



**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 POTENCIAL***

**1230-EST-2801-60-08-013-R02**

**RECIFE-PE**

**C O N S Ó R C I O**

**TECHNE • PROJETEC • BRLi**

**Maio - 2008**



**PROJETEC**





**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 2***

# **TRANSFORMADOR DE POTENCIAL**

1230-EST-2801-60-08-013-R02  
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O



TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Maio – 2008**



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>OBJETO E OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Subestação E1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Subestação E2.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.3</b>	<b>Subestação E3.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.4</b>	<b>Subestação E4.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.5</b>	<b>Subestação E5.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.6</b>	<b>Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.7</b>	<b>Embalagem e Transporte .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.8</b>	<b>Documentação.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.9</b>	<b>Ensaaios .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>NORMAS E UNIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3</b>	<b>MATERIAIS.....</b>	<b>6</b>
<b>4.4</b>	<b>QUALIDADE DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.5</b>	<b>INTERCAMBIABILIDADE.....</b>	<b>7</b>
<b>4.6</b>	<b>FONTES AUXILIARES.....</b>	<b>7</b>
<b>4.7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TPC-242 kV .....</b>	<b>7</b>
<b>4.8</b>	<b>PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>9</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Proteção através de Pintura.....</b>	<b>9</b>
<b>4.8.3</b>	<b>Proteção através de galvanização.....</b>	<b>10</b>
<b>4.8.4</b>	<b>Proteção através de Galvanização e Pintura.....</b>	<b>11</b>
<b>4.8.5</b>	<b>Informações Complementares.....</b>	<b>11</b>
<b>4.8.6</b>	<b>Cor .....</b>	<b>11</b>
<b>4.8.7</b>	<b>Durabilidade.....</b>	<b>11</b>
<b>4.8.8</b>	<b>Tropicalização .....</b>	<b>11</b>
<b>4.9</b>	<b>INSTRUÇÕES PARA EMBALAGEM E TRANSPORTE .....</b>	<b>12</b>
<b>4.9.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>12</b>
<b>4.9.2</b>	<b>Procedimentos para Embalagem e Transporte.....</b>	<b>12</b>
<b>4.10</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....</b>	<b>13</b>
<b>4.10.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>13</b>
<b>4.10.2</b>	<b>Detalhes Gerais de Construção .....</b>	<b>13</b>
<b>4.10.3</b>	<b>Capacitores.....</b>	<b>14</b>

4.10.4	Unidade Eletromagnética .....	15
4.10.5	Invólucro de Porcelana.....	15
4.10.6	Caixas Terminais.....	15
4.10.7	Terminais de Alta Tensão.....	16
4.10.8	Ligações a Terra.....	16
4.10.9	Terminais de Baixa Tensão .....	16
4.10.10	Esforços .....	17
4.10.11	Óleo .....	17
4.10.12	Ferromagnetismo.....	17
4.11	PEÇAS, ACESSÓRIOS E PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO.....	17
4.11.1	Acessórios .....	17
4.11.2	Placas de identificação.....	18
5.	INSPEÇÃO E ENSAIOS .....	19
5.1	GERAL .....	19
5.2	ENSAIOS DE ROTINA .....	20
5.3	ENSAIO DE TIPO.....	20
5.4	ENSAIOS DE ÓLEO.....	22
5.5	FALHAS NOS ENSAIOS .....	22
6.	INFORMAÇÕES TÉCNICAS .....	22
6.1	GERAL .....	22
6.2	DADOS DE FABRICAÇÃO .....	22
6.3	DADOS GERAIS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVOS .....	22
6.4	DADOS DE ENSAIOS.....	23
6.5	DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS.....	23

## 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 de potencial capacitivos, 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 de potencial capacitivos.

### 1.1 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO

#### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 07 (sete) transformadores de potencial capacitivos (TPC), monofásicos, 242 kV, com 02 (dois) enrolamentos, relação nos dois enrolamentos  $230000/\sqrt{3}$ -115-115/ $\sqrt{3}$  V, classes de precisão 0,6 WXYZ para proteção e 0,3 wxy para medição, fornecidos com todos os acessórios especificados.

#### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 10 (dez) transformadores de potencial capacitivos (TPC), monofásicos, 242 kV, com 02 (dois) enrolamentos, relação nos dois enrolamentos  $230000/\sqrt{3}$ -115-115/ $\sqrt{3}$  V, classes de precisão 0,6 WXYZ para proteção e 0,3 wxy para medição, fornecidos com todos os acessórios especificados.

#### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 10 (dez) transformadores de potencial capacitivos (TPC), monofásicos, 242 kV, com 02 (dois) enrolamentos, relação nos dois enrolamentos  $230000/\sqrt{3}$ -115-115/ $\sqrt{3}$  V, classes de precisão 0,6 WXYZ para proteção e 0,3 wxy para medição, fornecidos com todos os acessórios especificados.

#### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 10 (dez) transformadores de potencial capacitivos (TPC), monofásicos, 242 kV, com 02 (dois) enrolamentos, relação nos dois enrolamentos  $230000/\sqrt{3}$ -115-115/ $\sqrt{3}$  V, classes de precisão 0,6 WXYZ para proteção e 0,3 wxy para medição, fornecidos com todos os acessórios especificados.

### **1.1.5 Subestação E5**

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 07 (sete) transformadores de potencial capacitivos (TPC), monofásicos, 242 kV, com 02 (dois) enrolamentos, relação nos dois enrolamentos 230000/ $\sqrt{3}$ -115-115/ $\sqrt{3}$  V, classes de precisão 0,6 WXYZ para proteção e 0,3 wxy para medição, fornecidos com todos os acessórios especificados.

### **1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais de Alta Tensão**

### **1.1.7 Embalagem e Transporte**

O fornecimento inclui as embalagens e os serviços de transporte de todos os equipamentos, materiais e acessórios, a partir dos respectivos locais de origem, no Brasil ou no exterior, até o local da Obra.

