



**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 CORRENTE***

**1230-EST-2801-60-08-009-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 6***

# **TRANSFORMADOR DE CORRENTE**

1230-EST-2801-60-08-009-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>1</b>
<b>1.1.6</b>	<b>Conectores Instalados nos Terminais dos TCS.....</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>Ensaio .....</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 DISPONÍVEIS.....</b>	<b>7</b>
<b>4.7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TC-242KV .....</b>	<b>7</b>
<b>4.8</b>	<b>PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>8</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>10</b>
<b>4.8.5</b>	<b>Informações Complementares.....</b>	<b>10</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>11</b>
<b>4.9.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>4.9.2</b>	<b>Procedimentos para Embalagem e Transporte.....</b>	<b>11</b>
<b>4.10</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....</b>	<b>12</b>
<b>4.10.1</b>	<b>Geral .....</b>	<b>12</b>
<b>4.10.2</b>	<b>Detalhes Gerais de Construção .....</b>	<b>12</b>
<b>4.10.3</b>	<b>Invólucro de Porcelana.....</b>	<b>14</b>

<b>4.10.4 Caixas Terminais.....</b>	<b>14</b>
<b>4.10.5 Terminais de Alta Tensão.....</b>	<b>15</b>
<b>4.10.6 Ligações à Terra.....</b>	<b>15</b>
<b>4.10.7 Terminais de Baixa Tensão.....</b>	<b>15</b>
<b>4.10.8 Óleo .....</b>	<b>15</b>
<b>4.11 ACESSÓRIOS E PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4.11.1 Acessórios.....</b>	<b>16</b>
<b>4.11.2 Placas de Identificação.....</b>	<b>16</b>
<b>5. INSPEÇÃO E ENSAIOS.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2 ENSAIOS DE ROTINA .....</b>	<b>18</b>
<b>5.3 ENSAIO DE TIPO.....</b>	<b>18</b>
<b>5.4 ENSAIO DE ÓLEO .....</b>	<b>19</b>
<b>5.5 FALHAS NOS ENSAIOS .....</b>	<b>19</b>
<b>6. INFORMAÇÕES TÉCNICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 GERAL .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 DADOS DE FABRICAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6.3 DADOS GERAIS PARA TRANSFORMADORES DE CORRENTE .....</b>	<b>19</b>
<b>6.4 DADOS DE ENSAIOS.....</b>	<b>20</b>
<b>6.5 DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS.....</b>	<b>20</b>

## 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 corrente, 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 corrente.

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

#### 1.1.1 Subestação E1

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 06 (seis) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com 03 (três) enrolamentos (um em cada núcleo), sendo 02 (dois) para proteção e 01 (um) para medição e relação 150/300X300/600X600/1200-5-5-5A nos 03 (três) enrolamentos (religável no primário).

#### 1.1.2 Subestação E2

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 09 (nove) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com 03 (três) enrolamentos (um em cada núcleo) sendo 02 (dois) para proteção e 01 (um) para medição e relação 150/300X300/600X600/1200-5-5-5A nos 03 (três) enrolamentos (religável no primário).

#### 1.1.3 Subestação E3

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 09 (nove) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com 03 (três) enrolamentos (um em cada núcleo) sendo 02 (dois) para proteção e 01 (um) para medição e relação 150/300X300/600X600/1200-5-5-5A nos 03 (três) enrolamentos (religável no primário).

#### 1.1.4 Subestação E4

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 09 (nove) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com 03 (três) enrolamentos (um em cada núcleo) sendo 02 (dois) para proteção e 01 (um) para medição e relação 150/300X300/600X600/1200-5-5-5A nos 03 (três) enrolamentos (religável no primário).

#### 1.1.5 Subestação E5

Conforme diagrama unifilar Nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**:

- 06 (seis) transformadores de corrente, monofásico, 242kV, com 03 (três) enrolamentos (um em cada núcleo) sendo 02 (dois) para proteção e 01 (um) para medição e relação 150/300X300/600X600/1200-5-5-5A nos 03 (três) enrolamentos (religável no primário).

#### **1.1.6 Conectores Instalados nos Terminais dos TCS**

#### **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 inclui o conjunto de desenhos, catálogos, manuais e demais documentos técnicos que caracterizam o fornecimento.

