



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
TRANSFORMADOR DE FORÇA

1230-EST-2801-60-08-008-R02
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Maio - 2008





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

PARTE 4

TRANSFORMADOR DE FORÇA

1230-EST-2801-60-08-008-R02
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Maio – 2008



SUMÁRIO

1.	OBJETO E OBJETIVO	1
1.1	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO.....	1
1.2	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO	3
1.3	LIMITES DO FORNECIMENTO	3
1.3.1	Interface com a Linha de Transmissão em 230 kV	3
1.3.2	Interface com a Linha de Transmissão em 6,9 kV	3
1.3.3	Interligação com os Serviços Auxiliares e Sistemas de Comando, Controle, Proteção Medição e Supervisão da Estação de Bombeamento.	3
1.3.4	Interligação com o Sistema de Aterramento	3
1.4	DOCUMENTAÇÃO	4
1.5	COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS.....	7
2.	NORMAS TÉCNICAS	7
2.1	OBJETIVO.....	7
2.2	NORMAS.....	8
3.	REQUISITOS TÉCNICOS.....	8
3.1	OBJETIVO.....	8
3.2	CONDIÇÕES DE SERVIÇO.....	8
3.2.1	Condições Ambientais.....	8
3.2.2	Características dos Equipamentos a serem Interligados	9
3.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	9
3.3.1	Valores Nominais	9
3.3.2	Elevação de Temperatura.....	11
3.3.3	Capacidade de Suportar Curto-circuito	11
3.3.4	Nível de Ruído Audível	12
3.3.5	Ligação dos Enrolamentos	12
3.3.6	Impedância de Curto-circuito.....	12
3.3.7	Tipo de Isolamento.....	12
3.3.8	Método de Resfriamento	12
3.3.9	Corrente de Excitação	12
3.3.10	Intercambiabilidade.....	12
3.3.11	Potência de Curto-circuito Trifásico	12
3.4	RECURSOS DA CASA DE FORÇA	13
3.4.1	Fontes de Tensão Auxiliar.....	13
3.5	MOVIMENTAÇÃO	13
3.5.1	Meios para Movimentação.....	13
3.5.2	Carga e Descarga na Obra	13
3.5.3	Tratamento de Óleo e Enchimento	13
3.6	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	13
3.6.1	Tanque e Tampa	13
3.6.2	Núcleo	15
3.6.3	Enrolamentos	15
3.6.4	Buchas	15

3.6.5	Transformadores de Corrente Tipo Bucha	16
3.6.6	Conservador de Óleo	17
3.6.7	Sistema de Resfriamento	17
3.6.8	Comutador de Derivações sem Tensão	18
3.6.9	Armário de Comando	19
3.6.10	Fiação e Régua Terminais	19
3.6.11	Válvulas	19
3.6.12	Óleo Isolante	21
3.2	Dispositivos de Comando, Controle, Proteção, Medição e supervisão dos Transformadores	21
3.6.1	Cores e Esquemas de Pinturas	22
3.6.2	Barra de Aterramento da Bucha de Neutro	23
3.6.3	Placas de Identificação	23
3.7	TRANSPORTE E EMBALAGEM	25
3.7.1	Geral	25
3.7.2	Facilidades para içamento	26
3.7.3	Equipamentos, Acessórios, Sobressalentes e Materiais.	26
4.	PEÇAS SOBRESALENTES E DISPOSITIVOS ESPECIAIS	28
4.1	OBJETIVO	28
4.2	REQUISITOS GERAIS PARA PEÇAS SOBRESALENTES	28
4.3	PEÇAS SOBRESALENTES PARA OS TRANSFORMADORES	28
4.4	REQUISITOS GERAIS PARA DISPOSITIVOS ESPECIAIS	29
5.	INSTALAÇÃO E MONTAGEM	29
5.1	OBJETIVO	29
5.2	GERAL	29
5.3	ESCOPO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO DE MONTAGEM	29
6.	ENSAIOS	30
6.1	OBJETIVO	30
6.2	GERAL	30
6.3	CONTROLE DE QUALIDADE	31
6.3.1	Acompanhamento de Fabricação	31
6.4	ENSAIOS DE COMPONENTES	32
6.4.1	Buchas	32
6.4.2	Transformadores de corrente tipo bucha	32
6.4.3	Comutador de Derivações sem Tensão.	32
6.4.4	Equipamento de Resfriamento	32
6.4.5	Armário de Comando, Quadro de Terminais e Fiações.	33
6.4.6	Dispositivos de Comando, Controle, Proteção, Medição e Supervisão.	33
6.4.7	Motores Elétricos	33
6.4.8	Ensaio no óleo Isolante	33
6.5	ENSAIOS DE ROTINA	34
6.5.1	Ensaio Especial	34
6.5.2	Relatórios de Ensaio	34
6.5.3	Falhas em Ensaio	35

7.	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA	35
7.1	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	35
7.1.1	Geral	35
7.1.2	Transformadores Abaixadores	35
7.1.3	Buchas de Tensão Inferior	38
7.1.4	Buchas de Tensão Superior	38
7.1.5	Bucha de Neutro.....	39
7.1.6	Transformador de Corrente tipo Bucha	39
7.1.7	Sistema de Resfriamento	39
7.1.8	Garantias de desempenho para o fornecimento e penalizações.....	40
7.1.9	Garantias.....	40
7.2	DADOS TÉCNICOS.....	40
7.2.1	Geral	40
7.2.2	Transformadores Abaixadores	40
7.2.3	Buchas de Tensão Superior	41
7.2.4	Buchas de Tensão Inferior	41
7.2.5	Bucha de Neutro.....	42
7.2.6	Transformador de Corrente tipo Bucha	42
7.2.7	Sistema de Resfriamento	42
7.3	CRONOGRAMAS.....	43

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste relatório é o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional e seu objetivo abrange a descrição geral do fornecimento, define seus limites e as responsabilidades a serem assumidas pelo CONTRATADO para fornecer os transformadores abaixadores, necessários para a implantação das subestações de 230 kV do Trecho V - Eixo Leste.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte da fábrica até o canteiro de obras, supervisão de montagem, testes finais de campo e comissionamento dos transformadores abaixadores de 230/ 6,9kV.

1.1 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO

Nota: Os desenhos de referência das Subestações, da EBV5 e EBV6 estão sem números

- Subestação E1

Conforme diagrama unifilar **Nº XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

02 (dois) transformadores abaixadores de 18/23MVA, relação 230/ 6,9kV, trifásicos, impedância de curto 13%, perda máxima de 0,6%, rendimento de 99%, com os dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados, sendo um reserva para o eixo leste e o outro para a subestação E1.

- Subestação E2

Conforme diagrama unifilar **Nº XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

01 (um) transformador abaixador de 12/16MVA, relação 230/ 6,9kV, trifásico, impedância de curto 13%, perda máxima de 0,6%, rendimento de 99%, com os dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

- Subestação E3

Conforme diagrama unifilar **Nº XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

01 (um) transformador abaixador de 18/23MVA, relação 230/ 6,9kV, trifásico, impedância de curto 13%, perda máxima de 0,6%, rendimento de 99%, com os dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

- Subestação E4

Conforme diagrama unifilar **Nº XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

01 (um) transformador abaixador de 18/23MVA, relação 230/ 6,9kV, trifásico, impedância de curto 13%, perda máxima de 0,6%, rendimento de 99%, com os dois enrolamentos e

imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

- Subestação E5

Conforme diagrama unifilar **Nº XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

01 (um) transformador abaixador de 18/23MVA, relação 230/6,9kV, trifásico, impedância de curto 13%, perda máxima de 0,6%, rendimento de 99%, com os dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios, peças sobressalentes, ferramentas e dispositivos especiais especificados.

- Ferramentas e dispositivos especiais, necessários para montagem, ensaios e manutenção;
- Peças sobressalentes;
- Todos os acessórios especificados, incluindo medidores, sensores, indicadores, TCS de buchas de fase e de neutro, comutador de derivações sem tensão, equipamentos de resfriamento, quadros de terminais, armário de comando, conservador, respirador com secador de ar, conectores e placas de identificação;
- Fiação completa dos medidores, sensores, indicadores e dispositivos até ao armário de controle do transformador, incluindo os eletrodutos de aço para essa fiação;
- Buchas de tensão inferior, tipo completamente imersas, ar - óleo, adequadas para conexão a cabos aéreos;
- Buchas de tensão superior tipo completamente imersas, ar - óleo, adequadas para conexão a cabos aéreos;
- Bucha de neutro e barramento de aterramento com conectores;
- Conjunto de rodas biorientáveis para cada transformador;
- Sistema hidráulico para levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo;
- Dispositivos de aterramento diagonalmente opostos constituídos por chapas de aterramento fornecidos com os conectores;
- Óleo isolante para o primeiro enchimento, e mais 5%;
- Acessórios para transporte e por empréstimo, um registrador gráfico de impactos em três direções, para uso durante o transporte, e todos os dispositivos para carga e descarga do transformador na Estação de Bombeamento;
- Válvulas, dispositivos, olhais, ganchos e aberturas de inspeção para diversas finalidades;
- Cilindros de gás inerte ou ar super seco, para uso durante o transporte e antes do

enchimento de óleo, incluindo ar super seco para os procedimentos de montagem na Obra, tubulação, reguladores de pressão e manômetros;

- Montagem e ensaios na fábrica e/ou laboratório independente, conforme especificado;
- Montagem, ensaios na Obra e operação inicial;
- Documentação completa do projeto dos transformadores incluindo desenhos, memórias de cálculo, catálogos e manuais de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção;
- Transporte da fábrica até ao local da Obra de todos os itens do Fornecimento;
- Serviços de descarga dos transformadores na Obra, incluindo mão de obra e todos os materiais necessários;
- Equipamento completo (caminhão e tanque), incluindo o operador dos serviços para tratamento de óleo do transformador. Esse equipamento será utilizado somente durante a montagem do transformador, sendo retornado ao fabricante após o uso.

1.2 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO

- Fundações e bases de concreto;
- Fiação externa vai da régua terminal do quadro de controle do transformado, e destinada a outros equipamentos da Estação de Bombeamento.

1.3 LIMITES DO FORNECIMENTO

1.3.1 Interface com a Linha de Transmissão em 230 kV

O limite será o conector montado no terminal de cada bucha ar - óleo do lado de tensão superior.

1.3.2 Interface com a Linha de Transmissão em 6,9 kV

O limite será o conector montado no terminal de cada bucha ar - óleo do lado de tensão inferior.

