

TRANSFORMADOR MÓVEL

Especificação Técnica – ET 318
Revisão 00 - 2021



FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de fixar os requisitos básicos necessários para o projeto, fabricação, ensaios, transporte, colocação em serviço a serem adotadas na aquisição de Transformador Móvel, montada sobre semi-reboque de forma a constituir uma unidade integrada e demais condições exigidas pelas empresas do grupo EQUATORIAL Energia, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA

Esta versão vigente cancela as versões anteriores.



SUMÁRIO

1. CAMPO DE APLICAÇÃO	5
2. RESPONSABILIDADES	5
3. DEFINIÇÕES	5
4. REFERÊNCIAS	5
5. CONDIÇÕES GERAIS	7
5.1 Generalidades	7
5.2 Condições do Local de Operação	8
5.3 Cronograma de Fabricação	9
5.4 Modificações Durante a Fabricação	9
5.5 Garantia Técnica	9
5.6 Aceitação e Recebimento Definitivo	10
5.7 Embalagem e Transporte	10
5.8 Desenhos e Documentos	11
5.9 Padrão da Codificação	15
6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E ELÉTRICAS	16
6.1 Semirreboque	16
6.2 Características Elétricas Nominais	18
6.3 Características Operacionais	20
6.4 Características de Produção	24
6.5 Identificação	43
6.6 Acabamento e Pintura	44
6.7 Ensaios	47
6.8 Exigências Adicionais	52
7. FALHAS NOS ENSAIOS	53
8. PEÇAS SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS	53
9. INFORMAÇÕES TÉCNICAS APRESENTADAS COM A PROPOSTA	54
10. ANEXOS	60
10.1 Tabelas de Códigos	60
11. CONTROLE DE REVISÕES	60
12. APROVAÇÃO	61

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 4 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condições Ambientais de Operação.	8
Tabela 2 – Características Técnicas do Transformador de Potência.....	18
Tabela 3 – Impedancias Mínimas de Curto-circuito	19
Tabela 4 – Características Técnicas do Transformador de Potência.....	19
Tabela 5 – Características Técnicas Para-raios	24
Tabela 6 – Especificação dos Cabos.....	38

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 5 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

1. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todo e qualquer Transformador Móvel adquirido pela Concessionária. Também se aplica a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste item na área de concessão da Grupo Equatorial Energia.

2. RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

Especificar e padronizar as características técnicas dos Transformadores de Moveis utilizados nas áreas de concessão das empresas do Grupo Equatorial Energia. Coordenar o processo de revisão desta especificação.

2.2 Gerência Corporativa de Compras de Materiais e Serviços

Solicitar em sua rotina de aquisição, materiais em conformidade com esta especificação técnica.

2.3 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/fornecer equipamentos em conformidade com esta especificação técnica.

3. DEFINIÇÕES

3.1 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 objetivo de transmitir potência elétrica.

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 Enrolamentos

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

4. REFERÊNCIAS

O Transformador Móvel deve ter projeto, fabricação, ensaios, transporte e recebimento de acordo com as

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 6 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), relacionadas a seguir, em suas últimas revisões:

4.1 Normas Nacionais de Segurança

NBR 16384 - 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;

4.2 Normas Técnicas Nacionais

NBR 5034:2014 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV.

NBR 5356-1:2007 - Transformadores de Potência Parte 1: Generalidades.

NBR 5356-2:2007 - Transformadores de potência Parte 2: Aquecimento.

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

NBR 5356-5:2007 - Transformadores de potência Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos.

NBR 6323:2016 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

NBR 6856:2015 - Transformadores de Corrente – Especificação e ensaios.

NBR 8158:2017 - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Especificação.

NBR 10021:2010 - Transformador de corrente de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Características elétricas e construtivas.

NBR 10443:2008 - Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.

NBR 11003:2009 - Tintas - Determinação da Aderência.

NBR 5458:2010 - Transformador de potência – Terminologia.

4.3 Normas e Especificações Técnicas do Grupo Equatorial Energia

ET.300 – Transformador de Potência;

ET.302 – Transformado de Corrente;

ET.303 – Transformado de Potencial;

ET.305 – Para-raios Tipo Estação;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 7 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

ET.309 – Disjuntores de Alta Tensão.

5. CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

5.1.1 Compreende o fornecimento de transformador de potência móvel, montado em semirreboque, incluindo cavalo mecânico, para instalação exterior, conforme características e exigências detalhadas a seguir, inclusive a realização dos ensaios de recebimento e de tipo, a critério da Concessionária. O fornecimento de treinamento operacional e técnico, o fornecimento do Manual de Instruções, do Manual de Operação com todos os procedimentos de operação, diagnósticos de defeitos, etc., o Data-book e os relatórios dos ensaios realizados em fábrica.

5.1.2 O conjunto transformador e semirreboque, formando o transformador móvel, deve poder transitar por ruas, avenidas, estradas estaduais e federais, pavimentadas ou não, sem necessidade de qualquer tipo de autorização, seja ela especial ou não, obedecendo aos limites de peso e dimensões máximas (largura, altura e comprimento total), estabelecidos pela Resolução nº. 210 de 13 de novembro de 2006 do Conselho Nacional de Trânsito.

5.1.3 A Concessionária pode analisar propostas técnicas alternativas considerando a redução do valor da potência especificada na descrição do material e elevação de temperatura do enrolamento correspondente, mantendo o equipamento dentro dos limites de livre trafegabilidade da Resolução nº. 210 do Conselho Nacional de Trânsito. A preferência é para as propostas alternativas que mais se aproximam das características técnicas especificadas do equipamento, considerando os menores valores de elevação de temperatura do equipamento, das perdas no ferro e no cobre, peso e custo.

5.1.4 Todos os equipamentos que envolvem o conjunto, carreta-transformador de potência móvel, devem ser projetados, construídos e instalados de maneira a suportarem todos os esforços decorrentes do traslado. Deve ser equipado com 3 (três) registradores de impacto, instalados em posições diametralmente opostas, permanentes nas três direções (eixos X, Y e Z), fixado em local apropriado. O registrador deve ser provido de tampa com lacre e com perfeito sistema de vedação contra umidade, a fim de se evitar a oxidação dos mecanismos dos registradores. O Fabricante deve informar a força G, com e sem óleo, que garante a integridade do transformador (para transporte e em funcionamento).

5.1.5 Os três registradores de impacto, o(s) respectivo(s) "software(s)" e licença(s) para ler e interpretar as informações destes dispositivos devem fazer parte do fornecimento para a Concessionária, ou seja, de propriedade da Concessionária. O fornecimento deve contemplar também o treinamento para utilização do referido software.

5.1.6 Deve ser prevista, em local adequado e de fácil acesso e manuseio, caixa apropriada para o transporte e armazenamento de ferramentas e acessórios necessários à operação de todo o conjunto:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 8 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

transformador e veículo.

5.1.7 Os componentes do transformador e todas as partes metálicas devem ser devidamente aterrados ao semirreboque.

5.1.8 O Fornecedor deve ser Fabricante de transformador de potência e ter experiência comprovada na fabricação de transformadores móveis e/ou subestações móveis com as características técnicas semelhantes ao pedido correspondente (tendo efetuado esse tipo de fornecimento há pelo menos 2 anos).

5.1.9 Os equipamentos deverão ser para uso externo, adequados para suportar choques e vibrações durante o transporte e deverão estar dispostos no semi-reboque da seguinte forma:

- Entrada de linha – parte traseira;
- Transformação – parte central;
- Saída de linha – parte dianteira.

5.2 Condições do Local de Operação

O transformador móvel deve ser projetado para operar nos seguintes ambientes, sem sofrer alterações de suas características nominais conforme a seguir:

Tabela 1 – Condições Ambientais de Operação.

O transformador irá operar em ambiente com as seguintes características: Altitude em relação ao nível do mar		Até 1000 metros
Temperatura máxima anual	instalação ao tempo	40 °C
	instalação abrigada	45 °C
Temperatura mínima anual (operação no Norte e Nordeste do país)		10 °C
Temperatura mínima anual (operação no Sul do país)		-10 °C
Temperatura média em 24 horas máxima	instalação ao tempo	30 °C
	instalação abrigada	35 °C
Umidade relativa média anual		80 A 100%
Velocidade máxima do vento (h = 20m, tempo de integração 2s)		130 km/h

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 9 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

5.3 Cronograma de Fabricação

Antes de ter início a fabricação e no máximo até 15 (quinze) dias após recebimento de Ordem de Compra, o Fabricante deverá entregar a Concessionária um cronograma claro e preciso, detalhando as fases de projeto, fabricação, montagem, ensaios e transporte do transformador móvel.

5.4 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.

5.5 Garantia Técnica

5.5.1 Juntamente com as propostas, os proponentes deverão apresentar um termo de garantia do transformador móvel e seus componentes, cobrindo um período de 18 (dezoito) meses da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro) meses de entrega ou o que ocorrer primeiro.

5.5.2 Essa garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto, fabricação, montagem e desempenho do transformador móvel quando submetido a uso e conservação normais.

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

5.5.4 Nesse caso, o fabricante deverá repetir as suas custas os ensaios julgados necessários pela Concessionária para comprovar a perfeição dos reparos executados e o bom funcionamento do transformador móvel.

5.5.5 Se, após ser notificado pela Concessionária, o Fabricante 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 Fabricante.

5.5.6 Este procedimento não afetará os prazos e condições de garantia.

5.5.7 No caso de serem constatados quaisquer defeitos ou deficiência em algum(ns) do(s) componente(s) do transformador móvel logo após a sua instalação, dentro do período de garantia, a Concessionária terá o direito de utilizá-lo(s) até que o(s) mesmo(s) seja(m) retirado(s) para recuperação.

5.5.8 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 fabricante de plena responsabilidade de todas as garantias estabelecidas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 10 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

5.6 Aceitação e Recebimento Definitivo

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

5.7 Embalagem e Transporte

5.7.1 Embalagem

Quando aplicável, a embalagem será de inteira responsabilidade do Fabricante 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 estará sujeita à aprovação do inspetor da Concessionária, sem redução da responsabilidade do Fabricante.

5.7.2 Transporte

5.7.2.1 O transporte do transformador móvel será de inteira responsabilidade do Fabricante, e o local de entrega será indicado pela Concessionária. Deverá ser transportada nas seguintes condições:

- Completa e pronta para operação;
- Com os equipamentos devidamente travados e as partes de porcelana convenientemente protegidas, tornando o equipamento apto a ser transportado em qualquer tipo de estrada;
- Protegida contra obstáculos (ramos de árvores, fios aéreos e etc.);

5.7.2.2 Todas as peças e acessórios utilizados para travamento e proteção no transporte, deverão ser facilmente removíveis e com possibilidade de acondicionamento na própria carreta quando não forem utilizados.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 11 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

5.8 Desenhos e Documentos

5.8.1 Documentos fornecidos pela Concessionária

Para orientar a elaboração das propostas, a Concessionária fornecerá em anexo a esta especificação o diagrama unifilar básico do transformador móvel.

5.8.2 Documentos que Acompanham a Proposta

Para o julgamento comparativo das propostas apresentadas, cada proponente deverá anexar em todas as vias de sua proposta, no mínimo os seguintes documentos:

- Descrição geral do transformador móvel ofertado;
- Características construtivas, mecânicas e elétricas de todos os componentes do transformador móvel, incluindo a unidade motriz (cavalo mecânico);
- Sistema de Pintura de todos os componentes do transformador móvel;
- Ensaios de recebimento;
- Lista de equipamentos e materiais completa, com indicação das características, tipo, modelo e fabricante de todos os componentes incluídos no fornecimento;
- Quadros de características técnicas;
- Catálogos dos componentes principais do fornecimento;
- Desenho preliminar (planta e vistas) do transformador móvel, com dimensões, pesos e disposição dos equipamentos;
- Programa de treinamento para operação e manutenção do transformador móvel.

5.8.3 Envio de Desenhos para Aprovação

O Fornecedor deverá submeter a aprovação da Concessionária, no mínimo, os seguintes desenhos e documentos, até as datas limites indicadas:

5.8.3.1 Até 45 (quarenta e cinco) dias após a Ordem de Compra:

- Diagrama Unifilar;
- Lista de Equipamentos Principais;
- Desenho do transformador móvel (equipamentos e semirreboque) contendo planta e vistas da disposição de todos os equipamentos e componentes, devidamente identificados, bem como a indicação de dimensões e pesos;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 12 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- 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 de detalhe 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);

5.8.3.2 Até 60 (sessenta) dias após a Ordem de Compra

Até 60 (sessenta) dias após a Ordem de Compra deverão ser enviados os restantes da documentação técnica do transformador móvel e de cada um dos equipamentos que a compõe, compreendendo:

- 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 régua 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 sobre o semirreboque, interligação dos equipamentos, aterramentos, eletrodutos e 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.