#### **1.1.9 Ensaios**

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

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

- Fundações e bases de concreto;
- Todas as interligações elétricas, e respectivos eletrodutos externo ao equipamento;
- Cabo de aterramento dos transformadores de corrente.

## **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 CONTRATADO deverá indicar claramente quais as normas o equipamento será projetado, fabricado e ensaiado.

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

### **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 itens 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 e deverá ser atualizado mensalmente.

##### **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 aos itens 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 e aparelhos de medição 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.

#### 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, 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**

Esta seção fixa 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. Sempre que for possível, pequenas partes e dispositivos deverão ser de projeto idêntico, assim como, mutuamente intercambiáveis e substituíveis.

#### 4.6 FONTES AUXILIARES DISPONÍVEIS

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, iluminação interna e eventualmente tomadas.

#### 4.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TC-242kV

a)	TENSÕES NOMINAIS:	
-	TENSÃO NOMINAL (FASE-FASE, KV-EFICAZ):	230
-	TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (FASE-FASE, KV-EFICAZ):	242
b)	FREQÜÊNCIA NOMINAL (HZ):	60
c)	NEUTRO DO SISTEMA:	Estrela aterrada
d)	POLARIDADE:	subtrativa
e)	NÍVEIS DE ISOLAMENTO NOMINAL:	
-	TENSÃO SUPORTÁVEL A IMPULSO ATMOSFÉRICO (KV-CRISTA):	
	ONDA PLENA:	850
	ONDA CORTADA, 03 (TRÊS) MICROSEG:	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. SECUNDÁRIO E A TERRA E ENTRE OS ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS (KV-EFICAZ):	2,5
f)	TENSÃO MÍNIMA DE INÍCIO E EXTINÇÃO DE CORONA VISUAL (FASE-TERRA, KV-EFICAZ):	154
g)	TENSÃO MÁXIMA DE RÁDIO INTERFERÊNCIA A TENSÃO FASE-TERRA DE 154KV EFICAZ (MICROVOLT):	250
h)	NÍVEL MÁXIMO DE DESCARGAS PARCIAIS INTERNAS A TENSÃO FASE-TERRA DE 154KV EFICAZ (PC):	10
i)	CORRENTES NOMINAIS:	
-	CORRENTE MECÂNICA DE CURTA DURAÇÃO (KA-CRISTA):	100
-	CORRENTE TÉRMICA DE CURTA DURAÇÃO, 01(UM) SEGUNDO (KA-EFICAZ):	40

j)	FATOR TÉRMICO PARA TODOS OS ENROLAMENTOS PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40 °C	01
k)	NÚMEROS DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS (UM EM CADA NÚCLEO):	
-	PROTEÇÃO:	2
-	MEDIÇÃO:	1
l)	RELAÇÕES NOMINAIS DE CORRENTE:	
-	PROTEÇÃO:	150/300X300/600X600/120-5-5-5A
-	MEDIÇÃO:	150/300X300/600X600/120-5-5-5A
m)	CLASSE DE EXATIDÃO (ABNT):	
-	PROTEÇÃO (EM TODAS AS RELAÇÕES):	10C400
-	MEDIÇÃO:	0,6 B2
n)	FATOR DE SOBRECORRENTE:	20
o)	AS CARACTERÍSTICAS DO TC DEVERÃO SATISFAZER AS SEGUINTE	
-	RELIGAMENTO TRIPOLAR COM TEMPO MÍNIMO DE 0,4 SEGUNDO.	
-	RELAÇÃO X/R:	23
p)	OUTROS REQUISITOS:	
-	ESFORÇO HORIZONTAL NO TOPO DO TRANSFORMADOR E NORMAL AO EIXO DO ISOLADOR (CANTILEVER) (N):	2000
-	ESFORÇO HORIZONTAL NORMAL AO TERMINAL DO TRANSFORMADOR(N):	1400
-	ESFORÇO VERTICAL NO TERMINAL DO TRANSFORMADOR(N):	1000
-	TERMINAIS DE ALTA TENSÃO: NEMA	04 furos
-	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO (MM/KV):	
-	COR DA PORCELANA:	

Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,3 In:

- Óleo (°C):.....55;
- Ponto mais quente (°C): .....65;
- Enrolamentos (°C) .....55.

## 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 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 devem ser previamente limpas com solventes para remover os resíduos de óleo e graxa, remanescentes do processo de fabricação.