1.3.3 Interligação com os Serviços Auxiliares e Sistemas de Comando, Controle, Proteção Medição e Supervisão da Estação de Bombeamento

Os limites serão os bornes terminais dos armários de comando, incluídos no Fornecimento, para conexão dos cabos provenientes dos sistemas de serviços auxiliares de CA e CC, e dos sistemas de comando, controle, proteção, medição e supervisão da Estação de Bombeamento.

1.3.4 Interligação com o Sistema de Aterramento

Os limites serão os conectores de aterramento, incluídos no Fornecimento, destinados ao aterramento dos transformadores e ao aterramento do neutro.

1.4 DOCUMENTAÇÃO

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo e não se limitando aos a seguir relacionados:

a) Cronograma de Documentos

Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que o CONTRATADO irá fornecer, com as respectivas datas de entrega, que deverão atender às necessidades do empreendimento.

b) Folha de Dados do Transformador

Em um resumo de todas as características técnicas do transformador, normas de fabricação, materiais, massas, volumes, métodos construtivos e outros.

c) Dados para Estudo de Coordenação de Isolamento

As características técnicas do transformador necessárias ao estudo de coordenação de isolamento.

d) Desenhos de Arranjo Geral

Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, inclusive pesos e dimensões.

e) Desenhos Detalhados

Desenhos com todos os detalhes dos equipamentos e materiais necessários à fabricação e/ou montagem. Esses desenhos deverão ter referências indicadas em todos os outros desenhos de conjunto correspondentes.

f) Requisitos e Informações para o Projeto Civil

Todas as dimensões, massas, esforços e detalhes necessários para que a Projetista dimensione as estruturas de concreto, incluindo localização, recessos, itens embutidos, necessidade de injeção, bem como dimensões e tipos de chumbadores.

g) Desenhos de Montagem

Todos os detalhes e dados, em sequência, necessários à instalação ou montagem do Fornecimento, dando-se especial atenção para as tolerâncias finais de montagem e perfeito funcionamento do equipamento.

h) Desenhos de Fabricação

Todos os detalhes necessários à fabricação dos equipamentos do Fornecimento, incluindo as respectivas listas de material.

i) Desenhos de Transporte

Desenhos indicando o peso, dimensões máximas externas, centro de gravidade, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça isolada ou embalagem a ser utilizada durante o transporte.

j) Manual de Controle e Garantia da Qualidade

O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Controle de Qualidade, que deverá cobrir todas as atividades que implicarão na qualidade final e desempenho do Fornecimento, conforme diretrizes da norma ISO 9001.

Este Manual consistirá basicamente de três partes:

1. Plano de Inspeção durante a Fabricação;
2. Plano de Inspeção durante a Montagem;
3. Plano de Comissionamento.

Cada uma das três partes conterá basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem ao que segue:

- Lista das etapas a serem controladas, fazendo referência aos Cronogramas de Fabricação, Montagem e Comissionamento;
- Lista das partes pertinentes das normas adotadas;
- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
- Cópia de todos os protocolos a serem preenchidos. Tais protocolos serão específicos para este fornecimento;
- Lista de todos os instrumentos, aparelhos de medição e demais dispositivos necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades, interdependência entre elas e o tempo previsto para sua execução completa;
- Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao Manual à medida que forem sendo emitidos. O CONTRATADO deverá emití-los até 15 (quinze) dias após a execução dos ensaios. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso;

k) Manual de Montagem, Manutenção e Operação

O CONTRATADO deverá preparar e submeter à aprovação um Manual de Montagem, Manutenção e Operação contendo todas as informações necessárias para a montagem,

manutenção e operação do Fornecimento no campo. Este documento será considerado como único, final, válido para a montagem, manutenção e operação do Fornecimento.

Os Manuais de Montagem, Manutenção e Operação devem incluir, mas não se limitar aos seguintes itens:

- Listagem e descrição detalhada de todas as atividades de montagem;
- Conjunto completo de desenhos específicos para montagem na Obra;
- Todos os desenhos que forem mencionados no manual deverão ser anexados a ele;
- Todos os protocolos de controle de montagem na Obra;
- Lista de todas as normas aplicáveis;
- Instruções de armazenagem a serem observadas na Obra;
- Todos e quaisquer requisitos a serem observados na Obra, que possam influir na futura qualidade de desempenho do equipamento;
- Indicação da quantidade estimada de força de trabalho durante a montagem na Obra e o número de supervisores de montagem recomendado pelo CONTRATADO;
- Frequência de inspeção dos diversos componentes do Fornecimento;
- Critérios a serem observados em cada inspeção, indicando todos os pontos a serem medidos, com os valores aceitáveis. Protocolos de inspeção pertinentes devem ser anexados;
- Detalhes e roteiro completo dos serviços de substituição dos componentes, incluindo esquemas e desenhos quando necessários;
- Período recomendado para a manutenção programada dos diversos componentes do Fornecimento;
- Cópias dos catálogos de todos os componentes fornecidos por Subfornecedores, incorporados ao Fornecimento;
- Coletânea de dados, medidas e ensaios mais importantes obtidos durante a montagem, extraídos do conjunto de protocolos de montagem e ensaios, com respectiva referência;
- Recomendações sobre tolerâncias de desgaste a fim de determinar épocas em que devem ser substituídos componentes, ou simplesmente sofrer manutenção;
- Lista de normas pertinentes;
- Descrição da filosofia de operação, modos de funcionamento e limites operativos;
- Descrição sucinta do princípio de operação do equipamento principal e de todos seus

sistemas periféricos e acessórios;

- Instruções detalhadas de operação, descrevendo todas as etapas de funcionamento, cuidados e restrições operativas.

l) Data Book

Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

m) Memórias de Cálculo

As memórias de cálculo deverão ser apresentadas em forma de Relatório Técnico, com os seguintes itens no mínimo:

- Objetivo;
- Critérios;
- Dados de projeto;
- Cálculos;
- Origem de cada fórmula utilizada;
- Conclusão;
- Bibliografia;
- Listagem dos softwares utilizados.

1.5 COOPERAÇÃO DO CONTRATADO COM TERCEIROS

O CONTRATADO deverá cooperar durante o projeto, a fabricação e a montagem na Obra, com os fornecedores de outros equipamentos e com a empresa projetista da Estação de Bombeamento para que o projeto e a montagem sejam concluídos a contento e no prazo previsto.

O CONTRATADO deverá cooperar no intercâmbio de todos os desenhos, dimensões, gabaritos e outras informações necessárias para garantir a completa coordenação do projeto, arranjo, fabricação e fornecimento de todas as conexões e equipamentos correlatos.

2. NORMAS TÉCNICAS

2.1 OBJETIVO

Esta seção lista as normas técnicas, aplicáveis ao projeto, materiais, fabricação e ensaios dos equipamentos, objeto do Fornecimento.

Sempre que houver divergência entre os valores estipulados nestas Especificações Técnicas e Normas, os valores especificados prevalecem sobre aqueles recomendados

nas Normas.

2.2 NORMAS

A relação de normas a seguir deve ser considerada como requisito geral, não abrangendo exaustivamente todos os materiais a serem empregados. O uso de materiais com características e qualidades diferentes daquelas aqui definidas para as respectivas aplicações poderá, a critério da CONTRATANTE, ser aprovado ou não:

- a) NBR 5356- Transformador de Potência – Especificação;
- b) NBR 5380- Transformador de Potência - Método de Ensaio;
- c) NBR 5416-Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência – Procedimento;
- d) NBR 7277-Medição do Nível de Ruído de Transformadores e Reatores – Método e Ensaio;
- e) NBR 7570 - Guia para Ensaio de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico e de Manobra para Transformadores e Reatores – Procedimento;
- f) NBR 7037 - Recebimento, Instalação e Manutenção de Transformadores de Potência em Óleo Isolante Mineral;
- g) NBR 5034 - Buchas para Tensões Alternadas Superiores a 1 kV;
- h) NBR 6856 - Transformadores de Corrente – Especificações.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

3.1 OBJETIVO

Esta seção especifica os requisitos técnicos detalhados que deverão ser atendidos quanto às características, desempenho, projeto, fabricação, transporte e montagem dos transformadores abaixadores e seus equipamentos associados objeto do Fornecimento.

Esta Especificação Técnica pretende que o equipamento fornecido seja tanto quanto possível projetado, fabricado e montado de acordo com a prática normal do CONTRATADO na produção de transformadores destas capacidades.

3.2 CONDIÇÕES DE SERVIÇO

As condições de serviço são normais para equipamentos ao tempo, de acordo com as Normas IEC 517 e IEC 694.

3.2.1 Condições Ambientais

A subestação será construída em local, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado.

A temperatura média anual é de 24°C, sendo que as temperaturas mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800 mm.

As condições climáticas locais são favoráveis à corrosão e à formação de fungos; o CONTRATADO deverá tomar cuidados especiais, tais como pintura adequada e aquecedores onde se fizer necessário.

3.2.2 Características dos Equipamentos a serem Interligados

Cubículos de 6,9 kV

- Tensão nominal de operação 6,9 kV (+10%);
- Frequência nominal 60 Hz.

Sistema de Transmissão

a) As tensões de operação deste sistema são as seguintes:

- Nominal 230 kV;
- Máxima 245 kV;
- Mínima 207 kV.

b) Os níveis de isolamento dos equipamentos são:

- Tensão suportável nominal a impulso atmosférico 935 kV;
- Tensão suportável nominal a impulso atmosférico cortado 935 kV;
- Tensão suportável nominal a impulso de manobra 650 kV;
- Tensão suportável nominal a frequência industrial a seco (1 minuto) 360 kV.

3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.3.1 Valores Nominais

a) Tipo trifásico.

b) Potência nominal contínua para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários a 95% da tensão nominal e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5°C as elevações obtidas em condições nominais, como previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40°C dos transformadores de 18/23 ou 12/16 MVA.

c) Frequência nominal 60 Hz;

d) Tensões nominais:

- Do enrolamento primário 230 Kv;
- Do enrolamento secundário 6,9 kV;
- Faixa de derivações para $U_n = 230 \text{ kV}$ $U_n \pm 2 \times 2,5\%$.

e) Níveis de isolamento:

Do enrolamento de tensão inferior:

- Tensão máxima (valor eficaz) 7,2 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 60 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) 66 kV;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz) .. 20 kV.

