 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	


## Sumário

1.	OBJETIVO .....	1
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	2
3.	DEFINIÇÕES .....	2
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	3
5.	RESPONSABILIDADES .....	5
6.	REGRAS BÁSICAS .....	5
6.1	Sistemas de unidades .....	5
6.2	Garantia.....	5
6.3	Proposta técnica .....	6
6.4	Componentes de reserva.....	7
6.5	Ferramentas especiais.....	8
6.6	Memoriais de cálculo .....	8
6.7	Fabricação.....	8
6.8	Aceitação e rejeição .....	8
6.9	Armazenagem na fábrica .....	9
6.10	Montagem, energização e acertos no local de instalação .....	9
6.11	Instruções técnicas .....	9
6.12	Condições dos locais de instalação .....	10
6.13	Características elétricas do sistema .....	10
6.14	Serviços auxiliares .....	11
6.15	Características do equipamento .....	11
6.16	Acabamento e pintura .....	26
6.17	Placas de identificação e diagramática.....	27
6.18	Documentos para aprovação .....	29
6.19	Inspeção e ensaios .....	34
6.20	Embalagem e transporte.....	42
7.	CONTROLE DE REGISTROS .....	45
8.	ANEXOS .....	46
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES .....	70

### 1. OBJETIVO

Estabelecer os requisitos que deverão ser atendidos para o fornecimento de reator trifásico de aterramento e seus acessórios, inteiramente novos e sem uso, para uso externo, a serem utilizados no sistema elétrico da CPFL. Este equipamento denominado também de transformador de aterramento será chamado de forma sintética de transformador no presente documento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	1 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

## 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

### 2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

### 2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Suprimentos, Obras e Manutenção.

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.1 Acessório

Designa o dispositivo que desempenha um papel menor ou secundário, como um adjunto ou refinamento do papel principal executado pelo equipamento.

### 3.2 Documentos técnicos

Designa desenhos, catálogos, cronogramas, relatórios, planos de controle da qualidade, manuais de instruções e lista de materiais.

### 3.3 Engenheiro

Designa o empregado do Departamento de Engenharia da CPFL, ou qualquer organização por esta autorizada por escrito, para agir como seu representante com relação à engenharia do fornecimento.

### 3.4 Equipamento

Designa o conjunto unitário e completo com todos os seus acessórios e componentes, que desempenha o papel principal, quando em funcionamento, conforme explicitado neste documento.

### 3.5 Folha de dados

Designa o questionário contido no anexo deste documento.

### 3.6 Fornecimento

Significa o equipamento, acessórios, aparelhos, ferramentas especiais, materiais, artigos e componentes de toda espécie, inclusive de reserva, a serem fornecidos, inclusive todo o trabalho a ser feito e os serviços a serem executados.


### 3.7 Inspetor

Designa o empregado do Departamento de Engenharia da CPFL, ou qualquer organização autorizada por escrito pela CPFL, para agir como seu representante com respeito a inspeção e ensaios de fornecimento.

### 3.8 Ensaio de rotina

Ensaio que deverá ser realizado na presença do inspetor quando da inspeção final, conforme subitem Inspeção e ensaios deste documento, em todas as unidades do equipamento a ser fornecido.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	2 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 3.9 Ensaio de tipo

Ensaio que deverá ser realizado na presença do inspetor quando da inspeção final, conforme subitem Inspeção e ensaios deste documento, e quando adquirido pela CPFL, na unidade ou unidades do equipamento a ser fornecido, escolhida a exclusivo critério do inspetor.

### 3.10 Pedido de compra

Designa o contrato de fornecimento.


### 3.11 Reator trifásico de aterramento

Designa um equipamento que tem por finalidade fornecer de forma artificial uma referência de terra (impedância de sequência zero) em determinados pontos de um sistema elétrico de potência que não possuem esta característica, possibilitando a aplicação adequada de sistemas de proteção para faltas envolvendo a terra.

## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA


ABNT NBR 5034 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV  
ABNT NBR 5356 - Transformadores de potência  
ABNT NBR 5356-1 - Transformadores de potência - Parte 1: Generalidades  
ABNT NBR 5356-6 - Transformadores de potência - Parte 6: Reatores  
ABNT NBR 5779 - Óleos minerais isolantes - Determinação qualitativa de cloretos e sulfatos inorgânicos  
ABNT NBR 6234 - Óleo mineral isolante - Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel - Método de ensaio  
ABNT NBR 6821 - Transformador de corrente  
ABNT NBR 6821 - Transformador de corrente  
ABNT NBR 6856 - Transformador de corrente - Especificação e ensaios  
ABNT NBR 6869 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)  
ABNT NBR 7070 - Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos  
ABNT NBR 7148 - Petróleo e derivados de petróleo - Determinação da massa específica, densidade relativa e API - Método do densímetro  
ABNT NBR 7277 - Transformadores e reatores - determinação do nível de ruído  
ABNT NBR 7875 - Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR)  
ABNT NBR 7876 - Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz  
ABNT NBR 10068 - Folha de desenho - Leiaute e dimensões - Padronização  
ABNT NBR 10441 - Produtos de petróleo - Líquidos transparentes e opacos - Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica  
ABNT NBR 10443 - Tintas e vernizes - determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - método de ensaio  
ABNT NBR 10504 - Óleo mineral isolante - determinação da estabilidade à oxidação  
ABNT NBR 10505 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação de enxofre corrosivo  
ABNT NBR 10710 - Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água  
ABNT NBR 11003 - Tintas - determinação da aderência

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	3 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

ABNT NBR 11341 - Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland  
ABNT NBR 11349 - Produto de petróleo - Determinação do ponto de fluidez  
ABNT NBR 12133 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio  
ABNT NBR 12134 - Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol  
ABNT NBR 12455 - Indicador, detetor e transdutor de temperatura do óleo e do enrolamento para transformadores de potência nominal acima de 500 kVA  
ABNT NBR 12457 - Dispositivo de alívio de pressão para transformadores de potência acima de 500 kVA  
ABNT NBR 12460 - Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência - Padronização  
ABNT NBR 13882 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)  
ABNT NBR 14248 - Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador  
ABNT NBR 14483 - Produtos de petróleo - Determinação da cor - Método do colorímetro ASTM  
ABNT IEC/TS 60815-1 - Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais  
ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)  
ABNT NBR NM 60884-1:2010 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - Parte 1: Requisitos gerais  
ASTM A90 - STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING ON ZINC-COATED (GALVANIZED) IRON OR STEEL ARTICLES  
ASTM A239 - STANDARD PRACTICE FOR LOCATING THE THINNEST SPOT IN A ZINC (GALVANIZED) COATING ON IRON OR STEEL ARTICLES  
ASTM B499 - Standard Test Method for Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals  
ASTM D92 - Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester  
ASTM D97 - Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products  
ASTM D445 - Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)  
ASTM D877 - Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Liquids  
ASTM D1275 - Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Liquids Using Disk Electrodes  
ASTM D924 - Standard Test Method for Dissipation Factor (or Power Factor) and Relative Permittivity (Dielectric Constant) of Electrical Insulating Liquids  
ASTM D971 - Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method  
ASTM D974 - Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration  
ASTM D1275 - Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Liquids  
ASTM D1298 - Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method  
ASTM D1500 - Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale)  
ASTM D1533 - Standard Test Method for Water in Insulating Liquids by Coulometric Karl Fischer Titration

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	4 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

ASTM D1552 - Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by High Temperature Combustion and Infrared (IR) Detection or Thermal Conductivity Detection (TCD)

ASTM D1552 - Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by High Temperature Combustion and Infrared (IR) Detection or Thermal Conductivity Detection (TCD)

ASTM D2140 - Standard Practice for Calculating Carbon-Type Composition of Insulating Oils of Petroleum Origin

ASTM D2300 - Standard Test Method for Gassing of Electrical Insulating Liquids Under Electrical Stress and Ionization (Modified Pirelli Method)

ASTM D2440 - Standard Test Method for Oxidation Stability of Mineral Insulating Oil

ASTM D2668 - Standard Test Method for 2,6-di-tert-Butyl- p-Cresol and 2,6-di-tert-Butyl Phenol in Electrical Insulating Oil by Infrared Absorption

ASTM D3300 - Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Oils of Petroleum Origin Under Impulse Conditions

ASTM D4059 - Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography

IEC 60076-3 - Power transformers - Part 3: insulation levels, dielectric tests and external clearances in air

IEC 60156 - Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method

IEC 60270 - High-voltage test techniques - Partial discharge measurements

IEC 61125 - Insulating liquids - Test methods for oxidation stability - Test method for evaluating the oxidation stability of insulating liquids in the delivered state

SIS 05-5900 – Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces.

GED 134 (documento do Acervo Eletrônico da CPFL) - Elaboração de Desenhos em AutoCAD

Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10) - Segurança em instalações e serviços em eletricidade

## 5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

## 6. REGRAS BÁSICAS

### 6.1 Sistemas de unidades


Todos os documentos e desenhos deverão fazer uso do Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Decimal). Se outro sistema de unidades for usado, a conversão para o Sistema Internacional deverá ser indicada ao lado.

### 6.2 Garantia

O equipamento, bem como seus acessórios e componentes, deverá ser coberto por uma garantia contra quaisquer defeitos decorrentes de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 24 (vinte e quatro) meses após a entrega no ponto de destino citado no contrato e/ou 18 (dezoito) meses após a entrada em operação.

Da mesma maneira, a qualquer momento durante o período de garantia, o fornecedor deverá substituir ou reparar, atendendo no menor prazo possível a solicitação da CPFL, qualquer acessório ou peça que apresente defeito, falha ou falta oriundas da fabricação, emprego de materiais inadequados ou acabamento, conforme o caso.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	5 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Se durante o período de garantia ocorrer algum defeito ou falha no equipamento, novos ensaios determinados pela CPFL deverão ser aplicados na unidade após os devidos reparos pelo fornecedor, se ela assim julgar necessário, sem quaisquer ônus adicionais.

Se após ser notificado, o fornecedor se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitadas, a CPFL reserva-se o direito de executá-los e cobrar seus custos do fornecedor, sem que isto afete a garantia do equipamento.

No caso de haver reparo ou substituição de peças, partes ou mesmo de todo o equipamento, a garantia deverá, conforme o caso, ser renovada e entrar em vigor a partir da data de reentrada em operação.

Após o término do prazo de garantia o fornecedor deverá responder pelo seu equipamento, sem quaisquer ônus à CPFL, em caso de falha ou defeito que se constate ser decorrente de projeto ou fabricação.

### 6.3 Proposta técnica

#### 6.3.1 Apresentação

A proposta técnica, bem como todos os documentos técnicos e anexos que dela fizerem parte, deverão ser redigidos em português ou inglês.

Levando-se em conta os requisitos deste documento, a proposta técnica deverá obrigatoriamente conter a Folha de dados, sem análise e aprovação prévia da CPFL.

Somente serão consideradas válidas as informações e documentos solicitados neste subitem.

Todos os acessórios e componentes necessários ao pleno fornecimento do equipamento deverão ser fornecidos mesmo quando não especificados.

O proponente deverá anexar folhas separadas contendo quaisquer respostas que, pela sua extensão, não possam ser inseridas na Folha de dados anexo deste documento, outras informações de real interesse para a perfeita caracterização do equipamento ofertado.

#### 6.3.2 Equipamentos fabricados no Brasil

Caso possível, solicita-se o envio das seguintes informações junto com a proposta técnica:

- Uma cópia dos relatórios de ensaios de tipo e especiais, já realizados em laboratórios independente, em equipamento do tipo ou modelo ora ofertado;
- Lista contendo as quantidades adquiridas por outros clientes, seus nomes e datas de compra de equipamento do tipo ou modelo ora ofertado;
- Relação detalhada das peças de reserva e ferramentas especiais recomendadas.

Os acessórios e componentes do equipamento proposto deverão ser dos tipos e fabricantes indicados neste documento. A utilização destes componentes não isenta o proponente de todas as responsabilidades sobre eles. O proponente poderá, no entanto, utilizar componentes alternativos, desde que o motivo da inadequação dos especificados pela CPFL seja explicitado e que sejam mantidas a qualidade, as funções e características técnicas aqui especificadas, bem como sua utilização tenha sido aprovada pela CPFL antes da aplicação no equipamento. No que respeita o parágrafo anterior, catálogos e/ou desenhos dos componentes e acessórios alternativos deverão ser anexados à proposta técnica.


#### 6.3.3 Equipamentos fabricados no exterior

A proposta técnica deverá necessariamente conter os seguintes documentos:

- Desenhos ou catálogos de componentes e acessórios listados abaixo:
  - Das buchas a serem utilizadas;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	6 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Dos transformadores de corrente a serem utilizados;
- Do relé Buchholz (para o transformador);
- Dos indicadores de nível de óleo;
- Do termômetro do óleo;
- Do termômetro do enrolamento;
- Dos radiadores;
- De cada tipo de conector a ser utilizado, incluindo de aterramento;
- Da válvula de alívio de pressão;
- Do respirador do compartimento do conservador de óleo do transformador;
- Dos blocos de terminais da fiação dos circuitos auxiliares;
- Dos fusíveis, disjuntores termomagnéticos, contadores, chaves de comando e controle, contatos auxiliares, etc., referentes aos circuitos auxiliares.
- O proponente de equipamentos fabricados no exterior poderá utilizar componentes alternativos àqueles de tipo e fabricantes indicados neste documento, caso o referido componente não esteja disponível no país de fabricação do equipamento, ou por motivo de inadequação do indicado pela CPFL e desde que sejam mantidas a qualidade, as funções e as características técnicas aqui especificadas, bem como sua utilização tenha sido aprovada pela CPFL antes da aplicação no equipamento. A utilização de componentes indicados pela CPFL não isenta o proponente de todas as responsabilidades sobre eles.
- Desenho de dimensões externas do equipamento, indicando as dimensões principais, pesos, componentes e acessórios, etc.;
- Desenho da peça mais pesada para transporte, com indicações das dimensões máximas e pesos;
- Esquema detalhado dos processos de tratamento, acabamento e pintura das partes a serem pintadas;
- Cópia dos relatórios de ensaios de tipo e especiais já realizados em laboratórios independentes em equipamentos do mesmo tipo ou modelo daquele proposto;
- Relação detalhada das peças de reserva e ferramentas especiais recomendadas;
- Descrição completa e detalhada do equipamento, de todos os acessórios e componentes auxiliares e seus catálogos, contendo desenhos, fotografias, detalhes dos terminais de alta tensão e neutro, dos conectores de aterramento e descrição detalhada da construção, montagem e desmontagem, operação e manutenção do mesmo.

#### 6.3.4 Interpretação de documentos


Todo e qualquer erro de redação cometido pelo proponente que possa afetar a interpretação da proposta técnica será de inteira responsabilidade do mesmo, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.

#### 6.4 Componentes de reserva

O proponente deverá atender as instruções da cotação para componentes de reserva do equipamento aqui especificado, devendo estes serem idênticos, em todos os aspectos, às correspondentes do equipamento original.

Tais componentes de reserva poderão ser submetidos a inspeção e ensaios, a critério da CPFL. A embalagem e o transporte destes componentes deverão ser realizados levando-se em consideração o estabelecimento no subitem Embalagem e transporte deste documento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	7 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

O fornecedor deverá indicar, quando possível, se o componente de reserva adquirido é tecnicamente idêntico a outros componentes anteriormente fornecidos, apontando, se disponível, o documento de compra correspondente àquela aquisição, e informar todos os detalhes técnicos de cada componente sobressalente ora adquirido (fabricante, modelo, tipo e demais informações pertinentes, bem como desenhos dimensionais).

Esta informação deverá ser enviada à CPFL com antecedência de 10 dias do embarque destes componentes, e uma cópia deste documento deverá também constar do processo de embalagem destes itens.

### 6.5 Ferramentas especiais

O proponente deverá atender as instruções da cotação para quaisquer ferramentas especiais necessárias à montagem e manutenção do equipamento e seus acessórios, não usualmente encontradas no mercado brasileiro.

Caso seja necessária ferramenta que se comprove ser especial para montagem e/ou manutenção do equipamento e a mesma não tenha sido incluída na proposta, o fornecedor será obrigado a supri-la sem ônus, na quantidade indicada pela CPFL.

As ferramentas especiais adquiridas serão inspecionadas juntamente com a primeira unidade do fornecimento, devendo, também, serem submetidas a ensaios funcionais.

### 6.6 Memoriais de cálculo

Durante a fase de projeto, o fornecedor deverá enviar os memoriais de cálculo do equipamento, demonstrando as suas características principais.

Caso existam informações consideradas confidenciais pelo fornecedor, ele não será obrigado a enviá-las. Entretanto, a CPFL se reserva o direito de consulta-las durante o projeto, a fabricação e os ensaios, caso julgue isso necessário para dirimir eventuais dúvidas e atestar a qualidade do equipamento.

### 6.7 Fabricação

Nenhuma alteração poderá ser realizada pelo fornecedor aos termos, valores e unidades adotados por este documento. No caso de detalhes não mencionados neste documento, o fornecedor deverá satisfazer ao que de melhor existir em trabalho no gênero.

Quando forem adquiridas mais de uma unidade do mesmo equipamento sob o mesmo pedido, todos eles deverão possuir o mesmo projeto e serem essencialmente iguais, com todas as peças e acessórios correspondentes intercambiáveis.

Assim sendo, qualquer modificação do projeto original, que por razões de ordem técnica se tornar necessária, deverá ser antecipadamente comunicada e somente poderá ser realizada com a aprovação por escrito da CPFL.


### 6.8 Aceitação e rejeição

A aceitação dar-se-á com a realização, de pelo menos, os eventos a seguir:

- Emissão do correspondente boletim de inspeção da CPFL, após a aprovação do equipamento em todos os ensaios a que for submetido;
- Relatórios da inspeção e ensaios completos e recebidos pela CPFL;
- Atendimento integral, por parte do fornecedor, do subitem Documentos para aprovação deste documento;
- Fita do registrador de impactos devidamente analisada e aprovada pela CPFL;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	8 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Recebimento físico no local de entrega e conferência de todas as partes, peças, acessórios, componentes, ferramentas especiais e componentes de reserva que pertençam ao fornecimento, comprovando a quantidade conforme o pedido de compra e o perfeito estado dos mesmos.

A inspeção ou sua omissão, bem como a aceitação do equipamento pela CPFL, não eximirão de modo algum o fornecedor de sua responsabilidade em suprir o equipamento em plena concordância com o pedido de compra e este documento, nem tão pouco invalidarão ou comprometerão qualquer reclamação posterior que a CPFL venha a realizar baseada na existência de equipamento inadequado ou defeituoso.

A rejeição do equipamento em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios, ou de sua discordância com o pedido, ou com este documento, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade quanto a data de entrega contratada do equipamento.

Se na opinião da CPFL a natureza da rejeição tornar impraticável a entrega do equipamento pelo fornecedor na data contratada, ou se tudo indicar que o fornecedor seja incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a CPFL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte. Neste caso, o fornecedor será considerado infrator do pedido de compra e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

## 6.9 Armazenagem na fábrica

Após a aceitação do equipamento na inspeção e ensaios a que for submetido, o fornecedor deverá tomar todas as precauções e providências necessárias para o adequado armazenamento dos materiais, acessórios e mesmo do equipamento completo que, por sua natureza, fiquem sujeitos à espera para fins de transporte ou montagem na fábrica antes da entrega.

## 6.10 Montagem, energização e acertos no local de instalação

A montagem e a energização do equipamento no local de instalação serão realizadas pela CPFL. Quando o fornecedor for contratado para a supervisão de montagem, este deverá indicar a quantidade de pessoal, o ferramental, a instrumentação e a aparelhagem de ensaios necessários, em prazo tecnicamente recomendável. Portanto, deverá realizar parte da proposta um item para fornecimento de serviços de supervisão de montagem.

O fornecedor ficará responsável por qualquer falha atribuível a erro de montagem, com exceção dos danos causados por eventuais acidentes durante esta fase que não sejam comprovadamente devido a negligência ou falha do seu supervisor.


Se durante os trabalhos de montagem ou quando da energização ou operação ocorrerem falhas que impliquem em acertos, ajustes ou reparos, sendo tais falhas devidas ao não atendimento deste documento, todas as despesas daí decorrentes serão da inteira responsabilidade do fornecedor.

## 6.11 Instruções técnicas

O fornecedor deverá prever na proposta técnica a apresentação de instruções técnicas para o pessoal indicado pela CPFL a respeito da montagem, operação e manutenção do equipamento e seus acessórios e componentes.

Esta apresentação deverá ser organizada pelo fornecedor e ser ministrada, em português, por um ou mais supervisores qualificados do mesmo, antes da instalação do equipamento, em local e data a serem definidos de comum acordo com a CPFL. Tal treinamento deverá abordar, sempre quando aplicável:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	9 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Instruções completas do manuseio, ajustes, testes mecânicos e elétricos, substituição de peças e utilização de gabaritos, através de manuais e desenhos;
- Instruções sobre a lógica de funcionamento dos circuitos auxiliares de comando, sinalização e proteção, quando for o caso, baseadas nos desenhos e manual de instruções aprovados;
- Identificação das peças, partes e componentes que deverão ser checados quanto aos limites e tolerâncias operacionais, por meio de “*check-list*”, relacionando tudo às periodicidades de manutenção previstas;
- Relação completa de todas as partes, peças e componentes, incluindo nomes, descrições, números de catálogos, quantidades utilizadas e identificações nos desenhos;
- Instruções completas para instalação e manuseio de todos os acessórios.

Sempre que necessário, em conformidade com este documento e com as recomendações do fornecedor, serão realizados ensaios no equipamento no local de sua instalação pelo pessoal da CPFL.

#### 6.12 Condições dos locais de instalação

- Altitude em relação ao nível do mar: até 1000 m;
- Temperatura máxima: +40 °C;
- Temperatura mínima: -10 °C;
- Temperatura média máxima em qualquer período de 24 horas: +30 °C;
- Umidade relativa do ar: 80 a 100 %;
- Velocidade do vento: 130 km/h;
- Pressão do vento: não maior que 700 Pa (71,4 kgf/m<sup>2</sup>);
- Grau de poluição: não inferior ao nível médio (“c”) conforme ABNT IEC/TS 60815-1.