Nas superfícies de aço carbono, proceder ao 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 micrometros.

##### 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.

##### c) Tinta de fundo

- **Descrição da tinta:** tinta de fundo a base de epóxi-poliamida pigmentada com óxido de ferro;
- **Número de demãos:** 01 (uma);
- **Espessura por demão:** 100 micrômetros;
- **Cor:** Vermelho óxido.

##### d) 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 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.a desta Especificação Técnica.

#### b) Galvanização

Todos os parafusos, porcas, arruelas, contra porcas e ferragens de montagem, fabricados de metais ferrosos, deverão ser 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 deve ter 70 micrômetros e 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 4.8.3 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 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.

O fabricante deverá fornecer tinta suficiente para os retoques que possam ser necessários, motivados por danos de transporte ou montagem.

#### **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 na seção ET-4.2.

Um verniz especial resistente à umidade e a fungos, deverá ser aplicado nas partes submetidas 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.

### **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 seis (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**

Esta Seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos transformadores de corrente, objeto desse fornecimento.

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

O conjunto formado pelo equipamento e acessórios deverá ser totalmente auto-suportável para uso externo e apropriado para montagem vertical, sobre um suporte tipo pedestal.

Os transformadores de corrente deverão ser de construção tal que o tanque de aço soldado e a cobertura sejam completamente selados, contra contaminação e a infiltração de umidade.

A placa de base deverá ser fornecida com os furos dos parafusos, para montagem do transformador de corrente na posição vertical. O conjunto completo incluindo porcelana, todas outras conexões e acessórios deverá formar um invólucro selado, capaz de sustentar a pressão total desenvolvida dentro do invólucro e acima ou abaixo da pressão atmosférica, em condições específicas de operação e de temperatura ambiente.

Os transformadores hermeticamente selados deverão ser do tipo de pressão variável ou do tipo de pressão constante.

a) Os transformadores do tipo de pressão variável deverão ser imersos em gás ou óleo e

não deverão empregar respiradouros, membranas ou fole de qualquer tipo;

- b) Os transformadores do tipo pressão constante deverão ser hermeticamente selados e completamente imersos em óleo isolante e deverão empregar um fole de metal para manter uma pressão interna relativamente constante.

O uso de material do fole feito de borracha ou composto de borracha poderá ser aceitável, desde que seja comprovado estar em operação durante um período de pelo menos 05 anos. O CONTRATADO deverá demonstrar que os foles são adequados para operar sem falha por pelo menos 100.000 ciclos (define-se um ciclo, como sendo o percurso completo de extensão requerido para compensar a expansão e a contração total do óleo prevista, na faixa máxima de operação da temperatura especificada neste documento) ou caso o fole a ser fornecido seja um projeto comprovado, que tenha operado com sucesso nos sistemas de potência durante pelo menos 05 (cinco) anos. Quando são fornecidos foles no projeto de um transformador isolado em óleo, ele deverá ser completamente cheio com óleo sob alto vácuo.

Cada transformador imerso em óleo deverá ser fornecido com um indicador de nível de óleo legível, ao nível do chão, para indicar o nível apropriado do óleo.

Cada transformador imerso em gás deverá ser fornecido com medidor de pressão, com compensação de temperatura e com meios adequados de amostragem, retirada e reabastecimento do gás. Este medidor de pressão deverá ser legível do chão e completo, com um par de contatos, para operar um alarme remoto (fornecido por terceiros) no evento de baixa pressão do gás. Uma válvula deverá também ser fornecida, de forma que o medidor de pressão possa ser isolado do sistema.

Os transformadores de corrente deverão ser fornecidos com parafusos olhais ou alças, para levantamento do transformador de corrente completamente montado. Para possibilitar a remoção de qualquer parte para manutenção, deverá ser fornecido um meio adequado de levantamento.

Deverão ser fornecidas guias adequadas para dirigir o núcleo e as bobinas, quando estas forem removidas ou instaladas.

Cada transformador de corrente deverá ter uma derivação capacitiva, adequada para conexão ao equipamento de medição do fator de potência.

