

# **NORMA TÉCNICA CELG GT**

## **Transformador de Potencial Indutivo Especificação**

**NT-37**

# **CELG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.**

## **SETOR DE ENGENHARIA DA TRANSMISSÃO**

**NT-37**

### **Transformador de Potencial Indutivo**

### **Especificação**

COLABORAÇÃO: Estagiaria de Eng. Elétrica Renata Isabella Pinheiro de Oliveira

SUPERVISÃO: \_\_\_\_\_  
Engº Carlos Eduardo de Carvalho  
**DT-SET**

APROV.: \_\_\_\_\_  
Engº Francisco Augusto da Silva  
**DT**

**DATA: JAN/2015**

Obs. Esta norma baseia-se no texto da NTC 37 da CELG D, revisão 1.

---

**ÍNDICE**

<b><u>SEÇÃO</u></b>	<b><u>TÍTULO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1.	<b>OBJETIVO</b>	<b>5</b>
2.	<b>NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES</b>	<b>6</b>
3.	<b>DEFINIÇÕES</b>	<b>8</b>
4.	<b>REQUISITOS GERAIS</b>	<b>9</b>
4.1	<b>Condições do Local de Instalação</b>	<b>9</b>
4.2	<b>Garantia</b>	<b>9</b>
4.3	<b>Embalagem</b>	<b>9</b>
4.4	<b>Extensão do Fornecimento</b>	<b>10</b>
4.5	<b>Linguagens e Unidades de Medida</b>	<b>11</b>
5.	<b>DOCUMENTOS TÉCNICOS A SEREM APRESENTADOS JUNTAMENTE COM A PROPOSTA</b>	<b>12</b>
5.1	<b>Desenho Dimensional</b>	<b>12</b>
5.2	<b>Desenhos de Dimensões para Transporte</b>	<b>12</b>
5.3	<b>Desenho das Buchas</b>	<b>12</b>
5.4	<b>Desenhos das Placas de Identificação</b>	<b>12</b>
5.5	<b>Desenhos dos Conectores de Linha e Aterramento</b>	<b>12</b>
5.6	<b>Desenhos dos Terminais de Linha</b>	<b>13</b>
5.7	<b>Documentos Complementares</b>	<b>13</b>
5.8	<b>Desenho da Embalagem para Transporte</b>	<b>13</b>
5.9	<b>Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção</b>	<b>13</b>
6.	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS</b>	<b>15</b>
6.1	<b>Generalidades</b>	<b>15</b>
6.2	<b>Conexões Secundárias e Caixa de Terminais</b>	<b>15</b>
6.3	<b>Conectores de Aterramento</b>	<b>16</b>
6.4	<b>Óleo Isolante</b>	<b>16</b>
6.5	<b>Câmara de Expansão e Vedações</b>	<b>16</b>
6.6	<b>Buchas de Porcelana</b>	<b>16</b>
6.7	<b>Parte Ativa</b>	<b>17</b>
6.8	<b>Terminais e Conectores de Alta Tensão</b>	<b>17</b>
6.9	<b>Placa de Identificação</b>	<b>17</b>
6.10	<b>Placa de Identificação de cadastro de Equipamento</b>	<b>18</b>
6.11	<b>Placa de Advertência</b>	<b>18</b>
6.12	<b>Galvanização</b>	<b>19</b>
6.13	<b>Elevação de Temperatura</b>	<b>19</b>
6.14	<b>Polaridade</b>	<b>19</b>
6.15	<b>Marcação dos Enrolamentos e Terminais</b>	<b>19</b>
6.16	<b>Estanqueidade</b>	<b>19</b>
6.17	<b>Acessórios</b>	<b>19</b>
7.	<b>REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS</b>	<b>21</b>
7.1	<b>Requisitos Gerais</b>	<b>21</b>
7.2	<b>Tipos de Transformadores de Potencial</b>	<b>21</b>
7.3	<b>Classes de Exatidão Padronizadas para Transformadores de Potencial Indutivos</b>	<b>25</b>
8.	<b>INSPEÇÃO E ENSAIOS</b>	<b>26</b>
8.1	<b>Generalidades</b>	<b>27</b>
8.2	<b>Ensaio de Recebimento/Rotina</b>	<b>27</b>
8.3	<b>Ensaio de Tipo</b>	<b>28</b>
8.4	<b>Critérios de Amostragem/Aceitação e Rejeição</b>	<b>29</b>

