportável nominal a frequência industrial dos circuitos auxiliares, durante 1 minuto	2,0 kV	2,0 kV	2,0 kV
Limites de elevação de temperatura	ABNT NBR IEC 62271-102		

6.6 Transformador de Potência

O transformador de potência deverá atender as definições e características técnicas estabelecidas na ET.00320.EQTL – Transformador de Potência a Óleo Vegetal em sua última revisão.

Deverão possuir, no mínimo, as características técnicas estabelecidas nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Características Técnicas dos Transformadores de Potência - Grupo de Ligação DYN1

Tensão Nominal Primária (KV)	Tensão Nominal Secundária (KV)	Potência Nominal KNAN/KNAF (MVA)	Impedância (%)
138	34,5	10/12,5	8%
138	34,5	15/20	9%
138	34,5	20/26,6	10%
138	13,8	10/12,5	8%
138	13,8	15/20	9%
138	13,8	20/26,6	10%
69	34,5	10/12,5	8%
69	34,5	15/20	9%
69	34,5	20/26,6	10%
69	13,8	10/12,5	8%
69	13,8	15/20	9%
69	13,8	20/26,6	10%

Tabela 5 – Características Técnicas dos Transformadores de Potência - Grupo de Ligação YNYN0D1

Tensão Nominal Primária (KV)	Tensão Nominal Secundária (KV)	Potência Nominal KNAN/KNAF (MVA)	Impedância (%)
138	23,1	10/12,5	8%
138	23,1	15/20	9%
138	23,1	20/26,6	10%
138	13,8	10/12,5	8%
138	13,8	15/20	9%
138	13,8	20/26,6	10%
69	23,1	10/12,5	8%
69	23,1	15/20	9%
69	23,1	20/26,6	10%
69	13,8	10/12,5	8%
69	13,8	15/20	9%
69	13,8	20/26,6	10%

6.7 Para-raios

Deverão ser do tipo estação, polimérico, em óxido de zinco (ZnO), para sistema aterrado. Quando aplicável, deverão ser fornecidos com uma base constituída de pequenos isoladores ou peça única, capaz de suportar o para-raios, com a finalidade de isolá-lo da terra, para instalação do contador de descargas.

Os terminais de linha deverão ser chatos com 4 furos padrão NEMA e os conectores de aterramento deverão ser em liga de cobre estanhado para cabo de cobre de seção 70 mm^2 (2/0AWG).

Os para-raios deverão possuir, no mínimo, as características técnicas indicadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Características Técnicas dos Para-raios

Descrição	Características		
Tensão nominal (kV, ef)	12	21	30
Tensão Máxima de Operação Continua (kV, ef) (MCOV)	10,2	17	26,7
Corrente de descarga nominal (8/20ms, kA crista)	10	10	10
Tensão residual máxima para corrente de impulso atmosférico onda de 8/20ms 10kA (kV crista)	32	53,3	80
Tensão residual máxima para corrente de impulso de corrente de manobra, onda de 30/60ms 10kA (kV crista)	26,7	45	61

Descrição	Características		
Tensão residual máxima para corrente de impulso de frente rápida, onda de 1/20ms 10kA (kV crista)	38	73	94,9
Corrente presumível de falta mínima, alta intensidade (kA ef, 0,2s)	20	20	20
Corrente presumível de falta, baixa intensidade (A ef, 1s)	600 +/-200	600 +/-200	600 +/-200
Impulso de corrente de curta duração (4/10ms, kA crista)	100	100	100
Capacidade de absorção mínima de energia específica (kJ/kV)	5,1	5,1	5,1
Distância de escoamento mínima do invólucro (mm/kV fase-fase)	25	25	25
Distância de escoamento mínima do invólucro (mm)	345	525	750
Tensão de radiointerferência (mV, 300ohms)	500	500	500
Descargas Parciais máximas (pC)	10	10	10
Classe de descarga de linha	2	2	2

6.8 Transformadores de Potencial

O transformador de potencial deverá ser do tipo indutivo para uso externo, instalado do lado secundário, dotado de 01 enrolamento primário e dois enrolamentos secundários, classe de tensão de acordo com a tensão secundária do transformador de potência, tendo sua classe de exatidão de 0,3P25 e fator térmico de 1,5, atendendo as definições e características técnicas estabelecidas na ET.00303.EQTL, em sua última revisão.

6.9 Transformador de Serviços Auxiliares

Deverá ser trifásico, imerso em óleo vegetal, protegido através de fusíveis limitadores de corrente adequadamente dimensionados e destinar-se ao suprimento de tensão alternada para os serviços auxiliares da Subestação Compacta Modular em Skid.

Deverá ser fabricado e ensaiado de acordo com as normas correspondentes e possuir, no mínimo, as seguintes características técnicas:

- O transformador de serviço auxiliar deverá ter em sua tensão primária a mesma configuração de tensões do secundário do transformador de potência, sendo que sua tensão secundária será trifásica em 380/220Vca, para MA, PI, AL, AP e GO e tensão 220/127Vca, para PA e RS;
- Diagrama de ligação Dyn1;

O FORNECEDOR deverá apresentar à CONCESSIONÁRIA o memorial de cálculo de dimensionamento do transformador de serviço auxiliar.

O transformador de serviços auxiliares deverá atender as definições e características técnicas estabelecidas na ET.00014.EQTL, em sua última revisão.

6.10 Cabos de Média Tensão

Os cabos de média tensão deverão possuir isolação do tipo EPR, com camada semicondutora e condutores de cobre com encordoamento classe 2, sendo a bitola do cabo a ser dimensionada pelo FORNECEDOR e o memorial de cálculo apresentado para aprovação da CONCESSIONÁRIA.

6.11 Sistema de Corrente Contínua

Deverá ser composto de um retificador/carregador e um conjunto de baterias, destinando-se ao suprimento de tensão contínua para os serviços auxiliares da subestação, atendendo as definições e características técnicas estabelecidas na ET.00312.EQTL, em sua última revisão.

6.12 Características Gerais dos Painéis

Os painéis de serviços auxiliares, sinalização e proteção, deverão abrigar os dispositivos de comando, controle e medição da subestação, conforme relacionados em lista de material anexa a esta especificação técnica.

Os painéis deverão ser para uso ao tempo, construídos em chapas e perfis de aço com bitola mínima nº 12 USG, grau de proteção IP54, com portas providas de maçaneta e fechadura de segurança do tipo “YALE’, cobertura para proteção contra intempéries, ligeiramente inclinada para evitar acúmulo de água e ser dotado de iluminação interna, tomadas e resistências de aquecimento controladas por termostato.

Todos os equipamentos, acessórios e componentes dos painéis, deverão ser solidamente instalados, seguindo uma distribuição racional, em posição tal que permita fácil acesso para ligação e manutenção.

Os painéis deverão dispor de sistema de circulação de ar tal que as suas temperaturas internas sejam compatíveis com as elevações de temperaturas de todos os dispositivos: condutores elétricos, disjuntores termomagnéticos, disjuntores térmicos de sobrecarga e demais relés.

As plaquetas de identificação dos componentes e dispositivos internos dos painéis, deverão ser confeccionadas em policarbonato ou acrílico transparente, com letras brancas em baixo relevo e pintura de fundo na cor preta, posicionadas em locais visíveis e próximas de cada equipamento, porém não diretamente sobre eles.

As plaquetas de identificação dos componentes e acessórios diversos, externos aos painéis, deverão ser confeccionadas em aço inoxidável austenítico AISI 316, na espessura de 1,5mm, com letras pintadas na

cor preta e gravação em baixo relevo, posicionadas em locais visíveis e próximas de cada dispositivo, fixadas em suportes soldados, com rebites. Não serão aceitas fixações com fita dupla face.

O painel CA, deve ser contemplado com circuito de correção de sequência de fases, para evitar possível alimentação com sequência de fases invertidas para as cargas trifásicas.

6.13 Cabos de Baixa Tensão

Toda fiação deverá ser feita rigorosamente de acordo com os diagramas elétricos, utilizando cabos flexíveis de cobre, com isolamento mínimo para 750 V, do tipo antichama, com cobertura de neoprene, para temperatura de operação em regime normal de 90° à 130º C, de acordo com a norma ABNT NBR 9114, levados a bornes terminais numerados de acordo com o correspondente esquema elétrico.

As fiações externas dos painéis, incluindo interligação entre componentes e equipamentos de serviços auxiliares, circuitos de comando e força dos motoventiladores, circuitos de comunicação sinalização e proteção, como também dos TCs de buchas, entre componentes deverão ser levadas aos painéis através de eletrodutos rígidos de aço galvanizado e distribuídas com eletrodutos flexíveis.

Por padrão os cabos internos dos painéis, deverão ser do tipo singelos, já os cabos de interligação entre painéis, ou interligação entre painéis e equipamentos / instrumentos, deverão ser do tipo múltiplas vias, com bitolas mínimas conforme definido nas Tabelas 7, 8 e 9 abaixo e/ou compatíveis com os respectivos circuitos.

O sistema de identificação dos fios e cabos condutores deverá ser por meio de anilhas plásticas individuais, padrão: origem / destino.

As cores e seções da fiação deverão seguir o padrão indicado nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 – Padrão de Cabos Diversos (Painel x Equipamento)

Nº de Veias	Seções Mínimas (mm^2)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
2	2,5	Preto	1	Comandos de abertura e fechamento
			2	
2	2,5	Preto	Neutro / -	Alimentação CA (monofásicos) ou CC
		Branco	Fase / +	
4	Dimensionado	Azul	Fase A	Alimentação Circuitos CA (trifásicos)
		Branco	Fase B	
		Vermelho	Fase C	
		Preto	Neutro	
9	1,5	Preto	1	Comandos e Sinalização

Nº de Veias	Seções Mínimas (mm²)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
			2	
			3	
			4	
			5	
			6	
			7	
			8	
			9	
4	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Tabela 8 – Padrão de Cabos TCs e TPs (Painel x Equipamento)

Nº de Veias	Seções Mínimas (mm²)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
4	4	Azul	Fase A	TCs e TPs
		Branco	Fase B	
		Vermelho	Fase C	
		Preto	Neutro	
1	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Tabela 9 – Padrão de Cabos Diversos (Painel x Equipamento)

Nº de Veias	Bitolas Mínimas (mm²)	Padrão de Cores	Descrição das Veias	Descrição das Aplicações
1	1,5	Cinza	1	Comandos, Sinalização e Alimentação CC
1	2,5	Cinza	1	Alimentação CA
1	4	Cinza	1	Sinalização de corrente
1	2,5	Cinza	1	Sinalização de tensão
1	Dimensionado	Verde e Amarelo	1	Aterramento

Nota 5: Os cabos especificados nas Tabelas 7, 8 e 9 deverão possuir as características técnicas exigidas pela norma ABNT NBR 9114, comprovadas através de laudos.

Nota 6: Para os cabos dos circuitos de TCs deverão ser utilizados terminais do tipo olhal, as extremidades destes cabos deverão ser estanhadas, tanto no corpo do TC, como na interligação dos painéis, até seu destino, relé ou equipamento.

6.14 Bornes de Conexão

6.14.1 Bornes para Cabos dos Transformadores de Corrente

As conexões dos cabos nos painéis deverão ser feitas sempre através de blocos terminais, sendo que, os destinados aos circuitos de corrente deverão obrigatoriamente ser do tipo olhal e prover facilidades para curto-circuitar os terminais, sem desfazer a conexão de fiação.