### **1.1.8 Documentação**

O fornecimento incluir o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

### **1.1.9 Ensaios**

O fornecimento inclui a execução, as custos do CONTRATADO, os ensaios conforme especificado, em fábrica e/ou laboratório independente.

## **1.2 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS EXCLUÍDOS DO FORNECIMENTO**

- Fundações e bases de concreto;
- As interligações elétricas e eletrodutos externo ao equipamento;
- Cabo de aterramento dos transformadores de potencial capacitivo.

## **2. NORMAS E UNIDADES**

Exceto quando especificado de outra forma os equipamentos e seus componentes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as Normas e Publicações aplicáveis das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ANSI - American National Standards Institute;
- IEC - International Electrotechnical Commission;
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
- ASTM - American Society for Testing and Materials;
- AWS - American Welding Society.

O proponente deverá indicar claramente em sua proposta por qual ou quais normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

Todos os dados e dimensões deverão ser apresentados no Sistema Internacional de Unidades.

### **3. DOCUMENTOS PARA APROVAÇÃO**

#### **3.1 DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS**

O CONTRATADO deverá enviar para aprovação os desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento incluindo, mas 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. Este cronograma deverá seguir padrão a ser definido pela CONTRATANTE, deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento.

##### **b) Lista de Documentos**

Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos.

##### **c) Cronograma de Fabricação e Fornecimento**

Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios.

##### **d) Desenhos de Arranjo Geral**

Desenhos de Conjunto, indicando a relação dos componentes, materiais e acessórios do equipamento principal, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.

##### **e) Diagramas Elétricos**

Desenhos contendo todos os dados relativos à parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, características dos componentes, etc.

##### **f) Relatórios de Ensaios**

Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados, a quantidade e o número de série dos equipamentos ensaiados. O relatório propriamente dito deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.



#### g) Desenhos de Transporte

Desenhos indicando a massa, 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.

#### h) 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:

- 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 e aparelhos de medição necessários para cada etapa;
- Programa de ensaio, detalhando a sequência 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.

#### i) 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 e 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.

j) 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.

## **4. REQUISITOS TÉCNICOS**

### **4.1 OBJETIVO**

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

### **4.2 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.

### **4.3 MATERIAIS**

Todos os materiais deverão ser da melhor qualidade técnica, isentos de defeitos e imperfeições, novos e de fabricação recente e de classificação e categoria indicadas nos Documentos de Projeto. Os materiais não especificamente descritos deverão ser os mais apropriados para os fins a que se destinam e deverão atender as últimas Especificações aplicáveis da American Society for Testing and Materials (ASTM) ou outras Normas equivalentes aprovadas.

Todos os materiais, peças e montagem das mesmas, a serem utilizados no fornecimento, salvo onde especificados em contrário, deverão ser ensaiados de conformidade com as exigências das Normas aplicáveis da ABNT, ANSI, IEC, NEMA ou ASTM, ou com o melhor e mais moderno método técnico aprovado para o tipo e classe específicos do serviço.

### **4.4 QUALIDADE DE EXECUÇÃO**

- A execução deverá ser da mais alta qualidade e de acordo com a melhor e mais moderna prática de fabricação de equipamentos de alta qualidade, independentemente de quaisquer omissões das presentes Especificações Técnicas. Deverá haver o maior grau possível de intercambiabilidade entre as

peças;

- As peças a serem soldadas deverão ser cortadas rigorosamente no tamanho adequado, suas arestas aparadas, cortadas a maçarico ou usinadas, de modo a satisfazer o tipo de soldadura exigido e a permitir a penetração da solda;
- As peças a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa ou outros materiais estranhos, a uma distância de 50 mm das arestas preparadas para a solda. Todas as soldas deverão ser executadas pelo método do arco elétrico, de acordo com a Standar Qualification Procedure da AWS, ou Norma equivalente aprovada, e todos os soldadores designados para o serviço deverão estar devidamente qualificados de acordo com a AWS ou Norma equivalente.

#### 4.5 INTERCAMBIABILIDADE

Todos os equipamentos de mesmo tipo e valores nominais deverão ser física e eletricamente intercambiáveis. Pequenas partes e dispositivos, sempre que possível, deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

#### 4.6 FONTES AUXILIARES

São disponíveis, quando for necessário, as seguintes tensões, com respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento:

- 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores;
- 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase-terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e/ou eventualmente tomadas.

#### 4.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TPC-242 kV

a) Tensões nominais:

- Tensão nominal do sistema (fase-fase, kV-eficaz) ..... 230;
- Tensão máxima de operação contínua (fase-fase, kV-eficaz) ..... 242.

b) Frequência nominal (Hz) ..... 60;

c) Neutro do sistema ..... Estrela efetivamente aterrada;

d) Polaridade ..... subtrativa;

e) Ligação do enrolamento primário ..... fase-terra;

f) Níveis de isolamento nominais:

- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista):
  - Onda plena (kV) ..... 850;

- Onda cortada, 03 (três) microseg (kV) ..... 935.
- Tensão suportável, 60 Hz, 01 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz)..... 360;
- Tensão suportável, 60 Hz, 01 (um) minuto entre os enrolamentos secundários e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz) ..... 2,5;
- Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz)... 154;
- g) Tensão máxima de rádio interferência à tensão fase-terra de 154 kV-rms (microvolt)..... 250;
- h) Nível máximo de descargas parciais internas à tensão fase-terra de 154 kV-eficaz (pC) ..... 10;
- i) Número de enrolamentos secundários:
  - Para proteção ..... 01;
  - Para medição ..... 01.
- j) Relação de transformação .....  $230000/\sqrt{3}-115-115/\sqrt{3}$  V;
- k) Ligação dos enrolamentos secundários ..... estrela aterrado;
- l) Classe de exatidão e cargas:

Classe de exatidão (Norma ANSI) e cargas nominais:

- Enrolamento de proteção ( $230000/\sqrt{3}-115-115/\sqrt{3}$  V) ..... 0,6 wxyz;
- Enrolamento de medição ( $230000/\sqrt{3}-115-115/\sqrt{3}$  V)..... 0,3 wxy.