#### 6.13 Características elétricas do sistema

O sistema no qual o equipamento estará instalado possui as seguintes características:


##### 6.13.1 Sistema de 34,5 kV

- Frequência: 60 Hz;
- Tensão nominal: 34,5 kV (eficaz);
- Tensão máxima: 36,2 kV (eficaz);
- Neutro: eficazmente aterrado;
- Sistema: trifásico a 4 fios;
- Sobretensões temporárias: 1,42 x pu a tensão nominal (tempo máximo 3 segundos);
- Sobrecorrentes advindos de curtos-circuitos simétricos da ordem de 1,260 kA.

##### 6.13.2 Sistema de 15 kV

- Frequência: 60 Hz;
- Tensão nominal: 13,8 kV (eficaz) e 11,95 kV (eficaz);
- Tensão máxima: 15 kV (eficaz);
- Neutro: eficazmente aterrado;
- Sistema: trifásico a 4 fios;
- Sobretensões temporárias: 1,42 x pu a tensão nominal (tempo máximo 3 segundos);
- Sobrecorrentes advindos de curtos-circuitos simétricos da ordem de 10 kA.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	10 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

#### 6.14 Serviços auxiliares

Todos os acessórios e/ou componentes auxiliares deverão ser projetados considerando-se que no local de instalação estará disponível tensão de alimentação com as seguintes características:

- Corrente alternada:
  - Sistema: trifásico a 4 fios;
  - Frequência: 60 Hz;
  - Tensão entre fases:  $220 \pm 10$  % volts;
  - Tensão fase-neutro:  $127 \pm 10$  % volts.
- Corrente contínua:
  - Tensão máxima:  $125 + 10$  % volts;
  - Tensão mínima:  $125 - 10$  % volts.

#### 6.15 Características do equipamento

##### 6.15.1 Geral

O transformador deverá ser trifásico, imerso em óleo mineral isolante, com enrolamentos de cobre, tipo núcleo envolvido, circulação natural de óleo, próprio para montagem e funcionamento ao tempo. O equipamento deverá ser projetado para operar com unidades similares eventualmente fornecidos por outros fabricantes conforme este documento.

##### 6.15.2 Tensão nominal

A tensão nominal do transformador deverá ser de 36,2 kV, referente à tensão máxima operativa.

##### 6.15.3 Tempo de funcionamento nominal

O tempo de funcionamento nominal deve ser de 10 segundos.

##### 6.15.4 Corrente de neutro

O nível de corrente de curto-circuito na barra de alta tensão da subestação onde se encontra o reator é da ordem de 1,260 kA simétricos, com tempo de funcionamento nominal estabelecido. O tempo de atuação máximo da proteção é de até 3 segundos.

##### 6.15.5 Corrente de operação contínua

Baseado nas informações e dados apresentados neste documento deve ser apresentado pelos proponentes os valores estimados de corrente de operação contínua.


##### 6.15.6 Corrente nominal de curta duração no neutro

Baseado nas informações e dados apresentados no presente documento deve ser apresentado pelos proponentes os valores estimados de corrente nominal de curta duração no neutro, por período de tempo nominal especificado de 10 segundos.

##### 6.15.7 Potência nominal de regime

O transformador deverá fornecer em regime permanente a potência nominal de 2 MVA<sub>r</sub> composto de sistema de resfriamento ONAN (ar natural e óleo natural), sem ultrapassar limites de temperatura especificados.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	11 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
		Zag.doc

#### 6.15.8 Frequência nominal

A frequência nominal é de 60 (sessenta) Hz.

#### 6.15.9 Ligações e diagrama fasorial

Enrolamentos projetados e construídos em Zig Zag, com neutro solidamente aterrado através de bucha de saída de neutro.

#### 6.15.10 Designação de deslocamento Angular

Zig Zag, conforme família de Normas ABNT NBR 5356.

#### 6.15.11 Derivações

O enrolamento de alta tensão do transformador deverá ser provido de uma derivação de tensão a plena capacidade, de 34,5 kV.

O neutro do transformador deverá ser provido de uma derivação de tensão a plena capacidade de 13,8 kV.

#### 6.15.12 Impedância de sequência zero

O valor garantido da tensão de curto-circuito, referido à base de potência 2 MVA<sub>r</sub>, frequência 60 Hz, temperatura e tensão 34,5-13,8 kV, deve ser 7,60 % correspondendo a 47,4  $\Omega$  por fase. Definida a partir da impedância de sequência zero consagrada e denominada como  $Z_0$  100%. As tolerâncias em todas as derivações, entre as tensões de curto-circuito garantidas e medidas, inclusive para os valores mínimos acima indicados, deverão atender a Norma ABNT NBR 5356-6.

#### 6.15.13 Características principais de isolamento progressivo

Enrolamento de alta tensão:

- Tensão nominal: 34,5 kV (eficaz);
- Tensão máxima operativa: 36,2 kV (eficaz);
- Níveis de isolamento para tensão máxima de operação de 36,2 kV:
  - À impulso pleno (1,2 x 50  $\mu$ s): 200 kV (crista);
  - + impulso cortado (1,2 x 50  $\mu$ s): 220 kV (crista);
  - + frequência nominal: 70 kV (eficaz).


Neutro do enrolamento de alta tensão:

- Tensão nominal: 13,8 kV (eficaz);
- Níveis de isolamento para tensão máxima de operação de 15 kV:
  - À impulso pleno (1,2 x 50  $\mu$ s): 110 kV (crista);
  - + impulso cortado (1,2 x 50  $\mu$ s): 121 kV (crista);
  - + frequência nominal: 34 kV (eficaz).

#### 6.15.14 Características térmicas e sistema de resfriamento

Acima da temperatura ambiente de até +40 °C, a temperatura média ou do ponto mais quente de cada enrolamento do transformador de potência não deverá exceder, respectivamente, a +55 °C ou +65 °C, nas condições de funcionamento contínuo a plena carga, para tensão de alimentação de até 36,2 kV, na refrigeração natural (ONAN). No projeto e fabricação deve ser

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	12 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

levado em consideração também a condição operativa (corrente nominal de curta duração em 10 segundos e corrente nominal de regime permanente).

Durante o ensaio de elevação de temperatura deverão ser medidas as temperaturas em várias partes do tanque e da tampa. A elevação de temperatura nessas partes metálicas externas não deverá ultrapassar o limite de +65 °C sobre a temperatura ambiente.

O transformador deverá atender os limites de elevação de temperatura e valores de sobrecargas permissíveis correspondentes a um material de classe A (105 °C), obedecendo, portanto, o que estabelece a norma ABNT NBR 5356-6. Entretanto, o equipamento deverá ser fabricado com a utilização de materiais de classe E (120 °C), mormente no que tange ao isolamento dos condutores dos enrolamentos, que deverá ser realizado com papel termoestabilizado.

#### 6.15.15 Corrente de excitação

A corrente de excitação deverá ser a mais baixa possível condizente com um projeto econômico.

#### 6.15.16 Sobreexcitação

O transformador deverá suportar, na alta tensão, uma sobreexcitação de até 10 % (dez por cento) a plena carga.

Para a condição acima, respeitar-se-á a tensão máxima aplicada ao enrolamento primário indicada no subitem Características elétricas do sistema.

#### 6.15.17 Características de curto-circuito dos enrolamentos

O transformador deverá ser projetado de maneira a suportar uma corrente de curto-circuito simétrica (eficaz) conforme a Norma ABNT NBR 5356-6 (Categoria I).

#### 6.15.18 Nível de ruído audível

O projeto e construção do transformador deverão ser tais que o nível de ruído não exceda 61 dB (sessenta e um decibéis) em ONAN, em condições nominais de operação.

#### 6.15.19 Níveis de descargas parciais

O projeto e construção do transformador deverão ser tais que este seja isento de descargas parciais quando alimentadores com tensão nominal e o nível máximo permitido de descargas parciais, incluindo ambiente, é de 300 pC quando alimentado com 150 % da tensão nominal (54 kV eficaz) e demais condições normativas.

#### 6.15.20 Perdas

Para efeito de julgamento de propostas e eventual penalização por excesso, serão utilizados os valores garantidos de perdas no transformador em vazio e a plena carga (Watts), apresentados claramente na Folha de Dados, contida no anexo deste documento. Esta medida visa determinar os custos que estas perdas representam para a CPFL.

A capitalização das perdas totais do transformador deverá ser calculada conforme a fórmula:

$$P = F\{(12,36d + 9022,8c)p\}$$


Sendo:

P custo das perdas em reais (R\$);

d tarifa de demanda R\$/kW;

c tarifa de consumo R\$/kWh;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	13 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

p perdas kW;  
F fator de recuperação de capital.

Os custos dessas perdas serão considerados conforme as tarifas aprovadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica do Ministério de Minas e Energia), na data da abertura das propostas. A base utilizada para tanto é 2 MVA, 34,5 kV e 75 °C.

As informações sobre as tarifas de demanda (d) e consumo (c), bem como sobre o fator de recuperação de capital (F), estão à disposição dos interessados no Departamento de Compras, sito à Rodovia Campinas – Mogi Mirim, km 2,5, telefone (19) 3756 8077 ou fax (19) 3756 8436, Campinas – SP, Brasil.

O valor em reais encontrado para as perdas e calculado conforme estipulado acima será acrescentado ao preço de oferta do transformador, obtendo-se assim o preço final para a comparação das propostas.

Caso a CPFL opte, a seu exclusivo critério, por aceitar o transformador que eventualmente apresente excesso de perdas comparativamente àquelas garantidas na ocasião da proposta, apurado quando da realização dos ensaios considerando a aplicação das tolerâncias da Norma ABNT NBR 5356-1, tal excesso será penalizado pela CPFL com a aplicação da fórmula de capitalização acima. Isso será realizado através do cálculo da diferença entre os custos das perdas medidas nos ensaios e das perdas garantidas na proposta técnica para quaisquer bases de potência e de tensões, sendo consideradas as tarifas de consumo e demanda vigentes no dia da realização dos ensaios, e os valores de perdas garantidos sem aplicação das tolerâncias normalizadas. O valor do fator de recuperação de capital (F) será, neste caso, o mesmo utilizado à época da abertura das propostas de fornecimento.

## 6.15.21 Óleo isolante

### 6.15.21.1 Equipamentos adquiridos no Brasil

Quando o equipamento for fabricado no Brasil, o óleo isolante a ser fornecido deverá ser novo e na quantidade necessária para o primeiro enchimento do transformador completamente montado, bem como será também utilizado na realização dos ensaios em fábrica. Ainda, deverá ser fornecida uma reserva de dois tambores de 200 litros para cada equipamento.

O óleo deverá ser de base Naftênica ou de base parafínica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela A.01, contida no Anexo A deste documento.

O fornecedor deverá garantir que a complementação ou substituição total ou parcial do óleo do transformador, durante sua instalação e ao longo de sua vida útil, por outro óleo que possua pelo menos as mesmas características declaradas na Tabela A.01 apresentada no Anexo A deste documento, não interferirá ou alterará quaisquer das características do equipamento e a garantia propriamente dita.


O óleo isolante necessário para complementar o equipamento quando da sua instalação e o de reserva deverá ser acondicionado para transporte em conformidade com o subitem Embalagem e transporte deste documento.

### 6.15.21.2 Equipamentos adquiridos no exterior

Quando o equipamento for fabricado no exterior, o óleo isolante a ser fornecido deverá ser de base Naftênica ou de base parafínica, cujas características deverão satisfazer as condições prescritas na Tabela A.01 (contida no Anexo A deste documento).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	14 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Quando da inspeção e ensaios finais, o óleo deverá possuir características idênticas às estabelecidas no parágrafo acima e a quantidade deverá ser suficiente para encher totalmente o transformador completamente montado.

O fornecedor deverá garantir que a complementação ou substituição total ou parcial do óleo do transformador, durante sua instalação e ao longo de sua vida útil, por outro óleo que possua pelo menos as mesmas características declaradas na Tabela A.01, não interferirá ou alterará quaisquer das características garantidas do equipamento e a garantia propriamente dita.

Quando da entrega, após o transformador ter sido ensaiado e aceito pela CPFL, o fornecedor deverá tomar as medidas necessárias para atender o prescrito no subitem Válvula de engate rápido e manômetro.

O valor correspondente ao custo do volume de óleo isolante necessário para complementar o equipamento quando da sua instalação, a ser adquirido no mercado nacional pela CPFL, será, para fins de comparação de propostas, acrescido ao valor do equipamento informado pelo proponente em sua proposta, a preços vigentes no mercado na data estabelecida pela cotação da divisão de aquisição da CPFL para a abertura das propostas.

#### **6.15.22 Caixa de ligações**

Toda a fiação dos secundários dos transformadores de corrente e de todos os indicadores e sensores, ou seja, todos os terminais relativos aos circuitos de controle, alarme e proteção do transformador, deverão ser levados a blocos terminais localizados em uma única caixa de ligações cujas características são descritas a seguir.

Também deverão ser instalados nessa caixa de ligações todos os dispositivos de segurança e proteção do comutador de derivações em carga. Essa mesma caixa de ligações deverá ser utilizada para as ligações de fiação fornecidas pela CPFL no local de instalação.

##### **6.15.22.1 Características construtivas**

A caixa de ligações deverá ser montada no próprio tanque do transformador, facilmente acessível do solo e localizada em suporte com amortecedores de vibrações.


A caixa de ligações deverá ser a prova de tempo e poeira, com grau de proteção IP 54 conforme a Norma ABNT NBR IEC 60529. Portanto, suas aberturas de ventilação deverão ser providas de tela metálica e filtro de fibra sintética.

A caixa deverá ter uma porta com tranca e fechadura igual ao tipo YALE provida de fecho do tipo Cremona de três pontos. Tal porta deverá apresentar a rigidez mecânica caracterizada pela resistência ao empenamento, obtida, caso necessário, através de nervuras e/ou reforços estruturais. O ângulo de abertura desta porta deverá ser de, no mínimo, 150 graus. Caso seja usada uma porta interna, esta, por sua vez, deverá permitir um ângulo de abertura de, no mínimo, 120 graus, de maneira a facilitar o acesso para a manutenção e ensaios. Ainda, dispositivos de travamento deverão ser previstos para manter as portas abertas sob ventos fortes.

Tanto a caixa quanto as portas externa e interna (se houver) deverão ser providas de aterramento adequado.

A base da caixa deverá estar a uma altura mínima de 500 mm do plano de apoio do transformador e ser provida de quatro luvas de diâmetro mínimo de 50 mm, para ligação dos eletrodutos da fiação de controle. Essa base deverá ser removível, a fim de possibilitar a movimentação do transformador sem a necessidade de serem desligados os eletrodutos nela presos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	15 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

#### 6.15.22.2 Eletrodutos

Todos os condutores de controle, alarme e proteção deverão ser levados à caixa de ligações através de eletrodutos de aço galvanizado, dotados de caixas de passagem onde necessário, de modo a facilitar a passagem dos cabos. Tanto as caixas de passagem quanto as conexões dos eletrodutos a elas deverão apresentar guarnições de características de vedação adequadas, afim de evitar penetração de umidade em uso ao tempo.

#### 6.15.22.3 Circuitos de iluminação, aquecimento e tomada

Na parte interna da caixa de ligações deverá ser instalada uma lâmpada incandescente 100 W, 220 Vca, operada pela abertura da porta. Caso seja usada uma porta interna, esta lâmpada deverá ser instalada à frente desta, sem prejuízo da iluminação interna da caixa de ligações.

A caixa de ligações deverá possuir circuito de aquecimento automático a partir de um termostato ajustável e adequadamente instalado. A resistência calefatora deverá ser protegida contra toques acidentais e eletricamente isolada desta caixa.

Na caixa de ligações deverá também ser prevista uma tomada de 220 Vca, tipo 2P 250 V, conforme a Norma ABNT NBR NM 60884-1, para uso com plugues com pinos e/ou plugues com barras chatas paralelas. Caso seja usada uma porta interna, esta tomada deverá ser instalada nesta porta, com montagem do tipo embutida.

Os circuitos de iluminação, aquecimento e tomada deverão possuir proteção contra sobrecorrente constituída de disjuntores termomagnéticos.

#### 6.15.22.4 Terminais de alimentação

A alimentação dos circuitos de iluminação, aquecimento e tomada será realizada através de bornes terminais aos quais serão conectados os circuitos disponíveis no local de instalação para esse fim, conforme o subitem Características elétricas do Sistema – Serviços Auxiliares.

Os blocos terminais para ligação de cabos externos deverão ser montados em posição que facilite a entrada, instalação e arranjo dos cabos, estando razoavelmente próximos à base da caixa de ligações.


#### 6.15.22.5 Dispositivo para ajuste do sistema da imagem térmica

Deverá ser instalado pelo fornecedor um bloco de testes do tipo FT-1, fabricado pela ABB, ou PK-2, fabricado pela GE para permitir a retirada do bulbo deste sistema, curto-circuitando o correspondente transformador de corrente. Ainda, este dispositivo possibilitará a realização de testes e ajustes no sistema de imagem térmica, com injeção de corrente através de fonte independente, mesmo com o transformador energizado. Para tanto, sua instalação deverá ser realizada de forma que seja possível conectar a fonte independente sem a necessidade de desfazer quaisquer ligações existentes a bornes (desenho BX-A4-23946-CA contido no anexo). Este dispositivo deverá também interromper a fiação relativa aos contatos dos indicadores de temperatura do óleo e dos enrolamentos, de forma a evitar desligamentos durante a calibração destes instrumentos.

#### 6.15.22.6 Circuitos auxiliares

Toda a fiação dos circuitos auxiliares de comando, controle, sinalização e proteção, inclusive aquela associada a acessórios e componentes do equipamento, deverá ser realizada entre terminais ou acabar em blocos de terminais.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	16 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Não deverão ser realizadas emendas ou derivações dos condutores, os quais deverão ser de cabo de cobre trançado e flexível, com isolamento para 750 V no mínimo, na cor preta, do tipo chama não-propagante, própria para clima tropical, resistente à umidade e ao óleo isolante.

A fiação deverá ser executada com cabos que suportem com ampla margem de segurança as máximas correntes de carga e nunca com bitolas inferiores a 1,5 mm<sup>2</sup>. Os circuitos dos transformadores de corrente deverão apresentar fiação com bitola mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> devem ser dimensionados conforme com as respectivas correntes.

Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas de terminais do tipo olhal para conexão ao bloco por meio de parafusos e possuir etiquetas de identificação imperecíveis.

Os blocos de terminais deverão ser próprios para receberem terminais do tipo olhal e deverão ser previstos com 10 % (dez por cento) do total em excesso, como adicional, com um mínimo de quatro terminais por bloco.

Os circuitos deverão ser projetados de modo a não existir mais de duas extremidades de fio conectados ao mesmo terminal do bloco ou do acessório ou componente. Os blocos de terminais devem ter uma capacidade de condução de corrente mínima de 15 A e devem ter isolamento para 750 V no mínimo. Além disso, deverão ser de tipo curto-circuitável para permitir troca sob carga das relações dos transformadores de corrente.

Todos os blocos de terminais, acessórios e componentes associados à fiação dos circuitos auxiliares deverão ser identificados por meio de legendas, de preferência em etiquetas de plástico preto com caracteres da língua portuguesa gravados em branco e convenientemente fixadas, podendo, alternativamente, serem gravadas ou estampadas de forma indelével e bem visível nos blocos ou no próprio acessório ou componente.

Cada terminal de cada bloco deverá ser identificado por caracteres da língua portuguesa gravados ou estampados de forma indelével e bem visível no próprio bloco. Os blocos terminais, os terminais dos acessórios e componentes e a fiação deverão ser visíveis e de fácil acesso, além de previstos de maneira a não interferirem ou serem danificados, quando o equipamento estiver em operação ou sofrendo inspeção ou manutenção, com a movimentação de partes ou peças do equipamento e destes acessórios e componentes.

Tanto quanto possível os condutores da fiação deverão ser agrupados de modo a formarem chicotes, amarrados e fixados por meio de braçadeiras de plástico de maneira elegante e funcional.

#### 6.15.23 Sistema de preservação do óleo isolante


O sistema de preservação do óleo deverá ser constituído de um conservador para compensar as variações do volume de óleo devido às mudanças de temperatura entre 0 °C e a máxima permitida em operação normal, sem desenvolver pressões negativas ou positivas excessivas, e evitando qualquer contato do óleo isolante com a atmosfera externa.

Ainda, o conservador deverá possuir um compartimento, destinado ao óleo isolante do tanque do transformador. Este compartilhamento, relativo ao tanque do transformador deverá ser provido de uma membrana ou bolsa de borracha completa com todos os acessórios. O material usado na fabricação desta membrana ou bolsa deverá ser compatível com o óleo isolante a ser fornecido.

O conservador deverá ser provido dos seguintes componentes:

- Uma válvula de 25 mm com bujão de 25 RWG localizada na parte superior, para enchimento do compartilhamento relativo ao transformador;
- Um poço coletor, provido de válvula para drenagem, retirada de amostra de óleo e coleta de água e sedimento, de 40 mm e bujão 40 RWG;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	17 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Um respirador a prova de tempo, protegido contra choque mecânico por tela de metal não corrosível, referentes ao óleo do transformador. O respirador deve ser enchido com *silicagel* impregnada com indicador isento de cobalto (cor laranja) e ser provido de meios que impossibilitem o contato permanente da *silicagel* com o ambiente externo. A instalação deste respirador deverá ser realizada de maneira a permitir a troca da carga de *silicagel* com segurança e rapidez;
- Um indicador de nível de óleo do tipo mostrador magnético, com diâmetro mínimo de 120 mm em posição bastante visível do solo com marcação de nível de óleo a 25 °C assinalada em destaque. Este indicador deverá possuir jogo de contatos prateados normalmente abertos (NA) com capacidade de interrupção mínima de 0,5 A resistivo em 125 Vcc, utilizados para sinalizar nível BAIXO do óleo; este instrumento indicador deve ser montado em posição tal que permita fácil leitura por um operador de pé postado junto à unidade. Este indicador deverá ser fabricado pela KS Eletrônica ou Indubrás;
- Uma abertura para limpeza com diâmetro mínimo de 380 mm ou 250 x 400 mm, referente ao óleo do transformador;
- Meios para levantamento;
- Deverá ser fornecida, caso seja necessária, uma válvula de equalização da pressão interna / externa da bolsa de borracha para testes de estanqueidade, vácuo e/ou outras condições de manutenção.