Cada transformador de corrente com primário formado por mais de uma espira deverá ser provido com protetor de derivação no primário ou "gap", para proteger adequadamente o enrolamento, dos efeitos de surtos. Caso o primário do transformador de corrente consistir de uma espira única, esta será fornecida com protetor de derivação ou "gap", ou ser capaz de suportar 03 (três) aplicações de uma onda de corrente de 10.000 amperes 10 x 20 microsegundos aplicada nos terminais. Caso o primário do transformador de corrente seja do tipo barra reta, nenhum protetor, ensaios de "gap" ou surto deverão ser requeridos. Onde os "gaps" forem fornecidos, esses devem ter construção resistente e acessível para manutenção.

A polaridade de todos os enrolamentos deverá ser claramente marcada no transformador e em todos os desenhos e diagramas, incluindo placas de identificação.

Os núcleos e as bobinas deverão ser fabricados e montados de acordo com as mais

modernas técnicas e os materiais empregados deverão ser da melhor qualidade e do tipo mais indicado para uso no equipamento especificado.

Os núcleos deverão ser a prova de fadiga e deverão ter alta permeabilidade e baixa perda por histerese. As laminações deverão ser adequadamente isoladas e montadas de forma a minimizar as perdas.

As bobinas deverão ser submetidas a um processo aprovado de secagem. O líquido, compound ou verniz empregado deverá proteger totalmente a isolamento da ação do ar e da umidade.

#### **4.10.3 Invólucro de Porcelana**

Todas as buchas ou invólucros de porcelana deverão preencher os requisitos aplicáveis das mais recentes normas C57.13 e C76.1 da ANSI.

A porcelana empregada deverá ser fabricada por processo úmido e deverá ser homogênea, não deverá ter laminações, cavidades, e outras falhas, ser bem vitrificada e impermeável à umidade. A vitrificação deverá ser uniforme na cor e isenta de bolhas, queimaduras e outros defeitos.

Todas as partes de um invólucro de porcelana montado, a menos das vedações, que poderão ser de qualquer forma expostas a atmosfera, deverão ser compostas de material completamente não-higroscópico, tais como o metal ou porcelana vitrificada.

A porcelana deverá ser formada, de preferência, em uma peça. Caso empregue-se a porcelana seccionada para obter-se o NBI especificado, as seções deverão ser ligadas por meio de acessórios de metal vedado e aparafusado. Juntas cimentadas não são aceitáveis.

Toda a porcelana deverá ser projetada e construída para estar em compressão durante todo o tempo, exceto nos esforços associados com as pressões internas de operação do ar ou gás.

Cada invólucro de porcelana deverá ser projetado, de forma que não haja esforço indevido de quaisquer partes, ocasionadas por mudanças de temperatura, e com meios adequados para acomodar a expansão ou deflexão dos condutores e partes transmissoras de corrente, resultantes das condições de sobrecarga ou transitória.

#### **4.10.4 Caixas Terminais**

As caixas terminais deverão ser fabricadas de aço, com espessura não inferior a 2,65 mm (nº 12 MSG).

As caixas terminais deverão ser providas com uma cobertura ou porta a prova de tempo e a prova de poeira. Um ferrolho ou outro dispositivo adequado deverá ser fornecido para uso com um cadeado.

Todas as caixas terminais deverão ser projetadas, para a entrada de conduites no fundo da caixa. As caixas deverão ser projetadas com amplo espaçamento, a fim de evitar interferência entre a fiação que entra, na parte de baixo e os acessórios montados próximos à caixa.

Todas as entradas para os conduites deverão ser furadas no campo, por terceiros. A caixa deverá ser fornecida com uma chapa no piso, removível, acessível e com vedação para este propósito.

As caixas terminais deverão ser montadas na caixa do transformador e deverão ser acessíveis do chão, com segurança, sem desenergizar quaisquer dos equipamentos de alta tensão.

Uma barra de terra ou parafuso de terra ou alça de terra adequada deverá ser incluída dentro da caixa terminal, com finalidade de aterramento.

#### **4.10.5 Terminais de Alta Tensão**

Cada transformador de corrente deverá ser fornecido com terminais apropriados para conector de alumínio.

Os transformadores de corrente deverão ser fornecidos com conectores terminais reto, em liga de alumínio, barra chata quatro (04) furos NEMA e um cabo CAA 636 MCM, livre de corona para 230 kV.

Onde forem requeridas conexões de cobre com alumínio, as mesmas deverão ser projetadas adequadamente, de modo que seja assegurado que qualquer deterioração destas conexões seja mínima e fique restrita às partes não condutoras de corrente ou que não estejam submetidas a esforços.