As classes de exatidão acima devem ser mantidas para:

- Variação de tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema. Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPC deve atender a classe de exatidão definida pela Norma ANSI.

Variação de frequência:

- Para enrolamento de medição mais ou menos ..... 0,6 Hz;
- Para enrolamento de proteção mais ou menos ..... 1,8 Hz.

Variação de temperatura de - 10 C a + 40 C:

- Variação da carga de 0,0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência..... 0,85 (indutivo);
- Carga total simultânea de..... 275 VA.

- m) Distância mínima de escoamento (mm/kV) ..... 23;

- n) Fator nominal de tensão (Norma IEC public. 186) ..... 1,5/30 seg;
- o) Fator de potência (% a 20°C):
- TPI..... 1,0;
  - Coluna Capacitiva ..... 0,5.
- p) Corrente máxima de alta frequência do capacitor de acoplamento (IEC-358) (A)  
 ..... 1,0;
- q) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40°C a potência  
 térmica nominal e com fator nominal de tensão contínuo (°C):
- Óleo..... 55;
  - Enrolamento ..... 55;
  - Ponto mais quente..... 65.

#### **4.8 PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO**

##### **4.8.1 Geral**

Os equipamentos a serem fornecidos segundo estas especificações deverão receber um dos seguintes tratamentos:

- Pintura;
- Galvanização;
- Galvanização e Pintura.

O CONTRATADO deverá estabelecer em sua proposta qual dos tratamentos especificados, será utilizado em cada parte metálica de seu equipamento.

##### **4.8.2 Proteção Através de Pintura**

###### **a) Preparo de superfícies para pintura**

- As superfícies de aço carbono, latão, bronze, alumínio, etc deverão ser previamente limpas com solventes, para remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação;
- Nas superfícies de aço carbono deve proceder jateamento abrasivo conforme Norma NBR 7348, para retirar toda a carepa de laminação, óxidos e impurezas estranhas, tais como: crostas, rebarbas e saliências. Resultando num grau de preparação de superfícies Sa 2 ½ conforme SIS 05 59 00 e num perfil de rugosidade médio de 50 micrômetros.

###### **b) Pintura**

- O preparo de superfície e aplicação da tinta de fundo deve ocorrer dentro da

mesma jornada de trabalho. Durante aplicação das tintas, a umidade relativa do ar não deverá ser superior a 80%. Em nenhuma hipótese poderá ser aplicada tinta sobre superfícies úmidas. Deverão ser obedecidas todas as especificações técnicas de preparação e aplicação, recomendadas pelo fabricante das tintas utilizadas;

- O valor da aderência do esquema de pintura deve ser classificado entre Yo, Xo e Y1, X1 conforme ABNT MB 985.

- **Tinta de fundo**

Descrição da tinta:

- Tinta de fundo a base de epóxi-poliâmida pigmentada com óxido de ferro;
- Número de demãos ..... 01 (uma);
- Espessura por demão ..... 100 micrômetros.
- Cor.....Vermelho óxido

- **Tinta de acabamento**

Descrição da tinta:

- Tinta de acabamento a base de resina poliuretano-alifático com propriedade de retenção de cor e brilho;
- Número de demãos ..... 02 (duas);
- Espessura por demão..... 35 (trinta e cinco) micrômetros;
- Cor ..... Cinza-claro Ref. Munsel N-6,5.

#### **4.8.3 Proteção Através de Galvanização**

##### **a) Preparo de superfície**

As superfícies metálicas de aço carbono deverão seguir os mesmos processos descritos no item 4.8.2 desta Especificação Técnica.

##### **b) Galvanização**

- Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser zincados a quente de acordo com a norma ASTM-A-153, com exceção de arruelas de pressão, que deverão ser zincadas em banho eletrolítico;
- Perfis, chapas, barras e fitas de aço forjado, deverão ser zincadas a quente, de acordo com a norma ASTM-A-123;
- A zincagem das superfícies metálicas dos equipamentos somente deverá ser realizada após a conclusão dos tratamentos mecânicos de conformação e

usinagem;

- A espessura total da zincagem deverá ser de 70 micrômetros, distribuída uniformemente na superfície das chapas.

#### **4.8.4 Proteção Através de Galvanização e Pintura**

Quando a superfície a ser pintada é galvanizada ou de metais não ferrosos, deverá ser aplicado primer condicionador de aderência seguido do esquema de pintura descrito no item 4.8.2b desta Especificação Técnica.

Descrição:

- Primer condicionador de aderência à base de resina epóxi-isocianeto alifático, pigmentado com óxido de ferro;
- Número de demãos .....01 (uma);
- Espessura por demão..... 20 (vinte) micrômetros;
- Cor ..... Vermelho Óxido.

#### **4.8.5 Informações Complementares**

Todas as superfícies usinadas ou polidas, que pelo projeto não devam sofrer revestimento protetor (zincagem e/ou pintura) deverão ser rigorosamente limpas, revestidas com composto antioxidante facilmente removível e protegidas contra avaria até sua instalação.

As partes móveis, tais como dobradiças e outras, onde o revestimento protetor da superfície poderá descascar ou ser arranhado, deverão ser feitas em aço inoxidável ou materiais tais como: bronze, latão, alumínio, etc.

A pintura deverá ser concluída na fábrica, de forma que apenas retoques eventuais sejam efetuados no campo. A pintura deverá ser de tal qualidade que qualquer retoque no campo possa ser feito sem o uso de equipamentos especiais.