#### 6.15.24 Sistema de resfriamento

O sistema de resfriamento completo do transformador será dotado de radiadores.

##### 6.15.24.1 Radiadores

A refrigeração do óleo deverá ser realizada por meio de radiadores de aletas do tipo removível, intercambiáveis, fixados lateralmente ao tanque do transformador, por meio de flanges adequadas, resistentes a vácuo e a pressão de óleo.

Entre as tomadas de óleo do tanque e os radiadores deverão ser interpostas válvulas borboletas (tipo aço-aço) de vedação do óleo, de duas posições (ABERTA e FECHADA) com marcação perfeitamente visível. Estas válvulas devem permitir a remoção dos radiadores sem que para isso seja necessário drenar o óleo, além de suportar a pressão do óleo sem apresentar vazamento, quando o transformador estiver cheio.

Deverão ser previstos bujões na parte superior e na parte inferior de cada radiador para enchimento e drenagem de óleo, bem como meios para locomoção e levantamento dos radiadores.

O esquema de pintura à ser aplicado aos radiadores deverá, além de prover a proteção contra a oxidação dos mesmos durante toda a vida útil do equipamento, apresentar elevada resistência ao manuseio típico deste componente, tais como situações de içamento e eventual arraste no solo durante a sua montagem e das montagens no equipamento.


Os radiadores deverão ser fabricados pela Marangoni Maretti.

#### 6.15.25 Tanque

O tanque deverá ser projetado e dimensionado de forma a possibilitar o levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo.

De forma a não dar lugar a depósitos de água e óleo externamente, nem a formação de bolsas de gás ou ar internamente, a base de suporte que receberá o transformador na subestação

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	18 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

será provida pela CPFL da inclinação descrita no subitem Base de arraste, situação que deverá ser levada em conta no projeto do transformador.

Desta forma, no tocante ao exterior do equipamento, o tanque e a tampa do equipamento deverão ser projetados e construídos de maneira a evitar a retenção de água provendo-se caminhos de escoamento.

Internamente ao tanque, notadamente na região próxima à saída da tubulação que o interliga ao conservador de óleo isolante, deverão ser providos direcionadores que encaminhem os gases para esta tubulação, considerando-se a inclinação acima mencionada. O mesmo cuidado deverá ser tomado no projeto das tubulações para escoamento de gases relacionados com os canecos das buchas e a tubulação relativa ao relé *Buchholz*.

O tanque deverá ser provido de tampa aparafusada que permita o levantamento da parte ativa sem necessidade de retirada total do óleo isolante.

A tampa do transformador deverá ser provida de guarnições resistentes e indeformáveis, de modo a garantir perfeita vedação, possuindo uma abertura de inspeção de tamanho adequado para permitir o livre acesso à parte inferior das buchas e parte superior dos enrolamentos (dimensões mínimas 150 x 250 mm, ou pelo menos 200 mm de diâmetro). A abertura deverá permitir o rápido acesso e ainda ter ressalto pelo lado externo para evitar o acúmulo de água junto às guarnições.

A fim de permitir o acesso ao interior do equipamento, deverá ser também prevista uma abertura de visita na lateral do transformador com diâmetro de pelo menos 400 mm, ou de dimensões mínimas 350 x 500 mm.

Deverão ser soldadas na base do transformador, diagonalmente dispostas, duas placas terminais de faces lisas, confeccionadas em aço inoxidável, para instalação do conector de aterramento no lado mais conveniente a ser definido pela CPFL.

O tanque, a tampa, o conservador (sem a bolsa de borracha) e os radiadores devem resistir às solicitações geradas por um vácuo de 1 mm de Hg e também a sobrepressões de 0,05 MPa, sem que em qualquer ponto, se manifeste deformação permanente, bem como serem absolutamente estanques ao óleo isolante durante toda a vida útil do transformador.

Nas paredes do tanque deverá ser gravada a localização do centro de gravidade do transformador de maneira legível e indelével.

O tanque, a tampa e a parte ativa deverão ser providos de meios que possibilitem o seu levantamento. Além disso, o tanque deverá ser provido de meios que possibilitem a locomoção horizontal, bem como de quatro sapatas para macacos, uma para cada vértice inferior do transformador, capazes de suportá-lo completamente montado e cheio de óleo, localizadas a uma altura mínima de 300 mm do plano de apoio do equipamento.


No sentido de inibir a circulação de eventuais correntes parasitas nas partes metálicas e seus efeitos no transformador, este deverá ser provido, onde necessário, de material não magnético, de forma a garantir que as temperaturas nessas partes não ultrapassem o valor especificado.

O tanque deverá ser provido de meios que permitam que o aterramento no terminal de neutro, realizado com cabo de cobre nu, possa ser encaminhado à malha de terra sem que se estabeleça contato deste com o tanque do equipamento.

Para efeito de aterramento do núcleo, deverá ser realizada uma única ligação elétrica em um único ponto, entre o núcleo e o tanque, acessível da tampa do transformador através da janela de inspeção e de fácil desconexão para fins de ensaio. O acesso à conexão deverá ser realizado sem necessidade de expor o óleo do tanque à contaminação pelo ambiente externo. O desenho do detalhe de aterramento do núcleo é apresentado no anexo deste documento (BX-A4-13076-CA). O material usado nas conexões externas deverá ser de aço inoxidável ou material não ferroso.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	19 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

O tanque do transformador deverá possuir as seguintes válvulas:

- Uma válvula inferior para drenagem do óleo do transformador, de 50 mm de diâmetro, provida de redução e bujões de 40 RWG e 15 RWG, com proteção metálica contra choques. Esta válvula deverá ser localizada de forma a permitir completa drenagem do óleo do tanque do transformador, bem como será utilizada para filtragem e amostragem do óleo;
- Uma válvula de filtragem e enchimento localizada na parte superior do tanque e do lado diagonalmente oposto ao da válvula de drenagem, com diâmetro de 40 mm e provida de bujão de 40 RWG.

#### 6.15.26 Base de arraste

Com o intuito de permitir o arrastamento contínuo do transformador sobre a base de apoio na subestação, desde o início até o final da operação de colocação ou retirada, o transformador deverá ser provido de base de arrastamento constituída de longarinas no mínimo de 200 mm de largura, distanciadas entre si de 1500 mm, centro a centro, em ambas as direções ortogonais, relativamente à maior dimensão do tanque, simetricamente em relação ao centro de gravidade do equipamento montado.

Eventualmente, o próprio fundo do transformador poderá ser usado como base de arrastamento, desde que sejam observadas as dimensões acima citadas.

A base de arrastamento do transformador deverá ser constituída de forma a permitir inclinações de até 15 graus angulares no transformador, parcial ou completamente montado.

Essa base do transformador deverá ser apropriada para instalação do transformador sobre estrutura de concreto de subestações ou sobre trilhos de bitola de 1435 mm.

A base de apoio do transformador na subestação será construída de forma a elevar o lado do transformador correspondente ao conservador de óleo isolante, proporcionando uma inclinação de 1,67 % (25 mm a cada 1500 mm).

#### 6.15.27 Relé *Buchholz*

O transformador deverá possuir relé *Buchholz* dotado de dois contatos independentes para alarme e desligamento do seu disjuntor, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 Vcc, para ser instalado entre o conservador e o tanque.

Este dispositivo deverá possuir no mínimo as seguintes características:

- Um visor graduado em cm<sup>3</sup>, para indicar o volume de gás acumulado;
- Uma válvula para retirada de amostra de gás, na parte superior, e para aplicação de analisador;
- Uma válvula na parte inferior para drenagem e para injeção de ar comprimido (ensaio funcional do relé);
- Duas válvulas do tipo gaveta ou globo para permitir a retirada do relé sem remover o óleo do conservador e sem expor o óleo do tanque à atmosfera.


O relé *Buchholz* utilizado deverá ser fabricado pela Indubrás ou KS eletrônica.

#### 6.15.28 Válvula de alívio de pressão

O transformador deverá possuir válvula de alívio de pressão interna, montada na tampa, com contato prateado para desligamento do seu disjuntor, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 Vcc, para proteção contra eventuais sobrepressões internas repentinas.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	20 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

A válvula de alívio de pressão deverá estar conforme a Norma ABNT NBR 12457 e não apresentar partes, peças ou componentes abaixo da tampa do transformador.

O óleo expelido deverá ser conduzido ao solo através de tubulação apropriada, evitando que o óleo venha a cair ou se espalhe sobre qualquer parte do transformador. O indicador de posição deve ser visível em qualquer situação.

As válvulas de alívio de pressão deverão ser fabricadas pela IMG ou Qualitrol.

#### 6.15.29 Indicador de temperatura do óleo

O transformador deverá conter um indicador de temperatura da camada mais quente do óleo, com um ponteiro para indicar a temperatura instantânea do óleo e um ponteiro de arraste, retornável manualmente, para indicar a temperatura máxima atingida num determinado período, a prova de intempéries, com grau de proteção quanto a entrada de água e poeira equivalente a IP 54 conforme Norma ABNT NBR IEC 60529.

Este indicador deverá conter escala graduada de, no mínimo, 0 a 150 °C, em intervalos de no máximo 5 °C, com precisão mínima de  $\pm 3$  °C a partir de 20 % de fundo da escala, mostrador com diâmetro mínimo de 100 mm com inscrições indelévels, mesmo sob calor e umidade, possuindo meios que possibilitem a aferição e calibração do instrumento por comparação com um termômetro padrão e um tubo capilar protegido contra corrosão, abrasão e choques mecânicos através de uma armadura metálica flexível.

Ainda, este indicador deverá possuir dois contatos prateados, independentes e ajustáveis na faixa de 55 °C a 110 °C para alarme e desligamento do disjuntor do transformador, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 Vcc, quando a temperatura atingir limites predeterminados. Neste caso, os contatos deverão ser ajustados em 85 °C e 100 °C, respectivamente.

Este indicador deve ser instalado a uma altura entre 1300 mm e 1700 mm do plano de apoio do transformador.

O desenho dimensional da provisão para instalação do termômetro encontra-se no anexo (BX-A4-13078-CA) deste documento.

Este instrumento indicador deve ser montado externamente no tanque em posição tal que permita fácil leitura por um operador de pé postado junto à unidade. Seu suporte deverá conter amortecedores para impedir que as vibrações do transformador afetem o instrumento.

O indicador de temperatura do óleo deverá ser fabricado pela AKM – AB Kihlströms Manometerfabrik, ou pela RECORD. Ainda, instrumento que integre as funções de termômetro indicador de temperatura dos enrolamentos e indicador de temperatura do óleo, do tipo TM1 da TreeTech também poderá ser aceito.


#### 6.15.30 Indicador de temperatura dos enrolamentos

O transformador deverá conter um indicador da temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos (sistema de imagem térmica), que deverá atender as mesmas exigências do termômetro do óleo, exceto quanto aos limites da escala, que deverá ser de 0 a +150 °C, que deverá possuir 3 (três) contatos prateados independentes e ajustáveis na faixa de +55 °C a +120 °C, com capacidade mínima de interrupção de 0,5 A resistivo em 125 Vcc.

Tais contatos deverão ser utilizados para alarme e desligamento do disjuntor do transformador quando a temperatura atingir limites considerados perigosos para a vida da isolação dos enrolamentos. Para tanto, os contatos deverão ser ajustados em +65 °C, +105 °C e +120 °C, respectivamente.

O sistema de imagem térmica é composto de uma unidade de ajuste e do instrumento descrito no subitem Detector de temperatura do enrolamento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	21 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Este instrumento indicador deve ser montado externamente no tanque em posição tal que permita fácil leitura por um operador de pé postado junto à unidade. Seu suporte deverá conter amortecedores para impedir que as vibrações do transformador afetem o instrumento.

O desenho dimensional da provisão para instalação do termômetro (BX-A4-13078-CA) encontra-se no anexo deste documento.

As ligações para instalação deste instrumento deverão levar em conta os requisitos indicados no subitem Dispositivo para ajuste da imagem térmica.

O indicador de temperatura dos enrolamentos deverá ser fabricado pela AKM – AB Kihlströms Manometerfabrik, ou pela RECORD. Ainda, instrumento que integre as funções de termômetro indicador de temperatura dos enrolamentos e indicador de temperatura do óleo, do tipo TM1 da TreeTech também poderá ser aceito.

#### 6.15.31 Detector de temperatura do enrolamento

O transformador deverá ser provido de sensor para a temperatura do enrolamento do tipo termoresistência de platina (Pt 100), 100  $\Omega$  a 0 °C, conforme Norma ABNT NBR 12455. Os terminais correspondentes à termoresistência deverão estar acessíveis na caixa de ligações do transformador.

Este detector deverá ser independente do indicador de temperatura do enrolamento, instalado em provisão própria com elemento de aquecimento, localizada na tampa do transformador. O desenho dimensional da provisão para instalação do detector encontra-se no anexo (BS-A4-13078-CA) deste documento.

O circuito de alimentação do referido elemento de aquecimento deverá ser provido de meios que possibilitem o correto ajuste da corrente que por ele circula, de forma a se obter na provisão uma temperatura correspondente àquela do ponto mais quente dos enrolamentos. Este ajuste deverá levar em consideração o fato de que o transformador de corrente utilizado para esse sistema estará instalado no terminal do enrolamento e o que se deseja é que esse sistema de imagem térmica reproduza a temperatura do enrolamento mais quente.

As instruções para a realização dos ajustes correspondentes quando da religação da baixa tensão deverão estar claramente indicadas na placa diagramática.

As ligações para instalação deste detector deverão levar em conta os requisitos indicados no subitem Dispositivo para ajuste da imagem térmica.


#### 6.15.32 Guarnições

As guarnições a serem utilizadas no transformador e seus acessórios deverão ser resistentes e indeformáveis, de material comprovadamente resistente ao óleo isolante e as juntas com guarnições no tanque, na abertura de inspeção, nas buchas e em outras ligações aparafusadas deverão ser projetadas de modo a preservá-las e protegê-las contra a ação da água e dos raios do sol.

As juntas deverão garantir estanqueidade ao óleo e à água, e ainda, ser providas de sulcos e ressalto convenientes para evitar o escorregamento das guarnições pelo esmagamento, servindo também como limitadoras de aperto.

Não deverão ser utilizados flanges de madeira ou juntas de cortiça nas tubulações de ligação do tanque do transformador ao relé *Buchholz*, respirador, radiadores e outros acessórios que eventualmente sejam desmontados para transporte.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	22 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 6.15.33 Transformadores de corrente tipo bucha

O transformador deverá ser fornecido com transformadores de corrente instalados nas buchas, com as características conforme a Norma ABNT NBR 6856. Os transformadores de corrente deverão ser projetados para suportarem os esforços térmicos e dinâmicos devidos as correntes de curto-circuito mencionadas nesta seção.

Todos os transformadores de corrente para serviço de proteção e medição, incluindo o instalado no terminal de neutro, deverão ter fator térmico mínimo de 1,5 de forma a não limitar a aplicação de cargas programadas de até 1,5 vezes as correntes máximas dos enrolamentos, sendo que os transformadores de corrente para serviço de medição deverão manter sua precisão também para estas condições de funcionamento.

#### 6.15.33.1 Terminal do enrolamento de alta tensão

Um transformador de corrente em cada bucha de 34,5 kV, para serviço de proteção do transformador (relés), relação múltipla 300-5A (derivações principais tais que propiciem no mínimo as relações 50-5A, 100-5A, 150-5A, 250-5A, 300-5A), classe de exatidão ABNT 10B400 (ANSI 10C400).

Um transformador de corrente na bucha H2 para alimentação do sistema de imagem térmica, precisão mínima 1,2, possuindo características de corrente, relação e cargas nominais adequadas.

#### 6.15.33.2 Terminal do neutro

Um transformador de corrente na bucha de 36,2 kV do neutro para serviço de proteção do transformador (relés), relação múltipla 600-5A, classe de exatidão ABNT 10B200 (ANSI 10C200).

### 6.15.34 Buchas

Os terminais de todos os enrolamentos, inclusive o terminal do neutro, deverão ser trazidos para fora do tanque por meio de buchas, absolutamente estanques ao óleo, impermeáveis à umidade e inalteráveis pela temperatura. Estas buchas devem estar conforme as Normas ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 12460 e possuir as características indicadas a seguir.

#### 6.15.34.1 Buchas do enrolamento de alta tensão

As buchas deverão ser do tipo com repartição capacitiva, sendo a isolação principal constituída de papel impregnado com óleo. O espaço intermediário entre o corpo e o invólucro isolante deverá ser preenchido do mesmo tipo utilizado na impregnação.


Os invólucros isolantes de porcelana superior e inferior deverão ser homogêneos e cada um deles deverá consistir de um único corpo, sem qualquer tipo de juntas, gaxetas ou selagens. Eles deverão ser na cor marrom.

O tubo central deverá ser constituído de uma única peça metálica de um extremo ao outro. O condutor a ser introduzido neste tubo deverá ser do tipo flexível. O pino terminal externo deverá ser um condutor sólido apropriado para os conectores de ligação utilizados.

Todas as buchas deverão ser providas de, no mínimo, os seguintes dispositivos e acessórios:

- Derivação de ensaios acessível do lado externo da bucha e adequada para medições do fator de perdas dielétricas (tgδ) e capacitância; a derivação deverá ser do tipo com auto-aterramento;
- Dispositivo para enchimento de óleo, localizado na câmara de expansão;
- Bujão para saída de gás, localizado no flange;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	23 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
		Zag.doc

- Indicador de nível de óleo localizado na câmara de expansão, de fácil visualização ao nível do solo;
- Placa de identificação localizada na altura do flange em posição de fácil visualização, contendo no mínimo os seguintes dados:
  - Nome do fabricante;
  - Tipo (do fabricante) e número de série;
  - Ano de fabricação;
  - Tensão nominal (Un);
  - Corrente nominal;
  - Peso (em kgf);
  - Ângulo máximo de inclinação com a vertical;
  - Capacitância e fator de perdas dielétricas (tgδ);
  - Número do desenho.

As características das buchas são as seguintes:

- Tensão nominal (Un): 36,2 kV (eficaz);
- Tensão fase-terra nominal: 21 kV (eficaz);
- Tensão nominal: 60 Hz;
- Tensão suportável sob frequência nominal a seco e sob chuva: 80 kV (eficaz);
- Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 µs):
  - Pleno: 200 kV (crista);
  - Cortado: 220 kV (crista).
- Corrente nominal mínima (In): 400 A (eficaz);
- Corrente térmica nominal: 25 x In;
- Corrente dinâmica nominal: 62,5 x In (crista);
- Distância de escoamento mínima: 610 mm;
- Inclinação em ângulo com a vertical: 30 graus;
- Resistência à flexão: 1000 N;
- Condutor flexível;
- Terminais externos:
  - Tipo: liso;
  - Diâmetro: 30 mm.
- Quantidade: 3 (três);
- Transformadores de corrente tipo bucha: conforme especificado.


As buchas de alta tensão deverão ser do tipo GOB, de fabricação ABB.

#### 6.15.34.2 Bucha do Neutro

Para diminuir a possibilidade de ocorrências de curto-circuito entre os terminais de alta tensão causado por pequenos animais, as buchas para o neutro, deverão obedecer às dimensões do desenho BX-A4-24626-CA contido no anexo deste documento, e possuir as características a seguir:

- Tensão nominal: 36,2 kV;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Tensão suportável sob frequência nominal a seco e sob chuva: 80 kV (eficaz);
- Tensão suportável de impulso atmosférico pleno (1,2 x 50 µs): 200 kV (crista);
- Corrente nominal: 1000 A (eficaz);

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	24 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Terminais externos:
  - Tipo: roscado;
  - Diâmetro: M30x2.
- Quantidade: 1 (uma);
- Transformadores de corrente tipo bucha: conforme especificado.

Ainda, objetivando diminuir, mais uma vez, a possibilidade de ocorrências de curto-circuito entre os terminais da baixa tensão causado por pequenos animais, a distância entre buchas, tanto fase-fase quanto fase-neutro, deverá ser de 450 mm no mínimo.

As buchas de neutro deverão ser providas de uma placa de identificação em posição de fácil visualização (no caneco das buchas) contendo, no mínimo os seguintes dados:

- Nome do fabricante;
- Tipo do fabricante e número de série;
- Número do desenho;
- Ano de fabricação;
- Tensão nominal;
- Corrente nominal;
- Peso (kgf);
- Comprimento abaixo do flange e espaço transformador de corrente tipo bucha.

As buchas deverão ser projetadas e construídas de modo a suportarem os ensaios a que será submetido o transformador.

O sistema de conexão dos terminais dos enrolamentos às buchas de neutro deverá ser projetado de forma a possibilitar que a eventual troca da porcelana destas buchas possa ser feita sem que seja necessário o acesso ao interior do equipamento.

#### **6.15.35 Conectores terminais**

O transformador deverá ser fornecido com os conectores a seguir especificados. Cada conector deve ser provido de proteção isolante contra desligamentos provocados por pequenos animais e pássaros (Ritz ou Tyco), incluindo 1 metro de tubo isolante para descida de cabo.

##### **6.15.35.1 Buchas de alta tensão**

Três conectores para cabo de cobre 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), saída horizontal ou vertical, de bronze estanhado.