5.8.4 Aprovação dos Desenhos

5.8.4.1 Após 20 dias do desenhos recebidos pela Concessionária, a mesma enviará resposta sobre a

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 13 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

aprovação dos referidos desenhos e eventuais comentários e sugestões.

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

5.8.4.3 Cada desenho alterado deve ser submetido novamente a aprovação da Concessionária.

5.8.4.4 A aprovação dos desenhos pela Concessionária não desobriga o Fabricante de sua plena responsabilidade com relação ao projeto integral do equipamento.

5.8.5 Desenhos e Documentos Definitivos

5.8.5.1 São considerados desenhos e documentos definitivos todos aqueles que receberam aprovação integral da Concessionária e contenham todas as alterações necessárias até o recebimento do transformador móvel, bem como aqueles apresentados pelo Fabricante e que não necessitem de aprovação da Concessionária.

5.8.5.2 Os arquivos dos desenhos deverão ser disponibilizados no formato .dwg e .pdf, sendo entregues a Concessionária até 10 (dez) dias após liberação do transformador móvel, juntamente com o Manual de Instruções.

5.8.5.3 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 do transformador móvel, 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.

5.8.6 Informações Técnicas Requeridas com a Proposta

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 14 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- a) Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme modelo anexo a esta norma. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis ao julgamento técnico da oferta e devem ser apresentados independentemente dos mesmos constarem dos catálogos e/ou folhetos técnicos anexados à proposta;
- b) Declaração de Exceção às Especificações de acordo com as Condições Técnicas Gerais;
- c) Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo referidos nesta norma, discriminando os ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio Fabricante, relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios;
- d) Prazos de garantia ofertados;
- e) 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.

5.8.7 Treinamento

O Proponente deve cotar e apresentar juntamente com sua proposta, um programa de treinamento em dois módulos (um módulo de operação e um de manutenção) para técnicos da Concessionária, contendo orientações sobre:

- Descrição geral do transformador móvel;
- Teoria de operação do sistema elétrico e hidráulico do equipamento;
- Montagem, instalação, manutenção e transporte;
- Ensaio em geral;
- Correção de falhas.
- Deve ser informado o período de treinamento, considerando que o seu término deve ocorrer 30 (trinta) dias antes da entrega do transformador móvel.
- Deve estar incluído no preço total da proposta o comissionamento de montagem com supervisão técnica do fabricante;
- Os custos com o treinamento deverão estar inclusos na proposta de fornecimento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 15 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

5.9 Padrão da Codificação

5.9.1 Descrição Resumida

A descrição resumida tem a função de ajudar na identificação do material ou equipamento, através de suas características principais, de forma rápida e objetiva. Essa codificação não pode ultrapassar o limite de 40 caracteres, e cada grupo de material tem uma lógica para esta descrição, onde as características menos relevantes ficam localizadas a direita do código, podendo estas serem omitidas caso o código ultrapasse o limite de caracteres. Abaixo temos os detalhes para a descrição resumida para Transformador Móvel.

TR-MOVEL 25MVA 69/13,8KV



5.9.2 Descrição Detalhada

A descrição detalhada é destinada a descrever as características técnicas do material ou equipamento, assim como suas aplicações e funções. Esta descrição não possui limites de caracteres, porém deve seguir um determinado formato.

Segue abaixo o formato para elaboração da descrição detalhada para Transformador Móvel:

“TRANSFORMADOR MÓVEL; LIGAÇÃO: **TRIFÁSICO**; COMPOSIÇÃO: **CAVALO MECANICO + SEMI-REBOQUE + TRANSFORMADOR DE POTENCIA + ACESSORIOS**; USO: **EXTERIOR**; POTÊNCIA NOMINAL: **25 MVA**; TENSÃO PRIMÁRIA NOMINAL **69 KV + (2X1,25%-4X1,25%)**; TENSÃO SECUNDÁRIA NOMINAL: **13,8 KV**; FREQUÊNCIA: **60 HZ**; LIGAÇÃO: **TRIÂNGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL (GRUPO ABNT DYN1)**; IMPEDÂNCIAS DE CURTO-CIRCUITO MINIMAS: **10%**; ISOLAÇÃO: **ÓLEO MINERAL ISOLANTE**; MÉTODO DE RESFRIAMENTO: **ODAF**; DESENHO E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME REVISAO VIGENTE: ET.318.EQTL.”

- a) SUBESTACAO MOVEL
- b) LIGAÇÃO: **TRIFÁSICO**
- c) COMPOSIÇÃO: **CAVALO MECANICO + SEMI-REBOQUE + TRANSFORMADOR DE POTENCIA + ACESSORIOS**
- d) POTENCIA NOMINAL: **25 MVA – 26,6 MVA**;
- e) TENSÃO PRIMARIA: **138 X 69 KV – 138 Kv – 69 KV**;
- f) TENSÃO SECUNDARIA: **34,5 X 13,8 KV – 34,5 KV – 13,8 KV**;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 16 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- g) FREQUÊNCIA: 60 HZ;
- h) LIGAÇÃO: TRIÂNGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL (GRUPO ABNT DYN1);
- i) IMPEDÂNCIAS DE CURTO-CIRCUITO MINIMAS: ---
- j) ISOLAÇÃO: ÓLEO MINERAL ISOLANTE;
- k) MÉTODO DE RESFRIAMENTO: ODAF;

6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E ELÉTRICAS

6.1 Semirreboque

6.1.1 Estrutura

Chassi constituído de longarinas em perfis pré-fabricados em aço de elevada resistência mecânica, especialmente dimensionados para montagem do transformador móvel.

6.1.2 Direção

Semirreboques dotado de linha de eixos semidirecional (apenas para proporcionar facilidades para o estacionamento das mesmas no local de destino), se comportando como eixos fixos durante o transporte.

Para realização das manobras o sistema deverá ser dotado de comando manual de direção através de dispositivos instalados na parte traseira do semirreboque (controle Remoto com fio), permitindo manobras em lugares de difícil acesso.

6.1.3 Suspensão e eixos

A suspensão deverá ser do tipo Pneumatica com linhas de eixos semi-direcionais, hidraulicamente interligados, proporcionando compensação de desníveis transversais e longitudinais. O número de linhas de eixos, bem como o número e dimensões dos pneus por cada linha de eixos deverão ser devidamente dimensionados pelo fornecedor.

6.1.4 Sistema Hidráulico

O semi-reboque deverá ser dotado de um conjunto hidráulico independente da unidade tratora, composto de uma unidade geradora (motor e bomba), com partida elétrica, refrigerado a ar, comando hidráulico com três corpos centrais (dois para suspensão e um para direção), reservatório de óleo, filtros e bateria.

6.1.5 Sistema de Freios

Standard com freio de serviço em todas as rodas. Sistema de freio de segurança em eixos alternados do tipo "Spring-Brake". Alavanca de freio de estacionamento atuando sobre a metade do número de eixos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 17 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.1.6 Sapatas De Apoio Mecânico

Deverão ser providas de trava mecânica, com capacidade de levantamento do semirreboque para desconexão e retirada da unidade motriz (cavalo mecânico), após o que, serão usadas para nivelamento e apoio constante ao solo, possibilitando retirar e estocar os pneus quando a subestação móvel for instalada para operar por longo tempo.

Deverá ser fornecido junto com o equipamento calços para estabilização do transformador móvel na mesma quantidade do número de sapatas.

6.1.7 Para-Lamas

Para-lamas em chapa de aço, cobrindo totalmente as rodas, bem como abas protetoras contra lamas, instaladas na parte traseira do trailer.

6.1.8 Para-Choques Traseiro

Em chapa de aço e pintado segundo as normas do Código Nacional de Trânsito.

6.1.9 Pino-Rei

Deverá possuir pino-rei de no mínimo 3 1/2" instalado no platô do pescoço, permitindo giro de 90°.

6.1.10 Instalações Elétricas

6.1.10.1 Toda fiação deverá ser protegida por eletrodutos de ferro galvanizado a fogo e onde necessário deverão ser utilizados eletrodutos flexíveis blindados (seal-tube).

6.1.10.2 As lanternas traseiras deverão ser protegidas com tela de aço (diâmetro dos fios 3mm) removíveis.

6.1.10.3 Deverão ser instaladas luzes de sinalização, freio, placa, lanterna e etc, de acordo com as normas do Código Nacional de Trânsito.

6.1.11 Aterramento

Todas as partes metálicas e equipamentos do transformador móvel deverão ser interligados a uma barra de terra de cobre, por meio de conectores especiais a prova de vibração. A barra de terra deverá possuir 4(quatro) conectores para cabo de cobre de 50 a 120 mm², em pontos distintos, destinados a conexão da malha de terra da subestação atendida pelo transformador móvel.

6.1.12 Registrador de Impactos

6.1.12.1 Deverão ser instalados 03 (três) registradores de impacto tipo auto propulsor, sendo um para cada direção, com instruções de uso e planilha para registro de eventos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 18 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.1.12.2 Deverá ser fornecido o software para leitura dos dados dos registradores de impacto, juntamente com o treinamento de uso deste aplicativo.

6.1.13 Dimensões e Pesos

Caberá ao fornecedor o enquadramento das dimensões e pesos do transformador móvel na legislação de trânsito vigente.

6.2 Características Elétricas Nominais

6.2.1 Potências e Tensões Nominais

O transformador deve ser projetado e construído para uma potência nominal e tensões nominais conforme Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Características Técnicas do Transformador de Potência

Código SAP	Tensões Nominais		Potência Nominal (MVA)	Método de Resfriamento
	Primária (kV)	Secundárias (kV)		
102020022	138 x 69 kV	34 x 13,8 kV	25 MVA	ODAF
102010036	69 x 34,5 kV	13,8 kV	25 MVA	ODAF

O transformador deve ser projetado e construído para operar continuamente, em qualquer derivação, com as potências nominais em todos os enrolamentos e regimes de circulação forçada de óleo e trocador de calor. Mantendo as características técnicas especificadas.

6.2.2 Derivações

O comutador de derivação em carga (CDC) deve ser instalado no enrolamento de tensão superior e possibilitar ajuste automático da tensão nominal, com 16 (dezesesseis) derivações de 1,25% para derivações nas tensões de 138 e 69 KV e 2,5% para 34,5 KV religáveis.

6.2.3 Ligações

O transformador móvel deve ser fornecido com as seguintes ligações dos enrolamentos:

- a) Ligações: triângulo na tensão primária e estrela com neutro acessível nas tensões secundárias;
- b) Deslocamento Angular: 30° atrasada em relação às correspondentes da tensão superior;
- c) Grupo ABNT: Dyn1;

6.2.4 Frequência Nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 19 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.2.5 Impedância de Curto-circuito

Os valores mínimos de impedância de curto-circuito para tensões e potências nominais (Derivação principal) são indicados na tabela abaixo:

Tabela 3 – Impedancias Mínimas de Curto-circuito

Código SAP	Tensões Nominais		Potência Base (MVA)	Impedância (%)
	Primária (kV)	Secundárias (kV)		
102020022	138 x 69 kV	34 x 13,8 kV	25 MVA	10 a 18%
102010036	69 x 34,5 kV	13,8 kV	25 MVA	10 a 18%

Os valores de impedância devem ser referidos ao valor da potência base, tensão nominal, 60 Hz, conforme a Tabela 3 da ABNT NBR 5356-5.

As impedâncias devem estar dentro da tolerância de $\pm 7,5\%$.

6.2.6 Níveis de Isolamento.

Os níveis de isolamento dos enrolamentos e terminais são os indicados na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 – Características Técnicas do Transformador de Potência

Tensão Nominal do Enrolamento (kV, eficaz)	Tensão Máxima (kV, eficaz)	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico (kV, crista)		Tensão Suportável 60 Hz, 1 min e Tensão Induzida (kV, eficaz)
		Pleno	Cortado	
138	145	550	605	230
69	72,5	350	385	140
34,5	36,2	170	187	70
13,8	15	110	121	34

O nível de isolamento do terminal do neutro do secundário, ligação Dyn1, quando não indicado no processo de aquisição, deve ser no mínimo igual ao valor correspondente aos terminais da maior tensão dos outros terminais do secundário do transformador, e não inferior aos valores abaixo:

- Para enrolamentos de tensão máxima até 15 kV
 - a) Tensão suportável nominal à frequência industrial (kV, eficaz)..... 34 kV
 - b) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, pleno (kV, crista)..... 110 kV
- Para enrolamentos de tensão máxima maior ou igual a 36,2 kV:
 - a) Tensão suportável nominal à frequência industrial (kV, eficaz)..... 70 kV
 - b) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, pleno (kV, crista)..... 170 kV

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 20 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

Os valores padronizados de níveis de isolamento, para tensões até 145 kV, estão de acordo com a ABNT NBR 9368:2011.

6.3 Características Operacionais

6.3.1 Elevação de Temperatura

A elevação de temperatura do transformador de potência não deve ultrapassar os limites estabelecidos na Tabela 1 da ABNT NBR 5356-2:2007.