#### **4.8.6 Cor**

- Os equipamentos para instalação externa deverão ser pintados, na cor cinza claro, notação Munsell N6,5;
- Na parte interna dos tanques que é pintada, esta deve ser na cor branca, notação Munsell N9,5.

#### **4.8.7 Durabilidade**

O esquema de pintura aplicado deverá resistir a um período de 10 (dez) anos.

#### **4.8.8 Tropicalização**

O equipamento a ser fornecido segundo estas Especificações, deverá ser apropriado para o serviço e armazenagem com condições tropicais descritas no item 4.2 desta



## Especificação Técnica.

Um verniz especial resistente à umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes sujeitas ou favoráveis à formação de meio de cultura de fungos, devido à presença ou deposição de substâncias nutrientes, isto inclui os seguintes materiais: linho, nitrato de celulose, celulose regenerada, madeira não tratada, juta, materiais plásticos (empregando algodão, linho e serragem, como incorporantes) couro, cortiça, papel, papelão, fibras orgânicas, feltros orgânicos e outros produtos de origem animal ou vegetal em geral.

O verniz não deverá ser aplicado em qualquer superfície ou peças onde o tratamento interferirá na operação ou desempenho do equipamento.

Os resistores de aquecimento deverão ser fornecidos em quantidades e potência para minimizar a condensação em todos os compartimentos (tensão de alimentação 220 VCA).

## **4.9 INSTRUÇÕES PARA EMBALAGEM E TRANSPORTE**

### **4.9.1 Geral**

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, transbordo, trânsito por estradas não pavimentadas, armazenamento prolongado, exposição à umidade e a possibilidade de roubo. Essa embalagem deverá estar de acordo com os requisitos mínimos descritos abaixo sem a eles se limitar necessariamente. 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.

### **4.9.2 Procedimentos para Embalagem e Transporte**

- As caixas, engradados e estrados deverão ser construídos de modo adequado às necessidades do embarque, e cintados com fita de aço, nylon ou similar. A madeira usada deverá ser de bitola adequada à carga, isenta de falhas e bem seca;
- O equipamento pesado e/ou suas partes, quando não dispuserem de alças próprias para suspensão ou estas não forem utilizadas, deverão ser colocados e aparafusados sobre estrado devidamente reforçado para suportar e evitar empenos nas peças. Os equipamentos para instalação ao tempo, poderão ser embalados em engradados ou caixas abertas. Todas as aberturas como das válvulas ou outras, rosqueadas ou não, deverão ser protegidas contra danos, poeira ou água a que estarão sujeitas durante o transporte e armazenamento;
- Os itens deverão ser separados e embarcados em fardos com até 06 (seis) metros de comprimento;
- A massa de cada fardo não deverá ultrapassar 1.500 kg e sempre que praticável as extremidades deverão ser protegidas;
- 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 serão simplesmente acondicionados em caixotes. Cada caixote deverá conter somente material de um único tipo e exibir na parte externa, marcação que identifique o tipo e quantidade do material ali contido;

- As porcas deverão vir atarraxadas nos respectivos parafusos;
- No caso de mercadorias suscetíveis a 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. Estes procedimentos são obrigatórios e imprescindíveis no caso de haver transporte marítimo;
- Deverá ser dada proteção especial às peças frágeis que deverão ser embrulhadas em almofadas crepe-celulósicas 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.

#### **4.10 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

##### **4.10.1 Geral**

Estas Especificações Técnicas fixam os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de potencial capacitivo, objeto desse fornecimento.

##### **4.10.2 Detalhes Gerais de Construção**

- a) O conjunto formado pelo equipamento e acessórios, deverá ser auto- suportante para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte do tipo pedestal;
- b) As chaves de aterramento, as bobinas de reatância e os centelhadores, para o transformador de potencial deverão ser fornecidos dentro do armário. A chave de aterramento deverá ser claramente identificada e deverá ter uma indicação de suas posições, com os dizeres “aberto” e “aterrado”;
- c) Se o enrolamento primário do transformador de potencial tiver uma tensão nominal superior a 4 kV, o transformador deverá ser contido por um recipiente de óleo, hermeticamente selado, completo com todos os dispositivos necessários para permitir o enchimento, a drenagem e amostragem do óleo no campo. Um dispositivo de indicação do nível do óleo deverá ser fornecido para o TPI bem como para as colunas capacitivas;
- d) A base do armário de aço deverá ser fornecida com olhais ou alças para içamento do equipamento completo. Deverá haver pontos para içamento do divisor de tensão capacitivo separadamente;
- e) Cada transformador de potencial capacitivo deverá ser do tipo, que utiliza um divisor de tensão capacitivo e uma unidade eletromagnética. Cada divisor de

tensão capacitivo será composto de um número de elementos capacitivos, ligados em série, no interior de um ou mais isoladores de porcelana;