##### **6.15.35.2 Bucha de neutro**

Um conector para cabo de cobre 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), saída horizontal ou vertical, de bronze estanhado.


##### **6.15.35.3 Conector de aterramento**

Um conector de aterramento de cobre estanhado, próprio para cabos de cobre de 35 a 120 mm<sup>2</sup> (2 AWG a 250 MCM).

Os conectores deverão ser fabricados pela Framatome ou DELTA-STAR.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	25 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 6.15.36 Centelhador (*Spill Gap*)

As buchas nos terminais de alta tensão do transformador deverão ser providas de centelhadores, removíveis e ajustáveis, confeccionados em material não oxidável.

A montagem desses centelhadores deverá ser realizada conforme o desenho BX-A4-11908-CA, contido no anexo deste documento, de forma tal que as buchas e outras partes do transformador não sejam danificadas no caso de descargas através dos mesmos.

Os centelhadores deverão ter características de descarga elétrica à frequência industrial, a seco ou sob chuva, praticamente equivalentes às dos centelhadores padrão, com qualquer ajuste dentro dos limites apontados no referido desenho.

Deverão ser atendidos, ainda, os limites deste documento quanto aos níveis de tensão de rádio interferência com os centelhadores ajustados para 150 mm.

### 6.15.37 Localização dos acessórios e limitações de projeto

A disposição das buchas, conservador, radiadores e todos os acessórios e componentes do transformador de potência está definida no desenho BX-A4-13074-CA (contido no Anexo deste documento), devendo ser aplicada no que couber. Existe limitação dimensional da base do equipamento existente de 2000 mm x 2500 mm.

Além disso, o projeto do transformador, caso seja adotado cabo flexível na subestação, deverá evitar que este ao ser conectado ao terminal H1 e instalado horizontalmente, apresente uma distância inferior a 500 mm de qualquer parte aterrada do equipamento, conforme desenho BX A4 26452-CA (ver anexo).

### 6.15.38 Canecos das buchas

Os canecos das buchas deverão ser providos de canalizações direcionadas à tubulação do relé *Buchholz*, localizados na parte mais alta dos mesmos, para a sangria do ar retirado no seu interior quando do enchimento do transformador e para direcionamento de eventuais gases gerados no interior do tanque do equipamento quando em operação.

Os canecos das buchas deverão possuir, quando necessário, aberturas em lugares estratégicos de modo a tornar fácil e rápida qualquer eventual ligação ou desconexão interna entre os enrolamentos e as buchas.

Os canecos das buchas deverão permitir a substituição de transformadores de corrente tipo bucha sem a remoção da tampa do transformador.

## 6.16 Acabamento e pintura

As superfícies metálicas ou metalizadas a serem pintadas terão necessariamente a cor cinza Munsell N 6.5, salvo quando indicado de maneira diversa neste subitem.


Caso tais superfícies sejam de aço-carbono, deverão ser submetidas a desengraxamento, decapagem e fosfatização ou, alternativamente, a jateamento ao metal quase branco (grau Sa 2 ½ conforme Norma SIS 05-5900).

Após um destes dois processos de preparação ter sido executado, as superfícies externas deverão receber duas ou mais demãos de “primer” a base de epóxi-poliâmida, com espessura mínima de 30 µm por demão. O acabamento final compreenderá pelo menos duas demãos de tinta esmalte sintético alquídico ou poliuretano alifático, cor cinza Munsell N 6.5 com espessura mínima de 30 µm por demão.

Será aceita também pintura a pó a base de poliéster (para uso externo) ou epóxi (para uso interno), sendo que a espessura mínima deverá ser 80 µm. Para este caso a cor também deverá ser cinza Munsell N 6.5.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	26 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

A superfície interna do tanque e demais partes em contato com o óleo isolante deverá receber pelo menos uma demão de tinta cor branca Munsell N 9.5 a base de epóxi-poliamina, com espessura mínima de 30 µm por demão.

Caso as superfícies sejam revestidas com zinco, a primeira demão deverá ser de tinta epóxi-isocianato (*shop-primer*) com espessura de 10 µm a 20 µm, após o que receberão pintura conforme descrito anteriormente.

O grau mínimo de aderência final da pintura não deverá ser pior que 1, conforme a Norma ABNT NBR11003.

O fornecedor deverá enviar na mesma remessa do equipamento, quando de sua entrega, uma quantidade suficiente da mesma tinta da pintura de acabamento, devidamente acondicionada e identificada, para ser utilizada nos retoques que serão necessários após a montagem do equipamento no campo.

Para as superfícies e partes galvanizadas, deverão ser fornecidos corpos-de-prova do mesmo material nelas empregado, corpos estes submetidos, de maneira simultânea, ao processo de galvanização das ditas superfícies e partes. Estes corpos-de-prova deverão ser utilizados para a realização dos ensaios de Preece e aderência da camada de zinco, conforme o subitem Inspeção e ensaios deste documento.

A CPFL poderá aceitar, a seu exclusivo critério, outros esquemas de tratamento, acabamento e pintura que garantam a mesma qualidade e desempenho do acima especificado.

## 6.17 Placas de identificação e diagramática

### 6.17.1 Geral

As placas de identificação e diagramática solicitadas neste documento deverão ser confeccionadas em aço inoxidável e as informações deverão ser gravadas de maneira indelével.


### 6.17.2 Placa de identificação

O transformador deverá ser provido de uma placa de identificação, que deverá ser instalada em local e posição visíveis e de fácil acesso.

A placa de identificação deve estar conforme a Norma ABNT NBR 5356-1 e conter, no mínimo, as seguintes informações na língua portuguesa:

- As palavras REATOR TRIFÁSICO DE ATERRAMENTO;
- Nome do fornecedor e local de fabricação;
- Número de série e ano de fabricação;
- Tipo ou modelo;
- Número de fases;
- Designação e ano da norma brasileira (Especificação);
- Número e ano do pedido de compra;
- Potências nominais em kVA e sistema de resfriamento;
- Correntes de operação contínua e de curta duração e tempos nominais, bem como tensões nominais dos enrolamentos para toda a potência nominal;
- Frequência nominal;
- Diagrama fasorial, grupo de ligação e deslocamento angular;
- Limites de elevação de temperatura dos enrolamentos;
- Níveis de isolamento dos enrolamentos;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	27 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Impedância (%) e impedância sequencia zero (Ohms / fase) para 2 MVar, 60 Hz e 75 °C;
- Corrente de excitação;
- Correntes suportáveis de curto-circuito simétrica e dinâmica (kA) e respectivas durações máximas admissíveis (segundos);
- Níveis de sobreexcitação em vazio e em carga;
- Reprodução do diagrama de ligações, incluindo todos os transformadores de corrente tipo bucha e indicando claramente as polaridades relativas aos enrolamentos individuais de cada fase, bem como as dos transformadores de corrente;
- Indicação da classe de precisão de todas as relações de transformação e respectivas ligações, para todos os transformadores de corrente incluindo aqueles destinados ao sistema de imagem térmica e suas finalidades;
- Tipo de óleo isolante, quantidade necessária em litros, massa e fabricante;
- Massa máxima a ser levantada para desmontagem;
- Massa máxima para transporte;
- Massas para parte ativa, do tanque e acessórios e total da unidade completa;
- Altura para levantamento da parte ativa;
- Dimensões para transporte;
- Número de referência do manual de instruções;
- Pressões de ensaio mencionando que o tanque, radiadores e conservador suportam pleno vácuo;
- A expressão ISOLAÇÃO CLASSE E – PAPEL TERMOESTABILIZADO.

As informações acima referentes a “correntes e tensões nominais de todas as derivações para todas as potências” e “indicação da classe de precisão de todas as relações de transformação e respectivas ligações para todos os transformadores de corrente” deverão constar na placa em forma de tabelas.

### 6.17.3 Placa diagramática

O transformador deverá ser fornecido com uma placa diagramática dos equipamentos de controle, alarme e proteção, situada na parte interna da caixa de ligações.


Esta placa deverá conter as seguintes informações, em português:

- Esquema de ligações de todos os transformadores de corrente tipo bucha, indicadores de temperatura, nível de óleo, sistema de imagem térmica, relé *Buchholz*, termoelementos, etc.;
- Indicação dos blocos terminais, com todos os bornes devidamente designados por números, letras ou ainda pela combinação de ambos;
- Tabela contendo a denominação de todos os componentes e acessórios, assim como sua utilização e designação dos bornes aos quais serão ligados;
- Circuitos e instruções para ajustes do sistema de imagem térmica;
- Outras que o fornecedor julgar necessárias.

### 6.17.4 Placa de identificação do detector de temperatura

O transformador deverá ser fornecido com uma placa de identificação do detector de temperatura instalada em local visível, ao lado do mesmo, contendo no mínimo as informações conforme a Norma ABNT NBR 12455.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	28 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 6.17.5 Placa de alerta para retirada do sistema de imagem térmica

Deverá ser instalada na caixa de ligações (ou próxima da provisão dos bulbos dos termômetros) uma placa de alerta contendo os dizeres Antes de retirar o bulbo do termômetro do enrolamento, curto-circuitar o TCef através do bloco de testes Bp, adequando as designações TCef e Bp conforme esquema elétrico correspondente.

### 6.18 Documentos para aprovação

Este item dispõe sobre os requisitos a serem atendidos quanto à documentação técnica que deverá ser aprovada pela CPFL, referente ao fornecimento do equipamento descrito neste documento.

Caso os documentos solicitados pela CPFL envolvam dados considerados comprovadamente confidenciais pelo fornecedor, este não será obrigado a fornecê-los, desde que julgue isso necessário e conveniente para acompanhar e controlar a qualidade da fabricação.

A aprovação dos documentos não eximirá o fornecedor de suas responsabilidades no projeto e fabricação do equipamento, que deverá estar conforme este documento e cumprir perfeitamente sua finalidade.

O fornecedor poderá remeter todo e qualquer documento que julgar necessário, além daqueles mencionados neste documento.

Também a CPFL, a qualquer tempo e se assim o entender, poderá solicitar a posteriori do fornecedor todo e qualquer documento ou descrição de qualquer acessório ou material.

Todos os documentos para aprovação deverão ser fornecidos em um único conjunto, bem como deverão estar enquadrados nos formatos padrões de papéis para desenho conforme com a normalização ABNT NBR 10068: A1, A2, A3 e A4. Não deverão ser utilizados tamanhos obtidos pela conjugação de formatos iguais ou consecutivos dos supracitados.

Para toda e qualquer documentação a ser encaminhada dever-se-á considerar que, ao final do processo de aprovação, esta documentação deverá, obrigatoriamente, estar em meio digital e que os seguintes *softwares* deverão ser utilizados para sua elaboração:

- Textos, planilhas, apresentações e bancos de dados: Microsoft Office 2010;
- Desenhos: ver subitem Desenhos;
- Imagens: padrão .TIF;
- Cronogramas: Microsoft Project 98.

Qualquer outro aplicativo não citado acima deverá ser objeto de acordo entre as partes.

#### 6.18.1 Desenhos


O fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo de até 30 (trinta) dias após a confirmação do pedido e antes do início da fabricação, em formato digital, todos os desenhos do equipamento relativos e necessários à sua fabricação.

Os desenhos deverão ser elaborados por meio do *software* AUTOCAD, conforme especificado no GED 134. Todos os dizeres deverão ser redigidos na língua portuguesa.

Todos os desenhos deverão possuir uma legenda contendo as seguintes informações:

- Nome CPFL;
- Nome do equipamento;
- Número e data do pedido;
- Título, número sequencial e escala;
- Número(s) de série de fabricação do equipamento referente ao pedido.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	29 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Após a verificação pela CPFL dos desenhos enviados, o que se dará num prazo de até 30 (trinta) dias contados do recebimento à expedição por esta, será devolvida ao fornecedor, estando cada desenho enquadrado em uma das seguintes possibilidades:

- Desenho aprovado, o qual recebeu da CPFL a mensagem de APROVAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO;
- Desenho aprovado com restrições, o qual recebeu da CPFL uma mensagem com a inscrição APROVADO COM RESTRIÇÕES e contendo anotações que deverão ser atendidas pelo fornecedor;
- Desenho reprovado, o qual recebeu da CPFL a mensagem de REPROVADO. As eventuais anotações deverão ser atendidas pelo fornecedor.

Depois de executar as instruções requeridas o fornecedor deverá reenviar o desenho modificado à CPFL para nova aprovação, em formato digital, repetindo-se as possibilidades supracitadas até a aprovação em definitivo do desenho.

Quaisquer modificações posteriores só poderão ser executadas mediante prévia aprovação por parte da CPFL.


Qualquer consequência em termos de atraso na entrega do equipamento, oriundo da não aprovação dos desenhos, devido ao não atendimento deste documento, será da inteira responsabilidade do fornecedor.

Se o fornecedor iniciar a fabricação do equipamento antes da aprovação final dos desenhos pela CPFL, o estará fazendo por sua própria conta e risco.

Tais desenhos deverão ser no mínimo aqueles listados abaixo com, pelo menos, as informações mencionadas e demais detalhes considerados importantes:

- Desenho de contorno do transformador com legenda na mesma folha da figura, constituída de planta, perfil, vistas laterais, dimensões externas, inclusive em relação à linha de centro, mostrando o centro de gravidade e a disposição dos acessórios do transformador. Este desenho também deverá incluir o conservador, radiadores, centelhadores, válvulas de drenagem, filtragem e amostra de óleo do tanque e do conservador, dispositivos indicadores e sensores de temperaturas do óleo e enrolamento, indicador de nível de óleo, placas de identificação e diagramática, vigias de inspeção com respectivas dimensões e seus bojões de desaeração, tubulação para gás, válvula de alívio de pressão, indicação da existência da bolsa de borracha, buchas, relé *Buchholz* e caixa de ligações. Neste desenho ainda deverão ser indicados detalhes dos olhais de tração, orelhas de suspensão para o tanque, apoio para macaco, detalhes da base de arraste, conservador, tampa, radiadores, conectores e terminais de aterramento, acesso ao sistema detector de temperatura, poço coletor do conservador, cor da pintura de acabamento, espaçamento entre buchas e entre buchas e partes aterradas, as alturas dos acessórios em relação ao solo (buchas, apoio para macacos, caixa de ligações, termômetros, etc.), a altura do transformador completo, as dimensões para içamento da parte ativa, o volume total de óleo, assim como os pesos aproximados do núcleo, bobinas, tanque, óleo e total;
- Desenho de dimensões para transporte com legenda própria e na mesma folha da figura, indicando todos os equipamentos utilizados apenas para transporte (garrafa de nitrogênio, equipamento de regulação automática da pressão do nitrogênio, conexões entre estes equipamentos, posicionamento do registrador de impactos, proteção das válvulas, válvula de engate rápido e manômetro, etc.), detalhes de amarração da peça mais pesada para transporte e as seguintes informações:


N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	30 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Massa da peça mais pesada para transporte com óleo e sem óleo, em quilogramas;
- Óleo para transporte, em quilogramas e litros;
- Dimensões para transporte;
- Centro de gravidade;
- Velocidade e aceleração máximas em retas e curvas para transporte terrestre;
- Valores limites máximos de impactos nas três direções ortogonais.
- Desenho e catálogo com todos os detalhes de fabricante, tipo ou modelo, dimensões e peso, características, princípio de funcionamento e instruções de instalação, retirada e manuseio do registrador de impactos a ser colocado no transformador para fins de transporte;
- Desenho da placa de identificação do transformador contendo no mínimo todos os detalhes e informações constantes neste documento;
- Desenho da placa diagramática para acessórios e componentes de alarme, sinalização controle e proteção, contendo no mínimo todos os detalhes e informações constantes deste documento, e indicações dos fabricantes e capacidades dos relés, fusíveis, chaves, modelo/tipo, bornes, contadoras, termostatos, resistências, lâmpadas, etc.;
- Desenho da placa de identificação do detector de temperatura, contendo no mínimo fabricante, tipo, número de série, valor da resistência, corrente máxima, características da termoresistência;
- Desenho da placa de alerta sobre a retirada do sistema de imagem térmica;
- Desenho da placa de identificação das buchas de alta tensão e neutro com os detalhes e informações constantes neste documento;
- Desenho das buchas de alta tensão e neutro contendo as indicações do fabricante, tipo, designação, características elétricas (tensão e corrente nominais, tensões suportáveis de impulso atmosférico e à frequência industrial à seco e sob chuva) e tipo do condutor utilizado. Este desenho também deverá incluir características mecânicas (resistência à flexão, distância de escoamento, distância de arco, número de saias, peso), dimensões com indicação dos acessórios componentes (derivação de ensaios, vedações, indicador de nível de óleo no caso de buchas de alta tensão), dimensões e fixação da blindagem da extremidade imersa no tanque do transformador;
- Desenho dos canecos de buchas de alta tensão e neutro (quando aplicável) com detalhes da canalização do gás até o relé *Buchholz*, bujões de sangria, suporte dos transformadores de corrente tipo bucha com as dimensões destes transformadores;
- Desenho de cada um dos transformadores de corrente tipo bucha referentes aos terminais dos enrolamentos do lado de alta tensão, baixa tensão e neutro, com dimensões e características técnicas;
- Desenho do centelhador com as dimensões, distâncias de ajuste, material e espessuras do revestimento, distância da porcelana e diâmetro da haste;
- Desenho com detalhes de montagem dos centelhadores indicando a sua disposição relativa entre estes e as buchas (em relação ao indicador de nível de óleo e olhais para içamento), tanque e conservador;
- Desenho da caixa de ligações com detalhes dimensionais e de furação, bem como material de que é composto cada uma das suas partes (tampa, fundo, laterais e porta), trancas utilizadas, luvas para eletrodutos e sistema de vedação detalhado, porta interna (se existir) e ângulo(s) de abertura da(s) porta(s);

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	31 de 70




 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Diagrama de conexão física dos componentes da caixa de ligações (diagrama topográfico de fiação), com indicações do endereçamento e a numeração do anilhamento da fiação, e critérios usados para este endereçamento;
- Desenhos dos diagramas de ligações dos acessórios e esquemas funcionais de comando, controle, proteção e sinalização dos acessórios e componentes auxiliares;
- Desenhos detalhados dos blocos terminais com os cabos, com numeração e endereçamento;
- Desenho das provisões para instalação dos termômetros;
- Desenhos ou catálogos e folhetos de cada acessório e componente utilizado no transformador;
- Desenho do conservador, independente do desenho de contorno, com indicações de todas as válvulas, tubulações, com cortes mostrando a bolsa de borracha;
- Desenho dos conectores de alta tensão, neutro e aterramento, em conjunto e em partes, com indicação do material de que são fabricados, faixa de condutores aplicáveis, fabricante e tipo;
- Desenho dos radiadores com indicação do material, número de aletas, reforços, flanges, olhais de içamento, bujões, esquema de acabamento e pintura, pressão de ensaio no teste de estanqueidade;
- Desenho do indicador magnético de nível do óleo do transformador, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e tratamento da superfície dos contatos, escala, nível de isolamento dos contatos, grau de proteção a intempéries;
- Desenho do indicador de temperatura do óleo com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e tratamento da superfície dos contatos, faixa de ajustes e nível de isolamento dos contatos, precisão, escala, diâmetro do mostrador, tubo capilar e detalhes da sonda, ponteiros de indicação instantânea e de arraste e seu sistema de retorno;
- Desenho do detector de temperatura do enrolamento, contendo todas as informações pertinentes, conforme Norma ABNT NBR 12455;
- Desenho do indicador de temperatura do enrolamento (sistema de imagem térmica) com todas as informações solicitadas para indicador de temperatura do óleo e com indicação do sistema de ajustes e componentes auxiliares deste sistema;
- Desenho do respirador a *silicagel* do transformador com indicação de fabricante, tipo, vedações, sistema de respiro, quantidade de *silicagel* e tela protetora;
- Desenho do relé *Buchholz* do transformador, com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e nível de isolamento dos contatos, vedações, visor e válvulas e bujões de desaeração;
- Desenho de cada válvula utilizada do transformador, com indicação do fabricante, tipo, dimensões, material e pressão suportável;
- Desenho da válvula de alívio de pressão com indicação do fabricante, tipo, número e finalidade dos contatos, capacidade e nível de isolamento dos contatos, indicador de operação à distância, pressão de atuação e grau de proteção;
- Desenho do detalhe do aterramento do núcleo, com indicação dos materiais envolvidos;
- Esquema detalhado dos processos de tratamento, acabamento e pintura das partes e superfícies metálicas;
- Desenhos das peças sobressalentes conforme solicitado no subitem Componentes de reserva.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	32 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 6.18.2 Manual de instruções

O fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo de até 30 (trinta) dias após a confirmação do pedido, em formato digital, redigidas na língua portuguesa do Manual de instruções do equipamento e seus acessórios.

O prazo e o processo para aprovação serão aqueles descritos no subitem Desenhos.

O manual de instruções deverá ser elaborado de forma a satisfazer pelo menos os seguintes requisitos:

- Deverá possuir uma capa com as seguintes informações:
  - Nome do fornecedor;
  - Nome do equipamento e seu tipo;
  - Número e data do pedido;
  - Título e número ou código para referência.
- Deverá conter, caso necessário, um capítulo com informações das particularidades do equipamento fornecido;
- Deverá possuir um índice com as seções, itens, tópicos e anexo, numerados de forma a facilitar seu referenciamento;
- No caso de existirem ferramentas especiais para montagem e manutenção do equipamento, as mesmas deverão ser informadas no manual, conforme o uso;
- Deverá conter em detalhes todas as instruções relativas e necessárias ao transporte, armazenagem, montagem, colocação em serviço, operação e manutenção do equipamento, bem como de seus acessórios e materiais.

Tais instruções deverão abordar, também, os aspectos relacionados aos testes e ensaios de checagem, ajustes e calibrações, limpeza e lubrificação, frequência das verificações, içamento e movimentação, ensaios no campo, instrumentação e aparelhagem utilizada, etc.