6.3.2 Sobrecarga e Curto-circuito

O transformador deve ser projetado para suportar sobrecargas conforme a ABNT NBR 5356-7:2017. Os equipamentos auxiliares tais como: buchas, comutador, TC de bucha, TC de controle do comutador, TC da imagem térmica, etc., devem suportar sobrecargas correspondentes até uma vez e meia o valor da potência nominal do transformador. O transformador de potência, junto com todos os equipamentos e acessórios, deve ser projetado e construído para resistir, sem danos, aos efeitos térmicos e dinâmicos das correntes de curtos-circuitos externos. O valor da corrente de curto-circuito não deve exceder 25 vezes o valor da corrente nominal do enrolamento considerado. A duração da corrente a ser usada para o cálculo da capacidade térmica de suportar curtos-circuitos é de 2 s. (Vide ABNT NBR 5356-5:2015).

6.3.3 Corrente de Excitação

A corrente de excitação sem carga, à frequência e tensão nominais, não deve ser superior a 1,2% da corrente nominal.

A corrente de excitação com 110% da tensão nominal não deve ser superior a 2,5% da corrente nominal.

A corrente nominal deve ser aquela medida na frequência e tensão nominais, com o comutador na posição correspondente à tensão nominal.

6.3.4 Sistema de Resfriamento

6.3.4.1 O transformador deve ser fornecido com sistema de ventilação necessário para atender à potência especificada, inclusive painel de alimentação e proteção. Essas condições devem ser utilizadas durante os ensaios de recebimento e nos equipamentos submetidos aos ensaios de aquecimento.

6.3.4.2 O sistema de resfriamento completo do transformador móvel ODAF, deve ser dotado de trocadores de calor, ventiladores e bombas (sendo acrescido de uma bomba reserva como peça sobressalente). Todas as tubulações do sistema de resfriamento devem ser adequadamente dimensionadas e serem providas de juntas de expansão em lugares estratégicos, quando necessário, empregando ao conjunto a robustez para suportar os esforços a ele aplicados quando da movimentação do transformador.

6.3.4.3 Todo o conjunto deve ser galvanizado a quente.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 21 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.3.5 Trocadores de Calor

6.3.5.1 A refrigeração do óleo deve ser feita por meio de trocadores de calor do tipo removível. Caso seja construído mais de um módulo, estes devem ser intercambiáveis.

6.3.5.2 Entre as tomadas de óleo do tanque e os trocadores de calor devem ser interpostas válvulas esféricas para conexão das bombas centrífugas descritas a seguir que propiciem perfeita vedação do óleo. Estas válvulas devem permitir a remoção das bombas e trocadores de calor sem que para isso seja necessário retirar o óleo do tanque do transformador ou reduzir o seu nível, além de suportar a pressão do óleo sem apresentar vazamento quando o transformador estiver cheio.

6.3.5.3 Devem ser previstas válvulas na parte superior e inferior de cada trocador de calor, para enchimento e drenagem de óleo, bem como meios para levantamento do trocador de calor completo.

6.3.5.4 A construção e montagem dos trocadores de calor devem ser tais que permitam sua fácil manutenção e pintura sem necessidade de removê-los.

6.3.5.5 Cada trocador de calor deve ser protegido com tela inoxidável, evitando assim sua eventual obstrução por insetos.

Nota 3: Não é permitido o acúmulo de água nos trocadores de calor.

6.3.6 Ventiladores

6.3.6.1 Os trocadores de calor devem ser equipados com um número adequado de ventiladores constituindo-se em um grupo completo o suficiente para atingir a potência nominal declarada. Esses ventiladores devem ser suficientemente silenciosos, para permitirem um resultado satisfatório no ensaio de nível de ruído do transformador (tabela 8 da NBR 5356-1). Os ventiladores devem ser acionados por motores trifásicos assíncronos e com tensão de 380/220 volts, 60 Hz, montados em suportes desmontáveis. Estes motores devem possuir grau de proteção IP-54.

6.3.6.2 Todos os circuitos de comando, proteção e sinalização dos ventiladores devem ser instalados em painel próprio. Os painéis devem 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, relés térmicos de sobrecarga, etc. - e relés contidos nos mesmos.

6.3.7 Bombas de Óleo

6.3.7.1 As bombas centrífugas e seus respectivos motores devem formar um conjunto compacto hermeticamente vedado e projetado para fornecer a quantidade de óleo isolante requerida pelo sistema de resfriamento.

6.3.7.2 Os motores devem ser trifásicos, para tensão 380 ou 220 Volts e serem projetados de maneira adequada a fim de acionar as bombas continuamente sem ultrapassar os seus limites de elevação de

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 22 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

temperatura ou potência nominal.

6.3.7.4 O sistema de circulação de óleo deve possuir válvulas manuais na entrada destas, providas de flanges para permitir sua retirada sem perda de óleo isolante, bem como de válvulas esféricas para sangria de ar. Na saída das bombas devem ser instaladas válvulas de abertura e fechamento automáticos em função do funcionamento ou não da bomba correspondente.

6.3.7.5 A bomba reserva deve possuir as mesmas características descritas das demais.

6.3.7.6 Todos os circuitos de comando, proteção e sinalização das bombas devem ser instalados em painel. No entanto, o circuito da bomba deve ser separado do circuito geral.

6.3.8 Circuitos Auxiliares

6.3.8.1 A alimentação disponível na subestação, para os circuitos auxiliares do transformador é trifásica, nas tensões 380/220 ou 220/127 Vca, 60 Hz, 4 (quatro) condutores elétricos.

6.3.8.2 A alimentação em corrente contínua deverá ser proveniente da subestação em 125Vcc.

6.3.8.3 O transformador móvel deve possuir um painel para recebimento da alimentação de serviços auxiliares em corrente alternada e outro para corrente contínua.

6.3.9 Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão

6.3.9.1 O transformador móvel deve possuir os seguintes dispositivos de proteção intrínseca:

- Relé de bloqueio (86)
- Relé auxiliar de bloqueio (94/86)
- Relé de gás tipo Buchholz (63T)
- Relé de fluxo do comutador (63c)
- Temperatura do óleo (26)
- Temperatura do enrolamento X2 (49BT)
- Válvula de alívio de pressão (20)
- Relé de perda de fluxo de óleo (80)

6.3.9.2 Adicionalmente aos dispositivos de proteção intrínseca, deve possuir os seguintes dispositivos de proteção:

- Relé de sobrecorrente de fase na AT (50/51)
- Relé de sobrecorrente de fase na BT (50/51)

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 23 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Relé diferencial (87)

6.3.9.3 O relé de proteção deve ser um relé multifunção.

6.3.9.4 A operação de qualquer dispositivo de proteção, seja dos relés 50/51, 87 ou intrínseca, deve resultar em um alarme. A indicação do alarme deve ser visual.

6.3.9.5 Prever anunciador de alarmes para indicação de alarme da proteção intrínseca, além de:

- Falha na bomba de circulação de óleo principal (is) e reserva
- Falha na ventilação forçada
- Defeito no dispositivo de comutação em carga (CDC)
- Falta de tensão auxiliar (220 V, 60 Hz)
- Alarme de temperatura

6.3.9.6 Os dispositivos/relés de proteção, relés auxiliares, sinalização visual, anunciador de alarmes, chaves de comando e controle, indicadores de temperatura do óleo e enrolamento, dispositivo de controle de tensão (relé 90) bem como todas as régua de bornes auxiliares devem ficar no mesmo painel de comando e controle, devendo o mesmo estar anexo ao transformador móvel.

6.3.9.7 Além dos relés acima, devem ser usados também os seguintes dispositivos:

- Indicador de nível do óleo do transformador (71)
- Indicador de nível do óleo do comutador (71C)
- Indicadores de circulação do óleo (indicadores de fluxo de óleo) (63)
- Relé(s) de ruptura de membrana.

6.3.10 Para-raios

7.3.10.1 Deverão ser do tipo estação, religáveis, 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 pára-raios, com finalidade de isolá-lo da terra, para instalação do contador de descargas.

7.3.10.2 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 bitola 70mm² (2/0AWG).

7.3.10.3 Caso Transformador seja projetado para trabalhar em mais de um nível de tensão os para-raios devem ser do tipo religáveis.

7.3.10.3 Deverão possuir, no mínimo, as seguintes características técnicas:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 24 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

Tabela 5 – Características Técnicas Para-raios

DESCRIÇÃO	PARA-RAIO 12kV	PARA-RAIO 36,2kV	PARA-RAIO 72,5kV	PARA-RAIO 145kV
Tensão nominal (valor eficaz)	12kV	30kV	60 kV	120kV
Tensão máxima do sistema (valor eficaz)	15kV	36,2kV	72,5kV	145kV
Frequência nominal	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Corrente nominal de descarga sob onda de 8/20µs (valor de crista)	10kA	10kA	10kA	10kA
Capacidade mínima de absorção de energia	2,5kJ/Kv	2,5kJ/Kv	2,5kJ/Kv	2,5kJ/Kv
Capacidade de sobretensão temporária em 1 segundo (valor eficaz)	13kV	33kV	66kV	132kV
Classe de descarga de linha de transmissão(conf. norma IEC)	-----	-----	2	2
Capacidade de tensão de operação contínua (valor eficaz)	9,6kV	24kV	48kV	96kV
Classe de alívio de sobrepensão interna para 0,2s (valor eficaz)	40kA	40kA	40kA	40kA
Corrente suportável de curta duração, forma de onda 4/10µs (valor de crista)	100kA	100kA	100kA	100kA

6.3.11 Tolerâncias

Como critério para aceitação ou rejeição do transformador móvel são admitidas as tolerâncias estabelecidas na tabela 2 da ABNT NBR 5356-1, entre os valores especificados e os determinados nos ensaios de recebimento, sem prejuízo do exposto nesta norma no que se refere às perdas.

6.4 Características de Produção

6.4.1 Projeto e Construção

6.4.1.1 O transformador deve ser projetado e fabricado de acordo com práticas aprovadas e com materiais novos da melhor qualidade, incorporando os melhoramentos que a técnica moderna sugerir, mesmo quando não referidos explicitamente nesta norma.

6.4.1.2 Os transformadores móveis devem ser fornecidos completos com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, mesmo os não explicitamente mencionados nesta norma.

6.4.1.3 A construção do transformador móvel deve permitir seu deslocamento frequente por rodovias,

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 25 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

inclusive em estradas não pavimentadas, de modo que, na chegada ao seu destino, esteja em condições de ser colocado em operação permanente, sem necessitar de inspeção interna.

6.4.2 Meio Isolante

O transformador deve ser isolado com óleo mineral, de acordo com RESOLUÇÃO ANP N 25, de 9/9/2005 – DOU 13/9/2005, bem como as características físico-químicas que devem estar de acordo com a ABNT NBR 5356-1.

O óleo deve ser do tipo A - naftênico, sem inibidor de oxidação DBPC ou com no máximo 0,3% de inibidor de oxidação DBPC.

O fornecimento inclui o óleo necessário ao enchimento completo do transformador e mais 10% desta quantidade.

6.4.3 Tanque

O tanque deve ser construído de tal forma que possa suportar vácuo pleno ao nível do mar, como também as sobrepressões geradas por eventuais curtos-circuitos internos e curtos-circuitos passantes, sem apresentar vazamentos ou deformações.

O interior do tanque deve ser provido de guias para dirigir a remoção ou a entrada da parte ativa. A tampa principal deve ser projetada de forma a evitar depósitos de água sobre sua superfície externa e de modo que as bolhas de ar e gases formados no interior do tanque principal dirijam-se ao relé de gás Buchholz.

Não é permitido o acúmulo de água na tampa do transformador móvel ou em qualquer outra parte deste equipamento. Inclui-se aí o corpo do transformador, os trocadores de calor, os eletrodutos, os condutores e caixas de passagem, os reforços estruturais, os acessórios, etc.

A retirada da tampa do tanque principal deve ser de forma independente do conjunto núcleo e bobina, ou seja, pode ser retirada sem que seja necessária a retirada da parte ativa.

Todas as partes que utilizam juntas devem ser projetadas de maneira a permitir que na remontagem se tornem facilmente à prova de vazamento. As superfícies acopladas (flanges, tampas, etc.) devem ser usinadas em ambos os lados.

6.4.3.1 Aberturas de Visita

As juntas das aberturas de visita e de inspeção, das buchas e outras ligações aparafusadas, devem ser projetadas de modo a evitar que as gaxetas sejam expostas ao tempo e devem ser providas de calços a fim de evitar o seu esmagamento por aperto excessivo.