- f) As unidades capacitivas com invólucro de porcelana serão montadas em série, sobre o armário de aço, que contém o transformador (transformador de potencial) e todos os dispositivos necessários de compensação, amortecimento e proteção, requeridos para operação segura, durante a ocorrência de sobretensões de manobra e defeitos no sistema e para a supressão dos efeitos de ferroressonância. A unidade eletromagnética deverá ser ligada entre o terminal intermediário e o terminal de terra do divisor de tensão capacitivo;
- g) Cada elemento capacitivo deverá ter uma placa de identificação, indicando sua capacitância em microfárad. A unidade eletromagnética do equipamento deverá ser ajustada numa faixa de variação, tal que, dentro das tolerâncias estabelecidas, as unidades capacitivas possam ser intercambiadas ao longo da coluna (exceção feita à unidade capacitiva de baixo) e manter a precisão total ao valor original;
- h) Os circuitos secundários cujos terminais tenham a mesma polaridade do terminal de alta tensão deverão ser fornecidos com fusíveis montados na base do transformador de potencial capacitivo. Estes fusíveis deverão ser utilizados para assegurar a continuidade de serviço de um enrolamento secundário, quando no circuito de outro enrolamento ocorrer um curto-circuito, assim como proteger o transformador de potencial capacitivo e os circuitos a ele ligados, de danos durante um curto-circuito secundário;
- i) Os transformadores de potencial capacitivos deverão incluir dispositivos de alívio de pressão, para prevenir pressão excessiva dentro da porcelana, no caso de ocorrer um defeito interno, onde a produção de gás é intensa. Para compensar a pressão interna, devido à variação de temperatura é permitido fornecer um tipo de câmara com nitrogênio pressurizado, desde que as juntas de vedação fiquem abaixo do nível mínimo de óleo;
- j) Deverão ser adotadas medidas destinadas a total supressão dos efeitos de ferroressonância, bem como a ter uma boa resposta aos transitórios, tais que satisfaçam as condições dos itens 42 e 43 da publicação 186A da IEC;
- k) Salienta-se que o Sistema de Transmissão é equipado com dispositivo de religamento de alta velocidade com as seguintes características:
  - 230kV;
  - Religamento ..... mono e Tripolar;
  - Tempo min. Religamento .....0,4s.

#### 4.10.3 Capacitores

As unidades capacitivas deverão constituir-se de elementos empilhados e equipados com contatos para ligação em série.

#### **4.10.4 Unidade Eletromagnética**

Cada divisor capacitivo de potencial deverá possuir dois enrolamentos secundários, tendo cada um deles dupla relação obtida por meio de uma derivação no enrolamento secundário, de maneira que o terminal de não polaridade do enrolamento seja o terminal comum.

Os requisitos de exatidão especificados deverão ser obtidos em quaisquer condições de carga especificada, Características Técnicas e que seja no enrolamento total ou derivação.

#### **4.10.5 Invólucro de Porcelana**

- Cada isolador de porcelana, contendo um conjunto de elementos capacitivos ligados em série deverá constituir-se em uma peça única;
- O isolador de porcelana deverá ser um conjunto completo e uma unidade selada, capaz de ser substituída no campo, sem ocorrer desgaseificação ou remoção do líquido isolante;
- O topo do tanque do transformador de potencial capacitivo, com a respectiva vedação, poderá ser usado para selar o fundo do isolador de porcelana mais baixo, entretanto, o líquido isolante destes dois conjuntos deverá ser separado;
- Deverão ser usados flanges de metal para interligar os isoladores de porcelana e para fixar o isolador mais baixo à base do tanque. Juntas cimentadas não são aceitáveis;
- A porcelana deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, livre de cavidades por laminação, defeitos, ser bem vitrificada e impermeável à umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor, livre de bolhas, rebarbas e outros defeitos. A cor do verniz deverá ser marrom.

#### **4.10.6 Caixas Terminais**

- As caixas terminais deverão ser fabricadas em chapa de aço de bitola com espessura não inferior a 1,9 mm (nº 14 MSG);
- As caixas terminais deverão ser providas com uma cobertura ou com uma porta vedada com gaxeta, à prova de tempo e a prova de pó. Um ferrolho ou outro dispositivo apropriado deverá ser fornecido para utilização com cadeado;
- Todas as caixas terminais deverão ser projetadas para a entrada de conduítes pelo fundo. Nestes locais terão chapas removíveis com vedação para furação no campo. As caixas deverão ser projetadas com ampla folga, para evitar interferência entre a fiação e os acessórios montados próximos a caixa;
- Uma barra de terra apropriada ou um parafuso de terra deverá ser incluído dentro das caixas terminais, com finalidade de aterramento;
- As caixas terminais deverão ser equipadas com resistor de aquecimento e termostato de controle, para evitar umidade excessiva. Cada resistor deverá ser

protegido por um fusível adequado.

#### **4.10.7 Terminais de Alta Tensão**

- Cada transformador de potencial capacitivo deverá ser fornecido com terminais chatos de 04 (quatro) furos, segundo recomendações das Normas NEMA, posição vertical na sua parte superior;
- Os transformadores de Potencial Capacitivo deverão ser fornecidos com conectores terminais retos, em liga de Alumínio, barra chata 04 (quatro) furos NEMA e um cabo CAA 636MCM GROSBEAK, livres de corona para 230 kV;
- Os conectores de alta tensão serão de alumínio. Por conseguinte, onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas de modo que qualquer deterioração destas conexões seja a mínima, ou que não fiquem submetidas a esforços;
- Os terminais de alta tensão dos TPCS poderão ser fornecidos com proteção anticorona, se necessário.

#### **4.10.8 Ligações a Terra.**

##### **a) Aterramento da coluna capacitiva.**

O terminal de baixa tensão (da coluna capacitiva) deverá ser aterrado no lado externo da caixa de terminais. Para tanto, deverá haver um parafuso de terra e um dispositivo de conexão junto à bucha de entrada do terminal de baixa tensão.

##### **b) Aterramento de TPI**

O terminal do neutro (isolação 2.500 volts, eficaz) do primário do transformador de potencial intermediário deverá ser firmemente aterrado em uma posição visível e acessível.

##### **c) Aterramento das caixas de terminais**

Todas as caixas de terminais deverão ser firmemente aterradas ao tanque do TPI.

##### **d) Aterramento do TPC**

Um terminal de cobre, provido de um conector tipo grampo de bronze deverá ser fornecido no tanque do TPI, para fins de aterramento do TPC. O conector deverá ser apropriado para cabo de bitola variando de 67 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) a 127 mm<sup>2</sup> (250 MCM). Este terminal de aterramento do TPC deverá ser fornecido com 04 (quatro) furos e os espaçamentos entre eles deverão estar de acordo com as normas NEMA.