Os bornes de conexão para os circuitos dos transformadores de corrente devem possuir as seguintes características:

- Conexão a parafuso, para cabos de 4,0 mm²;
- Tensão nominal de 800 V;
- Corrente nominal de 46 A;
- Contatos resistentes à corrosão.

Toda régua de bornes deverá ser identificada pelos “postes” de fixação. Não será admitido o uso de mais de um condutor por terminal ou bornes. Devem ser considerados bornes reservas (10%), como peças sobressalentes montados no painel.

6.14.2 Bornes para Demais Circuitos

As conexões dos cabos nos painéis deverão ser feitas sempre através de blocos terminais com bornes com conexão dupla dos dois lados, tipo seccionáveis, conexão a parafuso, com fixação feita por isoladores pré-isolados do tipo pino.

Os bornes de conexão para os demais circuitos devem possuir as seguintes características:

- Conexão a parafuso, para cabos de 1,5 a 2,5 mm²;
- Tensão nominal de 400 V;
- Corrente nominal de 16 A;
- Contatos resistentes à corrosão.

Toda régua de bornes deverá ser identificada pelos “postes” de fixação. Não será admitido o uso de mais de um condutor por terminal ou bornes. Devem ser considerados bornes reservas (10%), como peças sobressalentes montados no painel.

6.15 Serviços Auxiliares

As tensões nominais dos serviços auxiliares serão:

- Corrente alternada: 380/220Vca, para MA, PI, AL, AP e GO e tensão 220/127Vca, para PA e RS, com tolerância de ± 10%, 60 Hz ± 5%, trifásico com neutro;
- Corrente contínua: 125 Vcc (+ 10%, - 20%).

Todos os equipamentos deverão ser projetados para operarem satisfatoriamente dentro das faixas de variações indicadas.

Os barramentos deverão ser fabricados em barras de cobre eletrolítico e dimensionados para suportar os efeitos térmicos e dinâmicos de corrente de curto-circuito simétrico de 10 kA, eficaz, durante 1 segundo.

Todos os disjuntores deverão possuir elemento termomagnético, montados em caixa isolante moldada e tensão mínima de isolamento para 480 V, com exceção aos monopolares, cuja tensão mínima de isolamento deverá ser 380 V. Não serão permitidos acoplamentos mecânicos de disjuntores monopolares para perfazer funções multipolares.

Os disjuntores utilizados nos circuitos CC deverão ser para uso específico em corrente contínua.

A capacidade de interrupção não deverá, entretanto, ser inferior a 10 kA, sob tensão nominal do circuito.

Após cortados e furados, os barramentos deverão submeter a superfície dos pontos de contato e das interligações ao processo de estanhagem, a fim de preservá-las da oxidação, devendo as superfícies não estanhadas serem pintadas.

Todos os parafusos, porcas e arruelas utilizados nas junções barra-barra e barra-terminais deverão ser cadmiados e bicromatizados.

O arranjo das fases ou polos nos painéis, vendo-os de frente, deverá ser A, B, C ou positivo e negativo, da esquerda para a direita.

Quando aplicável, os relés auxiliares para sinalização de falta de tensão CA ou CC deverão ser de atuação rápida (10 a 25 ms) com no mínimo 02 contatos reversíveis. Os de corrente alternada deverão ser próprios para 220 V, 60 Hz e os de corrente contínua para 125 V.

O painel de serviço auxiliar deverá ser fornecido com 02(dois) disjuntores de entrada de corrente alternada e 02(dois) de corrente contínua.

6.16 Dispositivos de Comunicação

A rede de comunicação interna da subestação Skid deverá seguir o padrão de redes de comunicação das subestações de alta tensão do Grupo Equatorial, conforme ilustrado na Figura 1.

6.16.1 Roteador

A arquitetura de comunicação da subestação deverá ser contemplada com roteador, capaz de realizar NAT (Network Address Translation) e com saída PRP própria ou externa (RedBox), a fim de dispensar a necessidade de alteração dos IPs dos demais equipamentos da subestação a cada vez que ela for conectada a uma rede diferente. Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.2 Switch

A subestação deverá ser contemplada com dois switches gerenciáveis, próprios para aplicações de automação de subestação. Aos switches serão conectados os demais equipamentos (IEDs, medidores, retificadores etc.). Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.3 Unidade Terminal Remota

A subestação deverá ser contemplada com o uma unidade terminal remota, para concentração de todas as informações dos equipamentos, realização de conversão de protocolo e interface com sistema supervisório. O protocolo de comunicação da remota com o sistema supervisório será o DNP3.0. Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.4 IEDs

Os IEDs serão conectados aos switches da subestação através de cordões ópticos, serão utilizadas duas portas ethernet FO dos IEDs, cada uma conectada a cada switch, para fins de redundância de comunicação. O protocolo de comunicação entre IEDs e Unidade Terminal Remota deverá ser DNP3.0. O protocolo utilizado entre IEDs para fins de transferência de informações, transferência de trip, seletividade, será o IEC61850 GOOSE. Os IEDs terão sincronismo de horário realizado através do protocolo SNTP e realizará o sincronismo com o horário da Unidade Terminal Remota. Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.5 Módulos I/O

Em casos de utilização de módulos de expansão de entradas e saídas, os mesmos deverão ser conectados aos IEDs através de cabos de fibra óptica, comunicarão com o IED através de protocolo Mirrored Bits. Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.6 Anunciador de Alarmes

O anunciador de alarmes do transformador será conectado a unidade terminal remota, através de cabos de fibra óptica. O protocolo de comunicação utilizado será o DNP3.0.

6.16.7 Medidores

Os medidores utilizados deverão estar integrados à rede através de cabos de rede UTP CAT6 conectado ao switch. Utilizar apenas modelos homologados pela CONCESSIONÁRIA.

6.16.8 Sensoriamento e Detecção de Gases e Umidade

O sistema de sensoriamento e detecção de gases e umidade do transformador de potência deverá ter seus alarmes e medições integrados a unidade terminal remota via protocolo de comunicação. O mesmo deverá ser integrado a rede via cabo de fibra óptica e deve ser capaz de monitorar composição de gases dissolvidos contendo:

- Umidade;
- Hidrogênio (H2) aproximadamente 20%;
- Monóxido de carbono (CO) aproximadamente 30%;
- Metano (CH4) menor que 5%;
- Acetileno (C2H2) 100%;
- Etileno (C2H4) aproximadamente 32%;
- Etano (C2H6) menor que 5%.

Com relação à automação o sistema de sensoriamento e detecção de gases e umidade deve contemplar:

- Alimentação 125Vcc;
- Protocolo Ethernet;
- 1 (uma) porta Ethernet FO, porta LC;
- 1 (uma) porta serial RS-485.

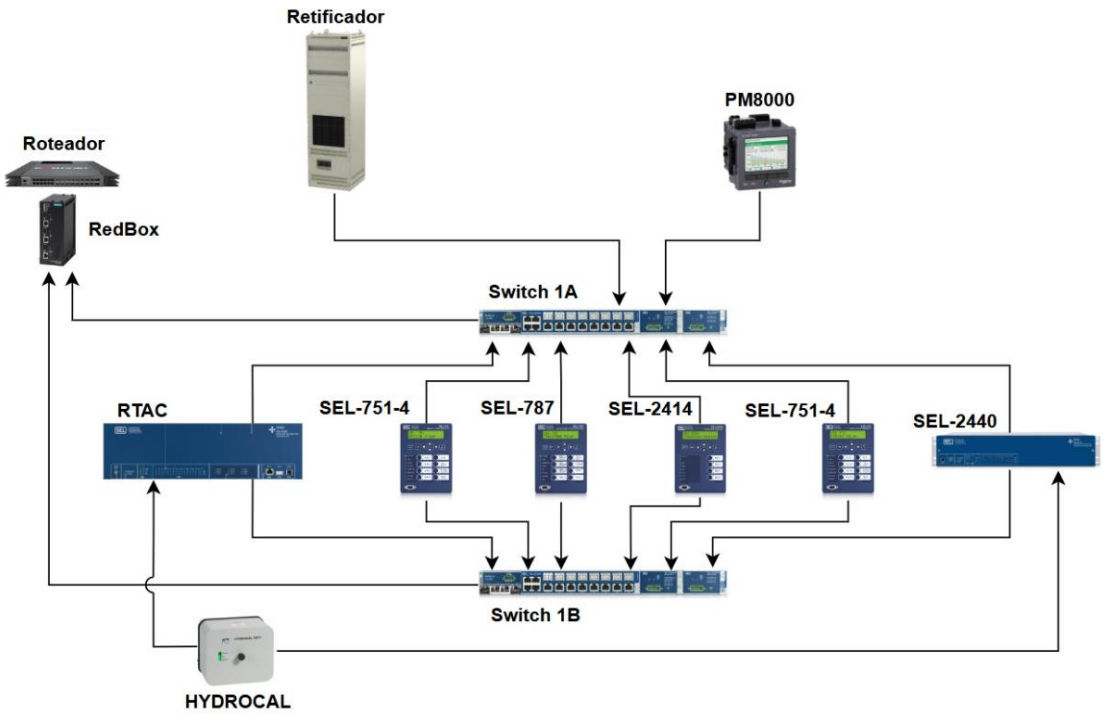
6.16.9 Retificador

O retificador deverá ser integrado a rede através de cabo de fibra óptica ou cabos de rede UTP CAT6, utilizando protocolo de comunicação compatível com a unidade terminal remota. Todos os seus pontos de alarmes e medições analógicas deverão estar mapeados para integração com sistema supervisório.

6.17 Arquitetura de Comunicação

Na proposta técnica para fornecimento da subestação deve ser apresentado o projeto de arquitetura detalhada. A Figura 1 apresenta o modelo de arquitetura pretendido.

Figura 1 - Arquitetura da Rede de Comunicação Interna



6.18 Proteção

As unidades de proteção digital deverão possuir, no mínimo, as seguintes características:

6.18.1 Características Gerais dos IEDs

Todos os equipamentos fornecidos devem possuir as características mínimas descritas neste item.

a) Garantia, MTBF e disponibilidade

Todos os equipamentos abaixo especificados devem possuir no mínimo 10 anos de garantia e devem possuir uma expectativa de vida útil de no mínimo 15 anos, com garantia de disponibilidade de peças de reposição dentro do período de vida útil.

Todos os equipamentos fornecidos devem possuir registro de tempo médio entre falhas (MTBF) para IEDs de proteção. Este deve ser apurado com base na medição da taxa de falhas da base instalada de equipamentos, não sendo aceito cálculos teóricos. O FORNECEDOR deve fornecer certificado comprovatório do MTBF.

O FORNECEDOR deve possuir oficina de reparo em território nacional, garantindo redução no tempo de reparo dos equipamentos e, consequentemente, reduzindo a sua indisponibilidade.

b) Temperatura de operação

Os equipamentos devem permitir operação contínua na faixa de temperatura de 40°C negativos até 85°C positivos.

c) Auto diagnose e manutenção

Os equipamentos devem possuir função de auto diagnose para detecção de falhas internas. As falhas detectadas devem ser reportadas para o sistema de supervisão via protocolo de comunicação, além disso, as falhas devem ser registradas internamente no IED com possibilidade de obtenção destes dados registrados pelo usuário.