A água da chuva sobre a tampa não deve chegar a atingir as gaxetas, pelo empoçamento ou por eventual lâmina d'água que se forme na tampa.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 26 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

O tanque deve possuir aberturas de visita, como segue:

- a) Aberturas de visita do tanque principal: deve haver 2 (duas) janelas de inspeção, circulares, com diâmetro mínimo de 400 mm, localizadas uma em cada lado nas laterais do tanque principal e em frente à chave (caso a chave comutadora seja do tipo inserida).
- b) Aberturas de visita na tampa principal: o transformador deve possuir aberturas de visita para acesso aos cabos de ligação de todas as buchas de baixa e alta tensão, bem como do neutro.

6.4.4 Núcleo

6.4.4.1 O núcleo deve ser construído com a utilização da tecnologia Step-Lap e constituído de chapas de aço silício de granulação orientada, laminadas a frio, de perdas reduzidas e alta permeabilidade. Não é admitido outro modo de construção. Devem ser previstos meios mecânicos que impeçam o afrouxamento das lâminas provocado pelas vibrações. O núcleo deve ser dotado de olhais ou outros dispositivos adequados ao içamento do conjunto núcleo-bobinas, independentemente da tampa principal.

6.4.4.2 Para fins de aterramento, o núcleo deve ser ligado eletricamente ao tanque do transformador, em um único ponto, de fácil acesso por janela de inspeção circular na tampa superior, independentemente da tensão e potência do transformador.

6.4.4.3 As peças e/ou dispositivos de fixação do núcleo/enrolamentos devem ser de tal forma que evitem a formação de circuitos fechados onde possam circular correntes parasitas.

6.4.5 Enrolamentos

6.4.5.1 Os enrolamentos devem ser de cobre eletrolítico, projetados e construídos de forma a resistir, sem sofrer danos, aos efeitos eletrodinâmicos e térmicos causados por curtos-circuitos e sobrecargas de acordo com o mencionado nesta norma. Além disto, devem resistir aos efeitos mecânicos devido aos frequentes deslocamentos do transformador móvel, mesmo em estradas não pavimentadas.

6.4.5.2 Todos os calços de fixação (aperto) das bobinas devem ser de madeira especial, tipo “permawood” ou “weidmann”.

6.4.5.3 Todos os cabos terminais (lides) devem ser levados aos blocos terminais de material isolante, rigidamente fixados no interior do tanque.

6.4.5.4 Todas as ligações internas devem ser feitas através do método de “climpagem hidráulica motorizada” ou “hidropneumática” com pressão mínima de 700 bar. A única exceção para utilização de solda é dada na conexão do cabo primário e terminal primário da bucha que pode ser feito com solda a base de prata.

6.4.5.5 Qualquer conexão aparafusada, quando não houver acesso a ambos os lados, deve ser provida de dispositivos que impeçam o afrouxamento pelo lado não acessível.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 27 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.4.5.6 Todos os blocos terminais devem ter as partes vivas submersas no óleo.

6.4.5.7 Os terminais devem ser construídos de modo que não possam girar com a porca.

6.4.5.8 O material do papel isolante deve ser Nomex. A elevação de temperatura máxima do cobre do enrolamento deve ser de 95 °C. Perdas e impedância devem ser referidas a 115 °C.

6.4.5.9 A secagem da parte ativa do transformador deve ser efetuada, obrigatoriamente, através do processo "vapor phase", sem comprometer o valor mínimo do grau de polimerização do papel, igual a 1000 (antes da impregnação). Após a impregnação e após os ensaios de recebimento, em fábrica, o papel deve atingir o valor mínimo de 800 (grau de polimerização).

6.4.5.10 A fim de permitir o monitoramento do envelhecimento do papel, através do ensaio de grau de polimerização ao longo da vida útil, todos os transformadores devem ser fornecidos com, no mínimo, 10 amostras (corpos-de-prova) do papel isolante utilizado. Essas amostras devem ser colocadas internamente na parte superior, próximas às aberturas de inspeção ou visita, imersas no óleo isolante e possuir dimensões mínimas de (10 x 2) cm.

6.4.6 Buchas

6.4.6.1 As buchas passantes são dispositivos que permitem a conexão dos circuitos dos enrolamentos do transformador, aos circuitos do meio externo.

6.4.6.2 São constituídas basicamente por:

- Corpo isolante de polímero especial;
- Condutor passante de cobre eletrolítico ou latão;
- Terminal de bronze;

6.4.6.3 No circuito primário 138x69 kV (H1- H2- H3) utilizar as buchas:

- H1, H2 e H3 bucha condensiva tipo GSA 145kV/1600A, fab. ABB.

6.4.6.4 No circuito primário 69 kV (H1- H2- H3) utilizar as buchas:

- H1, H2 e H3 bucha condensiva tipo GSA 100kV/800A, fab. ABB.

6.4.6.5 No circuito secundário 34,5x13,8 kv (X0 - X1- X2 - X3) utilizar as buchas:

- X0, X1, X2 e X3 bucha condensiva tipo GSA 52kV/2000A, fab. ABB.

6.4.6.6 A distância mínima de escoamento específica nominal a ser usada é de 25 mm/kV correspondente ao nível de poluição III (pesado).

6.4.6.7 Os terminais dos enrolamentos, inclusive o neutro, devem ser levados para fora do tanque por meio de buchas estanques ao óleo, impermeáveis à umidade e inalteráveis pelas condições normais do

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 28 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

funcionamento do transformador móvel. Os níveis de isolamento das buchas devem ser iguais ou superiores aos níveis de isolamento dos enrolamentos correspondentes.

6.4.6.8 A corrente nominal de cada bucha deve ser adequada às potências nominais do transformador bem como às sobrecargas e potências adicionais especificadas, dentro dos limites de elevação de temperatura permissíveis.

6.4.6.9 As buchas devem estar de acordo com as normas aplicáveis e projetadas para suportarem arcos ou descargas momentâneas e vácuos plenos, sem danos às juntas de vedação ou quaisquer outras partes.

6.4.6.10 As distâncias mínimas entre as partes vivas das buchas de 13,8 kV e 34,5 kV devem ser, respectivamente, 300 mm e 500 mm, ou conforme a maior tensão do secundário.

6.4.6.11 Os terminais das buchas são do tipo barra chata em cobre estanhado, com padrão mínimo 4 (quatro) furos NEMA, fixados pelas bases em pinos conforme normas NBR correspondentes.

6.4.7 Conservador de Óleo

6.4.7.1 Deve ser de construção robusta, com capacidade suficiente para expansão do óleo, de forma que o óleo não transborde com as altas temperaturas, nem caia abaixo do nível mínimo de segurança.

6.4.7.2 Deve suportar vácuo pleno.

6.4.7.3 O conservador deve ter dois compartimentos separados, sendo um principal e outro para o comutador de derivações em carga. Deve existir um tubo de interligação entre os dois compartimentos, provido de válvula esférica, de forma a permitir uma comunicação entre ambos, na ocasião do enchimento.

6.4.7.4 O tubo de ligação entre o tanque e o conservador deve possuir dois registros de fechamento rápido com válvulas esféricas e flanges. O arranjo deve permitir a fácil remoção do conservador.

6.4.7.5 O conservador do óleo deve dispor de relé de ruptura de membrana para cada bolsa de borracha.

6.4.8 Comutador de Derivações

6.4.8.1 Comutador de Derivações em Carga

O comutador de derivações em carga deve atender à norma NBR 8667 e incluir os seguintes elementos:

- a) Chave seletora imersa em óleo;
- b) Chave comutadora imersa em óleo, com interrupção vácuo;
- c) Mecanismo com operação a motor alimentado em corrente alternada trifásica em 380 ou 220 vca;
- d) Dispositivo de controle automático;
- e) Dispositivos de proteção dos circuitos de controle;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 29 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

A chave comutadora deve ser montada no meio do enrolamento, não se admitindo a sua montagem na extremidade. Deve ser provida de reator ou resistor para redução da tensão do arco devido ao fechamento e a abertura dos contatos.

O comutador deve ser projetado de modo que seus contatos não interrompam arco dentro do tanque principal do transformador. Assim, a chave seletora de derivações e a chave comutadora ou a chave seletora comutadora, devem ser localizadas em um compartimento imerso em óleo, devendo possuir meios para impedir que o óleo do compartimento que encerra os contatos se comunique com o óleo do tanque principal do transformador.

O comutador deve ser do tipo inserido sendo provido de um relé de fluxo instalado entre seu compartimento e seu conservador de óleo.

O Fornecedor deve apresentar, obrigatoriamente, sua proposta técnico-comercial com o comutador a vácuo. O Fornecedor deve explicitar as condições de operação e informar as condições para realização das manutenções preventivas, sejam elas por número de operações ou por tempo de utilização.

No caso de necessidade de utilização de "Tie in Resistor" no comutador, deve ser fornecido, para análise e aprovação, os desenhos do circuito a ser utilizado e o local de colocação. Caso seja aprovado, o valor do resistor e demais características devem ser indicados no desenho de placa e manual de instruções. O acesso ao compartimento da chave comutadora deve ser através de uma tampa removível de forma a evitar o acesso ao tanque principal do transformador.

No caso da chave comutadora ser montada externamente, deve existir uma válvula localizada no fundo ou na lateral do tanque para possibilitar a drenagem e coleta de óleo isolante. Quando se tratar de chave comutadora montada internamente, a drenagem e coleta de óleo isolante devem ser feitas com a tomada do óleo no fundo do tanque da chave, através de tubulação adequada, localizada em uma das laterais do transformador, de preferência ao lado do recipiente de sílica-gel. Estas tubulações devem ser providas de válvulas nas extremidades.

Todas as tubulações externas ao transformador devem ser projetadas de modo a não dificultar a retirada da chave comutadora. O mecanismo de operação a motor deve ser alojado em caixa metálica, a prova de tempo, provida de porta com guarnições de borracha, com trinco e fechadura tipo Yale. O grau de proteção do invólucro é no mínimo IP-54 conforme norma ABNT NBR IEC 60529.

A caixa do mecanismo deve ser equipada com resistência de aquecimento controlada por termostato, lâmpada controlada pela abertura e fechamento da porta e tomada de serviço.

O mecanismo deve ter os seguintes requisitos:

- a) O intervalo de manutenção deve ser de, no mínimo, 7 (sete) anos ou 300.000 (Trezentas mil) operações;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 30 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- b) Para transformadores com tensão primária até 138 kV, o acionamento deve ser por motor de indução, alimentado por fonte externa, trifásica, religável para 380 V e 220 V entre fases, 60 Hz;
- c) Manivela para operação manual do mecanismo, com bloqueio elétrico que impeça a operação motorizada quando a manivela estiver engatada;
- d) Chaves-limites elétricas e travas mecânicas, que impeçam o percurso do mecanismo além das posições extremas de elevar e abaixar;
- e) Indicador de posição do comutador e contador do número de operações;
- f) Transdutor de medição, com saída de 4 a 20 mA, instalado no painel de comando local, para permitir a indicação remota da posição do comutador.

A vida útil dos contatos do comutador deve ser de, no mínimo, de 1.000.000 (Um milhão) operações.

O indicador de posição do comutador deve ser legível para um observador situado na base do transformador e localizado de tal forma a permitir sua fácil leitura durante a operação manual do comutador. Deve possuir dois ponteiros ajustáveis para indicação das posições extremas do comutador desde o último ajuste e ter as indicações de "Elevar Tensão" e "Baixar Tensão".

6.4.8.2 Sistema de Controle do Comutador

6.4.8.2.1 Os dispositivos de controle automático e demais dispositivos de controle, proteção e sinalização são instalados em compartimentos próprios do painel local de controle e proteção do transformador móvel.