##### **e) Todas as interligações, exceto "Aterramento do TPC", deverão ser providas pelo fabricante.**

#### **4.10.9 Terminais de Baixa Tensão**

Todos os enrolamentos secundários do TPC deverão ser levados através de buchas com conexões sem solda, as régua terminais embutidas em caixas à prova de tempo, adequadas para receber cabos com terminais tipo olhal. Estas régua

terminais deverão ser identificadas com caracteres alfanuméricos.

#### **4.10.10 Esforços**

- Os transformadores de potencial capacitivos deverão suportar uma carga aplicada (Cantilever) no topo do equipamento e normal ao eixo do isolador de porcelana correspondente de 2.000N;
- O terminal de alta tensão do TPC deverá suportar uma carga vertical de 1.000N;
- O terminal de alta tensão do TPC deverá suportar uma carga horizontal de 1.400N.

#### **4.10.11 Óleo**

- O óleo isolante deverá ser de base naftênica e atender a NORMA CNP-18/85, tipo A do Conselho Nacional do Petróleo;
- O óleo deverá ser do tipo mineral, livre de inibidores;
- O óleo deverá ser de tipo facilmente encontrado no Brasil.

O CONTRATADO deverá informar na Proposta as características físicas, químicas e elétricas do(s) óleo(s) proposto(s).

#### **4.10.12 Ferorressonância**

Deverão ser fornecidos dispositivos para garantir o seguinte desempenho quanto à ferorressonância:

- Com 120% da tensão nominal e carga próxima de zero, decorridos dez ciclos da frequência nominal após a aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a crista da tensão secundária não deverá desviar-se mais que 10% do seu valor imediatamente anterior à aplicação do curto-circuito;
- Com 150% da tensão nominal e carga próxima de zero, após aplicação e remoção repentina de curto-circuito nos terminais secundários, a ferorressonância não deverá ser sustentada por mais de 2 segundos.

### **4.11 PEÇAS, ACESSÓRIOS E PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO.**

#### **4.11.1 Acessórios**

Cada Transformador de Potencial Capacitivo deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Chave de aterramento para aterrar o primário do transformador de potencial;
- Centelhador ou pára-raios para o transformador de potencial;
- Terminais de alta tensão e respectivos conectores;
- Placas de identificação e diagramática;

- Anéis de corona, caso requeridos pelo projeto;
- Olhais ou alças para içamento;
- Caixa de terminal;
- Terminal(s) de aterramento e respectivo(s) conector (es);
- Óleo;
- Dispositivos de leitura de nível de óleo;
- Centelhador ou pára-raios para bobina de drenagem;
- Dispositivo de alívio de pressão;
- Câmara de expansão do óleo no topo da bucha.

#### **4.11.2 Placas de Identificação**

Placas de Identificação de aço inoxidável de bronze fundido, ou latão não submetido à corrosão deverão ser instaladas em todos os equipamentos. Elas 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.

A placa de identificação deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- A expressão “Transformador de Potencial Capacitivo”;
- Nome do Fabricante;
- Ano de fabricação;
- Número de série;
- Tipo ou modelo;
- Uso interno ou externo;
- Norma e ano de sua edição;
- Frequência nominal;
- Tensão máxima do equipamento;
- Nível de isolamento;
- Fator de sobretensão contínuo;
- Fator de sobretensão contínuo e por 30 s;
- Capacitâncias primárias (C1), secundária (C2) e total (Ct);



- Relações nominais;
- Tensões secundárias nominais (Usec);
- Exatidão, classe e carga;
- Carga de exatidão simultânea;
- Potência térmica nominal;
- Tensão primária nominal do TPI de tensão intermediária;
- Grupo de ligação;
- Massa total (M-total);
- Massa do líquido isolante;
- Número do manual de instruções;
- Diagrama de ligação.

Cada unidade capacitiva deverá ter uma placa contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome ou marca do Fabricante;
- Número de série do Fabricante;
- Tipo ou modelo;
- Capacitância em picofarads;
- Tensão nominal.

## **5. INSPEÇÃO E ENSAIOS**

### **5.1 GERAL**

Os Transformadores de Potencial Capacitivo deverão ser submetidos aos ensaios de rotina e tipo como requerido nesta Especificação Técnica.

O custo dos ensaios de rotina e aqueles de tipo em que o CONTRATADO não tenha relatórios de ensaios como requerido, estão incluídos no preço CONTRATADO.

Todos os ensaios deverão ser realizados de acordo com as revisões mais recentes das publicações ABNT, IEC, ANSI e/ou 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 neste documento, conforme deverão comprovar os certificados de ensaios, em forma de relatórios. Caso contrário, o CONTRATADO deverá realizar os ensaios faltantes, sem custo adicional.

Os dados de ensaios de equipamentos de diferentes valores nominais, porém comparáveis àqueles propostos, poderão ser aceitos se, tais dados comprovarem que os equipamentos propostos estão em conformidade com os requisitos da especificação.

Os dados de ensaios deverão ser completos, incluindo-se desenhos que possam servir de referência a estes e deverão atestar claramente as datas da realização dos mesmos.

## **5.2 ENSAIOS DE ROTINA**

### **Geral**

Os seguintes ensaios de rotina serão realizados na fábrica, em todos os transformadores de potencial capacitivos a serem fornecidos, todos de acordo com os itens indicados na NORMA ANSI C93.2, C93.1 e NBR-8017, exceto quando especificado em contrário nestas especificações:

- Capacitância e Fator de dissipação do isolamento;
- Tensão Induzida;
- Tensão suportável a frequência industrial a seco;
- Descargas parciais internas - ensaio de acordo com a norma IEC-270, 358 e 44.4;
- Polaridade;
- Exatidão;
- Verificação do(s) supressor (es) de surto;
- Estanqueidade de todos os TPCS, completamente montados, incluindo as aberturas, buchas, superfícies seladas por gaxetas e suportadas por flanges e com todos os demais elementos devidamente posicionados, deverão suportar uma pressão de óleo ou de ar de 0,07 MPa acima da pressão normal de operação, por uma hora sem vazamento ou queda de pressão;
- Medição da resistência do isolamento;
- Resistência ôhmica dos enrolamentos e bobina de drenagem;
- Fator de potência do TPI;
- Aderência e espessura da pintura (01 unidade).