O FORNECEDOR deve informar qual o período e procedimento de manutenção do equipamento em operação e dos procedimentos para armazenagem dos dispositivos sobressalentes.

d) Suporte técnico

O FORNECEDOR deve disponibilizar suporte técnico gratuito em período comercial, e fora do período comercial por agendamento. Este deve ser através de canal direto, por engenheiro especialista em proteção e/ou controle de sistemas elétricos.

e) Software

Os softwares de parametrização/configuração de todos os dispositivos devem ser gratuitos ou devem ser fornecidas licenças sem limite de quantidade, com atualização gratuita dentro do período de vida útil dos equipamentos. Deve ser fornecido software para análise de oscilografias e para gerenciamento dos IEDs.

f) Contatos de saída digital

Os relés de proteção devem ser contemplados com contatos de saída de alta velocidade e alta capacidade para acionamento de disjuntores (bobinas eletromagnéticas, contatores, relés rápidos etc.).

g) Protocolos nos relés de proteção

Necessidade de portas Ethernet multiprotocolo nos relés de proteção, conforme descrição detalhada ao longo do documento.

6.18.2 Características Específicas dos IEDs

6.18.2.1 IEDs Disjuntores (Alta e Baixa do Trafo)

a) Detalhamento de características

Os relés aplicados em alimentadores e barramentos devem possuir, no mínimo, as seguintes características:

- Deve possuir no mínimo 4 grupos de ajustes;
- Deve ser possível modificar o grupo via programação lógica, através de comando via supervisório, botões frontais ou entrada digital;
- Permitir sincronização de relógio interno via IRIG-B e SNTP;
- Deve possuir no mínimo 8 botões frontais (pushbuttons), para operação local. Estes devem ser de acesso direto, sem necessidade de senha e navegação no display, e devem ter variável interna relacionada para utilização em lógicas. Eles devem possuir LEDs configuráveis associados;
- Devem possuir pelo menos 8 LEDs independentes livres para configuração para indicação de atuação ou estado de funções e lógicas e de proteção;
- Deve possuir pelo menos duas portas Ethernet traseira dual 100 Base-FX em fibra óptica, com conector MM LC, com opções de operação entre modo de redundância (failover) ou modo switch (PRP, RSTP);
- Deve possuir porta alternativa (serial/ethernet/USB) para comunicação/parametrização local ou via software;
- Protocolos de comunicação DNP 3.0, IEC 61850 MMS, IEC 61850 Goose;
- Protocolo aberto de transferência de arquivo (exemplo: FTP);
- Deve possuir acesso remoto via terminal de engenharia (Telnet ou SSH), para promover agilidade na configuração, consulta de parâmetros e interpretação de eventos;
- Tensão de alimentação: 100-275 Vcc ou 100-264 Vca 60Hz;
- Tensão de entradas digitais: 125 Vcc;
- Entradas analógicas AC: 4 correntes (5A), 5 tensões (300Vca), sendo um canal para tensão de sincronismo e 1 tensão (300Vcc);
- Pelo menos 8 saídas digitais a relé: 4 Form A (NA). Todas devem permitir configuração do modo FAIL SAFE por software;
- Pelo menos 14 entradas digitais.

b) Funções de proteção

- 51 – Dois níveis de sobrecorrente de tempo inverso de fase;
- 51G – Dois níveis de sobrecorrente de tempo inverso residual (neutro calculado);
- 51N – Dois níveis de sobrecorrente de tempo inverso de neutro medido;
- 50 – Quatro níveis de sobrecorrente de tempo definido de fase;
- 50G – Quatro níveis de sobrecorrente residual de tempo definido (neutro calculado);
- 50N – Quatro níveis de sobrecorrente de tempo definido de neutro medido;
- 50BF – Falha de disjuntor;
- 27/27S – Subtensão de fase e sincronismo;
- 59/59S – Sobretensão de fase e sincronismo;
- 79 – Religamento automático;
- 81 – Sobre/subfrequência;
- 55 – Fator de Potência.

c) Medição e monitoramento

- Tensões e correntes – fundamental e RMS;
- Frequência, potência, energia, demanda e fator de potência;
- Deve possuir memória de massa, com capacidade mínima de armazenamento de 30 dias para medições realizadas em intervalos de 15 minutos;
- Função de monitoramento de disjuntor: deve monitorar o desgaste do disjuntor baseado no acúmulo de corrente interrompida de acordo com a curva fornecida pelo fabricante do disjuntor;
- Deve possuir função de monitoramento da tensão Vcc do banco de baterias. Permitindo ajustes de alarmes de sub/sobre tensão. O IED deve disponibilizar um canal analógico na oscilografia com a tensão Vcc do banco de baterias, garantindo disparo de oscilografia nas seguintes condições: comando abertura do disjuntor, comando de fechamento do disjuntor e afundamento da tensão Vcc em operação;
- O IED deve possuir medição de harmônicas incluindo, no mínimo, até a ordem 15.

d) Oscilografias e análise de eventos

- Deve ser capaz de armazenar, no mínimo, 6 oscilografias com duração de 3 segundos ou 17 oscilografias com duração de 1 segundo. Deve permitir configuração de período pré-falta e pós-falta;

- Deve possuir oscilografia filtrada contendo apenas a componente fundamental e oscilografia não filtrada, contendo fundamental e demais componentes harmônicas. A taxa de amostragem da oscilografia não filtrada deve ser de no mínimo 32 amostras/ciclo;
- Deve disponibilizar oscilografia no formato COMTRADE. Esta pode ser disponibilizada diretamente pelo IED ou convertida por software, neste caso, o software deve ser incluso no fornecimento;
- Sequencial de eventos com registro mínimo de 1024 variáveis digitais.

e) Capacidade lógica

- Lógica booleana com as operações lógicas OR, AND e NOT;
- Blocos lógicos: pelo menos 32 temporizadores, 32 contadores e 32 selos (latch), bem como detecção de borda de subida/descida;
- Lógica com variáveis matemáticas: >, >=, <, <=, = e ≠;
- Operações matemáticas: soma, subtração, divisão e multiplicação.

6.18.2.2 IEDs Diferencial (Transformador)

a) Detalhamento de características

A solução deverá realizar o monitoramento de temperatura segundo as normas ABNT NBR 5356-7 e IEEE C57.91:1995, e agregar em um único equipamento as funções de regulação de tensão, controle e indicação de tape, controle de ventilação e controle de paralelismo. Funções de regulação de tensão são previstas, e o IED deve contemplar slot de entradas digitais para coleta das informações da comutadora, condições da ventilação e intrínsecas do transformador. O equipamento de monitoramento do transformador deve possuir as seguintes características:

- Deve possuir, no mínimo, 4 botões frontais (pushbuttons), para operação local. Estes devem ser de acesso direto, sem necessidade de senha e navegação no display, e devem ter variável interna relacionada para utilização em lógicas. Estes devem possuir LEDs configuráveis associados;
- Devem possuir pelo menos 8 LEDs independentes livres para configuração para indicação de atuação ou estado de funções e lógicas e de proteção;
- Deve possuir pelo menos duas portas Ethernet traseira dual 100 Base-FX em fibra óptica, com conector MM LC, com opções de operação entre modo de redundância (failover) ou modo switch (PRP, RSTP);
- Deve possuir porta alternativa (serial/ethernet/USB) para comunicação/parametrização local para via software;

- Protocolos de comunicação DNP 3.0, IEC 61850 MMS, IEC 61850 Goose;
- Protocolo aberto de transferência de arquivo (exemplo: FTP);
- Deve possuir acesso remoto via terminal de engenharia (Telnet ou SSH), para promover agilidade na configuração, consulta de parâmetros e interpretação de eventos remoto;
- Tensão de alimentação: 100-275 Vcc ou 100-264 Vca 60Hz;
- Tensão de entradas digitais: 125 Vcc;
- Entradas analógicas AC: 3 correntes (5A) e 3 tensões (300V);
- 06 entradas digitais dedicadas à leitura do tape do comutador através da matriz BCD;
- 12 entradas digitais para sinais diversos (Buchholz, válvula de alívio, nível de óleo etc.) comando e intertravamentos;
- 7 saídas digitais programáveis;
- Porta Ethernet dual em fibra óptica com capacidade de comunicação através de IEC 61850, conector LC;
- 04 entradas para termorresistência (RTD) compatível com os seguintes modelos: PT100, NI100, NI120 e CU10, ligação a três fios;
- Display frontal digital tipo LED ou LCD programável para visualização de temperaturas, estágios de ventilação entre outras mensagens programadas.

b) Monitoramento térmico

- Possuir a indicação visual através do display da temperatura do óleo e dos enrolamentos, bem como dos estágios acionados da ventilação forçada;
- Efetuar a modelagem térmica: para transformador trifásico com possibilidade de medição das três correntes de fase, uma temperatura do topo do óleo e uma temperatura ambiente;
- Utilização do próprio TC de fase para realização do monitoramento térmico do transformador;
- O monitor deve ser capaz de processar os algoritmos de modelagem térmica, tendo como dados de entrada valores analógicos e digitais, tais como: correntes de fase, temperatura ambiente, temperatura do topo do óleo e estágio de ventilação;

- O cálculo da imagem térmica deve ser adaptável às diferentes normas de projeto de transformadores, são exemplos: IEEE C57.91 e IEC 60076-7. Além disso, o monitor deve ser capaz de processar imagens térmicas diferentes para cada estágio de ventilação (KNAF);

- Possuir saídas digitais programáveis para realizar acionamento da ventilação forçada e alarmes/ desligamentos com base nas funções ANSI 26 (temperatura do óleo) e ANSI 49 (imagem térmica) do transformador;

- Possuir algoritmo de supervisão da eficiência da ventilação forçada, o qual será realizado pela comparação do valor da temperatura do topo do óleo, medida através de RTD, com a temperatura do óleo calculada através do algoritmo do monitor. Sendo que este último, deverá levar em conta a temperatura ambiente medida por um RTD dedicado, corrente de carga em pu, estágio da ventilação e dados dos ensaios de aquecimento do transformador, os quais serão cadastrados no monitor. Essa temperatura do óleo calculada deverá servir de backup imediato para o RTD do topo do óleo, quando ele apresentar problema.

c) Regulação de tensão e controle de paralelismo

- Indicação em seu painel frontal da posição do tape do respectivo comutador, tensão medida e tensão de referência, além do número de operações do comutador e tempo para comutação, entre outras mensagens programadas pelo usuário;

- O controle de paralelismo deve ser efetuado pelo método mestre-comandado. Deve permitir um limite máximo de discrepância de tape (ajustável) para que transformadores diferentes possam trabalhar em paralelo. A comunicação, para tanto, deverá ser através de IEC 61850 (GOOSE). Esta é uma aplicação, quando o segundo transformador entrar em operação. O equipamento ofertado já deve estar preparado;

- A medição do tape deverá ser realizada através de uma matriz de diodos com código BCD;

- Controle do comutador sob carga por meio do painel frontal incluirá as seleções local-remoto, mestre-comandado-individual e manual-automático, bem como o comando subir/baixar tape;

- O painel frontal do equipamento deverá possuir, no mínimo, LEDs para indicação das condições de sistema em paralelo, manual-automático e bloqueio por sobrecorrente e/ou sub ou sobretensão;

- Possibilidade de programações remotas de, no mínimo, as funções: local-remoto, mestre-comandado, manual-automático e para os comandos remotos de subir/baixar tape.

d) Capacidade lógica

- Lógica booleana com as operações lógicas OR, AND e NOT;

- Blocos lógicos: pelo menos 32 temporizadores, 32 contadores e 32 selos (latch), bem como detecção de borda de subida/descida;
- Lógica com variáveis matemáticas: >,>=, <, <=, = e ≠;
- Operações matemáticas: soma, subtração, divisão e multiplicação.

e) Análise de eventos e monitoramento

- Deve possuir memória de massa e oscilografia. Fornecer dados via protocolo DNP 3.0 IEC e 61850 Goose para visualização gráfica na IHM.