6.4.8.2.2 Para todos os transformadores, o comando automático do comutador inclui relé regulador de tensão, digital, para monitoramento e controle completo de transformadores, o qual estima a temperatura do óleo e enrolamento do transformador segundo normas como a IEEE C57.91:1995 e NBR 5416/1997, controlando o acionamento da ventilação forçada e estimando a perda de vida do transformador. Além de executar a regulação de tensão atuando em comutadores sob carga (OLTC), monitorando sua operação, indicação de tap e sua atuação em esquemas de paralelismo. Também está presente no esquema de monitoramento/controle do transformador, controlador de automação programável com entradas e saídas digitais para monitoramento, controle, proteção e automação de equipamentos de subestações, além de módulo de I/O remoto com oito entradas digitais, oito saídas digitais e uma porta de comunicação de fibra óptica. Possuindo os requisitos básicos:

- a) Para permitir o comando automático deverá ser fornecido o relé regulador de tensão (função 90) e demais dispositivos necessários à operação individual e em paralelo com outro transformador, com protocolo de comunicação DNP 3.0 e ISO;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 31 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- b) Este relé deve ter monitoramento de temperatura e dispositivo de expansão de entradas e saídas Digitais.
- c) As lâmpadas internas dos painéis devem ser do tipo LED;
- d) Os relés já devem vir totalmente montados no painel do transformador;
- e) Tensão de alimentação do controle deve ser de 125 Vcc;
- f) Compensador de queda de tensão na linha, com elementos ajustáveis de resistência e de reatância que permita a compensação da queda de tensão na linha, causada pela variação da corrente de carga;
- g) Elementos ajustáveis da queda de tensão sobre a resistência e sobre a reatância de 0 a 24 V que permita a compensação da queda de tensão na linha, causada pela variação da corrente de carga;
- h) Polaridade (+ ou –) dos elementos da queda de tensão sobre a resistência e sobre a reatância;
- i) Elemento de ajuste da tensão de referência (“voltage level” ou “voltage setting”), para controle automático da operação do comutador, com graduação para qualquer tensão entre 100 e 130 V;
- j) Elemento de ajuste da faixa de insensibilidade com graduações entre + 0,6 % e + 3,0 % da tensão de referência ou largura da faixa de tensão em volts;
- k) Elemento de temporização (retardo de tempo) com ajuste entre 30 e 120 s, nas direções "elevar" e "baixar" a tensão, aplicável somente ao primeiro movimento numa mudança de derivação;
- l) Elemento de ajuste do modo de temporização de realização com as opções: integrador inverso (curva de característica inversa) e linear;
- m) Elemento de bloqueio por subtensão ajustável continuamente entre 70% e 90% da tensão de referência;
- n) Elementos para sinalizar se a tensão está na direção “elevar” ou "abaixar";
- o) Terminais para medir a tensão regulada ou indicador desta grandeza;
- p) Terminais para alimentação externa.
- q) Proteção contra surtos, induções eletromagnéticas, ruídos elétricos de alta intensidade e poeira.

6.4.8.2.3 No processo de aquisição deve ser mencionado o tipo do relé 90 para a aprovação da

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 32 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

Concessionária.

6.4.8.2.4 Deverão ser fornecidos controladores e módulos de entrada e saídas analógicas e digitais, para monitoramento, controle, proteção e automação do transformador.

6.4.8.2.5 O sistema de controle e indicação remota da posição do tap do comutador de derivações em carga adotado pela Concessionária prevê a utilização de indicador digital. Desta forma deverá fazer parte deste fornecimento, matriz de diodos com conversores BCD e/ou transdutores que deverão ser instalados no armário do comutador e de forma a se obter simultaneamente a seguinte configuração:

- a) Entradas para medições de posição de tap, tensão de linha e corrente de carga;
- b) Função multimedidor com indicações de potências ativa reativa e aparente, frequência, fator de potência e outras;
- c) Indicação local de tap e controle automático/manual do comutador pelo painel frontal;
- d) Assistente de Manutenção do Comutador, com cálculos e indicações de:
 - Número total de operações do comutador desde o início da operação;
 - Número de operações do comutador desde a última manutenção;
 - Média de operações diárias do comutador;
 - Somatória total da corrente comutada ao quadrado desde o início da operação;
 - Somatória da corrente comutada ao quadrado desde a última manutenção;
 - Média de incremento diário da somatória de corrente comutada ao quadrado;
 - Número de dias restantes para manutenção do comutador por número de operações;
 - Número de dias restantes para manutenção por somatória da corrente comutada;

6.4.8.3 Comutador sem Tensão - Lado do Secundário do Trafo

6.4.8.3.1 O transformador deve ser provido de comutador de derivação para operação manual com o transformador sem tensão. O comutador deve ser de construção robusta e provido de mecanismo externo localizado fora do tanque, para operação manual. O comutador deve ser projetado, construído e com arranjo das conexões e cabos terminais (lides) de modo a evitar problemas elétricos sob condições transitórias.

6.4.8.3.2 O comutador deve ser provido de indicador de posição bem visível localizado de modo a permitir operação e inspeção.

6.4.8.3.3 Deve ser previsto um cadeado no comutador para evitar a mudança de derivação por pessoa

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 33 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

não habilitada.

6.4.8.3.4 Todo o conjunto do mecanismo e chave comutadora sem tensão deve ser montado na parte superior do tanque principal de modo que se possa inspecionar e fazer manutenção no mesmo através de janela de inspeção exclusiva para este fim, sem que seja necessária a retirada do núcleo/bobina.

6.4.9 Transformadores de Corrente

6.4.9.1 O transformador deverá ser fornecido com os seguintes transformadores de corrente do tipo Bucha:

- a) Para Terminais de Alta Tensão (Um TC para proteção em cada uma das buchas)
 - Relação: 600/500/400/350/300/250/200/150/100 – 5 A
 - Classe de exatidão: 10B200
- b) Para Terminais de Baixa Tensão (Um TC's para proteção em cada uma das buchas)
 - Relação: 2000/1600/1400/1200/1000/800/600/400/200 – 5 A
 - Classe de exatidão: 10B200
- c) Para Terminais de Baixa Tensão (Um TC para medição em cada uma das buchas)
 - Relação: 2000/1600/1400/1200/1000/800/600/400/200 – 5 A
 - Classe de exatidão: 0,3C5
- d) Para Terminal de Neutro
 - Relação: 600/500/400/350/300/250/200/150/100 – 5 A
 - Classe de exatidão: 10B200
- e) Para Imagem Térmica
- f) Características a serem determinadas pelo Fabricante.

6.4.9.2 Os transformadores de corrente têm as seguintes características adicionais:

- Fator térmico nominal.....1,5
- Corrente suportável de curta duração:
 - 138 kV e 69 kV.....31,5 kA
 - 34,5 kV e 13,8 kV.....75xIn

6.4.9.3 O arranjo dos TC nas buchas deve permitir a sua remoção sem necessidade de levantar a tampa do transformador.

6.4.9.4 Os transformadores de corrente destinados à indicação de temperatura dos enrolamentos e ao

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 34 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

controle automático do comutador em carga devem ter fator térmico 1,5 e classe de exatidão 1,2C12,5. A corrente nominal primária deve ser dimensionada pela maior corrente circulante no enrolamento (com potência máxima, último estágio de ventilação forçada e o comutador no “tap” nominal). As relações e demais características destes transformadores de corrente, devem ser submetidas à aprovação da Concessionária na fase de aprovação dos desenhos.

6.4.10 Transformador de Serviços Auxiliares

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

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

Codigo SAP	102020022	102010036
Potência nominal com resfriamento ODAF	25 MVA	25 MVA
Frequência Nominal	60 Hz	60 Hz
Tensão nominal (valor eficaz)	34,5 x 13,8 kV	13,8 kV
Tensão máxima do equipamento (valor eficaz)	36,2 x 15 kV	15 kV
Tensão secundária nominal (valor eficaz)	380/220 V	380/220 V
Ligação	Dyn1	Dyn1

Nota 4: Fusíveis limitadores de corrente para proteção montados de base tripolar.

Nota 5: A tensão de secundária do transformador de serviços auxiliares deve ser de 380/220 Vca, com excessão para os equipamentos fornecidos para o estado de Alagoas e Pará onde esta deve ser de 220/127 Vca.

6.4.11 Acessórios Diversos

O transformador deve ser fornecido com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, mesmo aqueles não mencionados explicitamente nesta norma. Os acessórios são instalados em posições que permitam a sua manutenção com o transformador energizado e devem atender a norma NBR correspondente a cada um deles.

Caso o acessório seja protegido com algum dispositivo para transporte, deve existir alguma sinalização visual, no próprio acessório, alertando para o fato.

Todos os contatos devem ter capacidade de corrente de no mínimo 0,5 A em 125 Vcc conforme NBR 9368, salvo indicado em contrário.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 35 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

Devem ser fornecidos os acessórios abaixo descritos, os quais devem ser localizados conforme indicações das figuras 1 e 2 do Anexo B da ABNT NBR 9368:2011.

6.4.11.1 Indicador Magnético do Nível do Óleo

São fornecidos 2 (dois) indicadores, sendo um para o óleo do conservador do transformador e outro para o óleo do comutador de derivações em carga. Os indicadores têm mostradores com indicação dos níveis máximo, mínimo e o relativo a 25°C. Tem 2 (dois) contatos não aterrados para nível máximo e nível mínimo.

A capacidade dos contatos é conforme a ABNT NBR 9368:2011.

6.4.11.2 Relé Detector de Gás Tipo Buchholz

Deve ser instalado entre o tanque principal e o conservador e possuir válvulas para reter o óleo antes e após o relé.

Deve ser equipado com três jogos de contatos, sendo o primeiro operado pela acumulação de gás, o segundo para desligamento e o terceiro para alarme do desligamento.

A capacidade dos contatos deve ser conforme a NBR 9368.

6.4.11.3 Analisador de Gases

Deve ser equipado com analisador de gases dissolvidos no óleo do transformador, Modelo Hidrocal 1001+, marca MTE ou similar;

6.4.11.4 Dispositivo para Alívio de Pressão

É do tipo mola, instalado sobre a tampa do transformador, em posição tal que impeça a queda do óleo sobre o transformador ou sobre acessórios que possam exigir a ação do operador. Deve incluir dispositivo de canalização do óleo até o nível da base do transformador. Deve possuir dois contatos.

6.4.11.5 Dispositivo de Proteção contra Sobrepressão e Fluxo do Comutador.

O comutador de derivações deve possuir um relé de fluxo e/ou um de sobrepressão. Ambos devem ter dois contatos, um para alarme e outro para desligamento, conforme ABNT NBR 9368:2011.

Deve ser permitida a retirada destes relés sem provocar o vazamento do óleo.

6.4.11.6 Secador de Ar a Silica-gel

Devem ser fornecidos 2 (dois) secadores, sendo um para o tanque principal e outro para o conservador do comutador de derivações em carga e de preferência, em material metálico com capacidade adequada para serem instalados em posição que permita fácil substituição da carga.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 36 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.4.11.7 Monitor de Temperatura do Óleo e Enrolamentos

Deve ser microprocessado e possuir, no mínimo, os seguintes requisitos:

- a) Indicação local das temperaturas do óleo e enrolamentos;
- b) Alarmes pelas temperaturas do óleo e enrolamentos;
- c) Desligamento pelas temperaturas do óleo e enrolamentos;
- d) Comando do sistema de resfriamento;
- e) Sensor de platina com 100 Ω a 0°C;
- f) Temporização das funções de desligamento;
- g) Saída de 0 a 5 mA CC para indicação remota das temperaturas do óleo e enrolamentos;
- h) Proteção contra surtos, indução eletromagnética, ruídos elétricos de alta intensidade e poeira.
- i) Alarmes dos desligamentos pelas temperaturas do óleo e dos enrolamentos

Deve ser instalado no painel de equipamentos auxiliares do transformador.

A entrada de corrente é através de um TC, próprio para esse fim, que deve ser instalado na bucha X2.

O poço principal, para abrigar o sensor de temperatura de platina com 100 Ω a 0°C deve ser instalado sobre a tampa principal e o mais próximo possível da bucha X2. O desenho deve ser aprovado pela Concessionária.

6.4.11.8 Válvulas para Enchimento e Retirada do Óleo

Devem ser previstas válvulas conforme abaixo:

- a) Uma de 1 ½" (uma e meia polegadas) de diâmetro, sendo na lateral do tanque principal, próximo ao topo, provida de um defletor para evitar fluxo de óleo sobre os enrolamentos;
- b) Uma de 1 ½" (uma e meia polegadas) de diâmetro, na face oposta, posicionada rente ao fundo do tanque, provida de bujão para retirada de amostra de óleo, com redução para ½" (meia polegada) de diâmetro e proteção física contra impactos.

O conservador deve ser provido de válvula de 1 ½" (uma e meia polegada) de diâmetro.

6.4.11.9 Base

A base do transformador deve ser provida de dispositivo adequado à sua fixação no piso do semirreboque.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 37 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.4.11.10 Aterramento

6.4.11.10.1 Para fins de aterramento devem ser soldadas à base do transformador quatro placas de aço inoxidável, de faces planas e lisas. Cada placa deve ter dois furos rosqueados para parafuso de 12,7 mm de diâmetro, rosca 13 NC, espaçados horizontalmente de 44,5 mm de centro a centro. A profundidade mínima de furo deve ser de 12,7 mm.

6.4.11.10.2 As duas placas devem ser acompanhadas de conectores de aterramento tipo prensa chapa-cabo para cabos de cobre de 70 mm² até 120 mm².

6.4.11.10.3 A trafo móvel deve possuir seis (06) pontos, que podem ser utilizados para a conexão à malha de aterramento (02 pontos na parte frontal, 02 pontos na parte central e 02 pontos na parte traseira do semirreboque).

6.4.11.10.4 O conector de aterramento do semirreboque deve ser do tipo chapa-cabo dois furos NEMA e parafuso prensado para cabos até 95mm².

6.4.11.10.5 A plataforma do semirreboque, destinada ao transformador móvel e equipamentos periféricos (para raios, armários de comando, controle e proteção e outros), deve possuir em seu entorno uma barra de cobre rígido do sistema de aterramento, para conexão deste a malha de terra permanente da instalação, através de cabo condutor flexível.