Do enrolamento de tensão superior:

- Tensão máxima (valor eficaz) 242 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 850 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) 935 kV;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 01 min (valor eficaz) . 360 kV.

Do terminal de neutro:

- Tensão máxima (valor eficaz) 7,2 kV;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) 20 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista) 60 kV.

f) **Da bucha de tensão inferior:**

- Porcelana;
- Tensão nominal (valor eficaz) 7,2 kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 60 kV;
- Distância de escoamento 20 mm/kV.

g) **Do terminal tensão superior:**

- Tipo capacitiva;

- Tensão nominal (valor eficaz)242kV;
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 950 kV;
- Tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco e sob chuva (valor eficaz) 395 kV.

3.3.2 Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, acima da temperatura do ar ambiente de 40° C, válidas para todas as derivações, não devem exceder os limites abaixo:

- Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, medida pelo método de variação da resistência65°C;
- Limite de elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos.....80°C;
- Limite de elevação de temperatura do óleo, medida próxima à parte superior tanque65°C;
- Limite de elevação de temperatura das partes metálicas em contato com ou adjacente à isolamento sólida65°C.

Os transformadores deverão ser projetados utilizando papel termoestabilizado.

Os transformadores deverão ser capazes de operar a plena carga com um radiador fora de serviço, sem ultrapassar os limites de elevação de temperatura indicados acima.

Os transformadores deverão ser adequados para operação com parte ou todo o equipamento de resfriamento fora de serviço, em conformidade com a NBR 5416 - Aplicação de cargas em Transformadores de Potência - Procedimento.

Os transformadores deverão ser capazes de operar na derivação principal com tensão e frequência diferentes das nominais, como previsto pela NBR 5356.

3.3.3 Capacidade de Suportar Curto-circuito

A capacidade dos transformadores de suportarem curtos-circuitos deverá estar de acordo com a NBR-5356, sendo o valor de impedância de curto igual a 13% e o valor da potência de curto-circuito trifásico na barra de 230 kV 40kA.

Será efetuada uma inspeção detalhada e completa do projeto dos transformadores para verificar a capacidade de suportar curto-circuito.

A fabricação dos transformadores não deverá ser iniciada antes do projeto ser aprovado. Para este propósito, deverá ser provido acesso a todos os cálculos e dados.

A aprovação, contudo, não exime o CONTRATADO de todas as garantias relativas à capacidade dos transformadores suportarem curto-circuitos.

3.3.4 Nível de Ruído Audível

O nível de ruído do transformador energizado à tensão e à frequência nominais, quando medido na Fábrica deverá satisfazer os requisitos da norma NEMA TR-1.

3.3.5 Ligação dos Enrolamentos

Será adotada a ligação Dy1, conforme NBR-5356.

3.3.6 Impedância de Curto-circuito

Na base de 23 MVA ou 16 MVA, 230 kV, 60 Hz, com o comutador de derivações sem tensão na derivação central, a impedância não deverá ser superior a 13%. Este valor será confirmado com o estudo de integração da Estação de Bombeamento ao sistema.

3.3.7 Tipo de Isolamento

O enrolamento de tensão superior deverá ter isolamento progressivo e o enrolamento de tensão inferior deverá ter isolamento uniforme.

3.3.8 Método de Resfriamento

O método de resfriamento dos transformadores deverá ser ONAF.

3.3.9 Corrente de Excitação

A corrente de excitação deverá ser a mais baixa possível, compatível com um projeto econômico e não deve ser superior a 2,5 de I_n a 60 Hz e 110% U_n .

Deverão ser apresentadas, juntamente com a proposta, as curvas típicas de saturação indicando o knee point e o valor da reatância do núcleo de ar. Deverá também ser informado o método que será usado para determinar as curvas.

A corrente de excitação em vazio não deve aumentar mais do que 2,5 vezes quando o transformador for energizado à frequência nominal com tensão de 115% da nominal.

3.3.10 Intercambiabilidade

Os transformadores e acessórios deverão ser idênticos, de um único projeto e fabricante e completamente intercambiáveis, sem necessidade de adaptações de qualquer natureza.

3.3.11 Potência de Curto-circuito Trifásico

- Contribuição do lado de tensão superior (a ser definida)MVA;
- Contribuição do lado de tensão inferior (a ser definida)MVA.

3.4 RECURSOS DA CASA DE FORÇA

3.4.1 Fontes de Tensão Auxiliar

Serão providas as seguintes fontes de tensão auxiliar:

- Comando, Controle, Proteção, Medição e supervisão 125 Vcc corrente contínua, a dois fios, sistema não aterrado, com faixa de variação da tensão de +10% a -20%, nível de curto-circuito de 10 kA;
- Auxiliares: sistema trifásico em estrela, com neutro aterrado, quatro fios, 380/220 V, faixa de variação da tensão +10% a -10%, nível de curto-circuito de 15 kA.

3.5 MOVIMENTAÇÃO

3.5.1 Meios para Movimentação

A descarga dos transformadores na obra se fará por macaqueamento.

Todos os transformadores deverão ser fornecidos com rodas bidirecionais (90°), para sua movimentação. Os transformadores serão instalados sobre suas bases. Os mancais das rodas deverão ser com rolamento para reduzir os esforços de tração.

Olhais de tração deverão ser fornecidos junto à base do transformador para seu tracionamento totalmente montado e cheio de óleo.

3.5.2 Carga e Descarga na Obra

O CONTRATADO deverá fornecer todos os meios e materiais necessários à operação de carga de um transformador no meio de transporte.

O CONTRATADO deverá entregar os transformadores na Obra e para tanto deverá fornecer todos os dispositivos (vigas, cabos e outros materiais) necessários à operação de descarga dos transformadores.

Na ocasião da chegada do transformador na Obra, a descarga deverá ser efetuada pelo CONTRATADO. A descarga deverá ser efetuada diretamente sobre a base, na Subestação. A transportadora da CONTRATADA deverá efetuar o seguro dos transformadores e este deverá cobrir.

Inclusive, até o completo descarregamento e colocação dos mesmos sobre a base.

3.5.3 Tratamento de Óleo e Enchimento

O CONTRATADO deverá providenciar todo material necessário, incluindo caminhão, tanque em micafil para tratamento de óleo, cilindros de ar super seco, equipamentos de ensaio de análise do óleo e todos os dispositivos necessários para o tratamento do óleo e enchimento dos transformadores durante a montagem.

3.6 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

3.6.1 Tanque e Tampa

O tanque deverá ser construído de chapas de aço soldadas, dimensionadas para conter

o óleo sob todas as temperaturas de operação e adequadamente rígido para movimentação e transporte. Ele deverá ser completo, com flanges para ligação às tubulações dos radiadores, válvulas e acessórios requeridos e uma tampa removível, com todas as saídas necessárias para buchas e aberturas para inspeção.

Os transformadores completamente montados deverão ser projetados para suportar uma pressão manométrica de 50 kPa, aplicada à superfície do líquido, durante 24 horas, sem causar vazamentos ou deformações no tanque.

O tanque deverá ser projetado para vácuo pleno e não deverá apresentar deformações permanentes quando submetido a vácuo de 66,7 Pa (0,5 mmHg) e mantido por 04 (quatro) horas, após o que será feita inspeção no equipamento a fim de se verificar eventuais danos ou deformações. A deformação da tampa durante o processo de vácuo não deverá causar esforço sobre as culatras.

O fundo do tanque deverá ser provido de guias satisfatórias para alinhar a parte ativa, nos últimos centímetros durante sua colocação no interior do tanque. A parte ativa, depois de introduzida, deverá ser rigidamente fixada de modo a garantir o seu correto posicionamento nas operações de transporte.

Na parte superior do tanque deverá haver uma ou mais aberturas com tampas aparafusadas, para permitir acesso às partes inferiores das buchas, terminais, aterramento do núcleo e porções superiores do conjunto do núcleo, bobinas e comutadores.

Deverá ser previsto no projeto do transformador uma abertura de visita que permita a inspeção nos pontos vitais da parte ativa do transformador.

Deverão ser fornecidos dois pontos de aterramento, localizados em lados opostos do tanque. Cada ponto de aterramento deverá consistir de uma chapa de aço inoxidável, soldada eletricamente acima da base de suporte estrutural de aço ou diretamente à base. Deverá ser fornecido em cada ponto de aterramento, um conector de bronze, adequado para dois (2) cabos de cobre, com seção de 95 mm².

A tampa do transformador deve ser aparafusada, possuindo um sistema de juntas de vedação com batentes e limitadores de aperto. O projeto deverá prever tampa plana, com pequeno declive, a fim de evitar o acúmulo de água. A tampa deverá possuir olhais, para seu içamento.

As sapatas para macacos deverão ser instaladas para possibilitar o levantamento do transformador completamente montado e cheio de óleo através de macacos.

Todas as tampas ou dispositivos necessários para transporte do transformador, farão parte do Fornecimento.

Não serão aceitos parafusos soldados nos flanges dos "canecos" para fixar as buchas e outras peças pesadas que sejam montadas na tampa do transformador.

Todas as porcas, parafusos, arruelas, grampos e peças similares deverão ser de aço galvanizado a quente ou de material metálico não sujeito a ferrugem ou corrosão.

As juntas de vedação em contato com o óleo isolante não deverão ser afetadas pela ação do óleo isolante quente. As juntas de vedação deverão ser fabricadas de borracha sintética, dureza shore A70 + 5, à base de "Borracha Buna N" (acrílico nitrilo), de acordo com a norma ASTM D- 735, resistente ao óleo mineral isolante. Todas juntas de

vedação sujeitas a danos devidos a supercompressões deverão ter proteção adequada para prevenir esse efeito. As juntas de vedação deverão ter a sua compressão limitada por batentes apropriados.

Caso os canecos onde forem alojados o transformador de corrente de neutro, tipo bucha, seja montado externamente e seja necessária a remoção dos mesmos por questões de altura para transporte deverão ser fornecidos flanges apropriados para fechar tanto o caneco como o tanque do transformador. O flange do caneco, onde é fixada a bucha, deverá ser aparafusada, permitindo a remoção do mesmo de modo a se ter acesso ao transformador de corrente. As tubulações para condução de gás do caneco ao relé de gás deverão ser instaladas na parte superior do mesmo, de modo a evitar a formação de bolsões de gás. Todas as regiões superiores do tanque que permitam o acúmulo de gás deverão ser conectadas diretamente à tubulação do relé Buchholz.

Na parte externa do tanque, acima do quadro de terminais, em local visível, deverá ser gravado o número de série do transformador.