6.19 Medição

6.19.1 Pontos de Medição

Deverão ser instalados pelo menos dois pontos de medição, sendo uma medição referente ao secundário do transformador de potência, e outra medição referente ao secundário do transformador de serviço auxiliar.

6.19.2 Detalhes dos Medidores

As medições deverão ser apresentadas através de um módulo de medição digital. Neste caso as medições serão para as funções de medidas em: corrente nas três fases (Ia, Ib e Ic), potência ativa trifásica (kW total), potência reativa trifásica (kVAr total), energia ativa (kWh), energia reativa (kVArh), tensão entre fases (Vab, Vbc e Vca) e fator de potência.

Os medidores deverão dispor de saída para indicação remota e possuir, no mínimo, as seguintes características:

- Tensão de alimentação 115 Vca (fase-fase) e 115/√3 Vca (fase-neutro);
- Tensão de serviço auxiliar de 125 Vcc;
- Corrente de alimentação alternada de 5 A nominal;
- Classe de exatidão de 0,5 a 1 %;
- Utilização em circuito trifásico desequilibrado;
- Medição com alta precisão: IEC 62053-22 Classe 0.2S, IEC 61557-12 PDM-S;
- Monitoramento de qualidade de energia: IEC 61000-4-30, classe S, IEC 62586, EN 50160 IEEE 519;
- Protocolos: Modbus, DNP3, IEC 61850;
- Portas: Pelo menos duas Ethernet, funcionalidade gateway Ethernet-serial.

6.20 Chave de Desbloqueio do Relé 86 (69d)

Deverá possuir, no mínimo, 4 (quatro) contatos NA e 4 (quatro) NF em cada posição, de modo a perfazer as funções de garantia do impulso de desligamento e desbloqueio do relé 86, com capacidade para 30 A em 250 Vcc e possuir acionamento rotativo com 2 (duas) posições fixas “NORMAL” e “DESBLOQUEIO”. O punho deverá ser removível na posição “NORMAL” e o espelho deverá ter inscrições correspondentes as posições de operação.

6.21 Bloco de Testes

Deverá ser equipado com polos para curto-circuitar os secundários dos transformadores de corrente e abrir os secundários dos transformadores de potencial. O FORNECEDOR deverá fornecer também um conjunto de “pentes” para testes.

6.22 Relés Auxiliares

Os relés auxiliares deverão ser do tipo extraível e dimensionados para um número mínimo de 30.000 (trinta mil) operações em condições normais com capacidade mínima dos contatos de 10 A, isolamento 600 V, bobina de operação para a tensão requerida pelo circuito, com tempo de operação, tipo e número de contatos de acordo com a função a que se destina.

Os relés auxiliares para comando têm por função atuar nas bobinas de abertura e fechamento dos disjuntores, onde cada relé disponibiliza um contato seco com capacidade de 10A. Estes contatos deverão ser protegidos contra arco através de varistores e contra sobrecorrente através de fusíveis instalados nas borneiras.

6.23 Chave de Comando

A chave de comando deverá ser fornecida com um conjunto de contatos fechados durante as condições de “fechamento” e “após fechamento” e outro conjunto de contatos fechados durante as condições de “abertura” e “após abertura”.

Deverá possuir retorno à posição “Normal” através de mola, e seus contatos deverão ter capacidade mínima de conduzir 30 A em 250 Vcc.

6.24 Chaves Comutadoras

As chaves comutadoras para voltímetro e amperímetro deverão possuir contatos com capacidade 20 A e permitir leituras entre as fases AB, BC e CA no voltímetro, e leitura das fases A B e C no amperímetro, além de disporem de uma posição “DESLIGADO”.

6.25 Instrumentos Indicadores

Os instrumentos deverão ser fornecidos para instalação semi-embutida em painel, tropicalizados, moldura quadrada, classe de exatidão 1,5% e com escalas tipo quadrante.

As bobinas de corrente de todos os instrumentos, alimentados por secundário de transformador deverão ser dimensionadas para corrente nominal de 5 A, 60 Hz, e para suportar uma corrente momentânea de 100 A durante 1 segundo.

6.26 Sistema Supervisório

Deverão ser concentrados no painel geral e disponibilizados em bornes terminais, os pontos para supervisão remota da subestação, que constarão basicamente de:

- Comando de abertura e fechamento de disjuntores;
- Indicação de estado de secionadoras e disjuntores;
- Indicação de atuação dos relés de proteção;
- Indicação de atuação dos dispositivos de proteção do transformador e disjuntores;
- Indicação de “Retificador Anormal”;
- Indicação de falta de CC nos circuitos dos disjuntores;
- Indicação de temperatura do óleo e do enrolamento do transformador;
- Medição de grandezas elétricas.

As sinalizações devem seguir os mapas padronizados para cada IED.

6.27 Procedimento de Pintura

A Subestação Compacta Modular em Skid, seus componentes e acessórios devem receber tratamento e pintura adequados para resistir a intempéries, aos raios diretos do sol, a chuvas fortes, a poluição industrial e a salinidade marítima, independentemente do local de instalação.

Todas as superfícies externas e internas da subestação, inclusive os painéis de controle, exceto os radiadores e ventiladores, devem ser pintados pelo processo sugerido adiante ou outro método de pintura mediante consulta e sujeita à aprovação da CONCESSIONÁRIA.

Os componentes do sistema de refrigeração devem ser galvanizados por imersão a quente, conforme as normas ABNT NBR 6323, devendo ter espessura mínima de 80 µm em qualquer ponto e média acima de 120 µm. Os parafusos, porcas, arruelas etc., devem ser galvanizados de acordo com a ABNT NBR 6323.

Dobradiças e demais partes móveis, onde a galvanização ou a pintura pode descascar ou ser arranhada, devem ser constituídas de aço inoxidável ou metal não ferroso, como latão ou bronze. Arruelas e pinos de dobradiças devem ser de aço inoxidável.

Deve ser feito arredondamento em todas as bordas do tanque e de todos os componentes a serem pintados ou galvanizados como: tampa principal e tampas de inspeção, conservador de óleo, radiadores, suportes e armários.

A pintura e a galvanização devem ser aplicadas após preparação da superfície. A medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos.

A preparação da superfície e a aplicação da tinta não devem ser feitas se a temperatura ambiente for inferior a 50ºC ou superior a 500ºC ou em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

Durante as etapas de fabricação e comissionamento da Subestação Compacta Modular em Skid, como também na ocasião das atividades que antecedem a entrega técnica em campo, o FORNECEDOR deverá para evitar ao mínimo as ocorrências de danos na camada de pintura. Pontos onde o dano atingiu a superfície metálica do aço, deverão ser retrabalhados desde a etapa de preparação da superfície. Não serão aceitos retoques de pintura com diferenças de tonalidade entre os equipamentos ou partes da subestação.

As tintas utilizadas, tanto de fundo, quanto de acabamento, deverão ser do tipo cuja polimerização, para eventuais retoques no campo, não necessite do uso de aparelhagem e materiais especiais, tais como aquecedores, preparados químicos etc.

Para eventual reparo em campo, deverão ser fornecidos, como reserva sobressalente, duas latas de tinta, com volume de 3,6 litros, de mesmo tipo e tonalidade usada em fábrica.

Os processos de tratamento da chapa de aço e pintura sugeridos pela CONCESSIONÁRIA estão indicados a seguir. O FORNECEDOR pode apresentar, como alternativa, outro processo de pintura ou outro material que não necessite proteção adicional contra corrosão, mediante consulta e sujeita à aprovação da CONCESSIONÁRIA. Para todas as alternativas, o FORNECEDOR deve detalhar na Proposta os materiais utilizados, processos, ensaios, normas, o tempo de garantia e cotar as opções disponíveis.

Para quaisquer dos processos de tratamento, galvanização, pintura, inclusive os sugeridos pela CONCESSIONÁRIA, ou outros materiais ofertados, o FORNECEDOR deve dar garantia por um período mínimo de 5 (cinco) anos contra corrosão, independentemente do local de instalação do equipamento.

Caso o FORNECEDOR tenha para oferecer algum processo de pintura que supere em termos de qualidade os requisitos descritos nesta especificação, este deverá ser submetido à aprovação da CONCESSIONÁRIA.

6.27.1 Preparação da Superfície para Pintura

O processo de tratamento da chapa de aço para pintura externa, interna e peças deve ser como segue:

a) Desengraxe com uso de solventes, segundo norma SSPC-SP1-63;

b) Jateamento com granalha de aço ao metal branco padrão grau SA-2 1/2 segundo norma SIS05.5900 ou Norma SSPL-PS-63. Para as superfícies internas nos pontos onde não é possível o jateamento é permitido o sistema de decapagem química segundo norma SSPL-SP8-63;

c) Limpeza da superfície com ar comprimido isento de água e de óleo;

d) Inspeção da superfície a ser pintada, antes da aplicação da tinta de fundo, quanto à presença de corrosão, graxa, umidade e outros materiais estranhos;

e) Vedação das eventuais frestas existentes com massa flexível à base de poliuretano;

f) Aplicação de uma camada de tinta, antes de cada demão normal, em regiões de solda, frestas e outras de difícil acesso.

6.27.2 Pintura Externa

O processo de pintura externa deve ser conforme indicado a seguir:

a) Aplicar uma demão de tinta epóxi pigmentada com zinco e com alumínio (mínimo de 65 ± 2% na película seca) com espessura de película seca de 80 µm (médio);

b) Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo fabricante da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;

c) Se o tempo de repintura for ultrapassado, lixar levemente a camada de tinta antes da aplicação da demão seguinte;

d) Vedar as eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;

e) Aplicar duas demãos de tinta epóxi curada com poliamida com espessura de película seca de 100 µm por demão;

f) Aguardar o tempo de repintura recomendado pelo fabricante da tinta. Na ausência desta informação, aguardar no mínimo 12 horas e no máximo 24 horas;

g) Aplicar uma demão de tinta de acabamento a base de poliuretano acrílico alifático com espessura de película seca de 60 µm na cor cinza claro notação Munsell N6.5;

A espessura mínima final da película seca deve ser de 340 µm.

Deve ser fornecida, na proporção de 900 ml por transformador, tinta para retocar superfícies danificadas levemente durante o transporte. Caso se verifique que, no momento do recebimento, o transformador apresente danos na pintura exterior que exijam a recuperação deste processo, o equipamento deve ser devolvido ao FORNECEDOR.

6.27.3 Pintura Interna

O processo de pintura interna deve ser como segue:

a) Aplicar uma demão de Shop Primer Epóxi, espessura de 20 µm (médio);

b) Aplicar uma demão de epóxi poliamida na cor branca, isenta de ácidos graxos, espessura de 80 µm (médio).

A espessura final da película seca deve estar na faixa de 90 a 110 µm.

6.28 Galvanização dos Radiadores e das Grades dos Ventiladores

Os radiadores e as grades dos ventiladores devem ser galvanizados por imersão a quente, conforme a norma ABNT NBR 6323, devendo ter espessura mínima de 80 µm e média de 120 µm. A grade do motor do ventilador também deve ser galvanizada, utilizando o mesmo processo.