**ÍNDICE**

<b><u>SECÃO</u></b>	<b><u>TÍTULO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
<b>8.5</b>	<b>Relatórios dos Ensaios</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>TABELAS</b>	<b>30</b>
<b>TABELA 1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL</b>	<b>30</b>
<b>TABELA 2</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DO ÓLEO ISOLANTE TIPO A (NAFTÊNICO) APÓS CONTATO COM O EQUIPAMENTO</b>	<b>31</b>
<b>TABELA 3</b>	<b>PLANO DE AMOSTRAGEM PARA INSPEÇÃO VISUAL, ÓLEO, GALVANIZAÇÃO E EMBALAGEM</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO C</b>	<b>CERTIFICADOS DE ENSAIOS DE TIPO REQUERIDOS COM PROPOSTA</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO D</b>	<b>PEÇAS SOBRESSALENTES ESPECIFICADAS</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO E</b>	<b>PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO F</b>	<b>FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO G</b>	<b>COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO H</b>	<b>QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTO</b>	<b>43</b>

1.            **OBJETIVO**

A presente norma tem por objetivo estabelecer os critérios e as exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de transformadores de potencial indutivos (TPIs), para uso interno ou externo, monofásicos, classes de tensão 15, 36,2, 72,5, 145 e 242 kV, destinados a medição de faturamento e operativa, na área de concessão da CELG GT.

**NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES**

Os TPIs devem estar de acordo com o aqui requerido, com relação a projeto, qualidade e procedimentos de fabricação, e as últimas revisões dos seguintes documentos, onde os seus requisitos não entrarem em conflito com esta norma.

- NBR 5034 Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação.  
NBR 5286 Corpos cerâmicos de grandes dimensões destinados a instalações elétricas.
- NBR 5456 Eletrotécnica e eletrônica - Eletricidade geral - Terminologia.  
NBR 5458 Eletrotécnica e eletrônica - Transformadores - Terminologia.  
NBR 5779 Óleos minerais isolantes - Determinação qualitativa de cloretos e sulfatos inorgânicos - Método de ensaio.
- NBR 6323 Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação.  
NBR 6855 Transformadores de potencial indutivo.  
NBR 6869 Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco).
- NBR 6936 Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão.  
NBR 6937 Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Dispositivos de medição - Procedimento.
- NBR 6939 Coordenação de isolamento - Procedimento.  
NBR 6940 Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Medição de descargas parciais.
- NBR 7034 Materiais isolantes elétricos - Classificação térmica - Classificação.  
NBR 7148 Petróleo e produtos de petróleo - Determinação da massa específica, densidade relativa e °API - Método do densímetro.
- NBR 7875 Instrumentos de medição de rádio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização.
- NBR 7876 Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de rádio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz.
- NBR 8125 Transformadores para instrumentos - Descargas parciais.  
NBR 10020 Transformador de potencial de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Características elétricas e construtivas.  
NBR 10022 Transformador de potencial com tensão máxima igual ou superior a 72,5 kV - Características específicas.
- NBR 10505 Óleo mineral isolante - Determinação de enxofre corrosivo - Método de ensaio.
- NBR 10710 Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água.  
NBR 11341 Produtos de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland - Método de ensaio.  
NBR 11343 Produtos de petróleo - Determinação do ponto de anilina e do ponto de anilina misto - Método de ensaio.  
NBR 11349 Produtos de petróleo - Determinação do ponto de fluidez - Método de ensaio.
- NBR 13882 Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB).
- NBR IEC 60156 Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de calota ou esféricos).  
NBR IEC 60529 Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).

- 
- IEC 60044-2 Instrument transformers - Part 2 - Inductive voltage transformers.  
IEC 60060 High voltage test techniques.  
IEC 60060-1 High voltage test techniques - General definitions and test requirements.  
IEC 60060-2 High voltage test techniques - Measuring systems.  
IEC 60186 Voltage transformers.
- CISPR - 16 Specification for Radio Interference Measuring Apparatus and Measurement Methods.