3.6.2 Núcleo

O núcleo deverá ser construído com chapas de aço silício de grãos orientados, laminadas a frio, de alta permeabilidade e baixas perdas.

A montagem das chapas e da estrutura de suporte deverá ser projetada de maneira a eliminar ruídos e vibrações indesejáveis com o mínimo de obstrução ao fluxo de óleo. O núcleo deverá ser rigidamente fixado para resistir às distorções provocadas por esforços de curtos-circuitos ou movimentação durante o transporte. O ponto de aterramento do núcleo deverá ficar na tampa principal do transformador.

Todos os parafusos e outros elementos de fixação do núcleo deverão ser providos de dispositivos de travamento, prevenindo possíveis afrouxamentos causados por vibrações e operação do transformador.

3.6.3 Enrolamentos

Os enrolamentos dos transformadores deverão ser construídos com condutores de cobre eletrolítico (teor de pureza maior que 99,9%), isentos de escamas, rebarbas e saliências pontiagudas, devendo possuir os cantos arredondados e ser uniformemente isolados.

Os terminais de todos os enrolamentos deverão ser soldados ou tratados com prata e aparafusados. Conexões feitas com soldas fracas não serão aceitas.

Todos os cabos terminais dos enrolamentos para as buchas deverão ser rigidamente presos para prevenir danos devido a vibrações. Tubos guias deverão ser usados onde necessário.

3.6.4 Buchas

As buchas deverão satisfazer a NBR 5034.

Todas as buchas de mesma tensão e corrente nominais deverão ser intercambiáveis. As buchas deverão possuir meios apropriados para seu içamento.

Buchas construídas à base de resina epóxi não serão aceitas.

Toda porcelana deverá ser fabricada pelo processo úmido e ser vitrificada.

Todas as buchas deverão ser resistentes às variações de temperatura e quando montadas nos transformadores deverão prover uma vedação à prova de óleo. A vedação deverá suportar variações de pressões, devido a mudanças de temperatura, sem ocorrer vazamentos ou infiltrações.

O projeto deverá assegurar que não haverá formações de corona externa ou descargas parciais internas durante os testes e operação. Se necessário, deverão ser fornecidos anéis anticorona nas buchas de alta tensão.

Todo o óleo isolante necessário às buchas deverá ser fornecido pelo CONTRATADO e deverá ser igual ao óleo do transformador.

As buchas de tensão superior deverão ser do tipo capacitivo de papel impregnado com óleo, não sendo aceita impregnação com resina e deverão ser fornecidas com uma derivação de potencial capacitado para medição do fator de potência. Estas buchas deverão ser construídas de modo que as derivações de potencial possam ser ligadas sem necessidade de drenar o óleo.

A bucha da tensão inferior pode ser capacitiva.

Todas as buchas deverão ter placas de identificação, correspondentes com a placa de identificação nos canecos.

3.6.5 Transformadores de Corrente Tipo Bucha

A bucha de neutro deverá ser provida de 01(um) transformador de corrente tipo bucha com as seguintes características:

- Corrente primária nominal (*).....2000 A;
- Corrente dinâmica nominal (*) 10 kA;
- Relação de transformação - relação múltipla400:1;
- Carga nominal50VA (B200);
- Classe de exatidão 10;
- Fator térmico 1,0.

O transformador de corrente deverá atender aos requisitos da NBR-6856. O isolamento deverá ser em classe F. A corrente secundária nominal deverá ser 5 A. A polaridade instantânea relativa dos condutores ou terminais do transformador de corrente tipo bucha, deverá ser claramente indicada através de marcas permanentes.

As cargas nominais aqui especificadas são valores mínimos. Os valores definidos deverão ser determinados pelo CONTRATADO em função dos requisitos de saturação

adiante explicados.

Os núcleos dos TCS não deverão saturar durante o intervalo de tempo de 33 milissegundos compreendido entre o início do curto-circuito e a atuação da proteção, mesmo levando em consideração a superposição das componentes de corrente contínua (offset pleno) e alternada da corrente de falta.

Toda a fiação secundária do transformador de corrente deverá ser efetuada com cabos de bitola 2,5 mm² no mínimo e levada através de eletroduto metálico à caixa a prova de tempo.

3.6.6 Conservador de Óleo

O conservador deverá ser construído em chapa de aço e ser resistente ao vácuo pleno.

Deverá ser prevista uma câmara de expansão de óleo, isolando o óleo do ar, formada por um diafragma ou célula de ar. Deverá ser fornecido um respirador com secador de ar para o espaço de ar acima do diafragma ou dentro da célula de ar.

O material usado na fabricação do diafragma ou da célula de ar não deverá contaminar o óleo ou ser por ele danificado. Deverá ser prevista aplicação de vácuo durante o enchimento ou tratamento sem que seja danificado o diafragma ou a célula.

Cada transformador deverá ser de um secador de ar com carga de silicagel, provido de visor para verificação da mesma.

O secador de ar deverá ter recipiente de vidro ou alumínio, cheio com sílica-gel. Se o recipiente for de alumínio deverá ter dois visores. Não serão aceitos recipientes ou visores de acrílico. A sílica-gel deverá ser facilmente removível para secagem. A entrada de ar, à prova de água, deverá ser localizada na parte inferior do recipiente, onde deverá haver um selo de óleo pelo qual o ar atmosférico passará antes de atravessar a sílica-gel. Os secadores deverão ser instalados a 1,5 m do piso.

A tubulação entre o conservador e o tanque do transformador deverá ser direta, com o mínimo de uniões e fornecida com duas válvulas borboleta e um relé de gás.

O conservador deverá ter abertura com tampa removível para inspeção e manutenção, válvula de drenagem, sendo levemente inclinado em direção a essa válvula, indicador de nível de óleo, sendo previsto meio que facilite teste no indicador, olhais para içamento e uma válvula interligando a parte inferior com a parte superior do diafragma ou a parte interna com a parte externa da célula de ar.

3.6.7 Sistema de Resfriamento

O método de resfriamento empregado deverá ser ONAN/ONAF, constituído trocadores de calor (radiadores e ventiladores) para cada transformador.

Os radiadores deverão atender aos requisitos da NBR-5356 e deverão ser do tipo removível, equipados com olhais para levantamento, conectados ao tanque por meio de flanges parafusados e projetados de tal forma que sejam acessíveis para limpeza e manutenção.

A tubulação entre o tanque e o radiador deverá ser equipada com válvulas borboleta e cada radiador deverá ser equipado com bujões de drenagem e enchimento na parte inferior e respiro de ar na parte superior, que permitam sua remoção ou reposição sem a drenagem do óleo do tanque do transformador.

As pás dos ventiladores deverão ser metálicas e protegidas por telas de material não oxidável, para proteção do pessoal.

Os motores deverão ser de indução com rotor tipo gaiola, trifásicos, tensão nominal 380 V, 60 Hz e com grau de proteção IPW-55. Deverão ainda atender aos requisitos aplicáveis da norma NBR-7094.

Os motores deverão ser fornecidos com um resistor de aquecimento do tipo fita energizadas automaticamente quando o motor estiver parado, para evitar a condensação de umidade no seu interior, quando fora de operação.

Todo o equipamento para controle e proteção dos motores (disjuntores, contadores, relés térmicos, transformadores de controle, chaves seletoras, botoeiras, relés auxiliares, etc.) deverá ser montado no Quadro de Controle do transformador, inclusive uma chave seletora com as posições MANUAL / AUTOMÁTICO / DESLIGADO.

Os instrumentos a serem instalados no sistema de resfriamento de cada transformador são no mínimo os relacionados a seguir. A quantidade de contatos para informação de estado, alarmes e desligamentos remotos devem atender ao especificado no item 3.6.13 Dispositivos de Proteção e Indicação dos Transformadores.

O CONTRATADO deverá elaborar um fluxograma do sistema de resfriamento mostrando toda a instrumentação do sistema e apresentar uma lista de instrumentos com suas características técnicas.

3.6.8 Comutador de Derivações sem Tensão

Os transformadores deverão ser equipados com um comutador de derivações sem tensão, para aumentar ou diminuir o número de espiras.

O comutador deverá ser montado no tanque do transformador e dispor de meios convenientes para operação, através de uma manivela ou volante. Os acoplamentos externos deverão ser estanques e o dispositivo de comando deverá ficar no máximo a 1,5 m do solo. Deverá dispor de um dispositivo para indicação de posição e meios para travá-lo, por meio de um cadeado em qualquer posição.

O mecanismo do comutador deverá ser do tipo que torne impossível deixar um enrolamento aberto ou curto-circuitado.

Deverão ser fornecidos limitadores mecânicos nos extremos da faixa de acionamento do comutador, para prevenir ultrapassagem de posições extremas do comutador, a menos que o comutador seja do tipo de acionamento contínuo.

Não será aceito o emprego de dois comutadores ou contatos em paralelo.

3.6.9 Armário de Comando

O armário de comando abrigará os dispositivos de controle e os de proteção e supervisão do transformador e conterá réguas de terminais, concentrando toda fiação oriunda do transformador.

O quadro deverá ser à prova de tempo, grau de proteção IP-55, com porta articulada, com fechadura e dispositivo para cadeado.

O quadro deverá ser fixado no tanque, através de amortecedores de borracha, de modo a evitar que sejam transmitidas vibrações originárias do transformador para os acessórios montados no interior do quadro. O local de instalação do quadro no transformador deverá ser de fácil acesso aos dispositivos internos, e, se necessário, o projeto deverá prever escadas e/ou plataformas embutidas para acesso.

Uma placa cega removível deverá ser fornecida na parte inferior do quadro, para posterior furação na Obra, para passagem da fiação externa.

No armário de comando os dispositivos tais como: chaves, botoeiras, lâmpadas, tomadas e disjuntores termomagnéticos, deverão ser instalados em um painel basculante, montado no interior do quadro, de modo que, quando aberto, facilite o acesso a todos esses dispositivos.

Todos os dispositivos deverão ser adequadamente identificados.

Os armários deverão ser providos de iluminação interna e aquecimento.

Deverá ser previsto um respirador na parte superior do quadro, com um dispositivo que evite a entrada de chuva e de insetos. Deverá ser prevista uma aba na parte superior, de modo a evitar que a água da chuva escorra pela junta de vedação da porta do mesmo.

Na porta do quadro deverá ser fixada a placa esquemática dos circuitos, feita em aço inoxidável, com gravação em baixo relevo na cor preta.