## **5.3 ENSAIO DE TIPO**

Os seguintes ensaios de tipo deverão ser realizados em um transformador de potencial capacitivo completo, de acordo com os itens indicados nas normas ANSI-C93.2, C93.1 e NBR- 8017 exceto quando indicados nestas especificações:

a) Ensaio de Dielétricos;

- b) Ensaio de RIV;
- c) Estes ensaios deverão ser realizados de acordo com a Publicação 107 da norma NEMA;
- d) Ensaio de sobretenção de curta duração;
- e) Ensaio de curto-circuito;
- f) Ensaio de elevação de temperatura;
- g) Ensaio de ferroressonância;
- h) Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a cláusula 48 da Publicação IEC 186<sup>a</sup>;
- i) Ensaio de resposta a transitórios;
- j) Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a cláusula 49 da Publicação IEC 186 A;
- k) Ensaio de corrente de excitação;
- l) Ensaio de medição de condutância e capacitância parasitas no terminal de baixa tensão;
- m) Ensaio de estanqueidade a quente;
- n) Ensaio de exatidão (ANSI C93.2);
- o) Ensaio da determinação do coeficiente de temperatura (IEC-358);
- p) Ensaio em componentes de porcelana.

Uma série completa de ensaios deverá ser executada em cada tipo de porcelana utilizada na composição do transformador de potencial. Estes ensaios deverão incluir, mas não se limitar aos ensaios mecânicos de ciclos térmicos, hidrostáticos e hidrodinâmicos listados abaixo:

- Ensaio de temperatura de acordo com a norma IEC 233;
- Ensaio de alteração súbita de temperatura;
- Ensaio de pressão súbita;
- Ensaio hidrostático.

Nos isoladores submetidos a potenciais elétricos os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Tensão suportável à frequência industrial, um minuto a seco;
- Tensão crítica disruptiva à frequência industrial, a seco;
- Tensão suportável à frequência industrial, 10 segundos, sob chuva;

- Tensão crítica disruptiva à frequência industrial, sob chuva.

#### **5.4 ENSAIOS DE ÓLEO**

Deverá ser apresentado relatório dos ensaios ou um certificado do Fornecedor original do óleo embarcado pelo CONTRATADO, no fornecimento deste equipamento.

#### **5.5 FALHAS NOS ENSAIOS**

Se o equipamento não passar em determinado ensaio, o mesmo deverá ser reparado, com as partes defeituosas substituídas ou reprojetadas.

### **6. INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

#### **6.1 GERAL**

Antes da assinatura do contrato, devem ser apresentadas todas as informações abaixo relacionadas. Desenhos e dados deverão apresentar-se suficientemente claros e detalhados para possibilitarem efetuar uma avaliação completa e efetiva de como foram atendidas as disposições da presente especificação.

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a tornar necessárias nas informações prestadas, com a finalidade de atender todas as exigências do Contrato, estarão sujeitas a aprovação e não eximem o CONTRATADO de fornecer o equipamento nas condições contratadas.

#### **6.2 DADOS DE FABRICAÇÃO**

- Tipo e designação do Fabricante;
- Relação de Normas que o CONTRATADO pretende utilizar na fabricação;
- Histórico de serviços dos equipamentos com características iguais ou comparáveis aquelas dos equipamentos que estão sendo oferecidos, que o CONTRATADO tenha anteriormente fabricado incluindo descrição, valores nominais, nomes de compradores, locais de instalação, ano de fabricação e datas de energização.

#### **6.3 DADOS GERAIS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVOS**

- Catálogos e panfletos que descreva o equipamento;
- Croquis de dimensões, incluindo a planta da base de montagem e massa;
- Descrição geral da construção com detalhes sobre vedação e gaxetamento;
- Características eletromagnéticas completas do núcleo, incluindo tipo de aço e classificação ASTM;
- Fatores de correção, curvas de ângulo de fase e curvas de excitação, para todas as relações de transformação;

- Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade;
- Descrição do método de expansão e cumprimento das exigências descritas nesta Especificação;
- Esquemático dos enrolamentos primários e secundários com as ligações dos terminais e indicação dos núcleos magnéticos;
- Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço de cantilever, distância de escoamento e certificados de ensaios em buchas similares;
- Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão;
- Descrição de todos os acessórios propostos;
- Características físicas, químicas e elétricas do óleo isolante utilizado.

#### **6.4 DADOS DE ENSAIOS**

- Relatórios completos de ensaios de tipo de equipamentos idênticos em operação;
- Relação e descrição dos ensaios de controle de qualidade dos materiais, acessórios e fabricação destes equipamentos;
- Detalhes dos procedimentos, roteiros de ensaios que serão usados para ensaiar o desempenho do equipamento de acordo com as Normas, bem como a descrição do local de realização dos mesmos.

#### **6.5 DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS**

O CONTRATADO deverá garantir que as características de cada transformador de potencial capacitivo, marcadas com asterisco, serão equivalentes ou superiores as indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas antes da assinatura do contrato, para todos os equipamentos ofertados.

a) Modelo do Fabricante;

b) Tensões nominais: (\*)

- Tensão nominal do equipamento (kV-eficaz);
- Tensão máxima de operação contínua (fase-terra, kV-eficaz).

c) Freqüência nominal (Hz): (\*);

d) Polaridade: (\*);

e) Níveis de isolamento nominais: (\*)

- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista) Onda plena;
- Onda cortada, 03 (três) microseg.
- f) Tensão suportável, 60 Hz, um (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz);
- g) Tensão suportável, 60 Hz, 01 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz);
- h) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz): (\*);
- i) Tensão máxima de rádio interferência a 110% da tensão máxima fase-terra referida a 150 ohms (microvolt): (\*);
- j) Nível máximo de descargas parcial internas a 110% da tensão máxima fase-terra (pC): (\*);
- k) Enrolamentos secundários: (\*)

Número de enrolamentos secundários:

- Proteção;
- Medição.