### 6.18.3 Cronograma de fabricação


O fornecedor deverá enviar à CPFL para aprovação, no prazo de até 30 (trinta) dias após a confirmação do pedido, em formato digital, o cronograma de fabricação claro e preciso, detalhando todas as fases do fornecimento.

O cronograma de fabricação será devolvido ao fornecedor com eventuais modificações ou sugestões que se fizerem necessárias, até 15 (quinze) dias após ter sido recebido pela CPFL e conforme o processo descrito no subitem Desenhos.

Os requisitos para confecção deste cronograma são:

- Técnica de elaboração: utilizando o *software* MS Project 98;
- Evento início: confirmação do pedido ou outra indicação documentada por parte da CPFL;
- Evento fim: entrega na obra ou almoxarifado após recebimento pela CPFL;
- Retratar todos os principais eventos que envolvam cada etapa do projeto, provisionamento de matéria-prima de fabricação entregue na fábrica e montagem de cada componente do equipamento, contendo no mínimo os seguintes tópicos:
  - Processo de pedido;
  - Projeto;
  - Análise dos desenhos;
  - Compra de materiais;
  - Compra de material importado;
  - Montagem e ligações elétricas;
  - Inspeção e ensaios finais;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	33 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Pintura;
- Embalagem;
- Transporte.

Qualquer alteração neste cronograma após o mesmo ter sido aprovado deverá ser antecipadamente comunicada à CPFL para sua análise e aprovação, acompanhada das razões e motivos que justificarem.

#### 6.18.4 Plano de controle da qualidade

O fornecedor deverá enviar à CPFL, no prazo de até 30 (trinta) dias após a confirmação do pedido, em formato digital, o plano de controle da qualidade previsto para o fornecimento.

O plano de controle da qualidade deverá conter todos os ensaios e verificações no recebimento da matéria-prima, na fabricação e nos ensaios finais.

Devem também ser relacionados, no mínimo, os correspondentes métodos de ensaio, normas técnicas utilizadas e locais para realização dos eventos.

O prazo e o processo para aprovação serão aqueles já descritos no subitem Desenhos.

#### 6.18.5 Lista de material e catálogos

O fornecedor deverá enviar à CPFL, no prazo de 30 (trinta) dias após a confirmação do pedido, em formato digital, a lista de material completa de todos os acessórios e componentes previstos para o fornecimento. Para quaisquer componentes e itens de reserva deverá ser elaborada uma lista de material separada.

O prazo e o processo para aprovação serão aqueles descritos no subitem Desenhos.

#### 6.18.6 Documentação técnica para acervo eletrônico

Após a aprovação final de todos os documentos acima descritos e antes da inspeção final da primeira unidade do fornecimento, deverão ser enviados à CPFL, via e-mail, os seguintes documentos em meio eletrônico:

- Desenhos aprovados;
- Todos os catálogos dos acessórios e componentes utilizados;
- Lista completa de materiais, incluindo-a separada de sobressalentes;
- Manual de instruções aprovado.

### 6.19 Inspeção e ensaios

#### 6.19.1 Geral


O equipamento, seus acessórios e a matéria-prima para sua fabricação deverão ser submetidos a todos os ensaios indicados no subitem Plano de controle da qualidade aprovado para o fornecimento. Tudo isto deverá ser feito imprescindivelmente na presença do inspetor.

Durante o período de fabricação a CPFL reserva-se o direito de inspecionar os materiais e acessórios que compõem o fornecimento. Os ensaios a serem executados durante a fabricação deverão ter a data de sua realização comunicada à CPFL com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência.

A inspeção e ensaios finais deverão ser realizados imprescindivelmente na presença do inspetor e somente após a aprovação definitiva de todos os documentos técnicos solicitados neste documento.

A CPFL deverá ser comunicada pelo fornecedor, com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência, da data em que o equipamento estiver pronto para a inspeção final, completo

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	34 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

com todos os seus acessórios e fiação, quando aplicável, acabada. Para tanto, deverá ser enviada uma programação de inspeção contendo as datas de início de realização de todos os ensaios, indicando os locais de realização e a duração prevista de cada um deles.

O fornecedor deverá propiciar todas as facilidades e meios necessários para que o inspetor possa realizar, com toda a segurança, os trabalhos de acompanhamento dos serviços e ensaios, onde quer que sejam executados.

Para efeito da inspeção e ensaios, independentemente de onde os mesmos sejam realizados, o fornecedor deverá garantir o cumprimento da Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10), no tocante às instalações e serviços em eletricidade.

O inspetor não realizará a inspeção caso entenda que as instalações postas à sua disposição para esse fim estejam, de alguma forma, colocando em risco sua segurança. Neste caso, o equipamento não será ensaiado, faturado ou embarcado, devendo aguardar a solução do problema.

Será de responsabilidade do fornecedor, também, providenciar amostras, equipamentos, acessórios, instrumentação e pessoal qualificado para a realização dos ensaios, além das informações e dados necessários.

O inspetor não tem autoridade para desobrigar o fornecedor a atender o pedido ou este documento em quaisquer de seus aspectos, nem para exigir que sejam realizadas alterações que envolvam custos adicionais à CPFL.

Antes do início de cada ensaio deverá ser exibido ao inspetor o certificado de aferição de cada instrumento de medição a ser utilizado, emitido por órgão credenciado, aferição esta realizada no máximo 12 (doze) meses antes da data do ensaio.

A inspeção e ensaios deverão ser programados para dias úteis e durante o horário comercial, exceto para ensaios cuja realização se comprove ser necessária fora deste período. Casos excepcionais serão analisados e aprovados ou não pela CPFL.

### 6.19.2 Ocorrências de falhas

No caso de falha do equipamento em quaisquer dos ensaios a que for submetido, o fornecedor, na presença do inspetor, deverá verificar e determinar as causas da falha ou ocorrência.

No prazo máximo de 10 (dez) dias o fornecedor deverá enviar uma cópia de um relatório de ocorrência à CPFL. Esta analisará a amplitude do defeito, antes de determinar a sequência e os tipos de ensaios a serem requeridos em prosseguimento, sem quaisquer ônus para ela. Esse relatório deverá conter:

- Tipo do defeito ou falha;
- Causas do mesmo;
- Correção a ser adotada;
- Referências do equipamento (número e data do pedido, série de fabricação, etc.);
- Outras informações julgadas necessárias.


### 6.19.3 Ensaios

O transformador deverá ser submetido aos ensaios descritos neste subitem e nas Normas Técnicas apresentadas neste documento.

Outros ensaios não mencionados neste documento ou Normas Técnicas, mas que forem usuais para o tipo de equipamento ofertado, deverão ser realizados.

As tolerâncias nos ensaios do transformador, acessórios e componentes, quando aplicáveis, são as indicadas nas Normas Técnicas adotadas neste documento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	35 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	


#### 6.19.4 Ensaios de rotina

Os seguintes ensaios deverão ser realizados em todas as unidades do fornecimento, completamente montadas:

##### 6.19.4.1 No transformador

- Resistência elétrica dos enrolamentos: deverão ser efetuadas medições das resistências ôhmicas de todos os enrolamentos, em todas as derivações conforme Norma ABNT NBR 5356-6;
- Perdas em vazio e corrente de excitação: deverão ser realizados os ensaios de determinação das perdas em vazio e corrente de excitação para 90 %, 100 %, 110 % e 115 % da tensão nominal e conforme a Norma ABNT NBR 5356-6, antes (informativo) e após (garantido) os ensaios dielétricos;
- Perdas em curto circuito e tensão de curto circuito (impedância): deverão ser realizados os ensaios de determinação das perdas em curto circuito e das tensões de curto circuito conforme a Norma ABNT NBR 5356-6;
- Tensão suportável sob frequência nominal: o transformador deverá ser submetido ao ensaio de tensão aplicada em conformidade com a Norma ABNT NBR 5356-6. O ensaio de tensão induzida deverá ser realizado após a realização dos ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico;
- Sobreensão entre espiras (tensão induzida): o transformador deverá ser submetido ao ensaio de tensão induzida em conformidade com a Norma ABNT NBR 5356-6. O ensaio de tensão induzida deverá ser realizado após a realização dos ensaios de tensão suportável de impulso atmosférico;
- Resistência de isolamento: antes e após os ensaios dielétricos, deverá ser realizada medições de resistência de isolamento do transformador, e no ponto de aterramento entre núcleo e tanque, indicando-se as respectivas temperaturas, em conformidade com a Norma ABNT NBR 5356-6, considerando, porém que o Megger a ser utilizado seja no mínimo de 2000 V;
- Fator de potência do isolamento: antes e após os ensaios dielétricos, o transformador deverá ser submetido ao ensaio de determinação do fator de potência do isolamento conforme prescrito na Norma ABNT NBR 5356-6, e os resultados não deverão ultrapassar 1 % referidos à temperatura de 20 °C;
- Ensaios nos circuitos auxiliares: deverá ser comprovado o funcionamento correto dos circuitos auxiliares através de verificação das continuidades dos circuitos com simulações de funcionamento dos acessórios e componentes, tais como circuitos de aquecimento, iluminação e acessórios. Os circuitos auxiliares e acessórios deverão ser ensaiados com uma tensão suportável à frequência nominal de valor 1500 Volts durante 1 minuto;
- Ensaios nos acessórios: os acessórios tais como nível de óleo, indicadores de temperatura de óleo e enrolamento, relé Buchholz, ventiladores, válvula de alívio de pressão e comutador de derivações em carga deverão ser submetidos a ensaios de rotina, conforme descrito nas Normas da família ABNT NBR 5356. O detector de temperatura do enrolamento deverá ser submetido a ensaios de rotina conforme Norma ABNT NBR 12455;
- Inspeção visual: o transformador, seus acessórios e componentes deverão ser submetidos a inspeção visual externa para verificação de acabamento e instalação em

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	36 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

conformidade com os requisitos deste documento. O transformador e seus acessórios principais deverão ser também submetidos a um controle dimensional;

- Estanqueidade e resistência a pressão interna: após a realização dos ensaios dielétricos, e a retirada da última amostra de óleo para gás-cromatografia o transformador completo deverá ser submetido a ensaios de estanqueidade, conforme as Normas ABNT NBR 5356-1 e ABNT NBR 5356-6, devendo o mesmo suportar durante 24 horas uma pressão manométrica de 0,03 MPa, sem apresentar qualquer vazamento de óleo;
- Ensaios para verificação do acabamento e pintura: deverá ser verificado o acabamento e pintura do conservador, radiadores, tanque, tampa e outras partes metálicas, abrigadas ou não, em locais a serem escolhidos a exclusivo critério do inspetor.
  - Superfícies não galvanizadas:
    - Cor: através da comparação com padrão;
    - Espessura da camada: conforme Norma ABNT NBR 10443;
    - Aderência: conforme Norma ABNT NBR 11003.
  - Superfícies galvanizadas:
    - Preece: conforme Norma ASTM-A239;
    - Espessura da camada de zinco: conforme Norma ASTM-A-90;
    - Aderência: conforme a Norma ASTM-B-499.
- Ensaios imediatamente antes do embarque: imediatamente antes do embarque o fornecedor deverá verificar o ponto de aterramento entre o núcleo e o tanque, através de medição da resistência do isolamento ou de tensão aplicada com valor mínimo de 2000 Volts, informando à CPFL dos resultados obtidos. Isto não se aplica em caso de ocorrência do previsto no subitem Armazenagem na fábrica.

#### 6.19.4.2 Nos transformadores de corrente tipo bucha


- Ensaio de tensão induzida: este ensaio deverá ser realizado conforme Norma ABNT NBR 6821;
- Ensaio de tensão suportável sob frequência industrial (60 Hz): este ensaio deverá ser realizado conforme Norma ABNT NBR 6821. Deverá ser aplicada a tensão de 3000 V, 60 Hz, durante 1 minuto, conforme a Norma ABNT NBR 6856;
- Verificação da polaridade: este ensaio deverá ser realizado conforme Norma ABNT NBR 6821;
- Verificação da classe de exatidão: este ensaio deverá ser realizado conforme Norma ABNT NBR 6821, fornecendo a respectiva curva de saturação.

#### 6.19.4.3 No óleo isolante

- Óleo isolante para realização dos ensaios: o óleo isolante utilizado em cada transformador, para realização dos ensaios nestes equipamentos, deverá ser submetido aos testes indicados na Tabela A.02 contida no anexo deste documento. O confronto dos resultados obtidos na análise gascromatografia de amostras de óleo deverá ser usado como um dado complementar para posição do desempenho do transformador nos ensaios. A amostragem e análise dos gases dissolvidos no óleo deverá ser realizada conforme a Norma ABNT NBR 7070. As amostras deverão ser retiradas do transformador na presença do inspetor. Os valores limites das características do óleo isolante a ser fornecido e do óleo utilizado no transformador para ensaios, deverão ser aqueles indicados na Norma ABNT NBR 5356-1;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	37 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Óleo isolante de reserva para equipamentos adquiridos no Brasil: o óleo isolante de reserva deverá ser submetido aos seguintes ensaios, cujos resultados deverão satisfazer aos limites indicados na Tabela A.02 (contida no anexo deste documento).
  - Densidade a 20/4 °C;
  - Fator de potência a 100 °C;
  - Tensão superficial a 25 °C;
  - Teor de água;
  - Rigidez dielétrica.

O número de amostras a serem retiradas na presença do inspetor e sob escolha deste, é indicado na Tabela A.03 contido no anexo deste documento.

#### 6.19.4.4 Nas buchas do enrolamento de alta tensão

Esses ensaios somente poderão ser realizados quando o tipo da bucha possuir comprovação, analisada e aprovada pela CPFL, de resultados satisfatórios nos ensaios de tipo.

Independentemente da presença ou não da CPFL nos ensaios, a estes deverão corresponder certificados detalhados sujeitos a análise e aprovação.

Todas as buchas, inclusive as sobressalentes (se houver) deverão ser submetidas aos ensaios abaixo relacionados:

- Visual de dimensional;
- Mediação da intensidade de descargas parciais: deverá ser realizada a medição da intensidade de descargas parciais nas seguintes tensões:
  - Com  $1,5xU_n/\sqrt{3}$ , com valor limite de 10 pC;
  - Com tensão nominal ( $U_n$ );
  - Com tensão suportável sob frequência nominal.
- Tensão suportável à frequência nominal, a seco;
- Medição do fator de perdas dielétricas ( $tg\delta$ ): A medição do fator de perdas dielétricas deve ser realizada nas tensões 10 kV,  $0,5xU_n/\sqrt{3}$ ,  $1,05xU_n/\sqrt{3}$ , e  $1,5xU_n/\sqrt{3}$ , sendo que os valores devem ser, no máximo os indicados na Tabela A.04 (contido no anexo deste documento);
- Medição da capacitância: em cada bucha, todos os valores de capacitância medidos a  $1,05xU_n/\sqrt{3}$  não deverão diferir de mais de 1 %;
- Medição de fator de perdas dielétricas ( $tg\delta$ ) e capacitância derivação ensaio: os valores de perdas dielétricas não devem exceder 0,1 e os valores de capacitância devem ser no máximo 5000 pF;
- Tensão suportável sob frequência nominal nas derivações de ensaios;
- Vedações;
- Ensaios no invólucro isolante (certificados de ensaios);
- Ensaios de vedação nos flanges (certificados de ensaios).


#### 6.19.4.5 Nas buchas do neutro

As buchas deverão ser projetadas e construídas de modo a suportarem os ensaios a que será submetido o transformador.

Deverão ser realizados nas buchas de baixa tensão e do neutro os ensaios relacionados abaixo:

- Visual;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	38 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Dimensional.

### 6.19.5 Ensaios de tipo

Os ensaios a seguir especificados deverão ser realizados na unidade (ou unidades) indicada(s) pelo inspetor. As quantidades de ensaios a serem efetuados serão aquelas contratadas pela CPFL.

Esses ensaios serão sempre realizados com a(s) unidade(s) completamente montadas.

#### 6.19.5.1 No transformador

##### a) Tensão suportável de impulso atmosférico

Este ensaio deverá ser realizado conforme a Norma ABNT NBR 5356-6, aplicando tensão com polaridade negativa.

- Terminais de alta tensão ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ):
  - Uma onda plena reduzida;
  - Uma onda plena de 200 kV (crista);
  - Uma onda cortada reduzida;
  - Duas ondas cortadas de 220 kV (crista);
  - Duas ondas plenas de 200 kV (crista).
- Terminal de neutro ( $H_0$ ):
  - Uma onda plena reduzida;
  - Duas ondas plenas de 200 kV (crista);
  - Uma onda plena reduzida.

Nenhuma tensão de impulso deverá ser aplicada ao transformador antes dos ensaios oficialmente presenciados pelo inspetor sem a prévia aprovação da CPFL.

Durante a aplicação das tensões de impulso os centelhadores (*spill-gaps*) do transformador deverão ser removidos temporariamente dos terminais a serem ensaiados.

Um oscilograma deverá ser tomado de cada tensão de impulso aplicada ao transformador, inclusive dos ensaios preliminares e de calibração. Oscilogramas deverão ser tomados das correntes, nos terminais aterrados dos enrolamentos submetidos ao ensaio.

As aplicações de tensões de impulso não deverão causar descargas, defeitos ou danos ao transformador ensaiado.

O fornecedor deverá manter um registro de todas as tensões de impulso aplicadas aos terminais do transformador, incluindo os ensaios preliminares e de calibração, bem como os ensaios finais.


Esse registro deverá incluir a natureza de cada ensaio, identificação dos oscilogramas, a calibração dos *gaps*, ligação de todos os terminais do transformador, condições atmosféricas, números de ondas e tensões aplicadas, o tempo das curvas.

Um registro deverá ser incluído de qualquer evidência de descargas de *gaps*, buchas, protetores do circuito de ensaios e qualquer perturbação ou falha no ensaio, interna ou externa ao transformador. Esse registro dos ensaios de impulso e desenhos dos circuitos de ensaio deverão ser de fácil acesso para a CPFL a qualquer tempo.

##### b) Descargas parciais

Deverá ser determinado o nível de descargas parciais, antes e após ensaios dielétricos, utilizando-se o procedimento, valor, período e sequência conforme as Normas IEC 60270 e IEC 60076-3, com um valor máximo de 300 pC à 150 % da tensão nominal do enrolamento ligado na posição de máxima tensão; isento de descargas parciais a 100 % da tensão nominal; sem

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	39 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

ocorrência de descargas disruptivas; valores com tendência clara e objetiva de estabilização de valores medidos e não mostrarem diferença significativa entre medições antes e após dielétricos.

O transformador deve ser alimentado como em operação trifásica pelas buchas de alta tensão e com o neutro solidamente aterrado. As buchas devem suportar, sem perda de vida útil além da normal, as condições aqui impostas.

#### c) Nível de ruído

O transformador, completamente montado com todos os seus acessórios, deverá ser submetido a ensaio de ruído, conforme com o prescrito na Norma ABNT NBR 7277, sendo que o resultado deverá ser, no máximo, de 61 dB para sistema de resfriamento ONAM.

#### d) Nível de tensão de rádio ruído

Após a realização do ensaio de nível de ruído, o transformador (completo com seus acessórios, principalmente conectores terminais e centelhadores) deverá ser submetido ao ensaio de nível de tensão rádio ruído.

Uma tensão deverá ser induzida na derivação de maior valor do enrolamento de alta tensão, atingindo 1,1 vezes este valor. As demais condições, inclusive resultados, deverão estar conforme as Normas ABNT NBR 7875 e ABNT NBR 7876.

#### e) Elevação de temperatura

O transformador deverá ser submetido a ensaio de elevação de temperatura, pelo método do curto-circuito e variação de resistência, conforme a Norma ABNT NBR 5356-6, fazendo-se circular inicialmente uma corrente referente a 100 % das perdas totais.

Esse ensaio deverá ser realizado estando o transformador em refrigeração natural.

No caso de serem adquiridas mais de uma unidade e para as unidades não submetidas a este ensaio, os gradientes de temperatura obtidos neste ensaio serão corrigidos, aplicando-se as fórmulas de correção indicadas na Norma ABNT NBR 5356-6.

O ensaio de elevação de temperatura deverá ser realizado na derivação a plena capacidade que corresponde às perdas totais máximas, considerando-se também a condição de sobreexcitação à plena carga especificada.


Deve-se medir e anotar as temperaturas de diversas partes metálicas do transformador, sendo o limite máximo aquele especificado no subitem Características do equipamento.

Deverá ser realizado ensaio com determinação das elevações de temperatura de cada enrolamento pelos métodos de temperaturas média e topo do óleo, sendo que os maiores valores encontrados serão aqueles considerados para comparação com valores garantidos. Portanto também deverão ser medidas as temperaturas nas tomadas superior e inferior de um dos radiadores.

#### f) Ensaio de vibração

Deverão ser realizadas ensaios de vibração com o equipamento completamente montado e energizado a tensão nominal, sendo o procedimento de medição conforme a Norma ABNT NBR 5356-6. Os valores medidos das amplitudes máximas de deslocamento (em micrometros), em qualquer caso, deverão atender aos valores garantidos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	40 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
		Zag.doc

#### g) Corrente nominal de curta duração no neutro (10 segundos)

Deverá ser realizado ensaio conforme as Normas ABNT NBR 5356-6. Antes e após o presente ensaio, devem ser realizados ensaios de resposta a frequência conforme indicado a seguir, bem como impedância de sequência zero e tensão suportável a 75 % dos valores normalizados.

#### h) Vácuo interno

O ensaio deve ser realizado com o transformador completamente montado (buchas, conservador de óleo, radiadores, etc.), com o intuito de verificar a influência dos componentes de força provocadas pelo peso dos acessórios. Deve ser submetido a vácuo no seu interior com pressão de 1 mm de Hg, durante 04 (quatro) horas.

O transformador deverá suportar o ensaio sem apresentar deformações não superiores a espessura da chapa deformada. As medições serão efetuadas em pelo menos um ponto em cada lateral e tampa do tanque do equipamento, escolhidos a critério do inspetor ou representante da CPFL.