Deverá ser fornecida, no interior do quadro, uma tomada bipolar. A tomada deverá ter capacidade nominal de 10 A em 220 Vca, devendo ser adequada para pinos redondos e chatos. A tomada deverá ser protegida por um disjuntor tipo caixa moldada.

3.6.10 Fiação e Réguas Terminais

Toda a fiação deverá ser instalada em eletrodutos, suficientemente afastados da superfície do transformador para prevenir sobreaquecimento.

Todos os condutores provenientes do transformador de corrente, dispositivos de proteção e indicação, sistema de resfriamento, etc., deverão ser ligados às réguas terminais localizadas no quadro de controle. A fiação, eletrodutos e réguas de bornes deverão atender aos requisitos dos itens 7.7, 7.8 e 7.9 da NBR-9368/87.

3.6.11 Válvulas

Cada transformador deverá ser equipado, no mínimo, com as válvulas citadas nestas

especificações, conforme a seguir:

a) Válvulas Esféricas

Todas as válvulas esféricas deverão ser construídas em bronze, conforme norma ASTM B62 ou em latão, conforme norma ASTM B124, devendo ser flangeadas e furadas conforme norma DIN 250 PN6, sendo fixadas através de 04 (quatro) parafusos passantes.

Não serão aceitas válvulas rosqueadas ou soldadas diretamente no tanque, na tampa ou no conservador.

As válvulas deverão ser do tipo esférico, de aço inoxidável, com plena capacidade de vazão. A vedação deverá ser de teflon-viton e as mesmas devendo resistir a uma pressão de ensaio de 2,8 MPa (28 kg/cm²) sem perdas de óleo, estando o mesmo a uma temperatura de 180 ± C. A pressão máxima de trabalho será de 0,5 MPa (5 kg/cm²).

b) Válvulas Borboleta

Nas válvulas borboleta, o corpo deverá ser construído em bronze, latão ou aço forjado, devendo, no caso de aço forjado, possuir um revestimento eletrolítico de zinco e cromatização.

O manípulo deverá possuir um mostrador indicando se a válvula encontra-se aberta ou fechada. Deve também possuir um dispositivo para bloqueio da válvula em ambas as posições.

As válvulas deverão ser totalmente estanques ao óleo e ao ar, à pressão de 0,2 MPa (2 kg/cm²).

A fixação da válvula deverá permitir o desacoplamento dos radiadores, tubulações, bombas, relés de gás, etc., sem ser necessária a remoção da válvula e abaixamento do nível de óleo.

c) Válvula para Drenagem

Na válvula para drenagem deverá estar fixado, através de 04 parafusos, um flange cego construído em chapa de aço CG 42 com sede para guarnição e construído conforme norma DIN 2501 PN6.

d) Válvula para Conexão do Filtro-prensa e Máquina para Tratamento de Óleo

Nas válvulas para filtro-prensa e equipamento para tratamento de óleo deverá ser fixado um flange que servirá para adaptar os engates rápidos dos equipamentos de tratamento de óleo, assim como os dispositivos para retirada de amostra de óleo.

e) Válvula para Radiadores

As válvulas para radiadores deverão ser instaladas de tal forma que permitam a desmontagem dos equipamentos, sem a remoção do óleo do transformador.

f) Válvulas para Relé Buchholz

A instalação das válvulas para o relé Buchholz deverá ser feita de tal modo que permita a remoção do relé sem que haja necessidade da desmontagem da válvula, nem a retirada do óleo da tubulação.

3.6.12 Óleo Isolante

Deverá ser fornecido todo o óleo isolante requerido para os transformadores, acrescido de 5%.

O óleo deverá ser sem impurezas. O óleo isolante deverá ser fornecido em tambores novos.

O CONTRATADO deverá providenciar 02 (duas) cópias dos certificados de ensaios do óleo isolante que devem ser enviadas antes de ser despachado o primeiro lote.

O óleo isolante deverá atender as características estabelecidas na Resolução - DNC 03/94, ou suas revisões/atualizações posteriores, sobre especificação para óleo mineral isolante tipo A – naftênico.

3.2 Dispositivos de Comando, Controle, Proteção, Medição e supervisão dos Transformadores.

a) Geral

Em cada transformador as funções de comando, controle, proteção, medição e supervisão deverão atender aos seguintes critérios:

- Funções de proteção com desligamento do transformador deverão ter uma quantidade de contatos disponíveis, para atender todas as funções a que se destinam, nas régua de terminais no armário de comando do transformador;
- Funções de proteção cuja atuação promoverá alarme deverão uma quantidade de contatos disponíveis, para atender as funções a que se destinam, na régua de terminais no armário de comando do transformador;
- Indicadores de estado, como de pressão, fluxo ou nível, posição de chave seletora, ligado/desligado deverão ter uma quantidade de contatos disponíveis, para atender as funções a que se destinam, na régua de terminais no armário de comando do transformador;
- Outros contatos, em quantidades suficiente para atender as demais funções dos dispositivos relacionados com o Fornecimento do transformador.

b) Indicador de temperatura de óleo

O indicador de temperatura de óleo deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 e 8.2.2 da NBR-9368/87. Deverá ser previsto adicionalmente um RTD para detecção de temperatura do óleo no seu ponto mais quente, do tipo resistência, para indicação e registro remoto através de um transdutor, com sinal de 4 a 20mA disponível nos bornes de saída do Quadro de Controle. A resistência deverá ser do tipo dupla de platina, 100

ohms a 0° C, faixa de medição 0oC a 150oC (100 a 157,31 ohm), ligação a 03 fios, classe A, calibração pela Norma IEC-751/85, classe de isolamento 1kV, não indutiva, tempo de resposta térmica inferior a 15s, devendo ser compactada com óxido de magnésio, dentro de um tubo metálico em aço inox AISI 304, com comprimento de 185 mm e diâmetro de 06 mm, com conexão em aço inox AISI 304, rosca ½" BSP.

c) Indicador Magnético de Nível de Óleo

O indicador de nível de óleo deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 e 8.2.2 da NBR-9368/87. Deverão ser previstos contatos de nível máximo e mínimo.

O indicador deverá ser claramente visível por uma pessoa em pé, ao nível da base do transformador.

d) Dispositivo de Alívio de Pressão

O dispositivo de alívio de pressão deverá utilizar válvula com contatos independentes para alarme e desligamento e atender aos requisitos dos itens 8.2.1 DAP e 8.2.2 da NBR-9368/87.

e) Relé Detetor de Gás Tipo Buchholz

O relé detetor de gás deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 RB e 8.2.2 da NBR- 9368/87.

O relé Buchholz deverá dispor de:

- Visor calibrado em centímetros cúbicos;
- Contatos para alarme que operem pela acumulação de gás;
- Contatos para alarme e desligamento que operem pela variação súbita de pressão;
- Dispositivo externo para ensaio funcional;
- Bujão de drenagem na parte inferior.

f) Indicador de Temperatura dos Enrolamentos

O indicador de temperatura dos enrolamentos deverá atender aos requisitos dos itens 8.2.1 ITE e 8.2.2 da NBR-9368/87.

3.6.1 Cores e Esquemas de Pinturas

A cor da pintura de acabamento deverá ser:

Transformadores:

- Superfície externa, cinza claro notação Munsell N 6.5 e superfícies internas na cor branca.

Quadros:

Superfícies internas e externas cinza claro, notação Munsell N6.5. Os esquemas de pintura para os equipamentos estão descritos a seguir: Superfícies Externas (Expostas - Intemperismo):

- Tratamento da superfície – jateamento abrasivo ao metal branco Sa 03, conforme norma SIS05 5900/67;
- Uma demão de tinta de fundo, à base de resina epóxi, bicomponente, curada com poliamida com pigmentos de zinco, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 60 micrometros (tinta epóxi pó de zinco);
- Uma demão de tinta intermediária, à base de óxido de ferro, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 100 micrometros;
- Uma demão de tinta de acabamento, à base de resina poliuretano alifática, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 80 micrometros.

Nota: Deverá ser seguida a recomendação do fabricante das tintas para garantir a selagem do zinco e aderência entre as camadas.

As superfícies internas de reservatórios, bombas, tubos, válvulas, cubas de mancais e outras e em contato com óleo devem ser pintadas conforme o seguinte esquema:

- Duas demãos de tinta à base de resina epóxi, curada com amina alifática e pigmentada com dióxido de titânio e cargas inertes na cor branca, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 60 micrometros por demão. Sólidos por volume, na faixa de 52%.

Nota: A tinta utilizada neste esquema deverá ser resistente ao óleo contido nos reservatórios e cubas, logo, deverá ser rigorosamente seguida a recomendação do fabricante das tintas.

3.6.2 Barra de Aterramento da Bucha de Neutro

Cada transformador deverá ser fornecido com uma barra de neutro, indo desde o terminal da bucha de neutro até uma altura de 40 cm acima do piso. A extremidade inferior será conectada à malha de terra. A barra deverá ser de cobre com seção transversal 6 x 50 mm ou maior e deverá ser suportada por isoladores de 15 kV, com espaçamento de 1,00 m ou menor. Na extremidade inferior da barra deverão ser fornecidos instalados dois conectores próprios para cabo de cobre 95 mm².

3.6.3 Placas de Identificação

Placas de Identificação de aço inoxidável deverão ser gravadas ou cunhadas em Português e deverão conter todas as informações aplicáveis, abaixo especificadas, juntamente com qualquer outra informação relevante que possa ser necessária. Os desenhos das placas de identificação deverão ser submetidos à aprovação. Não serão permitidas rasuras, correções ou alterações.

As placas de identificação para os transformadores deverão conter, no mínimo, as informações seguintes:

- A palavra "TRANSFORMADOR ABAIXADOR";
- Nome do Fabricante e local de fabricação;
- Tipo (segundo a classificação do Fabricante);
- Norma aplicada;
- Número de série de fabricação;
- Ano de fabricação;
- Número de identificação do livro de instrução;
- Frequência nominal;
- Designação do método de resfriamento;
- Potência nominal em kVA e as elevações de temperatura no topo do óleo e média dos enrolamentos;
- Limite de elevação de temperatura do enrolamento;
- Níveis de isolamento de impulso e de manobra para cada enrolamento;
- Impedância a 85° C, em percentagem, com base kVA e kV, especificando a derivação;
- Corrente de excitação nominal em percentagem da corrente nominal a plena carga;
- Número de fases;
- Diagrama elétrico das ligações, contendo todas as tensões nominais e de derivações e respectivas correntes;
- Diagrama elétrico das ligações de todos os acessórios;
- Máxima corrente de curto-circuito simétrica e assimétrica e sua duração em segundos;
- Nível de ruído;
- Pressão e vácuo suportáveis pelo tanque;
- Massas do núcleo e bobinas, tanque e acessórios, óleo e massa total do transformador;
- Massa para transporte das peças mais pesadas, altura para desmontar o tanque e altura mínima para levantar a bucha de alta tensão;

- Volume, em litros, e identificação do óleo isolante;
- Declaração que o transformador pode ou não ser levantado cheio com óleo.