6.4.11.11 Painel de Controle e Proteção

6.4.11.11.1 O transformador deve ser provido de painel de controle à prova de tempo, galvanizado por imersão a quente, interna e externamente, conforme NBR 6323 e 8158, devendo ter espessura mínima de 80 (oitenta) µm ou micrômetros e média de 120 (cento e vinte) µm ou micrômetros, instalado no próprio tanque sobre calços de borracha ou neoprene, para evitar vibrações. A chapa do painel deve ter a espessura mínima de 2,65 mm.

6.4.11.11.2 O painel deve ser provido de porta com vedação de borracha, bem como trinco e fechadura tipo "yale". A porta deve possuir limitador de abertura e travamento na posição aberta, num raio de 105 graus - alternativamente a porta pode dispor de travamentos de 90°, 135° e 180°.

6.4.11.11.3 O grau de proteção do invólucro deve ser no mínimo IP-54 conforme norma ABNT NBR IEC 60529. O lado inferior do painel deve ser removível para fins de furação no campo. O painel deve possuir uma subdivisão interna, de forma a criar dois compartimentos, sendo um destinado aos dispositivos de controle e proteção da ventilação forçada e o outro aos dispositivos de controle do comutador de derivações em carga.

6.4.11.11.4 Todos os cabos de controle, proteção, alimentação de força e sinalização devem ser levados ao painel de controle através de eletrodutos rígidos de aço zincado por imersão a quente, conforme ABNT NBR 6323:2016. Eletrodutos flexíveis são admitidos apenas em pontos de transição da tubulação.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 38 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.4.11.11.5 Os eletrodutos devem atender aos requisitos da ABNT NBR 9368:2011, da mesma forma, o número de condutores elétricos por eletroduto (8) e a seção dos eletrodutos devem estar de acordo com esta mesma norma.

6.4.11.11.6 Os eletrodutos rígidos devem ser roscados. Os eletrodutos flexíveis devem ser conectados aos condutores (caixa de passagem) por meio de uma redução localizada na parte inferior da mesma. Além disto, os eletrodutos flexíveis devem ser dotados de “pingueiras” – ponto de mínima da curvatura do eletroduto flexível – para escoar a água da chuva diretamente para o chão antes de alcançar as conexões dos condutores.

6.4.11.11.7 As caixas de passagem dos TC de bucha e as caixas de passagem (condutores) dos eletrodutos, externos às caixas de terminais, devem ser montadas de maneira que permita o fácil acesso da equipe de manutenção.

6.4.11.11.8 Toda fiação utilizada deve ser composta de condutores elétricos de cobre flexível, isolamento para 750 V, do tipo chama não propagante (ABNT NBR 7289), identificados por anilhas plásticas indicando a origem e o destino. As cores e as bitolas mínimas dos condutores elétricos são conforme Tabela 6, abaixo:

Tabela 6 – Especificação dos Cabos

TIPO DE CIRCUITO	SEÇÃO (mm ²)	COR
Comando CA/CC	2,5	Preta
Iluminação/Aquecimento	2,5	Branca
Terra	2,5	Verde
Alarme	1,5	Preta
Secundário de TC	4	Vermelha

6.4.11.11.9 Os painéis devem dispor de sistema de circulação de ar tal que as suas temperaturas internas sejam compatíveis com as elevações de temperatura de todos os dispositivos – condutores elétricos, disjuntores termomagnéticos, relés térmicos de sobrecarga e demais relés contidos nos mesmos.

6.4.11.11.10 O Fabricante deve apresentar a memória de cálculo do dimensionamento dos condutores elétricos, dos contactores, disjuntores termomagnéticos, relés térmicos, etc. dos circuitos elétricos das caixas de comando e proteção.

6.4.11.11.11 Na “Placa Diagramática dos Equipamentos Auxiliares e Ventilação Forçada” deve conter os ajustes de todos os disjuntores termomagnéticos, dos relés térmicos de sobrecarga, do relé de tensão máxima e mínima, dos termostatos, etc. No diagrama do monitor de temperatura, devem constar os valores de temperatura para a entrada da ventilação forçada (ODAF), alarme e desligamento da temperatura do óleo, alarme e desligamento da temperatura do enrolamento. Para o monitor de temperatura, deve constar

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 39 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

ainda, no data-book, uma folha com todos os ajustes deste monitor.

6.4.11.11.12 Os disjuntores e os contactores dos circuitos elétricos de corrente contínua (125 Vcc) devem ser próprios para circuitos elétricos de corrente contínua.

6.4.11.11.13 As interligações são sempre feitas entre os bornes de cada equipamento ou entre os bornes do equipamento e a régua de bornes terminais, não sendo admitidas derivações ou emendas. São utilizados nos condutores elétricos terminais de pressão pré-isolados do tipo "olhal".

6.4.11.11.14 A fiação dos secundários dos TC, dos contatos auxiliares dos dispositivos de proteção do transformador e todos os pontos para interconexão externa, são levados para régua de bornes terminais, instaladas na face lateral interna do painel. Deve ser prevista uma régua de terminais com um ponto para aterramento dos terminais secundários dos TC.

6.4.11.11.15 Os bornes terminais da fiação dos secundários dos TC devem permitir curto-circuitá-los, estando os mesmos em operação.

6.4.11.11.16 Os bornes terminais devem ser adequados para permitir desfazer e refazer conexões sem que sejam perdidas as características de pressão e contato. São do tipo "parafuso passante", próprios para ligação de condutores elétricos com terminais tipo "olhal", com capacidade para 30 A ou 4,0 mm² (fiação dos secundários dos TC), e 20 A ou 2,5 mm² (demais circuitos). Os parafusos e arruelas dos bornes devem ser de materiais não ferrosos e estanhados.

6.4.11.11.17 Devem ser previstos bornes terminais de modo a permitir um futuro funcionamento em paralelo.

6.4.11.11.18 A régua de bornes deve possuir um mínimo de 20% de bornes de reserva.

6.4.11.11.19 O painel de controle deve ser equipado com resistências de aquecimento comandadas por termostato, lâmpada interna controlada pela abertura e fechamento da porta, todos alimentados por circuitos auxiliares de 220 Vca. Deve ser previsto duas tomadas de serviço: uma bipolar de 220 Vca e outra monopolar de 127 Vca.

6.4.11.11.20 Compartimento dos dispositivos de comutação em carga:

- a) Chave seletora do comutador, com posições LOCAL/DESLIGA/REMOTO;
- b) Chave de comando do comutador com funções "ELEVAR" "DESLIGADO" "ABAIXAR";
- c) Chave seletora do comutador, com posições MANUAL/AUTOMÁTICO;
- d) Relé regulador de tensão (*);
- e) Disjuntores termomagnéticos para proteção dos circuitos de motores e comando;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 40 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- f) Relés de proteção e auxiliares;
- g) Contactores, etc.;
- h) Compartimento dos dispositivos da ventilação forçada, TC, etc.;
- i) Chave seletora "MANUAL" "DESLIGADO" "AUTOMÁTICO";
- j) Botões de comando pulsadores "LIGA VF" e DESLIGA VF";
- k) Termostatos toroidais e transdutor de medição, componentes dos dispositivos indicadores da imagem térmica dos enrolamentos;
- l) Disjuntores termomagnéticos, contactores com relés térmicos de falta de fase e relés auxiliares para proteção e comando da ventilação forçada.

(*) O relé de regulação deve ser instalado no painel, preferencialmente no corpo do transformador de potência.

6.4.11.11.21 Todos os dispositivos instalados no painel devem ser identificados por etiquetas de material resistente, com os mesmos códigos com que são designados nos esquemas funcionais.

6.4.11.11.22 As chaves de comando, chaves comutadoras e sinaleiros devem possuir ainda plaquetas de acrílico com identificação de função.

6.4.11.11.23 O painel deve ser aterrado ao tanque do transformador através de cordoalha flexível de cobre estanhado. A porta deve ser aterrada ao corpo do painel através de cordoalha flexível de cobre estanhado.

6.4.11.11.24 Caso o transformador seja especificado para funcionar em paralelo, deve ser incluído no painel de controle uma chave mestre/comandado/individual.

6.4.11.11.25 Para possibilitar o comando remoto, via UTR, a chave mestre/comandado/individual deve ser uma chave de três posições acionando contactores de multiplicação de contatos.

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

- a) Geral
 - Corrente secundária dos TC's (In): 5 A;
 - Frequência: 60 Hz
 - Alimentação auxiliar: 125 Vcc (+10% , -20%);
 - Contatos livres de potencial para alarme e desligamento e eletricamente independentes entre si;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 41 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Contatos de desligamento com capacidade permanente de condução de corrente de 5 A e momentânea de 30 A (1s) e tensão para até 250 Vcc.
- Dispositivo para curto-circuitar as entradas de corrente;
- Autosupervisão;
- Registro de eventos e Oscilografia;
- Saídas serial RS 232 + Fibra ótica;
- Relés com comunicação via terminal de engenharia;
- Relés de proteção com arquitetura e lógica de programação aberta ao usuário;
- Relés de proteção com garantia acima de 10 anos;
- Comunicação entre os relés de proteção via fibra;
- Comunicação via fibra entre o painel de proteção e o painel de comunicação de automação localizado no interior da subestação/sala de comando;
- Utilização de switches industriais;

b) Funções de Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51) e Neutro (50/51N)

- Curvas características: Inversa, Muito inversa, Extremamente inversa e Definida, programável pelo usuário;
- Faixa de ajuste da unidade temporizada de fase: 0,5 a 12 A;
- Faixa de ajuste da unidade temporizada de neutro: 0,5 a 4 A;
- Faixa de ajuste da unidade instantânea de fase: 0,5 a 100 A;
- Faixa de ajuste da unidade instantânea de neutro: 0,5 a 50 A;

c) Funções de Proteção Diferencial (87T)

- Tipo trifásico, próprio para transformador de 2 (dois) enrolamentos;
- Ajuste do elemento de restrição: 15 a 55% em taps de 10%
- Ajuste do elemento instantâneo: 8 a 20 In;
- Possuir restrição pela 2a harmônica:

- a) Circuito de corrente com capacidade de suportar 2 x In continuamente e 20 x In durante 1 segundo;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 42 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

b) Tempo de operação: do elemento com restrição: ≤ 50 ms e do elemento instantâneo: ≤ 20 ms

d) Funções de Bloqueio (86)

- Tensão mínima de operação: 90 V;
- Tempo máximo de operação com o menor valor da grandeza de operação: 1,5 ciclos (60 Hz);
- Rearme manual local e remoto;
- Contatos: 7NA + 7NF

6.4.11.12 Sistema de Preservação do Óleo Isolante

O óleo isolante dos transformadores deve ser preservado de contato com a atmosfera através de sistema fechado com bolsa de borracha (bolsa flexível) fabricada através de vulcanização a alta temperatura e sob vácuo, constituída por uma camada em borracha nitrílica, uma camada de tecido de poliamida como reforço e um revestimento de Polivinil Fluorado – Tedlar DuPont no lado em contato com o ar. Sua durabilidade deve ser superior a 20 (vinte) anos.

Deve ter as seguintes características:

- a) Espessura total: 1 mm
- b) Resistência à torção: 300 DaN / 5 cm
- c) Resistência à perfuração: 65 DaN
- d) Ruptura à alongação por torção: 20%
- e) Alongamento: 20%
- f) Permeabilidade ao oxigênio: $3,0 \cdot 10^{-18}$ m²Pa⁻¹s⁻¹
- g) Permeabilidade ao vapor de água: 8,9g/m². 24 horas
- h) Densidade do material composto da bolsa: 1000 g/m²

Nota 6: Se eventualmente o meio isolante for o óleo vegetal, deve-se usar uma bolsa de borracha para o conservador do transformador e outra para o conservador do comutador de derivações em carga.

Nota 7: Cada bolsa de borracha deve dispor do relé de ruptura de membrana.

Nota 8: Deve ser fornecido todas as informações técnicas necessárias para uma eventual aquisição de uma bolsa de substituição.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 43 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.4.12 Cabos de interligação

a) Carretel dos cabos:

Fica a cargo do fornecedor dimensionar os cabos de interligação e a quantidade de cabos por fase em cada circuito, considerando uma distância de 60m/fase e capacidade de condução de corrente total por fase de 1300 A.

Dependendo do número de cabos por fase dimensionados este será igual a quantidade de carretéis fornecidos;

Deverá ser fornecido 01 carretel principal contendo 04 cabos de interligação sendo 01 cabo para cada fase e mais 01 cabo reserva e mais 01 bobina auxiliar contendo 100 metros de cabo para aterramento;

As demais bobinas deverão vir apenas com 03 cabos, sendo 01 cabo para cada fase;

Os cabos deverão ser isolados de acordo com o maior nível de tensão do lado de MT, com terminações nas duas extremidades de cada cabo e conectores em liga de cobre estanhado 4 furos NEMA, destinados a interligação do Transformador Móvel com o sistema a ser atendido, devendo o fornecedor apresentar os memoriais de cálculos do dimensionamento dos cabos.