#### i) Medição da impedância de sequência zero

A medição da tensão de impedância de sequência zero deverá ser realizada conforme a Norma ABNT NBR 5356-6.

#### j) Tensão de curto-circuito

Deverá ser realizada medição e cálculo de tensões de curto-circuito. As demais condições deverão estar conforme a Norma ABNT NBR 5356-1.

### 6.19.5.2 Nos transformadores de corrente tipo bucha

- Medição da resistência ôhmica dos enrolamentos secundários: A medição da resistência ôhmica dos enrolamentos secundários dos transformadores de corrente deverá ser realizada em todas as relações conforme Norma ABNT NBR 6821;
- Relação de transformação: A medição da relação de transformação dos transformadores de corrente deverá ser realizada em todas as derivações.

### 6.19.5.3 No óleo isolante

Uma amostra do óleo isolante do tanque do transformador ou sistema de enchimento utilizado pelo fornecedor para o enchimento do equipamento deverá ser submetido a todos os ensaios relacionados no subitem Características do equipamento – Óleo isolante.


A amostra deverá ser retirada do tanque ou sistema de enchimento na presença do inspetor. Os valores limites das características do óleo isolante deverão ser aqueles indicados no subitem Características do equipamento – Óleo isolante.

No caso de o fornecimento ser realizado em vários lotes, a amostragem em questão deverá ser repetida para cada lote de fornecimento.

### 6.19.5.4 Nas buchas do enrolamento de alta tensão e neutro

Todas as buchas fornecidas deverão ter seu desempenho comprovado por meio de ensaios. Os ensaios para verificação das características dielétricas, térmicas e mecânicas das buchas estão relacionados abaixo:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	41 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Tensão suportável a frequência nominal, sob chuva;
- Elevação de temperatura;
- Corrente térmica nominal;
- Corrente dinâmica nominal.

Cada tipo de bucha fornecida deverá possuir comprovação de resultados satisfatórios nos ensaios de tipo. O fornecedor deverá fazer essa comprovação por meio do envio de certificado detalhado de todos os ensaios realizados em um protótipo, entendendo-se como tal, uma bucha de mesmo projeto daquelas a serem fornecidas.

Os certificados estarão sujeitos a análise pela CPFL que manifestar-se-á sobre sua aprovação ou não.

Caso esses certificados não venham a ser aprovados pela CPFL, por não terem satisfeito as condições estabelecidas no presente documento, ou caso as buchas a serem fornecidas não possuam protótipo ensaiado, uma das unidades componentes desse fornecimento específico deverá ser submetida a todos os ensaios prescritos. Caso sejam realizados ensaios destrutivos, a unidade deverá ser reposta.

Neste caso, a CPFL reserva-se o direito de presenciar os ensaios cabendo ao fornecedor a responsabilidade de comunicar as datas e o programa para sua realização, conforme o estabelecido neste documento.

Independentemente da presença ou não do inspetor nos ensaios, a estes deverão corresponder certificados detalhados sujeitos à análise e aprovação pela CPFL.

#### 6.19.6 Relatório de ensaios

Os relatórios de inspeção e ensaios deverão conter as informações necessárias à sua perfeita identificação e rastreabilidade com o fornecimento do equipamento ensaiado, tais como:

- Identificação técnica do equipamento (nome, tipo, número de série, características, etc.);
- Número e data do pedido de compra correspondente;
- Descrição detalhada da inspeção ou ensaio;
- Esquemas, cálculos, croquis, resultados, curvas, tabelas, gráficos e oscilogramas;
- Valores garantidos para cada inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do inspetor presente à inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do supervisor do laboratório, bem como sua declaração atestando a exatidão dos dados e resultados da inspeção ou ensaio;
- Local e data da realização da inspeção ou ensaio;
- O fornecedor deverá enviar cópia dos relatórios à CPFL, num prazo máximo de 30 (trinta) dias após a realização da inspeção.

#### 6.20 Embalagem e transporte


Ao término da inspeção final e liberação do equipamento, o fornecedor poderá iniciar o processo de embalagem para posterior transporte e armazenagem.

A embalagem e a preparação para embarque do equipamento são de exclusiva responsabilidade do fornecedor, estando sujeita à aprovação do inspetor.

O processo de embalagem deverá possibilitar a entrega do(s) equipamento(s) com todas as peças, partes e acessórios pertinentes a sua montagem, energização e operação nos respectivos endereços de destino (subestações, obras ou almoxarifado central) indicados no pedido de compra.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	42 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Será também responsabilidade do fornecedor tomar todas as providências necessárias para o transporte até o local de entrega, inclusive a eventual verificação do trajeto no tocante às obras de arte, acessos, alteamento provisório de condutores, etc.

Qualquer dano ao equipamento decorrente da embalagem inadequada ou defeituosa será de responsabilidade do fornecedor, que se obrigará a substituir as peças ou equipamento danificados, sem quaisquer ônus para a CPFL.


No caso de serem adquiridos componentes de reserva, estes deverão ser embalados em caixas totalmente fechadas. Estas caixas deverão ser identificadas conforme descrito acima e marcadas com as palavras COMPONENTES DE RESERVA.

A embalagem deverá ser realizada obedecendo fundamentalmente os princípios indicados a seguir, considerando-se armazenamento ao tempo por um período de até um ano:

- O acondicionamento do equipamento e seus acessórios deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições, inclusive ambientais;
- A embalagem deve ter indicações de posicionamento dos pesos de modo a garantir a estabilidade do equipamento a ser transportado;
- A embalagem deve ser projetada de modo a suportar e facilitar as operações de embarque, desembarque manuseio e armazenamento, sem prejuízo à segurança dos operadores e integridade do equipamento;
- Todas as peças e partes desmontadas, acessórios auxiliares e instrumentos deverão ser numerados, contendo numeração correspondente no equipamento para facilitar a montagem na obra;
- Cada peça ou lote de peças idênticas deverá ser provido de cartão ou adesivo contendo nome e identificação conforme a lista de embalagem e manual de instruções;
- Cada volume deverá ser identificado indelevelmente e de forma legível, compatível com a lista de embalagem que também deverá ser fornecida, com no mínimo as seguintes informações:
  - CPFL;
  - Nome do equipamento;
  - Número da nota fiscal;
  - Número de série do equipamento;
  - Número sequencial da caixa ou embalagem;
  - Quantidade de peças;
  - Peso bruto;
  - Peso líquido;
  - “Para cima” em um ou mais lados indicando, o topo do equipamento;
  - Nome do fornecedor.
- Deverá ser previsto um par de fios conectados diretamente ao circuito dos resistores de aquecimento da caixa de ligações ou cabine de controle do equipamento, fios estes acessíveis pelo lado de fora da embalagem, mas adequadamente protegidos para transporte. Uma etiqueta a prova de tempo deverá ser atada aos fios, de forma visível, contendo a indicação da tensão de alimentação e consumo dos resistores. Os fios devem ser colocados de maneira a facilitar sua remoção quando o equipamento for levado ao local de sua instalação definitiva.

As buchas secundárias e do neutro deverão permanecer instaladas no equipamento. Caso julgado necessário, em função da altura do equipamento, obstáculos de trajeto ou outras condições de transporte, deverão ser tomadas todas as providências preparatórias ao transporte no sentido de proteger as buchas secundárias contra impactos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	43 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

### 6.20.1 Registrador de impactos

Quando do transporte do equipamento deverá ser instalado um registrador de impacto tri-direcional de propriedade do fornecedor. Os valores limites máximos de impacto nas três dimensões deverão ser informados no desenho de dimensões para transporte. O registrador de impacto deverá ser do tipo FIR 106, da YOSHIDA SEIKI Co ou de melhor qualidade do tipo mecânico ou eletrônico.

#### 6.20.1.1 Equipamentos adquiridos no Brasil

As instruções para desligamento e retirada do registrador deverão vir junto com a nota fiscal. O registrador de impacto só poderá ser retirado por pessoal da CPFL e devolvido ao transportador após o equipamento ter sido colocado sobre a base no local de entrega. Cópias dos registros devem ser entregues pelo fornecedor à CPFL.

A responsabilidade do fornecedor sobre o transporte cessa provisoriamente quando da entrega do último volume descarregado no local do destino e fica vinculada à análise dos registros obtidos através do registrador de impacto.

#### 6.20.1.2 Equipamentos adquiridos no exterior

As instruções para desligamento e retirada do registrador de impacto deverão vir junto com a nota fiscal. Ele só poderá ser retirado por pessoal da CPFL após o equipamento ter sido colocado sobre sua base no almoxarifado ou subestação da CPFL, independentemente do tipo de entrega contratual (CIF, C&F, FOB, FOT, etc.).

O registrador de impacto será devolvido posteriormente ao fornecedor, após a devida análise em conjunto dos registros entre CPFL, fornecedor e empresa transportadora (feita, eventualmente, por representantes no Brasil).

### 6.20.2 Válvula de engate rápido e manômetro

O equipamento em si deverá ser embarcado com óleo, cujo nível deverá ser rebaixado, e com uma almofada de gás nitrogênio seco. Deverá ser instalado um manômetro, um registro e uma válvula de engate rápido, para se manter a pressão positiva do nitrogênio. As válvulas susceptíveis de danos durante o transporte deverão ser protegidas por anteparos aparafusados.

A localização destes dispositivos deve ser de modo a tornar possível a verificação da pressão do nitrogênio. Durante o transporte a pressão do gás nitrogênio deverá ser mantida automaticamente, sem necessidade de supervisão humana.

Só poderão ser utilizadas válvulas de engate rápido de tipos já homologados tecnicamente pela CPFL.

### 6.20.3 Tambores para óleo isolante para equipamentos adquiridos no Brasil


O volume de óleo isolante correspondente aos radiadores e ao conservador de óleo, retirado do transformador para o transporte, deverá ser acondicionado em tambores novos, sem amassamentos com vincos e devidamente limpos, de forma a evitar contaminantes no óleo.

Tais tambores de óleo deverão ser do aço carbono e revestidos internamente com tinta à base de epóxi fenólico, com espessura total mínima de 12 µm, de cor clara. Externamente deverão ser revestidos com tinta à base de resina alquídica, com espessura total de 25 µm, na cor verde referência Munsell 2.5 G 4/8.

Nos dois tampos, devem ser inscritos:

- Nome do fabricante do equipamento;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	44 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

- Número sequencial de tambores;
- Número de série do equipamento;
- Número do pedido de compra;
- Tipo de óleo isolante (naftênico ou parafínico).


Os tambores deverão ser providos de dois bujões do tipo rosqueado, com vedador de borracha tipo *tri-sure* que permita estanqueidade.

A capacidade de armazenamento dos tambores deverá ser de 200 litros, ou excepcionalmente, de 100 litros.

## 7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	45 de 70

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

## 8. ANEXOS

### Anexo A – Tabelas

Tabela A.01. Especificação dos óleos minerais isolantes tipo A (naftênico) e tipo B (parafínico)

Característica	Unidade	Tipo A Limite	Tipo B Limite	Método ABNT NBR	Método ASTM / IEC
Aspecto	-	Claro, limpo, isento de material em suspensão ou sedimentado		Visual	
Cor, máx.	-	1,0		14483	ASTM D 1500
Massa específica a 20° C	kg/m³	861 - 900	860 máx.	7148	ASTM D 1298
Viscosidade :					
a 20° C, máx.	mm²/s (cSt)	25,0		10441	ASTM D 445
40° C, máx.		11,0	12,0		
100° C, máx. (1)		3,0			
Ponto de fulgor, mín.	°C	140		11341	ASTM D 92
Ponto de fluidez, máx.	°C	-39 <sup>(2)</sup>	-12	11349	ASTM D 97
Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g	0,03		14248	ASTM D 974
Água, máx. <sup>(3)</sup>	mg/kg	35		10710 B	ASTM D 1533
Cloretos	-	Ausente	-	5779	-
Sulfatos	-	Ausente	-	5779	-
Bifenila Policlorada (PCB)	mg/kg	Não detectável		13882	ASTM D 4059
Carbono aromático	% massa	Anotar		-	ASTM D 2140
Enxofre corrosivo	-	Não corrosivo		10505	ASTM D 1275
Enxofre total, máx.	% massa	-	0,30	-	ASTM D 1552
Fator de perdas dielétricas, máx.					
a 25° C e	%	0,05		12133	ASTM D 924
a 90° C ou		0,4			
a 100° C <sup>(4)</sup>		0,5			

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	46 de 70


 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	


Tabela A.01. Especificação dos óleos minerais isolantes tipo A (naftênico) e tipo B (parafínico) (continuação)

Característica	Unidade	Tipo A Limite	Tipo B Limite	Método ABNT NBR	Método ASTM / IEC
Rigidez dielétrica <sup>(5)</sup>					
- Eletrodo de disco, mín	kV	30		6869	ASTM D 877
- Eletrodo de calota, mín.		42			IEC 60156
Rigidez dielétrica a impulso (Eletrodos agulha/esfera), mín.	kV	145	-	-	ASTM D 3300
Tendência a evolução de gases	µl/min	Anotar	-	-	ASTM D 2300 B
Tensão interfacial a 25° C, mín.	mN/m	40		6234	ASTM D 971
Aditivo inibidor de oxidação DBPC <sup>(6)</sup>					
• Óleo não inibido	% massa	Não detectável		12134 A	ASTM D 2668
• Óleo com traços de inibidor, máx.		0,08			
• Óleo inibido, máx		0,33			
Estabilidade a oxidação: Óleo não inibido					
• Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g	0,40		10504	IEC 61125 A
• Borra, máx.	% massa	0,10			
• Fator de perdas dielétricas, a 90°C, máx	%	20		12133	ASTM D 924
Estabilidade a oxidação: Óleo com traços de inibidor <sup>(7)</sup> <sup>(8)</sup>					
• Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g		1,2	10504	IEC 61125 A
• Borra, máx.	% massa		0,8		
• Fator de perdas dielétricas, a 90°C, máx	%		50	12133	ASTM D 924
Ou					
• Índice de neutralização (IAT), máx.	mg KOH/g		0,4		ASTM D 2440
• Borra, máx.	% massa		0,2		

(1) A viscosidade deverá ser reportada em duas temperaturas dentre as três citadas.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	018/05/2020	47 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

(2) Considerando-se as condições climáticas do Brasil outros valores poderão ser aceitos quando se tratar de aplicação do produto no país, mediante acordo entre comprador e vendedor.

(3) Estes itens não se aplicam a produtos transportados em navios ou caminhões tanques, ou estocados em tanques, em que possa ocorrer absorção de umidade. Neste caso, deverá ser processado tratamento físico adequado para atendimento do limite especificado.

(4) O óleo isolante deverá atender ao limite de Fator de Perdas Dielétricas a 25 °C e a uma das seguintes temperaturas: 90 °C ou 100 °C. Em caso de dúvida, deverá ser dirimida através do ensaio de fator de perdas dielétricas a 100 °C.

(5) Esta especificação requer que o produto seja aprovado em um ou outro ensaio e não nos dois. Em caso de dúvida, esta deverá ser dirimida através do ensaio de eletrodo de disco.

(6) Este ensaio deverá ser executado em espectrofotômetro de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

(7) Para aplicações especiais em transformadores de elevada tensão e alta temperatura de operação, tais como, transformadores retificadores, de tração e de fornos, devem ser considerados os seguintes limites:

- Índice de neutralização, mg KOH/g (IEC 61125C) 0,3 max
- Borra, % massa (IEC 61125C) 0,05 max
- Fator de perdas dielétricas a 90°C, % (NBR 12133 / ASTM D 924) 5 max
- Enxofre total, % (ASTM D 1552) 0,15 max

(8) Esta especificação requer que o produto seja aprovado em um dos métodos de ensaio e não nos dois (IEC 61125 C ou ASTM D 2440). No caso dos óleos com traços de inibidor e dos óleos inibidos, deverá ser acordado entre o comprador e o vendedor o método do ensaio de estabilidade a oxidação a ser utilizado.

(9) Qualquer outro inibidor adicionado ao óleo, além do inibidor de oxidação DBPC, deverá ser informado pelo vendedor ao comprador.

(10) Os recipientes destinados ao fornecimento do óleo mineral isolante devem ser limpos e isentos de matérias estranhas. O revestimento interno deve ser constituído de epóxi, convenientemente curada, ou material equivalente em desempenho.

Nota Importante:

O óleo mineral isolante fornecido deve ter ausência de enxofre corrosivo, dibenzildisulfeto (dbds), toluetriazol (tta) e benzotriazol (bta). O óleo mineral isolante deve ter valor máximo de teor de pcb de 10 ppm. Os valores de furfuraldeído (2 fal) devem ser medidos e avaliados dependendo das condições e histórico de processos no óleo mineral isolante.

Para o enchimento do transformador não poderá ser utilizado, em hipótese alguma, óleo tipo 10 GB ou outro fabricado pela Nynas, comprovadamente de elevado teor de enxofre, mesmo que adicionado com produto passivador desta corrosão. Tal utilização não pode ser realizada, mesmo que seja apenas para enchimento e realização dos ensaios elétricos do transformador. Deverão ser apresentados ensaios com a mais recente normalização (ASTM 1275 estendida) que comprovem a não existência do referido enxofre corrosivo neste óleo, bem como dbds, tta e bta.

Apesar de não normalizados valores de conteúdo de partículas e furfuraldeído, deverá ser realizado ensaios de contagem de partículas por 10ml de óleo e furfuraldeído que devem ser considerados nas propostas.

Tabela A.02. Ensaios a serem realizados no óleo isolante.

Ensaios	Após enchimento e antes dos dielétricos	Antes do ensaio de elevação de temperatura	Após o ensaio de elevação de temperatura	Após os ensaios dielétricos
Rigidez dielétrica	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Fator de potência	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Tensão Interfacial	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Teor de água	Executar	Não executar	Não executar	Executar
Densidade	Executar	Não executar	Não executar	Não executar
Cromatografia	Executar	Executar	Executar	Executar

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	48 de 70



 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Tabela A.03. Tabela de amostragem

Número de tambores	Amostragem	Número de tambores a serem amostrados	Número de falhas que permite aceitar o lote	Número de falhas que implica rejeição do lote
até 90	1a	3	0	2
até 90	2a	3	1	2
de 91 a 150	1a	5	0	2
de 91 a 150	2a	5	1	2
de 151 a 280	1a	8	0	2
de 151 a 280	2a	8	1	2

Tabela A.04. Valores limites para o ensaio de medição do fator de perdas dielétricas

Tensão de Ensaio (kV)	Valores Limites (%)
10	0,7
0,5 Un/√3 até 1,05Un/√3	acréscimo máximo 0,1
0,5 Un/√3 até 1,5Un/√3	acréscimo máximo 0,3

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

## Anexo B – Folha de dados

As características abaixo solicitadas deverão ser informadas nesta folha de dados pelo proponente responsável, levando-se em conta o disposto no subitem Proposta técnica deste documento. As informações deverão ser garantidas pelo proponente, sendo deste a responsabilidade por sua veracidade e aplicabilidade ao equipamento especificado.

No caso de adjudicação da proposta e após a emissão do respectivo pedido de compra, em hipótese alguma serão admitidas modificações das características e informações aqui declaradas.