Cada bucha deverá ter a placa de identificação do fabricante rebitada, indicando o nome do fabricante, tipo, número de série, data de fabricação, classe de tensão, nível de isolamento, capacidade de corrente, capacitância, distância de escoamento, forças transversais no topo permissíveis e de ruptura e comprimento da bucha embaixo da junta, volume do óleo e massa total.

Independente dos dados contidos nas placas fornecidas pelo fabricante dos transformadores de corrente deverão ser prevista informações que incluam a classe de exatidão, correntes nominais, número de série, ano de fabricação, identificação de Fabricante, a expressão "Transformador de Corrente tipo Bucha", relação de transformação, derivações secundárias e diagrama de ligações. Estas informações poderão ser marcadas diretamente na placa de identificação do transformador ou em pequenas placas individuais, ou ainda serem agrupadas em uma placa única, porém identificando cada transformador de corrente.

Deverão ser obedecidas a mesma construção e o mesmo tipo de marcações da placa de identificação do transformador, assim como a localização ser ao seu lado.

A parte ativa deverá ter identificação acessível em si mesma ou em um de seus componentes estruturais, indicando o número série da unidade.

Os centros de gravidade (CG) do transformador completamente montado, com e sem óleo, deverão ser marcados indelevelmente nos dois lados adjacentes do tanque do transformador e deverão ser apropriadamente indicadas "CG com óleo" e "CG sem óleo".

Uma placa diagramática deverá ser fornecida para mostrar as posições requeridas para colocar cabos e levantar propriamente o conjunto de núcleo e bobina e o transformador completo, com e sem óleo.

Deverá ser prevista uma placa esquemática dos serviços auxiliares, construída em aço inoxidável e gravada em baixo relevo pelo processo fotolítico. Esta placa deverá ter as mesmas informações contidas no desenho e ser fixada internamente no armário de controle.

Caso o transformador seja desmontado por qualquer motivo durante a fabricação ou ensaios, as partes removidas do transformador montado deverão ser apropriadamente etiquetadas e identificadas na presença do Inspetor, para que estas partes não possam ser intercambiadas ou sua identidade confundida. Este procedimento deverá ser adotado mesmo que somente uma unidade seja desmontada e não existam outras partes similares, no período em que o processo de desmontagem seja feito na Fábrica.

3.7 TRANSPORTE E EMBALAGEM

3.7.1 Geral

O transporte de todos os equipamentos e materiais fornecidos pelo CONTRATADO, até a Obra, é de responsabilidade do CONTRATADO.

As embalagens deverão ser suficientes para proteger o conteúdo de danos durante o transporte do local de fabricação até depois da chegada ao local da Obra, em condições que envolvam bastante movimentação, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado e exposição à umidade. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar.

O CONTRATADO deverá usar seu próprio critério quanto à adequação das exigências solicitadas, sendo o único responsável pela entrega do Fornecimento em bom estado e ordem.

3.7.2 Facilidades para Içamento

Suportes para içamento deverão ser fornecidos no tanque, na tampa, conservador e acessórios do transformador, para prover meios seguros de içar o equipamento.

Os suportes deverão acomodar adequadamente os cabos de aço, devendo possuir um sistema de bloqueio para evitar que os mesmos escapem durante as operações de transporte.

Deverá ser cuidadosamente evitado que o cabo de içamento faça contato com os pontos ou bordos pontiagudos, durante as operações de içamento, para prevenir a fadiga do cabo e a conseqüente falha. Os suportes para içamento deverão ser suficientemente fortes para levantar o transformador completamente montado e cheio de óleo.

3.7.3 Equipamentos, Acessórios, Sobressalentes e Materiais

O transformador deverá ser embarcado, sem óleo e sem buchas, com o tanque cheio de nitrogênio ou ar extra seco, sob uma pressão de 0,02 MPa, suficiente para assegurar que as mudanças de temperatura encontradas durante o transporte, não provoquem formação de pressões negativas.

Deverá ser fornecido um medidor indicador de pressão de gás, com dois ponteiros, um de arraste para registro do menor valor de pressão alcançada, independente de qualquer aumento de pressão subsequente, e o outro para a indicação da pressão de gás no tanque.

Deverá ser fornecido junto ao transformador um cilindro cheio de nitrogênio ou ar extra seco sob pressão plena, incluindo um conjunto de válvulas reguladoras e de alívio automático, com manômetro e a tubulação flexível necessária e conectores para permitir que o cilindro seja ligado ao tanque, para controle automático de pressão de gás no interior do equipamento durante o transporte.

Os cilindros cheios de nitrogênio ou ar de reserva deverão ter capacidade para o propósito pretendido.

Para proteção contra danos durante o embarque, este medidor deverá ser embalado em um invólucro de metal, rigidamente montado, com janela de vidro defronte do indicador para permitir leituras da pressão de gás sem afetar o invólucro protetor.

Antes da instalação de cada unidade no local, a pressão de gás, que foi alcançada durante o transporte, deverá ser lida para verificar se a pressão foi ou é suficiente para

impedir a entrada de umidade dentro do tanque.

O CONTRATADO será responsável por qualquer falha das condições e requisitos acima.

O transformador deverá ser montado na gôndola de transporte na posição correta para sua descarga na base.

O conjunto núcleo e bobinas deverão ser fixados ao tanque de modo a impossibilitar contato dos enrolamentos com os lados do tanque, mesmo que o transformador seja submetido a manuseios descuidados. As amarras deverão ser de aço.

Os radiadores deverão ser protegidos para transporte com uma embalagem conveniente de madeira, adequada para levantar o conjunto completo através dos seus olhais permanentes.

Os desenhos que mostram todos os detalhes de transporte deverão ser enviados para aprovação.

O transformador deverá ser expedido com registrador gráfico de impacto (tipo impactograph), fixado próximo ao centro de gravidade do transformador e montado no interior de uma caixa metálica à prova de intempéries. O registrador deverá possuir um sistema de registro em papel com indicação nos três eixos e uma autonomia para 60 dias.

As juntas que forem embarcadas separadamente, incluindo peças sobressalentes e reservas, não devem ser tratadas com cera ou qualquer outro preservativo e deverão ser acondicionadas em sacos plásticos selados à prova de umidade. As juntas deverão ser colocadas em caixas de metal galvanizado ou estanhado com uma tampa hermética removível. Nenhum material absorvente de umidade deverá ser incluído dentro da embalagem, recomendando-se para este propósito o papel encerado acolchoado. Antes do embarque, a caixa metálica e seu conteúdo deverão ser rigorosamente secos e a tampa da caixa ser selada com fita adesiva de largura não menor que 05 cm. A caixa deverá ser protegida por uma embalagem de madeira resistente para prevenir contra perfuração durante o transporte.

As buchas dos transformadores deverão ser embaladas desmontadas do equipamento. A embalagem deverá ser adequada para um tempo prolongado de armazenagem e proteger as buchas contra danos e umidade.

Todos os transformadores de corrente deverão ser curto circuitados e aterrados nos blocos terminais, do lado do usuário.

Todos os materiais de pequenas dimensões, suscetíveis de extravio, tais como: parafusos, pinos, arruelas, etc., e materiais sujeitos a serem dobrados, riscados ou de qualquer outra forma avariados, deverão ser acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente materiais de um único tipo e exibir, na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido.

As peças sobressalentes deverão ser embaladas à parte e, além de satisfazer aos itens acima citados, deverão receber um cuidado especial para armazenamento por longo período e indicação, bem visível, indicando que se trata de "peças sobressalentes".

No caso de materiais sujeitos aos danos causados pela umidade, deverão ser usados revestimentos impermeáveis em forma de sacos ou invólucros selados com adesivo impermeável. Deverá ser providenciada proteção adequada mediante um absorvente de umidade como sílica-gel, que não danifique os mecanismos. Este item é obrigatório e imprescindível no caso de haver transporte marítimo.

Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis, que deverão ser embaladas em almofadas crepecelulósicas ou em outro material de igual eficiência e colocadas entre palha de madeira ou isopor. Estes itens deverão ser embalados em caixotes de madeira, reforçados com precauções especiais contra o risco de quebra.

Caso os volumes cheguem avariados ou em condições inadequadas nos locais designados, serão embalados novamente por conta do CONTRATADO, de modo que seu conteúdo seja convenientemente protegido durante o armazenamento no local de entrega.

4. PEÇAS SOBRESSALENTES E DISPOSITIVOS ESPECIAIS.

4.1 OBJETIVO

Esta seção especifica os requisitos gerais aplicáveis às peças sobressalentes e ferramentas especiais a serem fornecidas sob este contrato.

4.2 REQUISITOS GERAIS PARA PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a serem fornecidas deverão obrigatoriamente ser idênticas às originais e serem intercambiáveis com as mesmas, sem necessidade de ajustes.

Todas as peças sobressalentes deverão ser embaladas de forma a suportar sem deterioração armazenagens por longos períodos, em caixas separadas das peças originais.

O CONTRATADO deverá indicar os preços das peças sobressalentes listadas adiante e das peças sobressalentes adicionais à lista apresentada, que considerar imprescindíveis para atender as garantias contratuais e necessárias à operação e manutenção do equipamento.