Relação de transformação de cada secundário:

- Relação 01;
- Relação 02.

l) Classe de exatidão e cargas:

Classe de exatidão (Norma ANSI) e cargas nominais: (\*)

- Enrolamento de proteção: Relação de transformação 01;
- Relação de transformação 02;
- Enrolamento de medição: Relação de transformação 01;
- Relação de transformação 02.

As classes de exatidão acima devem ser mantidas para (sim ou não): (\*)

- Variação da tensão de 90% a 110% da tensão nominal do sistema;
- Para tensões inferiores a 90% (até 5%) o TPC deve atender a classe de exatidão definida pela Norma ANSI. (39.1-90) item 5.2.2.1;

Variação da frequência de:

- Para enrolamento de medição mais ou menos 0,6 Hz;

- Para enrolamento de proteção mais ou menos 1,8 Hz;
- Variação da temperatura ambiente de -10 C a + 40°C;
- Variação da carga de 0,0 (zero) ao valor nominal especificado acima e fator de potência 0,85 (indutivo);
- Carga total simultânea;
- Distribuição da carga simultânea: (\*);
- Enrolamento de proteção (VA);
- Enrolamento de medição (VA).

Classe de exatidão do TPC para uma variação de tensão primária de 110% a 150%:

- Enrolamento de proteção;
- Enrolamento de medição.

Classe de exatidão do TPC para uma variação da frequência de 56 a 69 Hz:

- Enrolamento de proteção;
- Enrolamento de medição.

m) Fator nominal de tensão (Norma IEC public. 186) (\*)

- 30 segundos;
- Contínuo.

n) Potência térmica nominal de cada enrolamento, a temperatura ambiente de 40°C: (\*)

- Enrolamento primário (VA);
- Enrolamento secundário proteção (VA);
- Enrolamento secundário medição (VA).

o) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C à potência térmica nominal e com fator nominal de tensão contínuo(C): (\*)

- Óleo;
- Enrolamentos;
- Ponto mais quente.

p) Capacitâncias nominais (60 Hz, 20° C) (\*)



- C1 (pF);
- C2 (pF);
- Ctotal (pF).

Capacitância (se aplicável) (pF):

- Coluna superior;
- Coluna intermediária (se aplicável);
- Coluna inferior

Precisão (mais ou menos %):

- Coeficiente de temperatura da capacitância (%/ C);
- Número dos elementos série-paralelo da coluna;
- C1;
- C2;
- Capacitância de cada elemento (pF).

q) Corrente máxima de alta frequência do capacitor de acoplamento (A): (\*);

r) Distância mínima de escoamento, fase-terra (cm): (\*);

s) Dimensões aproximadas totais externas do TPC completo:

- Comprimento (cm);
- Largura (cm);
- Altura (cm).

t) Esforços para cálculo das fundações:

Massas aproximadas:

- TPC sem óleo (kg);
- Óleo (kg).

Esforços (\*):

- Esforço mecânico aplicado no topo do TPC (cantilever) (N);
- Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido vertical (N);
- Esforço mecânico aplicado no terminal de alta tensão no sentido horizontal (N).

u) Óleo tipo ou modelo/fabricante (\*):

- Coluna capacitiva;
- Tanque.

v) Fusíveis

Corrente do secundário para um curto-circuito nos terminais secundários ( $I_{cc}$ );  
máximo tempo permitido para a corrente de curto-circuito e as recomendações do Fabricante para os fusíveis (descrição do tipo):

- $I_{cc}$  (A, rms) (\*);
- Máximo tempo permissível ( $I_{cc}$ ) (s): (\*);
- Impedância de curto circuito (medida pelo lado secundário) (ohms);
- Recomendações do Fabricante para: (\*) (tipo de fusível/modelo) Secundário 01 (Proteção);
- Relação de transformação 01 (\*);
- Relação de transformação 02 (\*).

Secundário 02 (Medição)

- Relação de transformação 01(\*);
- Relação de transformação 02(\*).

w) Resistência de aquecimento 220 Vac (W) (\*);

x) Processos de pintura e/ou Galvanização (\*)

Tanque

- Externa;
- Interna;
- Caixa (s) de terminais;
- Topo da coluna capacitiva;
- Anel anticorona (se aplicável).

y) Capacitância parasita total (pF);

z) Fator de potência do isolamento (% a 20° C): (\*)

- Coluna capacitiva;
- Coluna superior;

- Intermediária (se aplicável);
- Coluna inferior;
- TPI.

aa) Resistência/Indutância dos enrolamentos a 20 °C:

- Primário (ohm/ mH);
- Secundário 01 (Proteção) (ohm/mH);
- Relação de transformação 01 (\*);
- Relação de transformação 02 (\*);
- Secundário 02 (Medição) (ohm/ mH);
- Relação de transformação 01(\*);
- Relação de transformação 02 (\*);
- Bobina de drenagem (ohm/ mH).

bb) Resistência do isolamento entre (Mohm)

- Primário e secundários;
- Primário e massa;
- Secundários e massa.

cc) Tensão nominal do TPI (kVrms);

dd) Interligação das colunas de porcelana através de flanges de metal (sim ou não);

ee) Dispositivos de alívio de pressão (sim ou não);

ff) Quantidade de colunas capacitivas por TPC.