6.29 Demais Componentes

Todos os componentes e acessórios, inclusive os motores dos ventiladores, devem receber tratamento e pintura conforme o tratamento dado à superfície externa do transformador.

Para os painéis da subestação, considerar plano de pintura e tratamento superficial, semelhante à pintura externa. Porém a porta interna e a placa de montagem dos componentes do painel, usar tinta de acabamento na cor Laranja RAL 2004.

7. INSPEÇÕES E ENSAIOS EM FÁBRICA

Para os comissionamentos de equipamentos em separado, antes das montagens no Skid, o FORNECEDOR deverá designar e enviar, sob sua responsabilidade, inspetores próprios, que elaborarão relatórios para análise do próprio FORNECEDOR, que deve garantir em todos os aspectos a qualidade desses equipamentos em separado. Com exceção do transformador de potência e módulo híbrido, que deverão ter acompanhamento presencial de representantes da CONCESSIONÁRIA.

Todas as demais etapas de ensaios, pós-montagem dos equipamentos na plataforma, deverão ter acompanhamento de representantes da CONCESSIONÁRIA.

O FORNECEDOR deverá disponibilizar, para o inspetor designado, cópia dos relatórios de ensaios finais.

7.1 Transformador de Potência

Os requisitos gerais para os ensaios de tipo são os indicados nas normas ABNT NBR 5356-1 e ABNT NBR 5356-3, e devem ser executados na presença de inspetor credenciado pela CONCESSIONÁRIA.

Para a realização da análise cromatográfica dos gases dissolvidos no líquido isolante, dos ensaios de resistência de isolamento dos enrolamentos e fator de potência das buchas condensivas e dos enrolamentos do transformador, estes deverão ser realizados nas seguintes situações:

- Antes do início dos ensaios;
- Após os ensaios dielétricos;
- Após a realização dos ensaios de temperatura.

7.1.1 Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo deverão ser realizados conforme item 11.1.3 da norma ABNT NBR 5356-1 e seus resultados devem ser registrados. Os ensaios de tipo são os seguintes:

a) Ensaios de elevação de temperatura (ver item 5 da ABNT NBR 5356-2);

b) Ensaios dielétricos de tipo (ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3).

7.1.2 Ensaios de Rotina

Estes ensaios deverão ser realizados em todas as unidades de fornecimento, e na presença de inspetor credenciado pela CONCESSIONÁRIA.

Os ensaios de rotina deverão ser realizados conforme item 11.1.2 da norma ABNT NBR 5356-1 e seus resultados devem ser registrados.

Os ensaios de rotina são os seguintes:

a) Medição da resistência dos enrolamentos (ver item 11.2 da ABNT NBR 5356-1);

b) Medição da relação de transformação, polaridade e verificação do deslocamento angular e sequência de fases (ver item 11.3 da ABNT NBR 5356-1);

c) Medição da impedância de curto-circuito e das perdas em carga (ver item 11.4 da ABNT NBR 5356-1);

d) Medição das perdas em vazio e corrente de excitação (ver item 11.5 da ABNT NBR 5356-1);

e) Ensaios dielétricos de rotina (ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3);

f) Ensaios do comutador de derivação em carga, quando aplicável (ver item 11.7 da ABNT NBR 5356-1);

g) Medição da resistência de isolamento dos enrolamentos, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.15 da ABNT NBR 5356-1);

h) Estanqueidade e resistência à pressão, a quente em transformadores de qualquer potência nominal e a temperatura ambiente nos demais transformadores de potência nominal igual ou superior a 750kVA (ver item 11.8 da ABNT NBR 5356-1);

i) Verificação de funcionamento dos acessórios (ver item 11.13 da ABNT NBR 5356-1);

j) Ensaios do líquido isolante, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.16 da ABNT NBR 5356-1);

- Rigidez dielétrica;
- Teor da água;
- Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
- Tensão interfacial.

k) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante, antes do início dos ensaios, após ensaio de aquecimento e após os ensaios dielétricos (ver item 11.18 da ABNT NBR 5356-1);

l) Medição do fator de dissipação da isolação, antes e após os ensaios dielétricos (ver item 11.20 da ABNT NBR 5356-1);

m) Medição de harmônicas da corrente de excitação (ver item 11.30 da ABNT NBR 5356-1);

n) Medição da resposta em frequência e impedância terminal (ver item 11.25 da ABNT NBR 5356-1);

o) Medição das impedâncias de sequência zero em transformadores trifásicos (ver item 11.6 da ABNT NBR 5356-1);

p) Verificação da espessura da camada de pintura externa dos transformadores (ver item 11.17 da ABNT NBR 5356-1);

q) Verificação da aderência da camada de pintura, que deve apresentar aderência GRO (método B), para as espessuras totais até 125 μm e aderência X0/Y0 (método A), para as espessuras totais acima de 125 μm (ver Item 11.17 da ABNT NBR 5356-1 e ABNT NBR 11003);

r) Verificação da espessura da camada de zinco das peças galvanizadas (ver ABNT NBR 7399);

s) Verificação da aderência da camada de zinco, que deve apresentar aderência GRO (método B), para as espessuras totais até 125 μm e aderência X0/Y0 (método A), para as espessuras totais acima de 125 μm, conforme ABNT NBR 7398.

7.1.3 Ensaios Especiais

Estes ensaios serão realizados apenas mediante acordo entre CONCESSIONÁRIA e FORNECEDOR.

Os ensaios especiais deverão ser realizados conforme item 11.1.4 da norma ABNT NBR 5356-1 e seus resultados devem ser registrados. Os ensaios especiais são:

a) Ensaios dielétricos especiais (ver item 7.3 da ABNT NBR 5356-3);

b) Medição das capacitâncias entre o enrolamento e a terra, e entre os enrolamentos (ver item 11.20 da ABNT NBR 5356-1);

c) Medição das características da tensão transitória transferida (ver item 11.21 da ABNT NBR 5356-1);

d) Medição das impedâncias de sequência zero em transformadores trifásicos (ver item 11.6 da ABNT NBR 5356-1);

e) Ensaio de suportabilidade a curto-circuito (ver item 4.2 da ABNT NBR 5356-5);

f) Determinação do nível de ruído audível (ver item 6 da ABNT NBR 7277);

g) Medição de harmônicas da corrente de excitação (ver item 11.30 da ABNT NBR 5356-1);

h) Medição da potência absorvida pelos motores das bombas de óleo e dos ventiladores (ver item 11.23 da ABNT NBR 5356-1);

i) Medição do fator de dissipação da isolação (ver item 11.20 ABNT NBR 5356-1);

j) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante (ver item 11.18 da ABNT NBR 5356-1);

k) Vácuo interno (ver 11.9 da ABNT NBR 5356-1);

l) Ensaio para verificação do esquema de pintura das partes interna e externa do transformador (ver item 5 da ABNT NBR 11388);

m) Nível de tensão de radiointerferência (ver item 11.19 ABNT NBR 5356-1);

n) Medição da resposta em frequência e impedância terminal (ver item 11.25 da ABNT NBR 5356-1);

o) Ensaio do grau de polimerização do papel (ver item 11.27 da ABNT NBR 5356-1);

p) Medição do ponto de orvalho (ver item 11.28 da ABNT NBR 5356-1);

q) Levantamento da curva de magnetização e medição da reatância em núcleo em ar do enrolamento (ver item 11.29 da ABNT NBR 5356-1).

Para cada fornecimento a CONCESSIONÁRIA indicará quais ensaios especiais serão realizados.

Para os fabricantes que não são homologados pela CONCESSIONÁRIA todos os ensaios especiais deverão ser realizados na presença de um representante da CONCESSIONÁRIA ou de inspetores credenciados.

7.1.4 Ensaios do Comutador de Derivações

Os ensaios de aceitação devem ser aplicados ao transformador e ao comutador em conjunto.

Os ensaios de precisão do equipamento de controle do comutador devem ser feitos em todos os transformadores da encomenda e atender o estabelecido no item 11.8 da ABNT NBR 5356-1. O transformador deve ser ensaiado na presença do inspetor. Caso os controles falhem em qualquer ensaio, o FORNECEDOR deve fazer, às suas expensas, as modificações necessárias.

7.1.5 Relatórios de Ensaios

O FORNECEDOR deve fornecer, após execução dos ensaios, os formulários devidamente preenchidos e assinados, com as seguintes informações:

- Data e local dos ensaios;
- Nome da CONCESSIONÁRIA, número e item do processo de aquisição;
- Nome do FORNECEDOR e número de série do equipamento;
- Obra de destino;
- Número do código do equipamento (fornecido pela CONCESSIONÁRIA na ocasião da análise dos desenhos).

a) Relatório do Ensaio de Elevação de Temperatura

Deve ser fornecido completo em regime KNAF, incluindo:

- Aumento de temperatura de cada enrolamento, medido pelo aumento de resistência, com os cálculos completos para as condições KNAF;

- A temperatura dos diversos pontos do transformador, medida por termômetros, bem como temperatura do óleo e temperatura do ambiente;
- Duração do ensaio;
- Ligações do ensaio, corrente, potência absorvida e frequência;
- Dados para calibração e aferição dos detectores de temperatura.

b) Relatório dos Ensaios de Impulso Atmosférico

Deve ser incluído:

- Detalhes de cada impulso aplicado ao transformador;
- Cópias fotográficas ou impressas dos oscilogramas de todas as ondas de tensão e correntes dos ensaios realizados;
- Declaração de pessoa responsável do fabricante, indicando que o transformador suportou os ensaios sem danos.

7.2 Óleo Isolante

O FORNECEDOR deverá realizar e apresentar à CONCESSIONÁRIA os ensaios do óleo isolante, descritos a seguir:

- Ensaios físico-químico e cromatográfico (antes do enchimento do equipamento) para:

a) Aspecto visual;

b) Densidade relativa a 20ºC, conforme ABNT NBR 7148;

c) Viscosidade a 40ºC, conforme ABNT NBR 10441;

d) Ponto de combustão, conforme ABNT NBR 11341;

e) Teor de água, conforme ABNT NBR 10710;

f) Rigidez dielétrica, conforme ABNT NBR IEC 60156;

g) Fator de perdas dielétricas ou Fator de dissipação, conforme ABNT NBR 12133;

h) Índice de neutralização, conforme ABNT NBR 14248;

i) Teor de bifenilas policloradas (PCB), conforme ABNT NBR 13882;

j) Ensaio cromatográfico Hidrogênio (ABNT NBR 7070);

k) Ensaio cromatográfico Metano (ABNT NBR 7070);

l) Ensaio cromatográfico Etano (ABNT NBR 7070);

m) Ensaio cromatográfico Etileno (ABNT NBR 7070);

n) Ensaio cromatográfico Acetileno (ABNT NBR 7070);

o) Ensaio cromatográfico Monóxido de Carbono (ABNT NBR 7070);

- Ensaios físico-químico e cromatográfico (após o enchimento do equipamento) para:

a) Aspecto visual;

b) Densidade relativa a 20ºC, conforme ABNT NBR 7148;

c) Viscosidade a 40ºC, conforme ABNT NBR 10441;

d) Ponto de combustão, conforme ABNT NBR 11341;

e) Teor de água, conforme ABNT NBR 10710;

f) Rigidez dielétrica, conforme ABNT NBR IEC 60156;

g) Fator de perdas dielétricas ou Fator de dissipação, conforme ABNT NBR 12133;

h) Índice de neutralização, conforme ABNT NBR 14248;

i) Teor de bifenilas policloradas (PCB), conforme ABNT NBR 13882;

j) Ensaio cromatográfico Hidrogênio (ABNT NBR 7070);

k) Ensaio cromatográfico Metano (ABNT NBR 7070);

l) Ensaio cromatográfico Etano (ABNT NBR 7070);

m) Ensaio cromatográfico Etileno (ABNT NBR 7070);

n) Ensaio cromatográfico Acetileno (ABNT NBR 7070);

o) Ensaio cromatográfico Monóxido de Carbono (ABNT NBR 7070);

O FORNECEDOR deve identificar se houve uma evolução considerável de algum dos gases da TABELA entre a análise antes dos ensaios e a análise após os ensaios.