Os cabos deverão ser armazenados em carretel giratório motorizado com olhais para içamento, sendo o transporte realizado separadamente do semi-reboque.

b) Carretel dos cabos de controle

Deve ser fornecido com 2 (dois) circuitos, em lances de 100 metros cada, de cabo cobre 4 x 2,5 mm², flexível (tempera mole), isolamento em PVC, mínimo 750 Vca, capa preta em termoplástico – ST2, classe de encordoamento 2 (7 fios), instalação ao tempo, provido de rolamento com eixo independente com trava e cadeado e que possa ser acionado por manivela extraível.

c) Carretel de cabo de fibra

Deve ser fornecido um carretel com um cabo rígido com 3 pares de fibra tipo LCxLC, em lance de 200 metros apropriado ao uso externo.

Nota 9: Os carretéis devem ser apropriados para içamento e transporte com auxílio de um caminhão de apoio.

6.5 Identificação

O transformador deve possuir placas de identificação, sendo uma ou mais placas de fiação e uma ou mais placas diagramáticas, em aço inoxidável de espessura mínima de 1,5 mm.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 44 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.5.1 Placa Diagramática

Deve conter as informações a seguir, além de todas as informações previstas nas normas ABNT NBR 5356-1 e 9368:

- a) Número e item do Pedido de Compra da Concessionária;
- b) Fator térmico dos TC;
- c) Impedâncias de curto-circuito na potência base, obtidas nos ensaios de recebimento, nas posições extremas e na principal do comutador;
- d) Tipo e o número de série da chave comutadora e do acionamento motorizado;
- e) Tipo, número de série, capacitância e L6 das buchas;
- f) O número do código de equipamento (que é fornecido na aprovação dos desenhos);
- g) Impedância de Sequência Zero.

Deve ser instalada no tanque principal ou na porta do painel de controle, em local bem visível. O espaço para identificação do nome da subestação deve vir sem preenchimento.

6.5.2 Placa de Fiação do Comando e Proteção

Deve ser conforme a ABNT NBR 9368 e ser instalada na face interior da porta do painel de controle do transformador móvel.

6.5.3 Ventiladores e Radiadores

Os ventiladores e radiadores devem ser galvanizados por imersão a quente, conforme as normas ABNT NBR 6323 e 8158, 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.

6.5.4 Demais Componentes

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

6.6 Acabamento e Pintura

O equipamento e 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.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 45 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

Todas as superfícies externas e internas do equipamento, inclusive os painéis de controle, exceto os radiadores e ventiladores, devem ser pintadas 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 e 8158, devendo ter espessura mínima de 80 µm ou micrômetros em qualquer ponto e média acima de 120 µm ou micrômetros. 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 50°C ou superior a 500°C ou em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

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 o descrito abaixo, este deve ser submetido à aprovação da Concessionária.

6.6.1 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;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 46 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- 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 a 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.

6.6.2 Pintura Externa

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

- a) Uma demão de epoxi, rico em zinco, com espessura mínima final da película seca de 80 µm;
- b) Uma demão intermediária de epoxi óxido de ferro micáceo, espessura mínima da película seca de 60 µm;
- c) Uma demão de acabamento, poliuretano acrílico alifático com espessura mínima da película seca de 80 µm, na cor cinza claro notação Munsell N 6.5, semibrilho.

A espessura mínima final da película seca deve ser de 220 µm.

Deve ser fornecida, na proporção de 900 ml por transformador móvel, 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 exija a recuperação deste processo, o equipamento deve ser devolvido para o Fabricante.

6.6.3 Pintura Interna

O processo de pintura interna deve ser como segue:

- a) Aplicar uma demão de Shop Primer Epoxi, espessura de 20 µm;
- b) Aplicar uma demão de Epóxi poliamina na cor branca, isenta de ácidos graxos, espessura de 60 µm.

A espessura final da película seca deve ser de 80 µm.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 47 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

6.7 Ensaios

Além dos ensaios que devem ser realizados em cada um dos componentes da subestação conforme pode ser verificado na sequência, a subestação deve passar pelos ensaios dinâmicos de trafegabilidade. O fornecedor deve enviar em separado a proposta da SE Móvel valores referentes a realização do ensaio dinâmico de frenagem.

6.7.1 Transformador de Potência

a) Ensaios de Tipo

- Ensaios de elevação de temperatura;
- Ensaios dielétricos;
- Ensaio de óleo isolante;
- Determinação do nível de ruído audível;
- Medição das impedâncias de sequência zero;
- Medição do fator de dissipação da isolação;
- Nível de tensão de rádio-interferência;
- Ensaio do grau de polimerização do papel;
- Ensaio de resposta a frequência (SFRA).

b) Ensaios de Rotina

- Medição da resistência elétrica dos enrolamentos;
- Medição da relação de transformação, polaridade e verificação do deslocamento angular e sequência de fases;
- Medição da impedância de curto-circuito e das perdas em carga;
- Medição das perdas em vazio e corrente de excitação;
- Ensaio dielétricos de rotina;
- Ensaio de comutador de derivações em carga, quando aplicável;
- Medição de resistência de isolamento;
- Estandarização e resistência a pressão;
- Verificação do funcionamento dos acessórios;
- Ensaio de óleo isolante;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 48 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Verificação da espessura e aderência da pintura;

c) Ensaio de Recebimento

- Inspeção preliminar, antes do descarregamento, verificando as condições externas, acessórios e componentes quanto a deformação, vazamentos e estado da pintura;
- Conferencia dos componentes e acessórios via romaneio;
- Verificação de recebimento de toda documentação técnica, desenhos, instruções de montagem, certificados de ensaio e demais documentos técnicos conforme condições contratuais;
- Análise e emissão de laudo do registrador de impacto (Análise e entrega do laudo por parte do fornecedor no prazo máximo de 10 (Dez) dias após a entrega do equipamento);
- Verificação da pressão manométrica do gás seco no tanque e nos cilindros de suprimento(Equipamentos transportado sem líquido isolante);
- Realização da análise do líquido isolante (Equipamentos transportado com líquidos isolantes);
- Medição da resistência do isolamento do núcleo do transformador, em corrente continua sem óleo;
- Realização de inspeção interna caso necessário.
- Medição de resistência ôhmica;
- Medição do fator de potência;
- Teste de relação de espiras do transformador de corrente tipo bucha.

6.7.2 Buchas

a) Ensaio de Rotina

- Ensaio de tensão suportável de frequência industrial, a seco;
- Ensaio de perdas dielétricas e capacitância;

6.7.3 Transformadores de Corrente

a) Ensaio de Rotina

- Ensaio de tensão induzida;
- Ensaio de tensão aplicada ao dielétrico;
- Polaridade;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 49 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Exatidão.
- Curva de excitação e resistência do enrolamento para todas as derivações.

6.7.4 Óleo Isolante

O fabricante deverá realizar e apresentar a Concessionária os ensaios do óleo isolante, descritos a seguir:

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

- Aspecto Visual
- Cor (ABNT NBR 14483);
- Índice de neutralização (ABNT NBR 14248);
- Rigidez dielétrica (ABNT NBR 60156);
- Tensão Interfacial (ABNT NBR 06234);
- Fator de Perdas 90 °C (ABNT NBR 12133);
- Teor de Água (ABNT NBR 10710);
- Densidade 20/20 °C (ABNT NBR 14065);
- Ensaio cromatográfico Hidrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Oxigênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Nitrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Metano (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Monóxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Dióxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Etileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Acetileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);

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

- Aspecto Visual
- Cor (ABNT NBR 14483);
- Índice de neutralização (ABNT NBR 14248);
- Rigidez dielétrica (ABNT NBR 60156);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 50 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Tensão Interfacial (ABNT NBR 06234);
 - Fator de Perdas 90 °C (ABNT NBR 12133);
 - Teor de Água (ABNT NBR 10710);
 - Densidade 20/20 °C (ABNT NBR 14065);
 - Ensaio cromatográfico Hidrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Oxigênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Nitrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Metano (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Monóxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Dióxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Etileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Acetileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- c) Ensaios físico-químico e cromatográfico (após ensaios elétricos e elevação de temperatura) para:
- Aspecto Visual
 - Cor (ABNT NBR 14483);
 - Índice de neutralização (ABNT NBR 14248);
 - Rigidez dielétrica (ABNT NBR 60156);
 - Tensão Interfacial (ABNT NBR 06234);
 - Fator de Perdas 90 °C (ABNT NBR 12133);
 - Teor de Água (ABNT NBR 10710);
 - Densidade 20/20 °C (ABNT NBR 14065);
 - Ensaio cromatográfico Hidrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Oxigênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Nitrogênio (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Metano (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
 - Ensaio cromatográfico Monóxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 51 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- Ensaio cromatográfico Dióxido de Carbono (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Etileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Ensaio cromatográfico Acetileno (ABNT NBR 7070 e NBR 7072);
- Análise PCB (ABNT NBR 8371);

O fabricante deverá fornecer ao inspetor da Concessionária uma amostra do óleo isolante coletado na etapa c).

Após montagem e ensaios finais, o valor da umidade relativa da superfície da isolação (URSI) do transformador não deverá exceder 0,5%.

6.7.5 Ensaios no Semirreboque e Conjunto Transformador Semirreboque

6.7.5.1 Ensaios operacionais

Realizados na fábrica, ou representante legal do Fabricante, a fim de verificar o correto funcionamento da proteção, comando, controle, medição e sinalização do semirreboque.

6.7.5.2 Ensaios de freio

Para os ensaios de freios, o espaço necessário para o semirreboque parar, após ser freado, em rodovia pavimentada deve ser medido à velocidade máxima de 40 km/h. Este teste deve ser repetido para 20 km/h.

O espaço necessário para o semirreboque parar, após freado, à velocidade de 20 km/h em rodovia pavimentada deve ser medido e analisado.

Devem ser realizados ensaios simulando as condições reais de trabalho do semirreboque, com todos os equipamentos e acessórios do transformador montados sobre o mesmo, para verificar, no mínimo, o funcionamento das seguintes partes:

- a) Sistema e comando hidráulicos;
- b) Suportes de apoio;
- c) Instalação elétrica e sinalização do semirreboque;
- d) Suspensão;
- e) Sistema de pressurização.
- f) Ensaios operacionais de conjunto do transformador móvel;
- g) Verificação dos pesos;
- h) Ensaios de dirigibilidade;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 52 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- i) Medição da aceleração dinâmica
- j) Esforços solicitados

Nota 10: Os ensaios das alíneas "f", "h", "i" e "j" devem ser realizados em rodovia pavimentada e não pavimentada.

6.7.5.3 Ensaio de Tipo

Esses ensaios são sempre realizados com a unidade completamente montada.

Caso o Fornecedor julgue necessária a realização de quaisquer outros ensaios, estes devem ser informados na proposta técnica.

6.7.6 Acompanhamento da Fabricação

O Fabricante deve fornecer o cronograma detalhado das diversas etapas de fabricação para permitir a inspeção durante o processo. Cabe à Concessionária decidir pela realização ou não de visitas de inspeção em quaisquer das fases do processo de fabricação. Para isto, o Fabricante deve comunicar por escrito, com antecedência de 15 (quinze) dias, quaisquer alterações do cronograma de fabricação.

Cabe à Concessionária decidir pela necessidade ou não da visita de inspeção, quando da aprovação dos desenhos.

6.8 Exigências Adicionais

São consideradas como complementares as exigências apresentadas nos itens a seguir.

6.8.1 Lista de Sobressalentes

O proponente deve incluir na sua proposta uma relação de peças sobressalente incluindo o valor unitário de cada item, contendo no mínimo as peças listadas a seguir:

6.8.1.1 Para o Transformador de Potência Móvel:

- a) Bucha de alta tensão;
- b) Bucha de media tensão;
- c) Bucha de baixa tensão;
- d) Termômetro para controle de temperatura dos enrolamentos;
- e) Termômetro para controle de temperatura do óleo isolante;
- f) Indicador magnético de nível do óleo isolante;
- g) Relé de gás tipo BUCHHOLZ;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 53 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

- h) Reservatório para Sílica-gel;
- i) Controle eletrônico (reguladores de tensão);
- j) Conectores terminais (um para cada terminal);
- k) Todas as gaxetas;
- l) Pneus;
- m) Protetores;
- n) Câmaras de ar;
- o) Rodas;
- p) Ventilador.

7. FALHAS NOS ENSAIOS

Em caso de falhas nos ensaios, o fabricante 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 será por conta exclusiva do fabricante.

8. PEÇAS SOBRESSALENTES E FERRAMENTAS ESPECIAIS

O proponente deverá relacionar e indicar os custos unitários das peças sobressalentes e ferramentas especiais recomendadas para manutenção.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 54 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

9. INFORMAÇÕES TÉCNICAS APRESENTADAS COM A PROPOSTA

O proponente deverá anexar, a sua proposta, os seguintes quadros de características devidamente preenchidos, para cada nível de tensão aplicável.