#### **4.10.6 Ligações à Terra**

Um terminal de cobre, provido de um conector de bronze deverá ser fornecido em cada base ou tanque. O conector deverá ser apropriado para cabo de cobre de bitola variando 50 mm<sup>2</sup> (2/0 AWG) a 120 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG). Cada terminal de aterramento deverá ser fornecido com pelo menos 02 furos e os espaçamentos entre os furos deverão estar de acordo com as normas NEMA.

#### **4.10.7 Terminais de Baixa Tensão**

Todos os enrolamentos secundários dos equipamentos deverão ser levados, através de buchas com conexões sem solda, às réguas terminais, embutidas em caixas à prova d' água.

As réguas terminais das caixas terminais deverão possuir dispositivos para que seus terminais que se auto curtocircuitem quando da desconexão da carga.

#### **4.10.8 Óleo**

- O óleo 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 e livre de inibidores;
- O óleo deverá ser do tipo facilmente encontrado no Brasil;
- O Fabricante deverá informar na proposta as características físicas, químicas e elétricas.

## **4.11 ACESSÓRIOS E PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO**

### **4.11.1 Acessórios**

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

- Terminal de alta tensão e respectivos conectores;
- Placas de identificação e diagramática;
- Olhais ou alças para içamento vertical do transformador de corrente com óleo e completamente montado;
- Caixa terminal individual;
- Terminal de aterramento e conector;
- Dispositivo de leitura do nível do óleo;
- Anéis de corona, caso requeridos pelo projeto;
- Câmara de expansão do óleo no topo da bucha;
- Protetor de derivação no primário ou "gap", caso requerido pelo projeto.

### **4.11.2 Placas de Identificação**

Placas de Identificação de aço inoxidável, bronze fundido ou latão e não sujeitas 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.

Cada transformador de corrente deverá ter uma placa de identificação que contenha, no mínimo, as informações relacionadas abaixo:

- A expressão "Transformador de Corrente";
- Nome ou marca registrada do Fabricante;
- Tipo ou modelo do Fabricante;
- Número de série do Fabricante;
- Ano de fabricação;
- Número de identificação do livro de instrução;
- Norma tipo especificação, e ano de sua edição;
- Para uso interno ou externo;

- Diagrama dos enrolamentos, com marcação das relações de transformação e polaridade;
- Indicação esquemática do número de núcleos magnéticos do TC, bem como os respectivos enrolamentos secundários associados;
- Relações nominais;
- Tensão máxima de operação do equipamento;
- Nível de isolamento;
- Frequência nominal;
- Classe de exatidão e carga nominal de cada enrolamento;
- Fator térmico nominal;
- Massa total;
- Massa e tipo de óleo isolante;
- Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração;
- Valor de crista nominal da corrente suportável;
- Indicação das religações, se aplicável;
- Indicação de tempo mínimo para religamento e relação de X/R.

## **5. INSPEÇÃO E ENSAIOS**

### **5.1 GERAL**

Os transformadores de corrente 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 fornecedor não tenha relatórios de ensaios como requerido, deverão ser incluídos no preço dos equipamentos indicados na Proposta.

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 e 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 Corrente a serem fornecidos, todos de acordo com os itens indicados na Norma NBR 6856 e 6821 e ANSI C57.13:

- Ensaio de descargas parciais internas;
- Ensaio de potencial aplicado ao primário;
- Ensaio de potencial aplicado ao secundário;
- Ensaio de potencial induzido;
- Ensaio de estanqueidade;
- Todos os transformadores de corrente completamente montados, incluindo as coberturas, 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 na superfície do óleo, durante um período de 1:00 h;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de medição de resistência dos enrolamentos;
- Ensaio de medição do isolamento;
- Ensaio de fator de potência do isolamento;
- Ensaio de exatidão;
- Levantamento das curvas de saturação para os núcleos de proteção.