7.3 Buchas

- Ensaios de Rotina

a) Ensaio de tensão suportável de frequência industrial, a seco;

b) Ensaios de perdas dielétricas e capacitância.

7.4 Equipamentos de Proteção e Manobra de Entrada

Deverá ser submetido, aos ensaios de rotina previstos na norma IEC 62271.

7.4.1 Projeto e Inspeção Visual

a) Inspeção de placas de identificação e dispositivos auxiliares;

b) Identificação de componentes e equipamentos;

c) Verificação de cores e inspeção do acabamento da pintura e proteção contra corrosão em superfícies metálicas.

7.4.2 Pressurização do Gás

7.4.3 Teste de operação mecânica (I):

- Medição de tempos de operação;

5 x Ciclo de comutação com tensão de alimentação nominal;

5 x Ciclo de comutação a 110% da tensão de alimentação nominal;

5 x Ciclo de comutação a 85% da tensão de alimentação nominal.

7.4.4 Medição da Resistência do Circuito Principal

7.4.5 Teste de operação mecânica (II):

- Verificação da fiação de todos os circuitos de controle, aquecimento e auxiliares e verificação do número de contatos auxiliares de acordo com a especificação contratual;
- Testes funcionais de dispositivos de intertravamento e sinalização elétricos e mecânicos.

7.4.6 Teste de resistência de tensão em circuitos de controle e auxiliares, 1 kV / 1 seg.;

7.4.7 Teste de resistência a seco de tensão de frequência de energia no circuito principal.

O proponente deverá anexar à sua proposta cópias dos certificados dos ensaios de tipo, previstos na norma IEC, realizados em laboratórios oficiais.

7.5 Para-raios

7.5.1 Ensaios de tipo

a) Ensaios de tensão suportável no invólucro sem a parte interna ativa;

b) Ensaios de tensão residual:

- Ensaio de tensão residual para impulso de corrente onda de 8/20μs;

- Ensaio de tensão residual para impulso de corrente íngreme;
- Ensaio de tensão residual para impulso de corrente de manobra;

c) Ensaio do ciclo de operação:

- Ensaio do ciclo de operação para impulso de corrente de elevada;
- Ensaio do ciclo de operação sob de impulso de manobra;

d) Ensaio de suportabilidade a correntes de falta;

e) Levantamento da característica “tensão a frequência fundamental x tempo”;

f) Ensaio de poluição artificial;

g) Ensaio de medição de descargas parciais;

h) Ensaio de estanqueidade;

i) Ensaio de distribuição de corrente, para para-raios multi-colunas;

j) Ensaio de medição de tensão de referência;

k) Ensaio de envelhecimento do invólucro polimérico sob condições de intempéries.

7.5.2 Ensaios de Rotina

a) Ensaio de medição de tensão de referência;

b) Ensaio de medição de tensão residual para impulso atmosférico, sob corrente de descarga nominal; (é dispensável, caso já tenha sido realizado individualmente, nos blocos de resistores não lineares de óxidos metálicos):

- Ensaio de medição de descargas parciais;
- Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua;
- Ensaio de distribuição de corrente, para para-raios multi-colunas;
- Ensaio de estanqueidade.

7.5.3 Ensaios de Recebimento

a) Inspeção visual e dimensional;

b) Ensaio de medição de tensão residual para impulso atmosférico à corrente de descarga nominal;

c) Ensaio de medição de tensão de referência;

d) Ensaio de medição da corrente de fuga total na MCOV;

e) Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga total na MCOV;

f) Ensaio de medição das descargas parciais;

g) Ensaio de estanqueidade;

h) Zincagem (ensaio de espessura da camada, conforme a norma ABNT NBR 7399);

i) Estanhagem (ensaio de espessura da camada, conforme a norma ASTM B545).

7.6 Transformador de Potencial

7.6.1 Ensaios de Tipo

a) Corrente de excitação e perdas em vazio;

b) Resistência ôhmica dos enrolamentos e Impedância de curto-circuito;

c) Tensão suportável de impulso atmosférico;

d) Curto-circuito;

e) Tensão de radiointerferência (equipamentos de tensão de 145 kV);

f) Estanqueidade a quente;

g) Elevação de temperatura;

h) Tensão suportável à frequência industrial, sob chuva.

7.6.2 Ensaio de Recebimento

a) Tensão induzida;

b) Tensão suportável à frequência industrial, a seco;

c) Descargas parciais (quando aplicável);

d) Polaridade;

e) Exatidão;

f) Fator de perdas dielétricas do isolamento;

g) Estanqueidade a frio;

h) Medição da resistência do isolamento;

i) Inspeção visual e dimensional;

j) Espessura e aderência da tinta.

7.7 Painel Geral

7.7.1 Ensaios de Recebimento

Verificação do fornecimento de acordo com o pedido e a lista de materiais previamente aprovada pela CONCESSIONÁRIA:

a) Inspeção visual e dimensional, conforme desenhos aprovados;

b) Ensaios dielétricos;

c) Ensaios funcionais dos circuitos;

d) Ensaios dos aparelhos de medição e proteção;

e) Ensaio de funcionamento do sistema de iluminação, tomadas e aquecimento;

f) Verificação de continuidade da fiação;

g) Verificação da resistência de isolamento da fiação do equipamento;

h) Teste de aderência e espessura da camada de tinta.

7.8 Retificador/Carregador

7.8.1 Ensaios de Rotina

Verificação do fornecimento de acordo com o pedido e a lista de materiais previamente aprovada pela CONCESSIONÁRIA:

a) Inspeção visual e dimensional, conforme desenhos aprovados;

b) Resistência de isolamento;

c) Ensaios dielétricos;

d) Ensaio de operação dos circuitos do carregador;

e) Medição do limite de corrente do carregador;

f) Medição da componente alternada da tensão (“ripple”) de saída do carregador;

g) Ensaio de regulação estática de tensão;

h) Ensaio de determinação do rendimento;

i) Ensaio de determinação do fator de potência;

j) Ensaio de aderência e espessura da pintura.

7.8.2 Ensaios de Operação

Pelo menos os seguintes aspectos serão testados:

a) Teste de funcionamento do retificador com apenas uma das fases (neste ensaio será disponibilizado apenas uma fase ao retificador, devendo o retificador operar normalmente com seus aspectos de regulação de tensão, tanto para bateria, quanto para o consumidor). Este ensaio será realizado para as três fases;

b) Serão substituídos em funcionamento os módulos de retificação do retificador, neste ensaio o retificador não deve apresentar oscilação ou falha de funcionamento;

c) Será testada a regulação de tensão para o consumidor (125Vcc), tanto no aspecto de rebaixamento de tensão, quando no aspecto de elevação da tensão;

d) Serão testadas todas as funcionalidades de alarmes do retificador, tanto a notificação dos alarmes no display do equipamento, quanto a integração desses alarmes junto à unidade terminal remota.

7.9 Falha nos Ensaios

Em caso de falhas nos ensaios, o FORNECEDOR deverá fornecer antes da repetição dos ensaios um relatório detalhado dos defeitos encontrados e como foram corrigidos, até 7 (sete) dias antes da realização de novos ensaios.

A repetição dos ensaios, bem como todas as despesas com a reinspeção serão de responsabilidade exclusiva do FORNECEDOR.

8. COMISSIONAMENTO

O comissionamento será realizado em duas etapas distintas, sendo a primeira em fábrica e a segunda no local da instalação da subestação Skid, sendo ambas acompanhadas por pessoa designada pela CONCESSIONÁRIA.

8.1 Comissionamento em Fábrica

Deverão ser realizados, com equipe designada pelo FORNECEDOR e com acompanhamento presencial de pessoa designada pela CONCESSIONÁRIA, todos os procedimentos referentes ao comissionamento conforme o plano de ensaios de comissionamento a serem realizados em fábrica, que deve atender, no mínimo, ao Anexo IV deste documento.

Na realização dos ensaios individuais dos equipamentos, deverão ser realizados os ajustes, alinhamentos e reapertos necessários.

O comissionamento em fábrica deverá ser realizado com todos os equipamentos, incluindo o transformador de potência, todos devidamente instalados.

Após a realização de todos os testes, deverá ser feita uma inspeção da pintura de toda a subestação e em seguida a restauração de eventuais pontos danificados.

Deverá estar incluído no preço total da proposta o comissionamento em fábrica, conforme plano aprovado.

8.1.1 Atividades Complementares

a) Inspeção de todos os equipamentos e partes que integram a subestação, verificando as condições externas, acessórios e componentes quanto a deformação, vazamentos e estado da pintura;

b) Inspeção das caixas de ferramentas e itens avulsos no semirreboque, conforme lista de embarque, que deverá acompanhar o transporte, verificando as condições gerais dos acessórios e componentes;

c) Conferência dos componentes e acessórios via romaneio.

8.1.2 Emissão dos Relatórios de Comissionamento em Fábrica

O fabricante deverá apresentar ao final das etapas e em um prazo máximo de 15 dias, o relatório final das atividades realizadas, devendo minimamente constar:

a) Laudos de análise de óleo isolante após os ensaios elétricos;

b) Análise do gás SF6 aplicado nos módulos híbridos;

c) Relatório de todos os ensaios e verificações realizadas;

d) Lista de não conformidades a serem corrigidas durante os ensaios em campo.

8.2 Entrega Técnica no Destino

As etapas de inspeção visual deverão minimamente compreender:

a) Nivelamento da subestação Skid em local a ser definido pela CONCESSIONÁRIA;

b) Verificação física de todos os equipamentos elétricos existentes sob a plataforma: módulo híbrido, transformador de potência, painéis de serviços auxiliares, painéis de proteção e controle, banco de bateria e retificador;

c) Verificação física do sistema de aterramento e aterramentos de cada equipamento, painéis e componentes;

d) Verificação física dos cabos aéreos;

e) Verificação do registrador de impacto e tacógrafos;

f) Verificação das maletas de ferramentas.

O fabricante deverá verificar, por meio de um checklist das inspeções visuais, no qual deverão constar os itens conformes e não conformes, as observações relevantes e caso seja necessário, um plano de ação para as correções a serem realizadas. Os prazos das correções e reparos de problemas gerados durante o transporte devem ser conforme abaixo:

- Prazo de 60 dias, para casos não restritivos;
- Prazo de 20 dias, para casos restritivos.

8.3 Comissionamento em Campo

Deverão ser realizados, com equipe designada pelo FORNECEDOR e com acompanhamento presencial de pessoa designada pela CONCESSIONÁRIA, todos os procedimentos referentes às inspeções visuais, nivelamento da subestação Skid, enchimento dos módulos híbridos com gás SF6, comissionamentos eletromecânicos e de automação, conforme o plano de ensaios de comissionamento a serem realizados em campo, que deve ser baseado, no mínimo, conforme indicado no Anexo V deste documento.