1- Transformador de Potência		
1.1 Características Técnicas Garantidas pelo Proponente		
1.1.1 Método de resfriamento		
1.1.2 Enrolamento de alta tensão (H)		
a	Potência Nominal com resfriamento ODAF	MVA
b	Frequência Nominal	Hz
c	Tensão Nominal	kV
d	Tensão máxima do equipamento	kV
e	Faixa de derivações de plena potência para comutação sem tensão	%
f	Tensões suportáveis dos terminais de linha:	
f.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV
f.2	de impulso, onda cortada (valor de crista)	kV
f.3	a frequência industrial (valor eficaz)	kV
g	Capacidade de suportar curto-circuitos externos:	
g.1	corrente simétrica de curto-circuito	kA
g.2	duração	s
1.1.3 Enrolamento de baixa tensão (X)		
a	Potência Nominal com resfriamento ODAF	MVA
b	Frequência Nominal	Hz
c	Tensão Nominal	kV
d	Tensão máxima do equipamento	kV
e	Tensões suportáveis dos terminais de linha:	
e.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV
e.2	de impulso, onda cortada (valor de crista)	kV
e.3	a frequência industrial (valor eficaz)	kV
f	Capacidade de suportar curto-circuitos externos:	
f.1	corrente simétrica de curto-circuito	kA
f.2	duração	s
g	Nível de isolamento do terminal de neutro	kV
h	Tensões suportáveis do terminal de neutro:	
h.1	de impulso, onda plena (valor de crista)	kV
h.2	a frequência industrial (valor eficaz)	kV
1.1.4 Buchas do enrolamento de alta tensão		
a	Fabricante	
b	Tipo	
c	Tensão Nominal	kV

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 55 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

d	Corrente Nominal		A
e	Tensão suportável de impulso, onda plena (valor de crista)		kV
f	Tensão suportável a frequência industrial (valor eficaz)		kV
g	Distância de escoamento		mm
h	Resistência mecânica para esforço no topo		kgf
1.1.5 Buchas do enrolamento de baixa tensão			
a	Fabricante		
b	Tipo		
c	Tensão Nominal		kV
d	Corrente Nominal		A
e	Tensão suportável de impulso, onda plena (valor de crista)		kV
f	Tensão suportável a frequência industrial (valor eficaz)		kV
g	Distância de escoamento		mm
h	Resistência mecânica para esforço no topo		kgf
1.1.6 Bucha de neutro			
a	Fabricante		
b	Tipo		
c	Tensão Nominal		kV
d	Corrente Nominal		A
e	Tensão suportável de impulso, onda plena (valor de crista)		kV
f	Tensão suportável a frequência industrial (valor eficaz)		kV
g	Distância de escoamento		mm
h	Resistência mecânica para esforço no topo		kgf
1.1.7 Tensão Admissível, do Enrolamento Primário para			
a	Funcionamento em vazio		kV
1.1.8 Limites de Elevação de Temperatura			
a	Dos enrolamentos		°C
b	Do ponto mais quente do topo do tanque		°C
c	Do óleo isolante perto do topo do transformador		°C
d	Das partes metálicas em contato ou adjacentes a isolação		°C
1.1.9 Impedâncias Referidas a Potência Nominal, 60 Hz e a 85 °C			
a	Na relação 144,9-34,5 kV		%
b	Na relação 138-34,5 kV		%
c	Na relação 124,2-34,5 kV		%
d	Na relação 144,9-13,8 kV		%
e	Na relação 138-13,8 kV		%
f	Na relação 124,2-13,8 kV		%
g	Na relação 72,45-34,5 kV		%
h	Na relação 69-34,5 kV		%
i	Na relação 62,12-34,5 kV		%
j	Na relação 72,45-13,8 kV		%

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 56 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

k	Na relação 69-13,8 kV		%
l	Na relação 62,1-13,8 kV		%
1.1.10 Perdas em Vazio, a Frequência Nominal e:			
a	A tensão nominal		kW
b	A 110% da tensão nominal		kW
1.1.11 Perdas Totais Referidas a Tensão Nominal, a 60Hz e a 85 °C:			
a	Com carga no secundário de 30 MVA		kW
1.1.12 Corrente de Excitação, Referida a 30 MVA a 60 Hz e:			
a	A tensão nominal		%
b	A 110% da tensão nominal		%
1.1.13 Consumo			
a	Moto-ventiladores		kW
1.1.14 Deslocamento Angular Entre os Enrolamentos			
1.1.15 Transformadores de Corrente			
a	Para proteção, nas buchas de alta tensão:		
a.1	relação		
a.2	classe de exatidão		
a.3	fator térmico		
b	Para proteção, nas buchas de baixa tensão:		
b.1	relação		
b.2	classe de exatidão		
b.3	fator térmico		
c	Para medição, nas buchas de baixa tensão:		
c.1	relação		
c.2	classe de exatidão		
c.3	fator térmico		
d	Para proteção, na bucha de neutro:		
d.1	relação		
d.2	classe de exatidão		
d.3	fator térmico		
e	Para a imagem térmica:		
e.1	relação		
e.2	classe de exatidão		
1.1.16 Nível Máximo de Ruído			
a	audível		dB
1.1.17 Nível Máximo de Tensão de Rádio-interferência a			
a	110% da maior tensão máxima do equipamento		µV
1.1.18 Corona visual:			
a	Tensão de início		kV
b	Tensão de extinção		kV

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 57 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

1.1.19 Sobreexcitação Permissível em Qualquer Derivação do Enrolamento de Alta Tensão, Durante:		
a	20 ciclos	kV
b	10 ciclos	kV
c	Em regime contínuo	kV
1.2 Características e Valores Informativos		
1.2.1 Nível Máximo de		
a	descargas parciais	C
1.2.2 Resistência Elétrica dos Enrolamentos, a Tensão Nominal e a 85 °C:		
a	De alta tensão	/fase
b	De baixa tensão	/fase
1.2.3 Densidade Máxima de Corrente dos Enrolamentos:		
a	De alta tensão	A/mm ²
b	De baixa tensão	A/mm ²
1.2.4 Capacitância dos Enrolamentos, Referida a 60Hz:		
a	Entre AT/BT	nF
b	Entre AT/TERRA	nF
c	Entre BT/TERRA	nF
1.2.5 Quantidade de Materiais Empregados por Unidade:		
a	Óleo isolante	l
b	Aço Silício	kg
c	Cobre	kg
d	Aço estrutural	kg
1.2.6 Pesos:		
a	Parte ativa	kgf
b	Tanque e acessórios	kgf
c	Óleo isolante	kgf
d	Peso total	kgf
1.2.7 Volume		
a	Conservador de óleo	m ³
1.2.8 Dimensões:		
a	Altura	mm
b	Comprimento	mm
c	Largura	mm
1.2.9 Pintura		
a	Processo de pintura	Ref.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 58 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

2- PARA-RAIOS

2.1 Características Garantidas

a	Tensão nominal (valor de referência)		kV
b	Corrente de descarga nominal		kA
c	Frequência		Hz
d	Máxima tensão residual, onda 8/20µs, para correntes de:		
d.1	5 kA		kV
d.2	10 kA		kV
d.3	20 kA		kV
e	Máxima tensão residual a surtos de manobra para correntes de 1000A (para impulso com frente de onda maior que 30µs)		kV
f	Tensão suportável continuamente a frequência industrial		kV
g	Tensão suportável a frequência industrial durante 5 min		kV
h	Capacidade mínima de absorção de energia		kJ/kV
i	Classe de descarga de linha de transmissão		
j	Classe de alívio de sobrepresão interna para 0,2s		kA
k	Corrente suportável de impulso retangular com tempo de crista virtual de 2000µs		A
l	Corrente suportável de curta duração, onda 4/10µs		kA
m	Tensões suportáveis pelo invólucro:		
n	de impulso atmosférico		kV
o	a frequência industrial sob chuva		kV
p	Tensão fase-terra de aparecimento e extinção de corona visual		µV

2.2 Características e Valores Informativos

a	Tipo e Fabricante		
b	Massa total		kg
c	Dimensões:		
c.1	diâmetro		mm
c.2	altura		mm
d	Distância de escoamento		mm
e	Esforço admissível no terminal de linha		kgf

3- TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

3.1 Características Garantidas

a	Potência Nominal		kVA
b	Frequência Nominal		Hz
c	Tensões Nominais		V
d	Faixa de derivações para comutação sem tensão		%
e	Tensões suportáveis dos terminais de linha:		
e.1	impulso, onda plena (valor de crista)		kV

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 59 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

e.2	impulso, onda cortada (valor de crista)		kV
e.3	frequência industrial (valor eficaz)		kV
f	Diagrama fasorial		
g	Impedância		%
h	Fusível de proteção:		
h.1	corrente nominal		A
h.2	capacidade de ruptura		kA
3.2 Características e Valores Informativos			
a	Tipo e Fabricante		
b	Peso		kgf
c	Processo de pintura		Ref

4- SEMIRREBOQUE

a	Fabricante		
b	Tipo ou modelo		
c	Material da estrutura		
d	Dimensões do semirreboque		
d.1	comprimento		mm
d.2	largura		mm
d.3	altura		mm
e	Dimensões do conjunto		
e.1	comprimento		mm
e.2	largura		mm
e.3	altura		mm
f	Peso do semirreboque		Kg
g	Peso do conjunto		kg
h	Suspensão do semirreboque		
h.1	Fabricante		
h.2	Tipo		
h.3	Modelo		
h.4	Quantidades de linhas de eixo		
h.5	Quantidade de eixos por linha		
h.6	Tipo de conexão com unidade tratora		
i	acionamento dos eixos		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 60 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

10. ANEXOS.

10.1 Tabelas de Códigos

Código SAP	Descrição Breve	Descrição Detalhada
102020022	TR-MOVEL 25MVA 138x69/34,5x13,8KV	TRANSFORMADOR MÓVEL; TRIFÁSICO; COMPOSIÇÃO: CAVALO MECANICO + SEMI-REBOQUE + TRANSFORMADOR DE POTENCIA + ACESSORIOS; USO: EXTERIOR; POTÊNCIA NOMINAL: 25 MVA; TENSÃO PRIMÁRIA NOMINAL 138x69 KV (AT 138 ± 8x1,725 KV EM DELTA RELIGAVEL 69 ± 6x1,725 KV EM DELTA); TENSÃO SECUNDÁRIA NOMINAL: 34,5x13,8 KV EM ESTRELA; FREQUÊNCIA: 60 HZ; LIGAÇÃO: TRIÂNGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL (GRUPO ABNT DYN1); IMPEDÂNCIAS DE CURTO-CIRCUITO MINIMAS: 10%; ISOLAÇÃO: ÓLEO MINERAL ISOLANTE; MÉTODO DE RESFRIAMENTO: ODAF; DESENHO E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME REVISAO VIGENTE: ET.318.EQTL.”
102010036	TR-MOVEL 25MVA 69x34,5/13,8KV	TRANSFORMADOR MÓVEL; TRIFÁSICO; COMPOSIÇÃO: CAVALO MECANICO + SEMI-REBOQUE + TRANSFORMADOR DE POTENCIA + ACESSORIOS; USO: EXTERIOR; POTÊNCIA NOMINAL: 25 MVA; TENSÃO PRIMÁRIA NOMINAL 69x34,5 KV (AT 69 ± 8x0,8625 KV EM DELTA RELIGAVEL 34,5 +8/-4x0,8625 KV EM DELTA); TENSÃO SECUNDÁRIA NOMINAL: 13,8 KV EM ESTRELA; FREQUÊNCIA: 60 HZ; LIGAÇÃO: TRIÂNGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL (GRUPO ABNT DYN1); IMPEDÂNCIAS DE CURTO-CIRCUITO MINIMAS: 10%; ISOLAÇÃO: ÓLEO MINERAL ISOLANTE; MÉTODO DE RESFRIAMENTO: ODAF; DESENHO E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME REVISAO VIGENTE: ET.318.EQTL.”

11. CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	00/12/2020	Todos	EMISSÃO INICIAL	Márcio de Oliveira Mendes

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: 22/09/2021	Página: 61 / 62
Título: Transformador Móvel		Código: ET.318. EQTL. Normas, Qualidade e Des. de Fornecedores	Revisão: 00

12. APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Márcio de Oliveira Mendes – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

Francerdey Marlos Menezes Pinheiro – Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Narana Milhomem Pinheiro – Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Gedison Moraes Da Paixao – Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

Marcos Antonio Lindolfo Vieira da Silva Junior - Gerência Corporativa de Manutenção e Automação

APROVADOR (ES)

Leonardo Eustáquio Rodrigues – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

TRANSFORMADOR MÓVEL

GRUPO
equatorial
ENERGIA