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
1		<b>Dados gerais do processo</b>		
	1	Nome do fornecedor		
	2	Número da proposta técnica		
	3	Data da proposta técnica		
2		<b>Denominação do equipamento:</b>		
		<b>Reator trifásico de aterramento.</b>		
3		<b>Potências (MVar)</b>		
	1	Potencia nominal de regime	2	
	2	Potencia nominal de curta duração	2	
4		<b>Tempo de referência (segundos)</b>		
	1	Tempo de funcionamento nominal	10	
5		<b>Tensões do sistema elétrico – Un:</b>		
	1	Tensão nominal	34,5	
	2	Tensão máxima operativa	36,2	
6		<b>Correntes nominais a 36,2kV (A eficaz)</b>		
	1	Corrente de curta duração no neutro, confirmar ou indicar valor do projeto preliminar	96	
	2	Corrente no neutro, em regime contínuo, confirmar ou indicar valor do projeto preliminar	2,9	
7		<b>Impedâncias a 75°C 60Hz, ONAN (Ω/fase):</b>		
	1	Impedância de sequência zero (Ω/fase):	47	
	2	Impedância de sequência positiva (%)	7,6 %	
8		<b>Frequência (Hz):</b>		
	1	Frequência nominal (Hz)	60	

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
9		<b>Ligações:</b>		
		Enrolamento de alta tensão	Zig Zag	
		Neutro para aterramento sólido	Acessível	
10		<b>Perdas em vazio (kW) na relação de tensão nominal, nas tensões:</b>		
	1	(90%) x UnAT		
	2	(100%) x UnAT		
	3	(110%) x UnAT		
11		<b>Corrente de excitação (%) com o enrolamento de alta tensão na derivação nominal (34,5kV eficaz), base 2 MVar, para:</b>		
	1	(90%) x UnAT		
	2	(100%) x UnAT		
	3	(110%) x UnAT		
12		<b>Perdas totais (kW) a 75°C, com aplicação de tensão nominal à derivação nominal no enrolamento de alta tensão (UnAT), sistema de resfriamento ONAN.</b>		
	1	UnAT (34,5kV)		
13		<b>Elevações de temperatura dos enrolamentos (°C) com refrigeração natural (ONAN):</b>		
	1	Em funcionamento contínuo (temperatura média e ponto mais quente)	55 °C / 65 °C	
	2	Em condição de curta duração tempo nominal (temperatura média e ponto mais quente)	55 °C / 65 °C	
14		<b>Elevações de temperatura das partes metálicas (°C), com refrigeração natural (ONAN):</b>		
	1	Em funcionamento contínuo a plena carga	65 °C	
	2	Em condição de curta duração tempo nominal	65 °C	

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
15		<b>Classe de temperatura do material isolante aplicado na construção do transformador (tipo de papel).</b>	E - Termo estabilizado	
16		<b>Nível de ruído audível máximo (ONAN) (dB) em operação normal e sob curto circuito.</b>	61	
17		<b>Tensão de rádio-ruído máxima (medida com impedância de acoplamento de 300 <math>\Omega</math>) em <math>\mu V</math></b>		
18		<b>Características técnicas das buchas do enrolamento de alta tensão:</b>		
	1	Fabricante		
	2	Designação completa de tipo e modelo		
	3	Tensão nominal ( $U_n$ ) (kV eficaz)	36,2	
	4	Tensão fase-terra nominal (kV eficaz)	21	
	5	Tensão suportável sob frequência nominal a seco e sob chuva (kV eficaz)	80	
	6	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50 $\mu s$ ):		
		• pleno (kV crista)	200	
		• cortado (kV crista)	220	
	7	Corrente nominal ( $I_n$ )		
		• da bucha (A eficaz)	Min 400	
		• do condutor flexível interno (A eficaz)		
	8	Seção transversal do condutor flexível introduzido no tubo central (mm <sup>2</sup> )		
	9	Corrente térmica nominal (A eficaz)	25 x $I_n$	
	10	Corrente dinâmica nominal (A crista)	62,5x $I_n$	
	11	Nível máximo de descargas parciais a 1,5 $U_n/\sqrt{3}$ (kV) (pC)	10	
	12	Máxima elevação de temperatura do ponto mais quente das partes metálicas em contato com material isolante, °C		
	13	Distância de escoamento mínima (mm)	610	
	14	Distância de arco (mm)		
	15	Inclinação máxima de projeto em ângulo com a vertical (graus)	30	
	16	Carga de flexão máxima admissível (N)	1000	
	17	<b>Características da derivação de ensaio:</b>		
		• fator de perdas dielétricas (tg $\delta$ ) em %	Max 0,1	
		• capacitância para terra (pF)	Max 5000	
		• tensão suportável sob frequência nominal (kV eficaz)		



Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
	18	Fator de perdas dielétricas (tgδ) a $1,05U_n/\sqrt{3}$ em %	máximo 0,7	
	19	Peso da bucha completamente montada (kgf)		
	20	Óleo isolante utilizado na bucha:		
		• volume (litros)		
		• tipo ou modelo		
	21	Descargas Parciais: valor máximo na tensão nominal (Um) em pC		
	22	Dimensões identificadas conforme desenho BX-A4-23512-CA		
		L <sub>1</sub> (mm)		
		L <sub>2</sub> (mm)		
		L <sub>3</sub> (mm)		
		L <sub>5</sub> (mm)		
		L <sub>6</sub> (mm)		
		L (mm)		
		L <sub>1</sub> +L <sub>2</sub> (mm)		
		D <sub>1</sub> (mm)		
		D <sub>2</sub> (mm)		
		D <sub>3</sub> (mm)		
		D <sub>4</sub> (mm)		
		D <sub>5</sub> (mm)		
		D <sub>6</sub> (mm)		
		D <sub>7</sub> (mm)		
		D <sub>9</sub> (mm)		
		e (mm)		
		número e diâmetro dos furos da flange (número/mm)		
	23	Características do centelhador:		
		• fabricante/ tipo		
		• dimensões:		
		• distância do isolador (mm)		
		• faixa de ajuste (mm)		
		• material/revestimento		
		• características de descarga a 60Hz, a seco e sob chuva equivalente a centelhadores padrão		<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
19		Características técnicas da bucha de neutro:		
	1	Designação completa de tipo ou modelo		
	2	Tipo		
	3	Tipo do terminal externo	roscado M30x2	
	4	Tensão nominal (kV eficaz)	36,2	
	5	Corrente nominal (A eficaz)	1000	
	6	Tensão suportável sob frequência nominal, a seco/sob chuva (kV eficaz)	80	
	7	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50µs) pleno (kV crista)	200	
	8	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50µs) cortado (kV crista)	220	
	9	Dimensões identificadas conforme desenho BX-A4-24626-CA:		
		L <sub>2</sub> (mm)	605	
		L <sub>3</sub> (mm), mínimo	65	
		L <sub>4</sub> (mm)	30	
		L <sub>8</sub> (mm)	690	
		D <sub>1</sub> (mm)	100	
		D <sub>2</sub> (mm)	58	
		D <sub>5</sub> (mm)	180	
		D <sub>8</sub> (mm)	M20	
		D <sub>9</sub> (mm), máximo	100	
		D <sub>10</sub> (mm)	80	
		D <sub>11</sub> (mm)	30	
	10	Distância entre buchas, tanto fase-fase, quanto fase-neutro de centro a centro (mm)	450	
20		Transformadores de corrente tipo bucha:		
	1	Para imagem térmica:		
		• quantidade	um em H <sub>2</sub>	
		• relação		
		• classe de precisão mínima	1,2	
		• fator térmico	1,5	

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
	2	Para proteção (lado da alta tensão):		
		• quantidade por bucha	Um	
		• relação	300-5A (RM)	
		• classe de precisão (ABNT)	10B400	
		• fator térmico	1,5	
	3	Para proteção (neutro):		
		• quantidade	Um em H <sub>0</sub>	
		• relação	600-5A (RM)	
		• classe de precisão (ABNT)	10B200	
		• fator térmico	1,5	
21		Características técnicas do óleo isolante do transformador		
	1	Fabricante		
	2	Tipo		
	3	Características		
	4	Volume total requerido para o enchimento do transformador completamente montado (l)		
	5	Volume fornecido (preencher a situação aplicável):		
		<u>Equipamento adquirido no Brasil</u> : Volume total requerido para o enchimento do transformador completamente montado, incluindo a reserva de 400 litros		
		<u>Equipamento adquirido no Exterior</u> : Volume necessário para o transporte do equipamento com almofada de Nitrogênio		
22		Peso total do transformador completamente montado (kgf)		
23		Peso total do óleo requerido para encher o transformador completamente montado (kgf)		
24		Peso da peça mais pesada para transporte (kgf) com óleo e almofada de nitrogênio		
25		Dimensões máximas do transformador completamente montado (mm):		
	1	Altura total		
	2	Altura até a tampa		
	3	Comprimento		
	4	Largura		


 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
26		Dimensões máximas para transporte (mm):		
	1	Altura		
	2	Comprimento		
	3	Largura		
27		Características técnicas dos acessórios:		
	1	Respirador de ar do transformador:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• quantidade de <i>silicagel</i> (g)		
	2	Indicador de temperatura do óleo:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• número de contatos		
	3	Indicador de temperatura do enrolamento:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• número de contatos		
	4	Detector de temperatura do enrolamento:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• material do sensor		
	5	Relé <i>Buchholz</i> do transformador:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• número de contatos		
	6	Indicador de nível de óleo do transformador:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• número de contatos		
	7	Dispositivo de alívio de pressão do transformador:		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• número de contatos		


 Público	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
	8	Conectores de alta tensão para cabo de cobre (seções de 107 mm <sup>2</sup> ou 4/0 AWG):		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• bitola		de
		• catálogo n.º		a
		• material	Bronze estanhado	
	9	Conector de neutro para cabo de cobre (seção 107mm <sup>2</sup> ):		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• bitola		De
		• catálogo n.º		a
		• material	Bronze estanhado	
	10	Conector de aterramento para cabo de cobre (seções de 35 a 120mm <sup>2</sup> ):		
		• fabricante		
		• designação completa de tipo ou modelo		
		• bitola		De
		• catálogo n.º		a
		• material		
28		Constantes de tempo térmicas (horas)		
	1	Para estágio de resfriamento ONAN		
	2	Para condições de curto circuito		
29		Densidades máximas de corrente na potência nominal (A/mm <sup>2</sup> ):		
	1	Enrolamento de alta tensão		
	2	No neutro		




 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
		Zag.doc

Tabela B.01. Características técnicas por ocasião da oferta (continuação)

Item	Sub item	Descrição	Solicitado	Garantia do fornecedor
30		Resistência elétrica dos enrolamentos a 75°C (Ω/fase):		
	1	Enrolamento de alta tensão, 34,5kV		
31		Número de espiras por fase		
	1	Enrolamento de alta tensão 34,5 kV		
32		Indução máxima (Gauss) e indução a 100% de Un (Gauss) na seção de máxima densidade de fluxo do núcleo.		/
33		Número de radiadores		
34		Volume de óleo do conservador (m <sup>3</sup> )		
35		Peso total do cobre (kgf)		
36		Peso total do aço-silício (kgf)		
37		Peso total da parte ativa removível (kgf)		
38		Altura para levantamento da parte ativa (mm)		
39		Tipo de núcleo (envolvido / envolvente)		
40		Embalagem para transporte rodoviário		<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
41		Frequências dos geradores disponíveis para a realização dos ensaios (Hz)		/
42		Apresentar e garantir um gráfico contendo as sobretensões admissíveis, a 60Hz, sem que resultem danos para a isolação, em função do número de aplicações e da duração das mesmas, variando-se o tempo de aplicação de 16 milissegundos até o funcionamento contínuo na condição de sobretensão estabelecida.	Informar número do Anexo	
43		Indicar e garantir o número de vezes que cada sobretensão pode ser aplicada e seu tempo pré-definido e garantir qual o valor de sobretensão máxima suportável durante 1 (um) segundo, sem modificações posteriores em qualquer das características do equipamento, principalmente das suas perdas no ferro.	Informar número do Anexo	
44		Informar e garantir valor de suportabilidade do transformador a curtos circuitos simétricos (kA) para um tempo de 2 segundos.		
45		Limitação dimensional da base de instalação existente tem as seguintes dimensões:	2m x 2,5m	


 Público	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc

Tabela B.02. Dados contratuais

Item	Descrição	Garantia do fornecedor
1	Será atendido o Item <b>Placa de Identificação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2	Será atendido o Item <b>Documentos para Aprovação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3	Será atendido o Item <b>Fabricação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4	Será atendido o Item <b>Inspeção e Ensaios - Relatório de Ensaios</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5	Será atendido o Item <b>Armazenagem na Fábrica</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
6	Será atendido o Item <b>Embalagem e Transporte</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7	Será atendido o Item <b>Montagem, Energização e Acertos no Local de Instalação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
8	Será atendido o Item <b>Garantia</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
9	Será atendido o Item <b>Instruções Técnicas</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
10	Será atendido o Item <b>Aceitação e Rejeição</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
11	Será atendido o item <b>Acabamento e Pintura</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
12	<p>O Fornecedor realizará os ensaios dos subitens abaixo relacionados, referente ao item <b>Inspeção e Ensaios</b> desta Especificação? (SIM ou NÃO) / (LOCAL DOS ENSAIOS)</p> <p>subitem 5.19.4.1 (No transformador)</p> <p>subitem 5.19.4.2 (Nos transformadores de corrente tipo bucha)</p> <p>subitem 5.19.4.3 (No óleo isolante)</p> <p>subitem 5.19.4.4 (Nas buchas do enrolamento de alta tensão)</p> <p>subitem 5.19.4.5 (Nas buchas do neutro)</p> <p>subitem 5.19.5.1 (No transformador)</p> <p>subitem 5.19.5.2 (Nos transformadores de corrente tipo bucha)</p> <p>subitem 5.19.5.3 (No óleo isolante)</p> <p>subitem 5.19.5.4 (Nas buchas do enrolamento de alta tensão e neutro)</p>	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não / <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não /


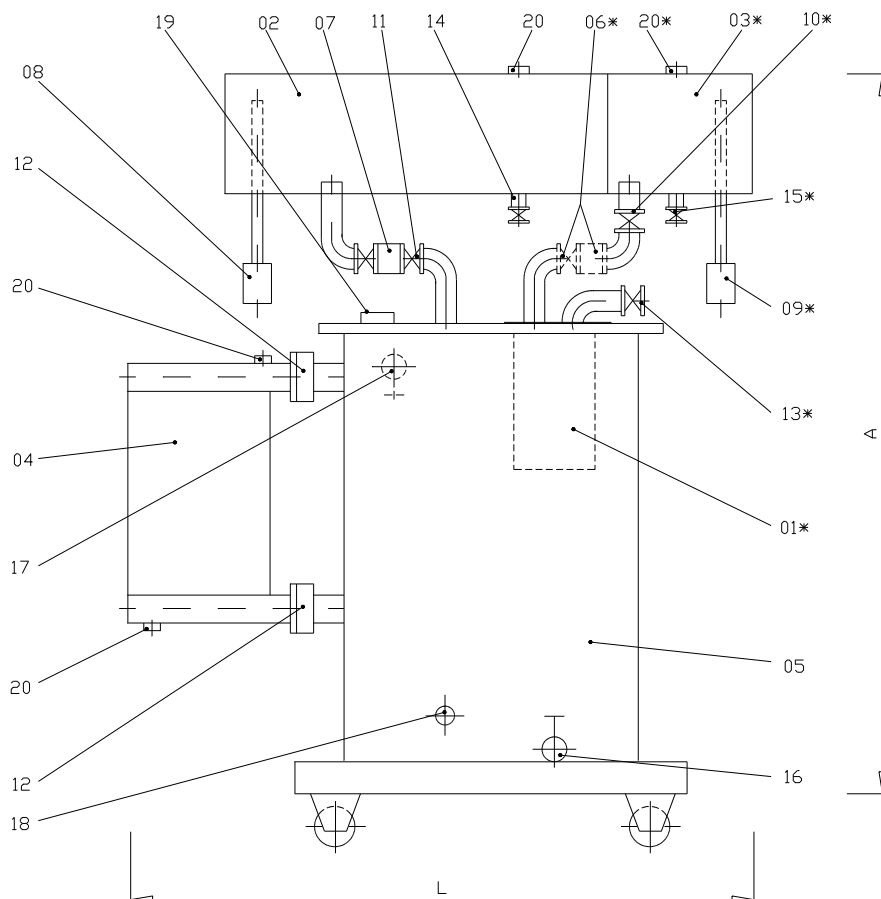
 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVA <sub>r</sub> _34,5kV_Zig
	Zag.doc	

Tabela B.02. Dados contratuais (continuação)

13	O Fornecedor garante o fornecimento de <b>óleo isolante</b> para o equipamento nas condições especificadas?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
14	O Fornecedor dispõe de <b>aparelhagem</b> para a realização de todos os ensaios no óleo isolante conforme a presente Especificação?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
15	Será atendido o item <b>Condições Normativas</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
16	Será atendido o item <b>Sistemas de Unidades</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
17	Será atendido o item <b>Proposta Técnica</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
18	Será atendido o item <b>Memoriais de Cálculo</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
19	Será atendido o item relativo a <b>Características dos Locais de Instalação</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
20	Será atendido o item relativo a <b>Características Elétricas do Sistema</b> desta Especificação Técnica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

## Anexo C – Desenhos

Figura C.01. Desenho BX-A4-13074



\* ACESSÓRIOS APENAS EM TRANSFORMADORES COM CDC

### LEGENDA

- |           |  |
|-----------|--|
| 01 - CDC  | - Comutador de derivações em carga   |
| 02 - CS   | - Conservador de óleo  |
| 03 - CSC  | - Conservador de óleo para o CDC   |
| 04 - RA   | - Radiador   |
| 05 - TA   | - Tanque   |
| 06 - DPC  | - Dispositivo de proteção da variação súbita de pressão do CDC (tipo relé com válvula) |
| 07 - RB   | - Relé detetor de gás  |
| 08 - R    | - Respirador do conservador de óleo  |
| 09 - RC   | - Respirador do conservador de óleo para o CDC   |
| 10 - VDC  | - Válvula para reter o óleo do conservador do CDC e do DPC                             |
| 11 - VDT  | - Válvula para reter o óleo do conservador e do relé detetor de gás                    |
| 12 - VDR  | - Válvula para reter o óleo do radiador  |
| 13 - VDC  | - Válvula de drenagem do CDC   |
| 14 - VDCS | - Válvula ou bужão de drenagem ou amostragem do conservador de óleo                    |
| 15 - VDCC | - Válvula de drenagem do conservador do CDC  |
| 16 - VDF  | - Válvula de drenagem e fechamento de óleo do transformador                            |
| 17 - VS   | - Válvula superior de filtragem do óleo  |
| 18 - DAO  | - Dispositivo para retirar amostra de óleo do transformador                            |
| 19 - DAP  | - Dispositivo para alívio de pressão   |
| 20 - B    | - Bужão (para enchimento, drenagem do óleo ou ar)                                      |

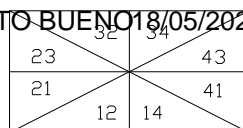
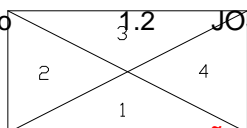


Figura C.02. Desenho BX-A4-13076-CA

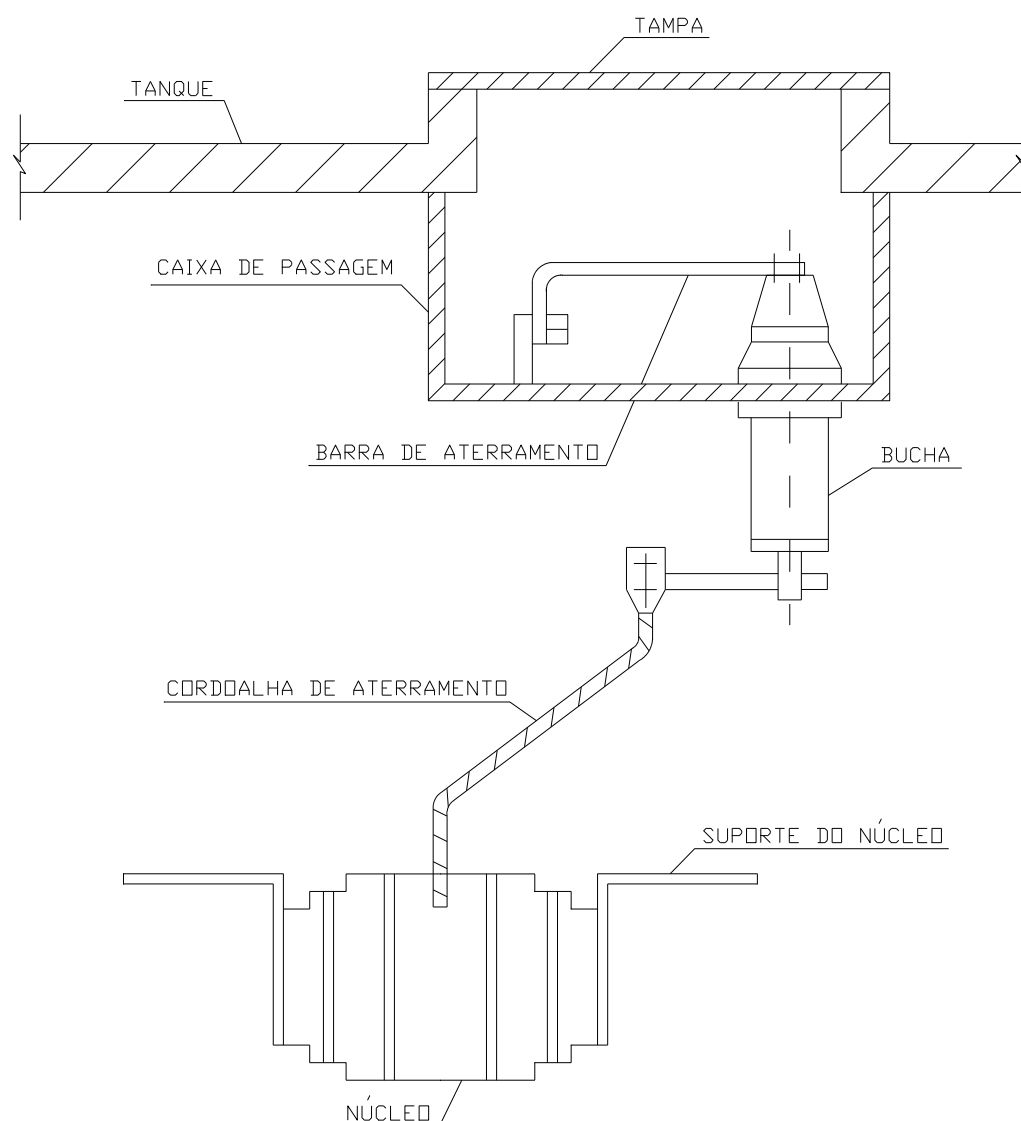
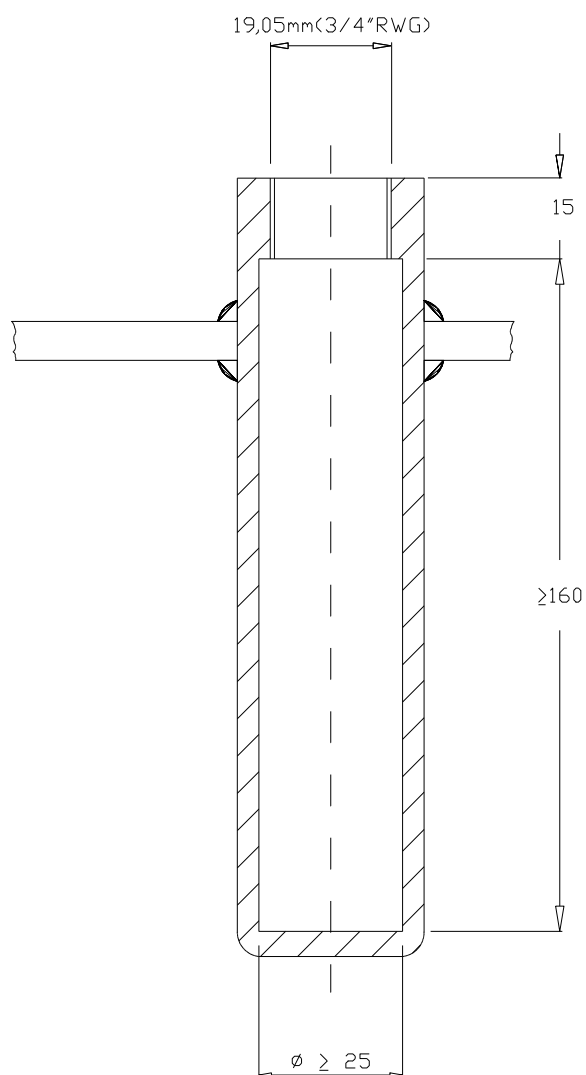