Todos os ensaios deverão ser realizados, mesmo que estes tenham sido feitos em fábrica.

Após a realização de todos os testes, deverá ser feita uma inspeção da pintura de toda a subestação e em seguida a restauração de eventuais pontos danificados.

O Grupo Equatorial, deverá disponibilizar supervisores para acompanhar todo o processo de comissionamento da subestação em campo.

Deverá ocorrer o treinamento prático das equipes da CONCESSIONÁRIA responsáveis pela operação e manutenção da subestação.

Nota 7: Deverá estar incluído no preço total da proposta o comissionamento em campo, conforme plano aprovado.

8.3.1 Emissão dos Relatórios de Comissionamento em Campo

O fabricante deverá apresentar ao final das etapas e em um prazo máximo de 15 dias, o relatório final das atividades realizadas, devendo minimamente constar:

a) Relatório de análise do registrador de impacto;

b) Laudos de análise de óleo isolante após os ensaios elétricos;

c) Análise do gás SF6 aplicado nos módulos híbridos;

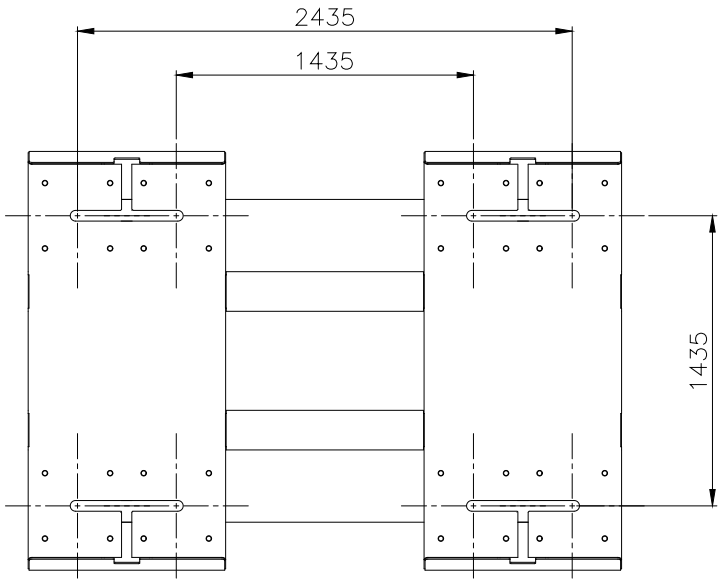
d) Relatório de todos os ensaios e verificações realizadas;

e) Relatório de não conformidades corrigidas durante o comissionamento em campo;

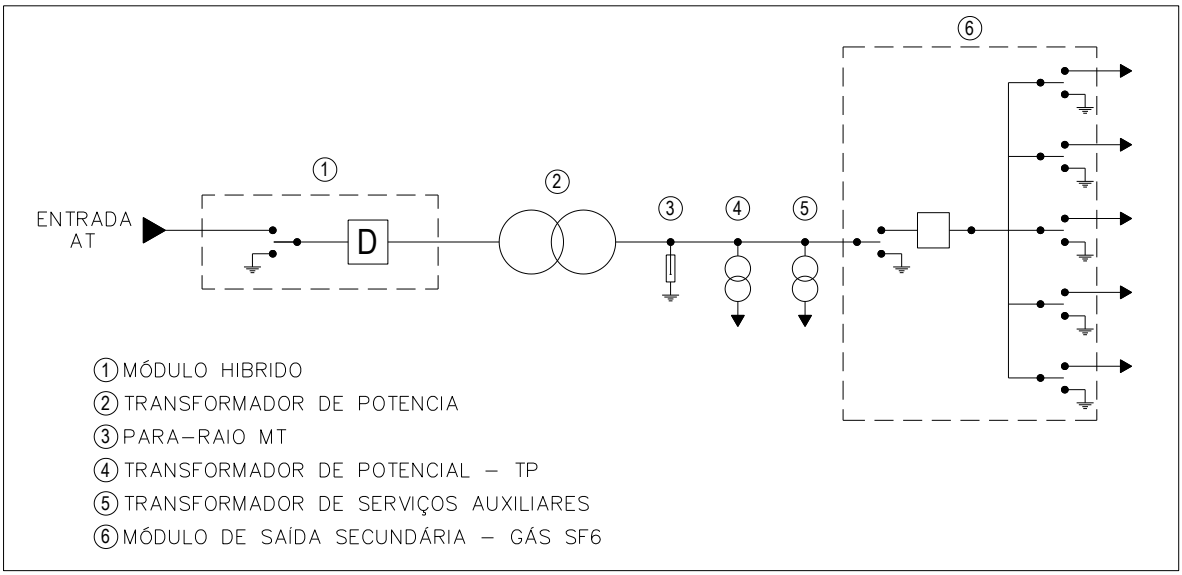
f) Diagnóstico e parecer quanto a energização.

9. DESENHOS

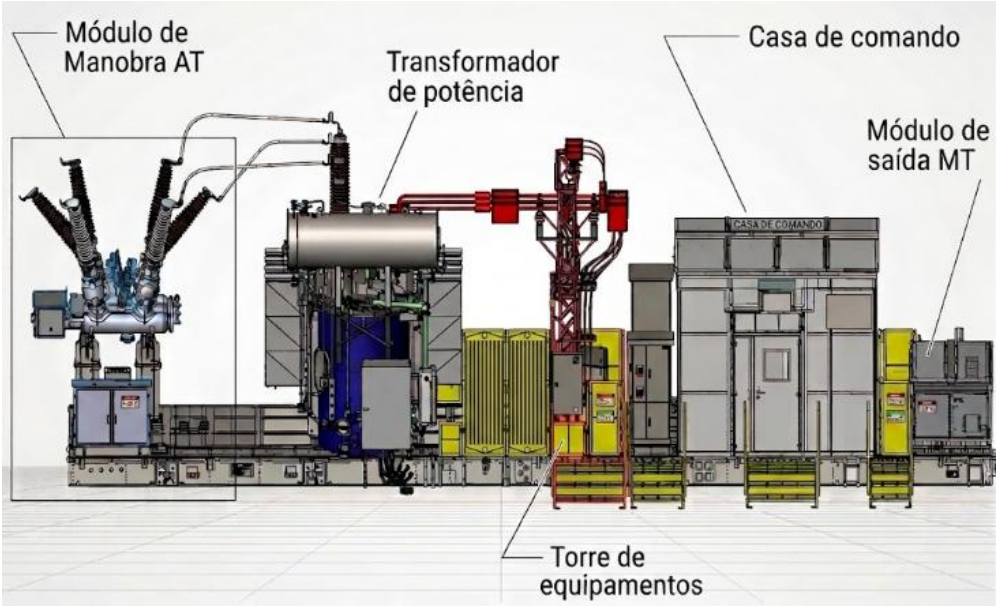
Desenho 1 – Padrão de Distanciamento entre Pontos de Fixação dos Transformadores



Desenho 2 - Diagrama Unifilar Preliminar



Desenho 3 - Vista Lateral da Subestação Compacta Modular em Skid



Nota 8: Figura meramente ilustrativa.

10. CÓDIGOS PADRONIZADOS

Tabela 10 – Códigos Padronizados

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010001	SE-SKID 138/34,5KV 10/12,5MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-34,5KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010002	SE-SKID 138/34,5KV 15/20MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-34,5KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010003	SE-SKID 138/34,5KV 20/26,6MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-34,5KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010004	SE-SKID 138/13,8KV 10/12,5MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010005	SE-SKID 138/13,8KV 15/20MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010006	SE-SKID 138/13,8KV 20/26,6MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010007	SE-SKID 69/34,5KV 10/12,5MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-34,5KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010008	SE-SKID 69/34,5KV 15/20MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-34,5KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010009	SE-SKID 69/34,5KV 20/26,6MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-34,5KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 34,5#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 34,5KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 34,5KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010010	SE-SKID 69/13,8KV 10/12,5MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010011	SE-SKID 69/13,8KV 15/20MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010012	SE-SKID 69/13,8KV 20/26,6MVA DYN1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: DYN1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010013	SE-SKID 138/23,1KV 10/12,5MVA YNYN0D PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-23,1KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010014	SE-SKID 138/23,1KV 15/20MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-23,1KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010015	SE-SKID 138/23,1KV 20/26,6MVA YNYN0D PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-23,1KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010016	SE-SKID 138/13,8KV 10/12,5MVA YNYN0D PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010017	SE-SKID 138/13,8KV 15/20MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010018	SE-SKID 138/13,8KV 20/26,6MVA YNYN0D PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 138-13,8KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: MODULO HIBRIDO 138KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010019	SE-SKID 69/23,1KV 10/12,5MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-23,1KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010020	SE-SKID 69/23,1KV 15/20MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-23,1KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010021	SE-SKID 69/23,1KV 20/26,6MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-23,1KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 23,1#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 23,1KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 23,1KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

CÓDIGO	TEXTO BREVE	TEXTO COMPLETO
120010022	SE-SKID 69/13,8KV 10/12,5MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 10/12,5MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010000	SE-SKID 69/13,8KV 15/20MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 15/20MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.
120010023	SE-SKID 69/13,8KV 20/26,6MVA YNYN0D1 PDE	SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID; TRANSFORMADOR DE POTENCIA: 69-13,8KV, 20/26,6MVA, OLEO VEGETAL, GRUPO LIGACAO: YNYN0D1, REGULACAO: COMUTADOR AUTOMATICO SOB CARGA - LTC; PROTECAO PRIMARIA: DISJUNTOR 69KV; TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: 13,8#3-115-115/115#3, 0,3P75-0,6P75, 400VA, G2, EXTERNO; TRANSFORMADOR AUXILIAR: TRIFÁSICO, 45KVA, 13,8KV, ÓLEO VEGETAL; PAINEIS: USO EXTERNO, IP-54; SAIDAS DE LINHA: CUBICULO BLINDADO A GAS SF6 13,8KV; PADRAO EQUATORIAL-PDE; DESENHOS E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME ESPECIFICACAO TECNICA: ET.00322.EQTL. - SUBESTACAO COMPACTA MODULAR EM SKID.