4.3 PEÇAS SOBRESSALENTES PARA OS TRANSFORMADORES

A lista de peças sobressalentes para os transformadores deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- 02 (duas) buchas de tensão inferior;
- 02 (duas) buchas de tensão superior com canecos metálicos para proteção da porcelana e o respectivo suporte de armazenamento;
- 02 (duas) buchas de neutro com conector;
- 02 (dois) conjuntos completos de juntas para cada tipo de flangeamento sujeita a abertura durante a fase de montagem. Este conjunto deverá ser em aditamento àquele

requerido para montagem no campo e operação inicial;

- 02 (dois) termômetros indicadores de temperatura de óleo;
- 02 (dois) conjuntos completos de peças sobressalentes para o sistema indicador de temperatura do enrolamento, incluindo um relé detetor de temperatura e um transformador de corrente de ajuste;
- 02 (dois) indicadores magnéticos de nível de óleo;
- 02 (dois) relés Buchholz;
- 02 (duas) válvulas de alívio de pressão;
- 02 (dois) secadores de ar a sílica-gel;
- 02 (duas) membranas ou bolsas para o tanque de expansão;
- 02 (duas) válvulas de cada tipo e tamanho fornecido;
- 02 (dois) eletroventiladores completos para o sistema de resfriamento;
- 5% (Cinco por cento) do total de todo o Fornecimento, no mínimo 01 (uma) peça de cada um dos diversos tipos de relés, contadores, transdutores, fusíveis, lâmpadas, indicadores, utilizados no quadro de controle do transformador e do sistema de resfriamento.

4.4 REQUISITOS GERAIS PARA DISPOSITIVOS ESPECIAIS

O PROPONENTE deverá informar a necessidade ou não de dispositivos especiais para instalação e manutenção dos transformadores abaixadores.

5. INSTALAÇÃO E MONTAGEM

5.1 OBJETIVO

Esta seção estabelece os requisitos quanto aos serviços de instalação e montagem para os transformadores a serem fornecidos neste Contrato.

5.2 GERAL

O CONTRATADO deverá designar um Supervisor de Montagem, que permanecerá na Obra durante a execução dos serviços e será responsável pela supervisão da instalação de todo equipamento fornecido e pela colocação do mesmo em operação definitiva.

O CONTRATADO, agindo por intermédio de seu Supervisor de Montagem, assumirá inteira responsabilidade pela supervisão e verificação da precisão técnica, correção e qualidade do trabalho de montagem.

5.3 ESCOPO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO DE MONTAGEM

As responsabilidades do CONTRATADO abrangem, mas não se limitam, aos trabalhos e

atividades indicadas a seguir:

- Acompanhamento dos ensaios na obra descritos no capítulo Ensaios;
- Acompanhamento do início de operação dos equipamentos;
- Cooperação com os supervisores de montagem, instalação e comissionamento dos demais equipamentos, em particular com os supervisores dos sistemas de supervisão, controle e proteção da Estação de Bombeamento.

A Supervisão de Montagem somente estará concluída com a aprovação do equipamento em todos os ensaios na Obra.

O Supervisor de Montagem deverá notificar imediatamente a Contratante sempre que algum defeito for descoberto durante os ensaios. Se tal defeito for decorrência de erro no projeto ou fabricação dos equipamentos, será corrigido e os custos serão do CONTRATADO.

Durante os ensaios caberá ao CONTRATADO fazer as correções e ajustes necessários ao equipamento, considerados de responsabilidade do CONTRATADO.

Depois de sanados todos os defeitos, o equipamento será novamente ensaiado para que fique demonstrado o seu perfeito funcionamento.

6. ENSAIOS

6.1 OBJETIVO

Esta seção estabelece os requisitos a serem atendidos nos ensaios que deverão ser realizados nos transformadores incluídos nesse Fornecimento.

6.2 GERAL

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, e NEMA aplicáveis, exceto quando especificado em contrário.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão estar de acordo com todos os requisitos de ensaios e valores especificados, comprovados pelos relatórios, certificados de ensaios de tipo, referentes a ensaios atuais (máximo de 05 anos) realizados em equipamentos de mesmo projeto, de mesmos materiais e tecnologia. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes sem custo adicional para a CONTRATANTE.

Os dados de ensaio deverão ser acompanhados de uma declaração de que o equipamento que está sendo fornecido é similar ao equipamento no qual foi realizado o ensaio de tipo. Se não for similar, as diferenças deverão ser explicitadas.

Caso houver a necessidade da realização dos ensaios do tipo. Deverá ser fornecida uma descrição dos mesmos.

Ser fornecidos à CONTRATANTE, no mínimo 02 (dois) meses antes de ser iniciada a

inspeção, o roteiro dos ensaios, constando de planilhas, características do equipamento e instrumentos, bem como os circuitos a serem utilizados.

Em qualquer caso, todas as partes não ensaiadas do equipamento devem estar em conformidade, sob todo aspecto, com as partes do equipamento de mesmo projeto, tipo e características nominal que passaram nos ensaios requeridos.

6.3 CONTROLE DE QUALIDADE

O CONTRATADO deverá fornecer todos os métodos de controle de qualidade dos principais materiais empregados nos equipamentos do fornecimento, incluindo os respectivos limites de aceitabilidade.

O controle de qualidade dos materiais devera ser feito conforme segue:

a) Chapa de Núcleo

- Perdas magnéticas - ensaio de *Epstein*, conforme ASTM-343.69;
- Fator de empilhamento, conforme ASTM-D-709-72;
- Isolação das chapas, conforme ASTM-D-709-72.

b) Materiais isolantes como papel e papelão utilizados na parte ativa;

c) Densidade, gramatura, condutividade do extrato aquoso, resistência à tração, comprimento de ruptura e teor de cinzas, conforme ASTM-D-202-76^a;

d) Materiais condutores - Condutividade, conforme ASTM-B-1 93-72^a.

6.3.1 Acompanhamento de Fabricação

Pelo menos os seguintes itens poderão, a critério da CONTRATANTE, ser submetidos à inspeção em estágios apropriados durante a fabricação.

a) Núcleo magnético - empilhamento e isolamento;

b) Enrolamentos - fabricação e montagem no núcleo;

c) Parte ativa – secagem;

d) Tanque e tampa – fabricação e teste de estanqueidade preliminar, preparação da superfície e aplicação dos processos de pintura;

e) Buchas e TCS – ligações;

f) Transformador completamente montado - verificação dimensional.

6.4 ENSAIOS DE COMPONENTES

6.4.1 Buchas

a) Ensaios de Tipo

Para cada tipo de bucha deverão ser encaminhados à CONTRATANTE, em 03 (três) vias, os certificados dos ensaios de tipo, constantes nas recomendações da NBR-5034.

Caso as buchas a serem utilizadas não tenham protótipo ensaiado, deverão então ser realizados todos os ensaios de tipo mencionados nas referidas recomendações.

Estes ensaios poderão ser feitos em laboratório de organizações independentes, ou caso haja acordo entre a CONTRATANTE e o CONTRATADO, no próprio laboratório deste, e na presença de Inspetor credenciado pela CONTRATANTE.

b) Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina especificados pela NBR-5034 deverão ser realizados em todas as buchas inclusive nas sobressalentes.

6.4.2 Transformadores de corrente tipo bucha

a) Devem ser efetuados os seguintes ensaios de acordo com a ABNT-NBR) 6856:

- Tensão induzida;
- Tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários durante um minuto;
- Polaridade;
- Determinação dos erros, segundo as exigências da classe de exatidão;
- Verificação da relação de transformação com corrente nominal, com os TCS e montados no Transformador.

b) O CONTRATADO deverá fornecer a curva de saturação do transformador de corrente tipo bucha.

6.4.3 Comutador de Derivações sem Tensão

Cada comutador de derivações sem tensão, completamente montado, deverá ser submetido a quatro ciclos completos de comutação das derivações, para demonstrar que todas as derivações, contatos e mecanismos indicadores estão adequadamente montados, alinhados e livres de folgas excessivas, deformações ou fragilidade, para uma operação confiável no campo.

6.4.4 Equipamento de Resfriamento

Os ensaios de estanqueidade deverão ser executados em todos os componentes de resfriamento.

6.4.5 Armário de Comando, Quadro de Terminais e Fiações

- Verificação da conformidade da fiação, ponto por ponto, com a última revisão dos desenhos de fiação;
- Ensaio funcional completo de todos os circuitos e dispositivos;
- Ensaios de tensão aplicada com frequência a 60 Hz, a seco, nos componentes, circuitos principais e de controle.

6.4.6 Dispositivos de Comando, Controle, Proteção, Medição e Supervisão

Ensaio de Tipo

Deverão ser realizados, em pelo menos um equipamento, ou serem enviados relatórios de ensaios oficiais, os seguintes ensaios:

- Determinação de capacidade de suportar sobrecorrente e sobre tensão;
- Determinação de rigidez mecânica;
- Determinação do erro causado pela variação de temperatura;
- Determinação do tempo de vida com todos os seus elementos alimentados com corrente e tensão nominal;
- Ensaios de simulação de funcionamento;
- Ensaios de rotina;
- Determinação da exatidão dos dispositivos e levantamento das curvas características;
- Ensaio de tensão aplicada à frequência industrial, durante um minuto.

6.4.7 Motores Elétricos

Os ensaios de rotina especificados pelas normas ABNT-NBR-5383 e NBR-7094 deverão ser realizados em todos os motores.

6.4.8 Ensaios no óleo Isolante

Durante os ensaios na fábrica, o inspetor recolherá amostras de óleo para realização de ensaios de cromatografia na CONTRATANTE. O critério de amostragem será o seguinte:

- 01(uma) amostra antes do início dos ensaios, de cada transformador;
- 01(uma) amostra após a realização dos ensaios dielétricos, de cada transformador;

- 01(uma) amostra após a realização do ensaio de elevação de temperatura.

Os procedimentos para coleta das amostras deverão estar de acordo com a norma NBR-7070 ABNT.

6.5 ENSAIOS DE ROTINA

Serão feitos em cada transformador:

- Resistência elétrica dos enrolamentos em todas as posições do comutador;
- Relação de tensões em vazio;
- Resistência de isolamento;
- Deslocamento angular e seqüência de fases;
- Perdas (em vazio e em carga);
- Corrente de excitação;
- Impedância de curto-circuito;
- Ensaio dielétricos, previstos na NBR5356/93;
- Estanqueidade e resistência à pressão;
- Verificação do funcionamento dos acessórios e calibração da imagem térmica após ensaio de elevação de temperatura de uma unidade. Os parâmetros levantados serão utilizados na calibração das demais unidades.

6.5.1 Ensaio Especial

Serão feitos somente na primeira unidade:

- Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante;
- Medição da potência absorvida pelos motores;
- Ensaio de vácuo interno;
- Medição da impedância de seqüência zero.

6.5.2 Relatórios de Ensaio

Os relatórios de ensaios sejam de tipo, rotina ou especial, deverão ser assinados pelos inspetores da CONTRATANTE. Para tal, a CONTRATANTE deverá receber cópias preliminares para aprovação e assinatura, uma semana após o término dos respectivos ensaios. Uma vez aprovado o documento, o CONTRATADO terá duas semanas para o fornecimento de quatro exemplares definitivos.