Figura C.03. Desenho BX-A4-13078-CA



DIMENSÕES EM MM

Figura C.04. Desenho BX-A4-13080-CA (ORIENTATIVO)

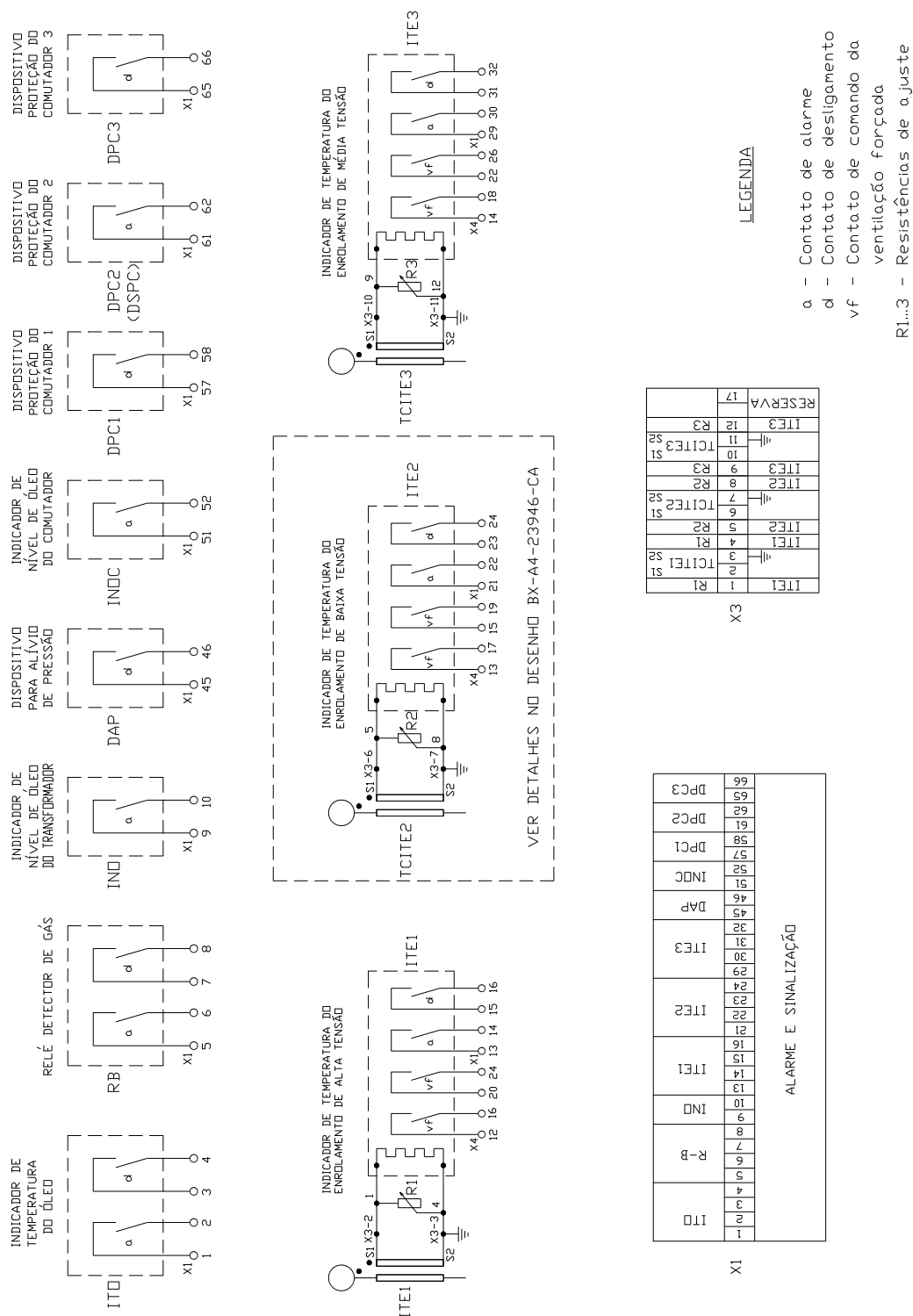


Figura C.05. Desenho BX-A4-23512-CA

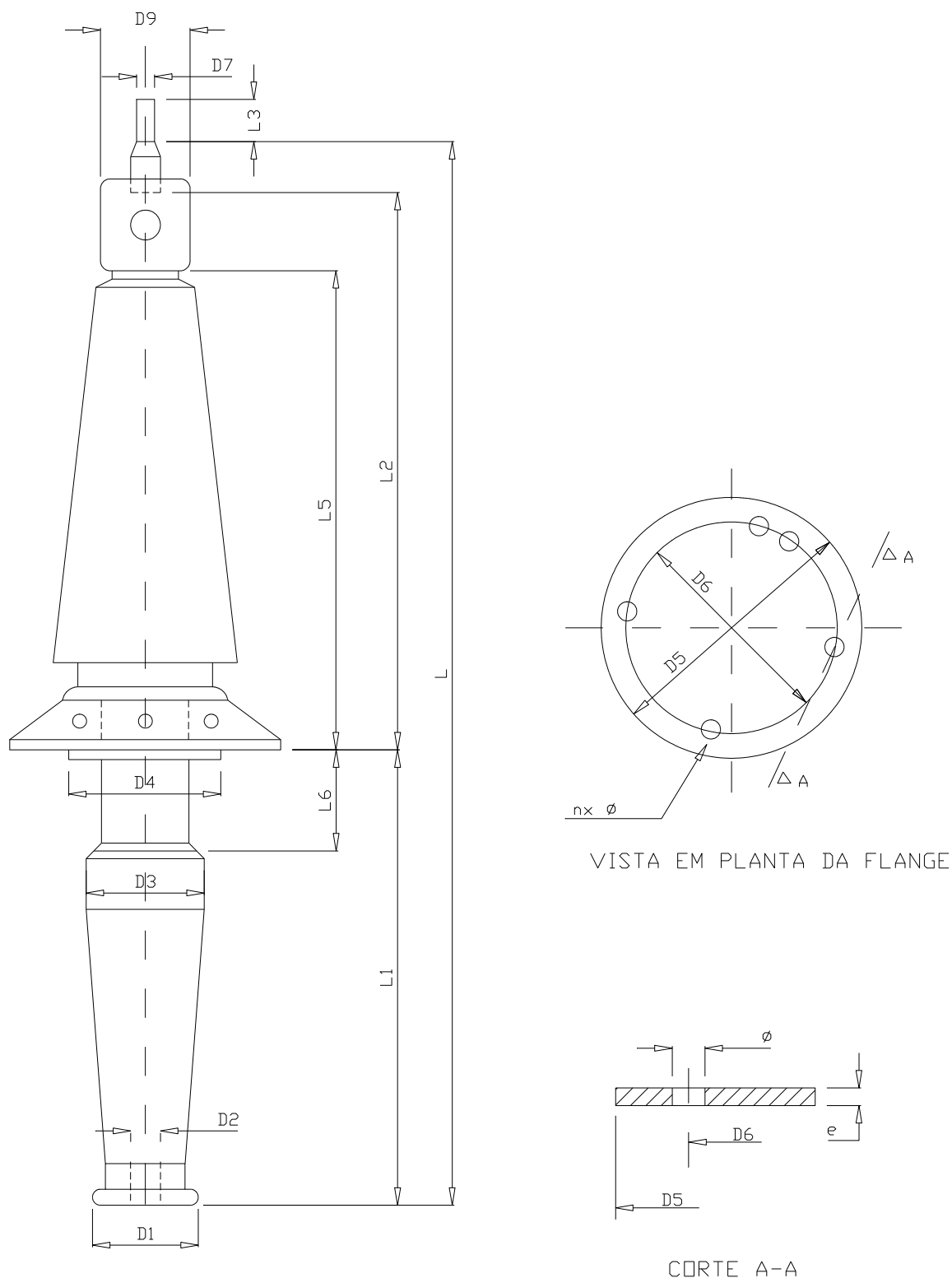
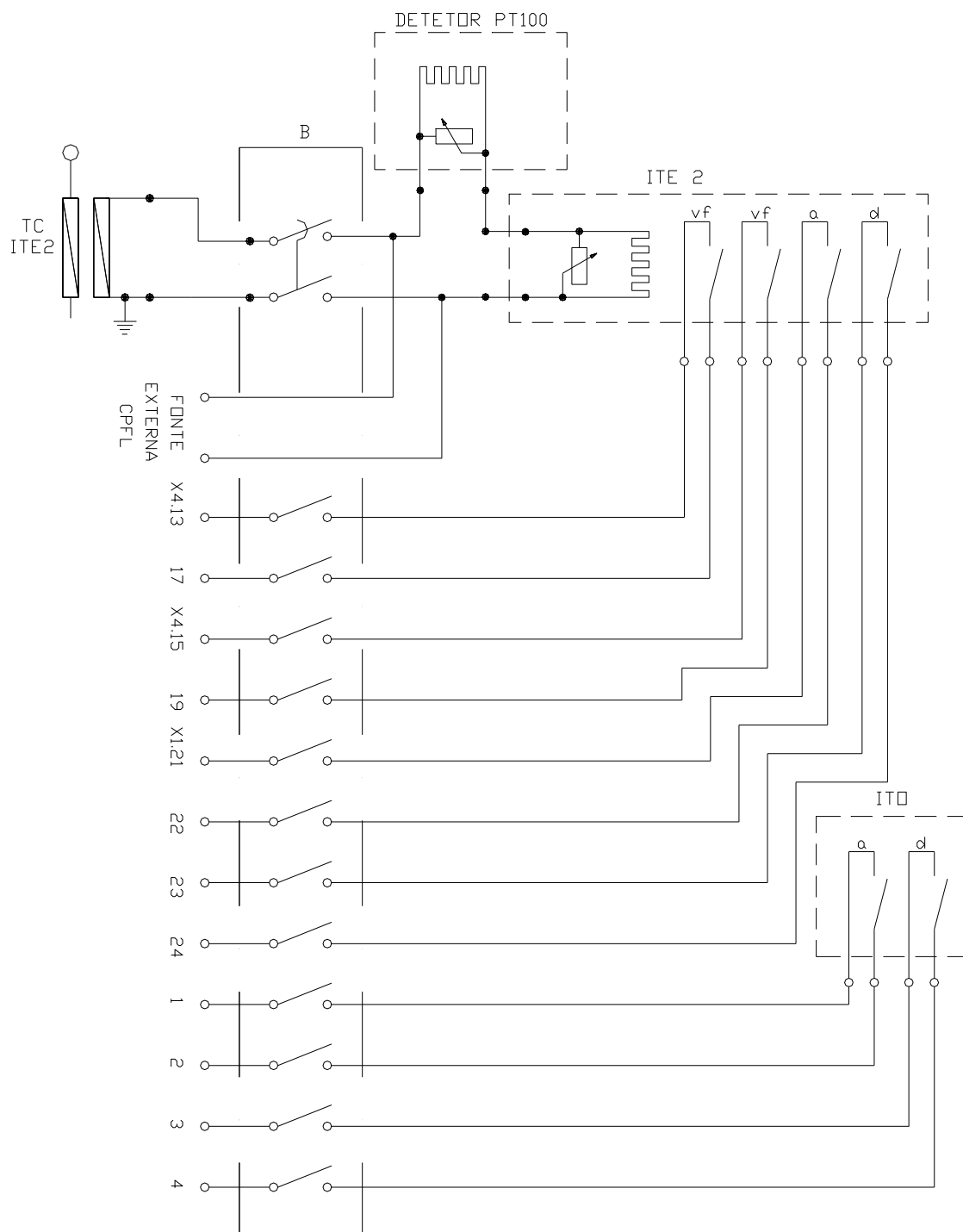
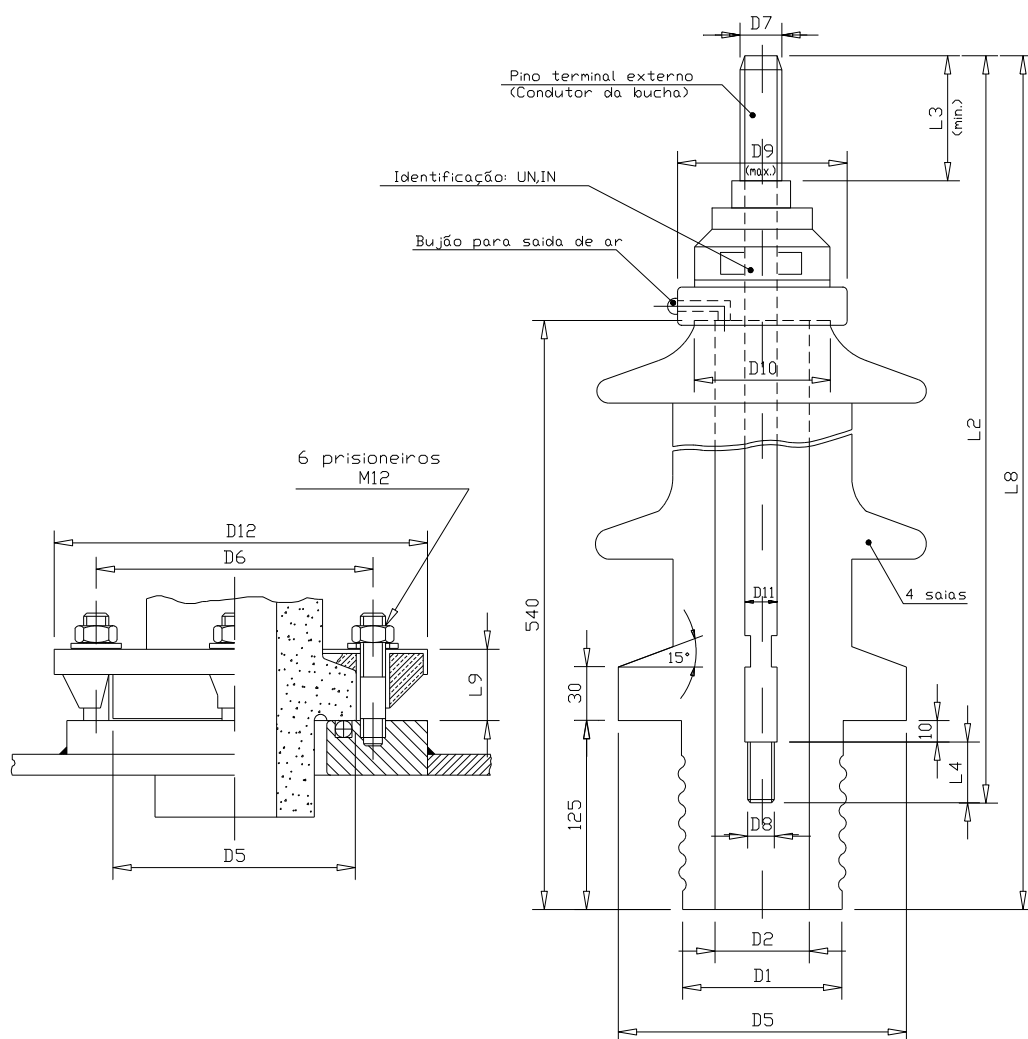


Figura C.06. Desenho BX-A4-23946-CA



B - BLOCO DE TESTE TIPO FT-1 OU PK-2

Figura C.07. Desenho BX-A4-24626-CA



UN(kV)	36,2	Cota (mm)		D1	D2	D5	D6	D7	D8	D9 (max.)	D10	D11	D12	L2	L3 (min.)	L4	L8	L9
		IN(A)																
		1000	100	58	163	180	M30x2	M20	100	80	30	222	605	65	30	690	47	
		2000	125	74	183	200	M42x3	M24	120	100	42	242	652	90	42	725	47	
		3150	125	74	183	200	M48x3	M30	120	100	48	242	663	90	48	730	47	



Tipo de Documento:	Especificação Técnica
Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
Zaq.doc	

Figura C.08. Desenho BX-A4-26452-CA (adaptado para 34,5KV)

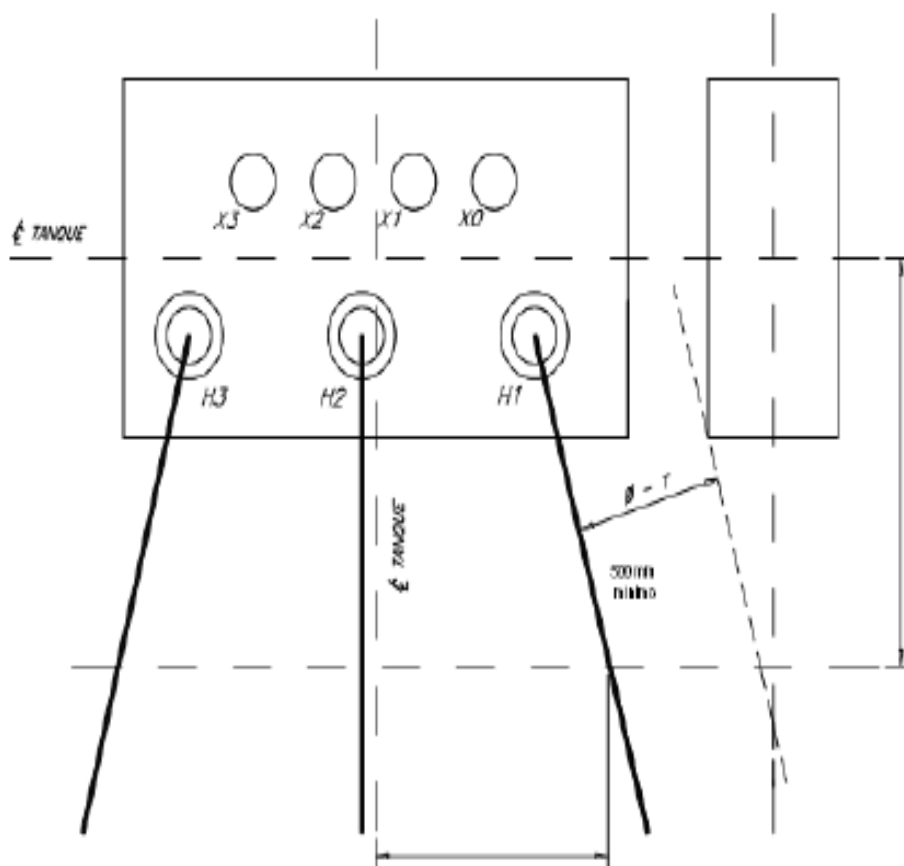
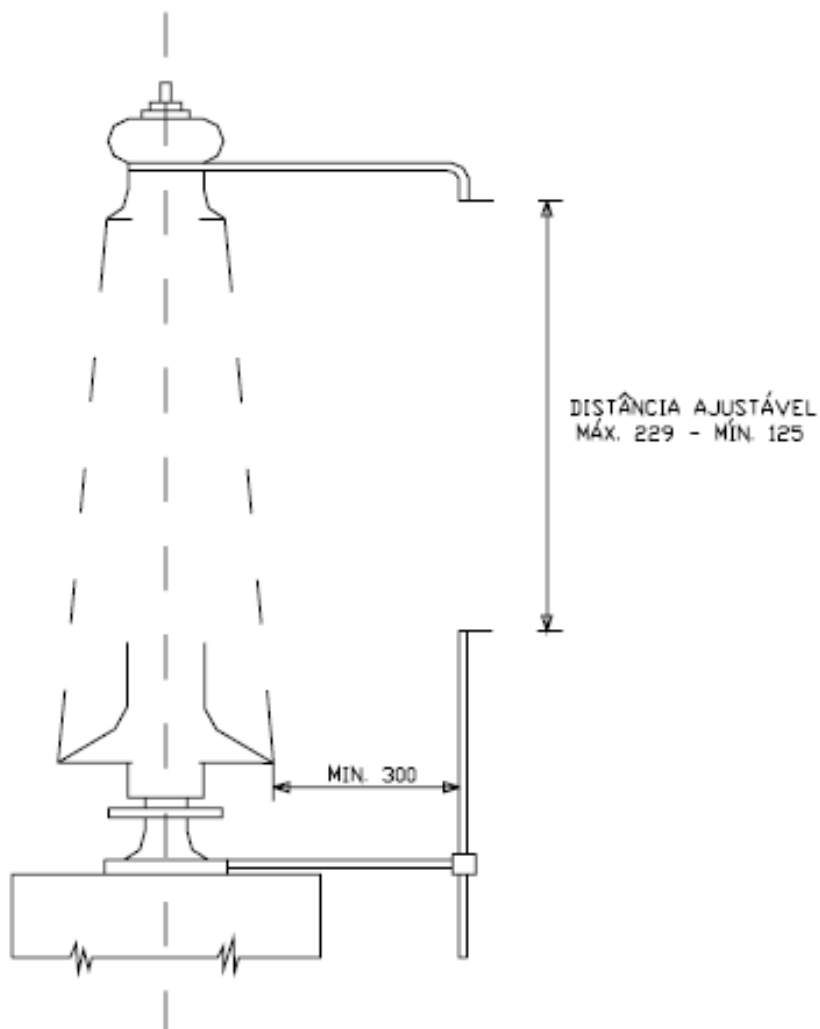



Figura C.09. Desenho BX-A4-11908-CA



NOTAS:

- 1 - Os para-raios de arco deverão ser de material não oxidável
- 2 - Distância ajustável, regulada de fábrica em 150 mm

 Público	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Reator Trifásico de Aterramento 2MVar_34,5kV_Zig
	Zag.doc	

## 9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

### 9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	Huederson Botura

### 9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.1	18/12/2013	Atualização de normas técnicas aplicáveis; Formatação atualizada conforme norma interna vigente; Solicitação de desenhos em formato digital.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14168	Instrução	1.2	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	18/05/2020	70 de 70