## **5.3 ENSAIO DE TIPO**

Os seguintes ensaios de tipo deverão ser realizados em um Transformador de Corrente completo, de acordo com os itens indicados da Norma NBR 6856 e 6821 e ANSI C57.13, exceto quando especificado em contrário:

- Ensaio de capacidade mecânica e térmica de curto-circuito;
- Ensaio de tensão suportável a impulso atmosférico;
- Ensaio de tensão suportável, 60 Hz, 01 Minuto, a seco e sob chuva;
- Ensaio de elevação de temperatura;
- Ensaio de RIV;



- Este ensaio deverá ser realizado de acordo com a Publicação 107- 1964 (R-197I) da Norma NEMA;
- Ensaio de medição da impedância e excitação;
- Ensaio de medição da tensão em circuito aberto;
- Ensaio de aderência da pintura;
- Ensaio de carga à flexão (Cantilever) no topo do equipamento e no terminal de A.T.

#### **5.4 ENSAIO DE ÓLEO**

Deverá ser apresentado relatório dos ensaios ou um certificado do Fornecedor original do óleo embarcado pelo Fabricante 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 reprojctadas.

### **6. INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

#### **6.1 GERAL**

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

Quaisquer correções ou modificações que possam vir a se 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 CORRENTE**

- 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 de cada transformador de corrente;
- Especificação para o óleo isolante incluindo a quantidade suficiente para cada unidade. Descrição do sistema de preservação do óleo. 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 do transformador de corrente;
- Descrição das buchas incluindo nome dos fabricantes, tipo, pesos, dimensões, materiais usados e processos de fabricação, esforço cantilever, distância de escoamento e certificados de testes em buchas similares;
- Descrição do sistema de selo das buchas de alta e baixa tensão. Descrição de todos os acessórios propostos.

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

- Relatórios completos de ensaios de tipo, relativos aos equipamentos idênticos ao proposto;
- 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 padrões 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 corrente, marcadas com asterisco serão equivalentes ou superiores às indicadas.

Todas as informações aqui solicitadas deverão ser fornecidas pelo CONTRATADO, para todos os equipamentos ofertados:

a) Modelo do Fabricante;

b) Tensões nominais (\*)

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

c) Freqüência nominal (Hz) (\*);

d) Polaridade (\*);

e) Níveis de isolamento nominal (\*)

- Tensão suportável a impulso atmosférico (kV-crista)

○ Onda plena;

- Onda cortada, 03 (três) microsegundos;
- Tensão suportável, 60 Hz, 01 (um) minuto a seco e sob chuva (kV-eficaz);
- Tensão suportável, 60 Hz, 01 (um) minuto entre o enrolamento secundário e a terra e entre os enrolamentos secundários (kV-eficaz);
- Tensão suportável a impulso de manobra a seco e sob chuva (kV-crista).
- f) Tensão mínima de início e extinção de corona visual (fase-terra, kV-eficaz) (\*);
- g) Tensão máxima de rádio interferência a 110% da tensão máxima fase-terra (microvolt) (\*);
- h) Nível máximo de descargas parciais internas a 110% da tensão máxima fase-terra (pC) (\*);
- i) Correntes nominais (\*)
  - Corrente secundária (A-eficaz);
  - Corrente mecânica de curta duração (kA-crista);
  - Corrente térmica de curta duração, 01 (um) segundo (kA-eficaz).
- j) Fator térmico para todos os enrolamentos para temperatura ambiente de 40° C (\*);
- k) Números de enrolamentos secundários (um em cada núcleo) (\*)
  - Proteção;
  - Medição.
- l) Relações nominais de corrente (\*)
  - Proteção;
  - Medição.
- m) Classe de exatidão (\*)
  - Proteção (em todas as relações);
  - Medição (em todas as relações).
- n) Distância mínima de escoamento (cm) (\*);
- o) Fator de sobrecorrente (\*);
- p) Proponente garante que as características do TC satisfazem as condições de religamento (sim ou não) (\*);

q) Elevação de temperatura acima da temperatura ambiente de 40 °C, nos pontos abaixo relacionados, com corrente máxima contínua de 1,5 In (\*)

- Óleo (°C);
- Enrolamentos (°C);
- Ponto mais quente (°C);
- Núcleos ( °C).

r) Dimensões aproximadas totais externas do transformador de corrente completo

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

s) Esforço para cálculo das fundações

- Massas aproximadas (kg);
- Transformador de corrente sem óleo;
- Óleo;
- Esforços (\*);
- Esforço mecânico aplicado no topo do transformador de corrente (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).

t) Óleo

- Tipo (\*);
- Fabricante (\*).

u) Processos de Pintura e/ou Galvanização

- Tanque;
- Externa;
- Interna;
- Caixa de terminais;
- Topo.