6.5.3 Falhas em Ensaio

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojatadas, se necessário for, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE ou ampliação no prazo de entrega.

7. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E INFORMAÇÕES DE PROPOSTA

7.1 CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

7.1.1 Geral

Todos os dados declarados pelo fabricante nesta Seção deverão ser garantidos e informados antes da assinatura do contrato.

Os dados solicitados serão utilizados como parâmetros para efetuar a habilitação da Proposta. A sua não apresentação ou apresentação em desacordo com as Especificações Técnicas, inabilitará o Proponente.

Os ensaios para verificação dos valores garantidos serão realizados na fábrica do CONTRATADO e os custos serão do mesmo, em conformidade com as normas relacionadas nas Especificações Técnicas. Os valores garantidos deverão independer de quaisquer tolerâncias permitidas por norma e erros de medição, exceto onde especificado de forma diferente nos Documentos de Contrato.

7.1.2 Transformadores Abaixadores

- a) Fabricante;
- b) Tipo;
- c) Potência nominal para qualquer derivação, com tensão nos terminais primários de 95% da nominal e elevação de temperatura das várias partes do transformador não ultrapassando em mais de 5°C as elevações obtidas em condições nominais, conforme previsto na NBR 5356, sobre a temperatura máxima do ar ambiente de 40oC(MVA) 18/23 ou 12/16;
- d) Freqüência nominal60 (Hz);
- e) Tensão nominal do enrolamento de tensão inferior (kV)6,9;
- f) Tensão nominal do enrolamento de tensão superior(kV)230;
- g) Tensões das derivações do enrolamento de tensão superior:
 - $(U_n - 2 \times 2,5\%)$ (kV);

- $(U_n - 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots (kV);$
- $(U_n) \dots\dots\dots (kV);$
- $(U_n + 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots (kV);$
- $(U_n + 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots (kV).$

h) Níveis de Isolamento.

Do enrolamento de tensão inferior

- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) (kV);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) (kV);
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor e eficaz) (kV).

Do enrolamento de tensão superior

- Tensão máxima (valor eficaz) (kV);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) (kV);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista) (kV);
- Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min (valor eficaz) (kV).

Do terminal de neutro

- Tensão suportável nominal à frequência industrial (valor eficaz) (kV);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de crista) (kV).

- i) Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, medida pelo método de variação de resistência (°C);
- j) Limite de elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos (°C);
- k) Limite de elevação de temperatura do óleo, medida próxima à parte superior do tanque (°C);
- l) Limite de elevação de temperatura das partes metálicas em contato com ou adjacentes à isolação sólida (°C)
- m) Impedância de curto-circuito na base 23 MVA ou 16 MVA e 230 kV – 6,9 kV -85°C 13 (%)

n) Potência de curto-circuito trifásico:

- Do lado de baixa tensão(MVA);
- Do lado de alta tensão (MVA).

o) Perdas (base de 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 50% de carga para derivações do secundário de:

- $(U_n - 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n - 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- 230 kV $(U_n) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W).$

p) Perdas (base 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 75% de carga para derivações do secundário de:

- $(U_n - 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n - 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- 230 kV $(U_n) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W).$

q) Perdas (base 23 MVA ou 16 MVA) em carga à temperatura de 85°C, com 100% de carga para derivações do secundário de:

- $(U_n - 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n - 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- 230 kV $(U_n) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 1 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W);$
- $(U_n + 2 \times 2,5\%) \dots\dots\dots(W).$

r) Perdas em vazio:

- A tensão nominal.....(W);

- A 110% da tensão nominal.....(W).
- s) Corrente de excitação - base 23 MVA ou 16 MVA
 - A tensão nominal.....(A);
 - A 110% da tensão nominal.....(A).
 - Apresentar a curva típica de saturação do núcleo, indicando o knee point, informar o método que foi usado para determinar a curva e o valor da reatância do núcleo – ref.
- t) Nível de ruído audível.....(dB);
- u) Ligação dos enrolamentos;
 - Deslocamento angular.
- v) Tipo de isolamento:
 - No enrolamento de tensão superior;
 - No enrolamento de tensão inferior.
- w) Material condutor dos enrolamentos;
- x) Tipo de núcleo
 - Pressão suportável no tanque, com óleo(kPa);
 - Suportabilidade ao vácuo no tanque(kPa);
 - Método de resfriamento segundo NBR-5356.

7.1.3 Buchas de Tensão Inferior

- Tipo;
- Tensão nominal.....(kV);
- Corrente nominal(A).

7.1.4 Buchas de Tensão Superior

- Tipo;
- Tensão nominal.....(kV);
- Corrente nominal(A);
- Tensão suportável nominal à frequência industrial a seco (valor eficaz).....(kV);

- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista)(kV).

7.1.5 Bucha de Neutro

- Tipo;
- Tensão nominal (kV);
- Corrente nominal (A).

7.1.6 Transformador de Corrente tipo Bucha

a) Transformador para bucha de neutro

- Quantidade por bucha
- Corrente nominal primária (A);
- Relação de transformação
- Carga nominal primária (A);
- Carga nominal secundária (A);
- Classe de exatidão;
- Fator térmico.

b) Intervalo de tempo entre curto-circuito e saturação do núcleo do TC (ms).

7.1.7 Sistema de Resfriamento

a) Radiadores

- Tipo;
- Quantidade;
- Capacidade de troca de calor por radiador/ventilador (kW).

b) Ventiladores

b1) Quantidade;

b2) Vazão nominal de cada ventilado (m³/h).

c) Motores dos Ventiladores

c1) Tensão (V);

c2) Grau de proteção.

7.1.8 Garantias de desempenho para o fornecimento e penalizações

7.1.9 Garantias

Fornecedor deverá garantir o previsto em 7.1 - Características Garantidas, com referência ao desempenho dos Transformadores. Caso as perdas não satisfaçam os valores garantidos, comprovados durante os ensaios de perdas a ser realizado em fábrica, a CONTRATADA deverá efetuar as alterações no sentido de atendê-las, para todos os transformadores, sob pena de sofrer as penalizações que serão previstas no contrato.

7.2 DADOS TÉCNICOS

7.2.1 Geral

Quaisquer alterações dos dados técnicos discriminados a seguir, que venham a ser consideradas necessárias, depois da aceitação desta Proposta, para que o CONTRATADO forneça os equipamentos e os materiais de acordo com os Documentos de Contrato, estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE e de modo algum eximirão o CONTRATADO de sua obrigação de fornecer os transformadores e suas partes nas condições contratadas.

7.2.2 Transformadores Abaixadores

- a) Descrição resumida do transformador, partes principais, seus acessórios, instrumentação e sistemas auxiliares ref;
- b) Normas utilizadas para fabricação e ensaios dos transformadores ABNT;
- c) Resistência a 65°C:
 - Enrolamento primário - tape 241,25 Kv..... (ohms);
 - Enrolamento secundário (derivação correspondente à tensão nominal) (ohms).
- d) Dimensões
 - Altura (para transporte)..... (mm);
 - Largura (para transporte)..... (mm);
 - Comprimento (para transporte)..... (mm);
 - Altura para levantamento da parte ativa..... (mm);
 - Desenho em planta com uma vista lateral, com todas as dimensões principais, incluindo a posição das buchas de AT e BT no transformadorref;
 - Desenho com dimensões, mostrando apoios para macacos e na base definitiva ..ref;
 - Desenho da gôndola para transporte, mostrando dimensões e raios mínimos de

manobraref.

e) Massas:

- Transformador com óleo (sem radiadores) (kg);
- Para levantamento da parte ativa (kg);
- Peça mais pesada para transporte (kg).

f) Quantidade de óleo:

- No tanque (kg);
- No conservador (kg);
- Total (inclusive para buchas e radiadores)..... (kg).

g) Características do material do núcleo

h) Tanque:

- Material;
- Espessura da chapa (mm).

i) Suportabilidade ao vácuo:

- Radiadores (Pa);
- Conservador (Pa).

7.2.3 Buchas de Tensão Superior

- Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas;
- Distância de escoamento..... (mm);
- Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente .. (N);
- Volume de óleo utilizado por bucha (litros);
- Massa da bucha com óleo (kg);
- Desenho da bucha com dimensões ref.

7.2.4 Buchas de Tensão Inferior

- Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas;
- Capacitância entre terminal e terra (pF);

- Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente .. (N);
- Volume de óleo utilizado por bucha(litros);
- Massa da bucha com óleo (kg);
- Descrição completa da bucha ref;
- Desenho da bucha com dimensões ref.

7.2.5 Bucha de Neutro

- Normas utilizadas para fabricação e ensaios das buchas;
- Distância de escoamento..... (mm);
- Força máxima a ser aplicada com segurança no topo da bucha transversalmente (N);
- Desenho da bucha com dimensões ref.

7.2.6 Transformador de Corrente tipo Bucha

- Normas utilizadas para fabricação e ensaios dos transformadores de corrente;
- Curva de excitação secundária ref;
- Transformador para bucha de neutro:
 - Resistência do secundário na derivação de maior corrente a 75°C.....(ohms);
 - Corrente térmica nominal (I_{tn}) dos TC(A);
 - Corrente dinâmica nominal dos TC(kA).

7.2.7 Sistema de Resfriamento

- Normas utilizadas para fabricação e ensaios do sistema de resfriamento;
- Descrição resumida do sistema de resfriamento ref;
- Radiadores:

Dimensões para transporte:

- Largura (mm);
- Comprimento (mm);
- Altura (mm);
- Massa (kg);

- Volume de óleo em cada radiador(litros);
- Descrição completa dos radiadores ref;
- Desenhos detalhados dos radiadores com dimensões ref;
- Ventiladores:
 - Tipo;
 - Potência nominal do motor(kW).

7.3 CRONOGRAMAS

Os Cronogramas deverão ser apresentados em forma de barras, completos, abrangendo todas as atividades, considerando as exigências e necessidades do empreendimento.

O cronograma de Projeto, Fabricação e Montagem deve levar em consideração todas atividades, iniciando na data de assinatura do contrato e indicando o tempo esperado para ter todos os desenhos aprovados, fabricação, suprimento de matérias-primas e componentes, ensaios, preparo para transporte e transporte até a obra e todas as atividades da montagem na obra dos transformadores e incluir a mão-de-obra necessária ref.