11. ANEXOS

Anexo I – Folhas de Dados e Características Garantidas

GRUPO equatorial

ANEXO I - FOLHA DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS
ET.00322.EQTL.Normas e Padrões - Subestação Compacta Modular em Skid
Revisão 00 - 2026

DISTRIBUIDORA	
FORNECEDOR	
PEDIDO DE COMPRA	
CÓDIGO FORNECEDOR	
CÓDIGO	
DESCRIÇÃO BREVE	
QUANTIDADE	
NORMAS	ABNT NBR 5356
ET CONCESSIONÁRIA	ET.00322.EQTL.Normas e Padrões – Subestação Compacta Modular em Skid

1 - TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	GARANTIDO
1.1	**Enrolamento de alta tensão (H)**		
1.1.1	Potência Nominal com resfriamento ODAF	MVA	
1.1.2	Frequência Nominal	Hz	
1.1.3	Tensão Nominal	kV	
1.1.4	Tensão máxima do equipamento	kV	
1.1.5	Faixa de derivações de plena potência para comutação sem tensão	%	
1.1.6	Tensões suportáveis dos terminais de linha:		
1.1.6.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV	
1.1.6.2	de impulso, onda cortada (valor de crista)	kV	
1.1.6.3	a frequência industrial (valor eficaz)	kV	
1.1.7	Capacidade de suportar curtos-circuitos externos:		
1.1.7.1	corrente simétrica de curto-circuito	kA	
1.1.7.2	duração	s	
1.2	**Enrolamento de baixa tensão (X)**		
1.2.1	Potência Nominal com resfriamento ODAF	MVA	
1.2.2	Frequência Nominal	Hz	
1.2.3	Tensão Nominal	kV	
1.2.4	Tensão máxima do equipamento	kV	
1.2.5	Tensões suportáveis dos terminais de linha:		
1.2.5.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV	
1.2.5.2	de impulso, onda cortada (valor de crista)	kV	
1.2.5.3	a frequência industrial (valor eficaz)	kV	
1.2.6	Capacidade de suportar curto-circuito externos:		
1.2.6.1	corrente simétrica de curto-circuito	kA	
1.2.6.2	duração	s	
1.2.7	Nível de isolamento do terminal de neutro	kV	
1.2.8	Tensões suportáveis do terminal de neutro:		
1.2.8.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV	
1.2.8.2	a frequência industrial (valor eficaz)	kV	
1.3	**Buchas do enrolamento de alta tensão**		
1.3.1	Fabricante	-	
1.3.2	Tipo	-	
1.3.3	Tensão Nominal	kV	
1.3.4	Corrente Nominal	A	

Nota 9: Folha de dados disponível no site da CONCESSIONÁRIA em arquivo junto a norma.

Anexo II – Lista de Sobressalentes

GRUPO equatorial	ANEXO II - LISTA DE SOBRESSALENTE ET.00322.EQTL - Subestação Compacta Modular em Skid Revisão 00 - 2026
CLIENTE	
PROPONENTE	
Nº DA PROPOSTA	
CÓDIGO	
DESCRIÇÃO BREVE	
QUANTIDADE	

ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QUANTIDADE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Nota 10: Lista de sobressalentes disponível no site da CONCESSIONÁRIA em arquivo junto a norma.

Anexo III – Declaração de Desvios Técnicos e Exceções

GRUPO equatorial	ANEXO III - DECLARAÇÃO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES ET.00322.EQTL - Subestação Compacta Modular em Skid Revisão 00 - 2026
CLIENTE	
PROPONENTE	
Nº DA PROPOSTA	
CÓDIGO	
DESCRIÇÃO BREVE	

ITEM	DESCRIÇÃO DOS DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Nota 11: Declaração de desvios técnicos e exceções disponível no site da CONCESSIONÁRIA em arquivo junto a norma.

Anexo IV – Plano de Inspeção e Testes – PIT (Comissionamento em Fábrica)

GRUPO equatorial

ANEXO IV - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES - PIT - COMISSIONAMENTO EM FABRICA
ET.00322.EQTL - Subestação Compacta Modular em Skid
Revisão 00 - 2026

Fabricante:		**Nº Pedido:**	
Modelo:		**Código Equatorial:**	
Nº Série:		**Quantidade:**	

ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	Tipo da Inspeção *			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
				1	2	3				
1	**CABOS INTERLIGAÇÃO**									
1.1	INSPEÇÃO VISUAL									
1.1.1	Verificação da continuidade ponto a ponto	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.1.2	Conferencia da identificação (TAG) dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.1.3	Conferência do anilhamento de todas as veias dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.2	ENSAIOS ELÉTRICOS									
1.2.1	Medição da resistência de isolamento dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2	**PAINÉIS**									
2.1	INSPEÇÃO VISUAL									
2.1.1	Verificação da pintura, galvanização e ausência de oxidações	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.2	Verificação do aperto geral dos componentes dos painéis	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.3	Verificação da arrumação dos cabos e canaletas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.4	Verificação dos prensa-cabos e da caixa de tomadas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.5	Verificação da fixação das antenas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2	ENSAIOS ELÉTRICOS									
2.2.1	Energização do painel	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.2	Verificação de cada circuito de cada minidisjuntor	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.3	Verificação da funcionalidade de todos os componentes	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.4	Verificação do correto faseamento dos circuitos de saída CA	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.5	Verificação da correta polaridade dos circuitos de saída CC	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.6	Verificação do circuito de calefação, iluminação e tomadas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
3	**PARA-RAIOS**									
3.1	INSPEÇÃO VISUAL									
3.1.1	Verificação e identificação dos dados de placa	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.2	Verificação da pintura, galvanização e ausência de oxidações	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.3	Verificação da montagem conforme projeto	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.4	Verificação da integridade dos isoladores	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.5	Verificação das conexões	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.6	Verificação da base isolante	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							

Nota 12: Plano de comissionamento em fábrica disponível no site da CONCESSIONÁRIA em arquivo junto a norma.

Anexo V – Plano de Inspeção e Testes – PIT (Comissionamento em Campo)

GRUPO equatorial

ANEXO V - PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES - PIT - COMISSIONAMENTO EM CAMPO
ET.00322.EQTL - Subestação Compacta Modular em Skid
Revisão 00 - 2026

Fabricante:		**Nº Pedido:**	
Modelo:		**Código Equatorial:**	
Nº Série:		**Quantidade:**	

ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	Tipo da Inspeção *			LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
				1	2	3				
1	**CABOS INTERLIGAÇÃO**									
1.1	INSPEÇÃO VISUAL									
1.1.1	Verificação da continuidade ponto a ponto	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.1.2	Conferencia da identificação (TAG) dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.1.3	Conferência do anilhamento de todas as veias dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
1.2	ENSAIOS ELÉTRICOS									
1.2.1	Medição da resistência de isolamento dos cabos	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2	**PAINÉIS**									
2.1	INSPEÇÃO VISUAL									
2.1.1	Verificação da pintura, galvanização e ausência de oxidações	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.2	Verificação do aperto geral dos componentes dos painéis	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.3	Verificação da arrumação dos cabos e canaletas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.4	Verificação dos prensa-cabos e da caixa de tomadas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.1.5	Verificação da fixação das antenas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2	ENSAIOS ELÉTRICOS									
2.2.1	Energização do painel	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.2	Verificação de cada circuito de cada minidisjuntor	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.3	Verificação da funcionalidade de todos os componentes	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.4	Verificação do correto faseamento dos circuitos de saída CA	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.5	Verificação da correta polaridade dos circuitos de saída CC	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
2.2.6	Verificação do circuito de calefação, iluminação e tomadas	Conforme ABNT NBR 5410	100%							
3	**PARA-RAIOS**									
3.1	INSPEÇÃO VISUAL									
3.1.1	Verificação e identificação dos dados de placa	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.2	Verificação da pintura, galvanização e ausência de oxidações	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.3	Verificação da montagem conforme projeto	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.4	Verificação da integridade dos isoladores	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.5	Verificação das conexões	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.1.6	Verificação da base isolante	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.2	ENSAIOS ELÉTRICOS									
3.2.1	Medição da resistência de isolamento total do conjunto	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							
3.2.2	Medição da resistência de isolamento da base isolante	Conforme ABNT NBR IEC 60099-5	100%							

Nota 13: Plano de comissionamento em campo disponível no site da CONCESSIONÁRIA em arquivo junto a norma.

12. CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA (Elaboração/ Revisao)	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	26/08/2026		Emissão Inicial	Márcio de Oliveira Mendes

13. APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES)

Márcio de Oliveira Mendes – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

REVISOR (ES)

Fabrício Luis Silva – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

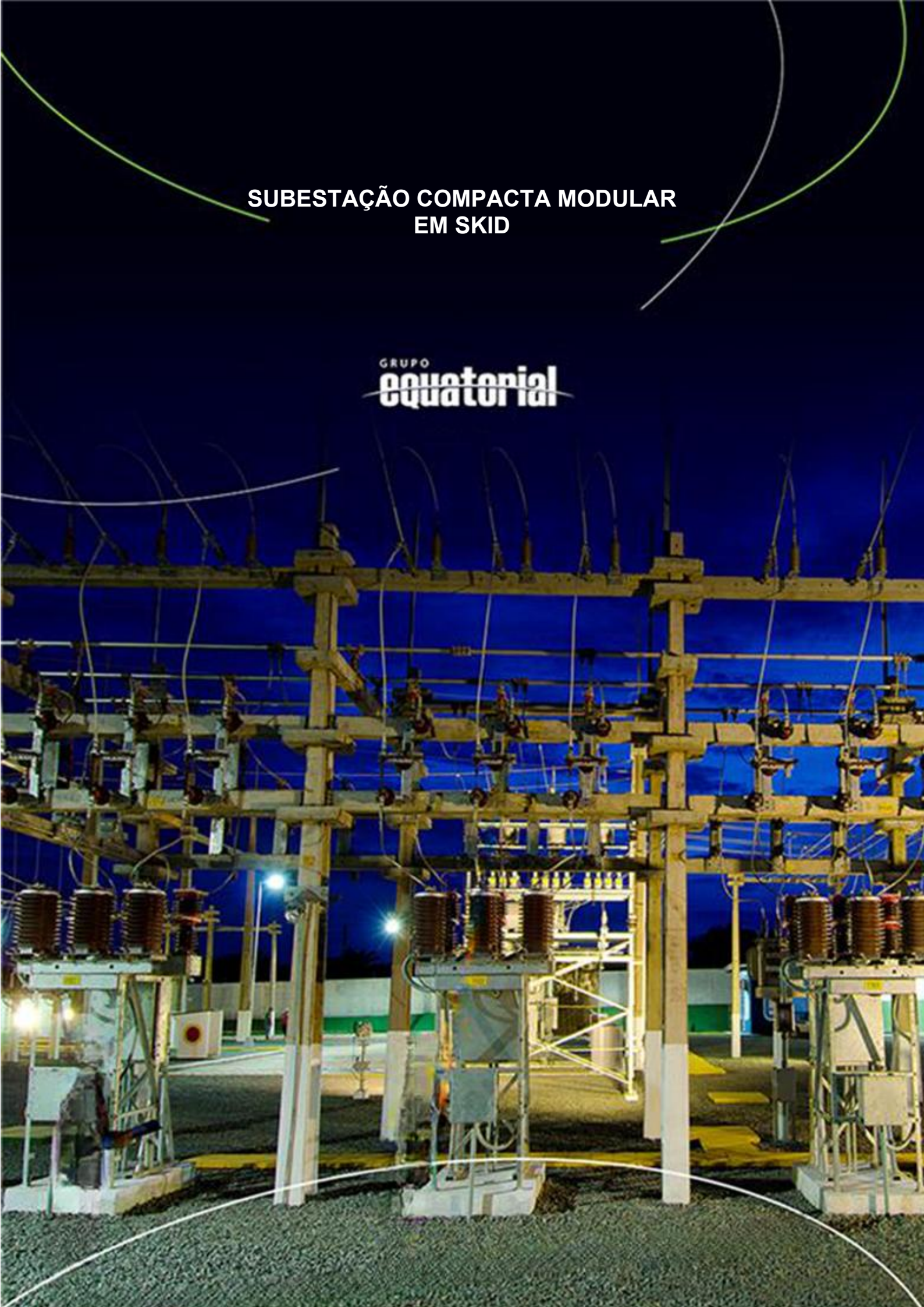
COLABORADOR (ES)

Jeferson Ricardo Martins Pinheiro – Gerência Corporativa de Manutenção AT

Karlyson Caio Bottentuit Gomes – Gerência Corporativa de Automação

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

SUBESTAÇÃO COMPACTA MODULAR EM SKID

GRUPO equatorial