**Notas:**

- 1) *Poderão ser aceitas propostas para equipamentos projetados e/ou fabricados através de normas diferentes das listadas, desde que essas assegurem qualidade igual ou superior às das mencionadas anteriormente. Neste caso, o proponente deverá citá-las em sua proposta e submeter uma cópia de cada uma à CELG GT, indicando claramente os pontos onde as mesmas divergem das correspondentes da ABNT.*
- 2) *Tendo em vista o item acima, deve ficar claro que, após apreciação por parte da CELG GT, não havendo concordância em relação às normas divergentes apresentadas, o posicionamento final da concessionária será sempre pela prevalência das normas ABNT.*
- 3) *Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da CELG GT no local da inspeção.*
- 4) *Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.*
- 5) *Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta norma, mas que são usuais ou necessários para a eficiente operação dos equipamentos, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional.*
- 6) *Esta norma foi baseada no seguinte documento:*

*NBR 6855 - Transformadores de potencial indutivos.*

### 3. DEFINIÇÕES

#### Carga

Impedância do circuito secundário externo de um transformador para instrumentos, usualmente expressa como a potência aparente em Volt-ampères absorvida, com fator de potência especificado e à tensão secundária nominal.

#### Carga nominal

Carga na qual se baseiam os requisitos de exatidão de um transformador.

#### Carga simultânea

Máxima combinação de cargas padronizadas que um transformador de potencial com dois ou mais enrolamentos secundários pode alimentar simultaneamente, mantendo a exatidão especificada para cada secundário.

#### Classe de exatidão

Designação dada a um transformador quando os erros dele permanecem dentro dos limites especificados sob condições prescritas de uso.

#### Potência nominal

Valor da potência aparente (volt-ampères, com fator de potência especificado) que o transformador deve suprir, através do circuito secundário, à tensão secundária nominal e com carga nominal conectada a ele, mantendo a exatidão especificada.

#### Potência térmica nominal

Maior potência aparente que um transformador de potencial pode fornecer, sem compromisso com os limites de erro, em regime contínuo, sob tensão e frequência nominais, sem exceder os limites de temperatura especificados. É obtida mediante o produto do fator de sobretensão contínuo ao quadrado pela maior carga especificada ou carga simultânea. Para o caso de carga simultânea com dois ou mais secundários, a potência térmica nominal é distribuída aos diversos secundários proporcionalmente à maior carga nominal de cada um deles.

#### Transformador de potencial indutivo

Transformador de potencial constituído apenas de uma ou mais unidades eletromagnéticas, cuja relação de transformação é definida primordialmente pela relação de espiras de seus enrolamentos.

#### Transformador de potencial para medição

Transformador de potencial destinado a alimentar instrumentos de indicação, medidores e aparelhos similares.

#### Transformadores de potencial para proteção

Transformador de potencial destinado a alimentar relés de proteção.

## **4. REQUISITOS GERAIS**

### **4.1. Condições do Local de Instalação**

O equipamento será instalado em região com as seguintes condições ambientais:

- altitude limitada a 1000 m;
- temperatura: máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 30°C;
- temperatura mínima do ar ambiente: - 5°C;
- pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m<sup>2</sup>);
- umidade relativa do ar: até 100%;
- exposição direta a chuva e poeira;
- nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta;
- sistema com neutro solidamente aterrado.

### **4.2 Garantia**

O período de garantia dos equipamentos, obedecido ainda o disposto no Contrato de Fornecimento de Material (CFM), será de dezoito meses a partir da data de entrada em operação ou vinte e quatro, a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os equipamentos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da CELG GT, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

O período de garantia deverá ser prorrogado por mais doze meses em quaisquer das seguintes hipóteses:

- em caso de defeito em equipamento e/ou componente que comprometa o funcionamento de outras partes ou do conjunto; sendo a prorrogação válida para todo equipamento, a partir da nova data de entrada em operação;
- se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o(s) qual(is) não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da(s) peça(s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

### **4.3 Embalagem**

Os transformadores de potencial devem ser providos de embalagens apropriadas para protegê-los contra danos durante o transporte, desde a fábrica até o local de montagem, sob condições que envolvam embarques, desembarques e transporte por rodovias não pavimentadas e/ou por via marítima/fluvial.

As embalagens devem ser adequadas para armazenagem ao tempo, por período de no mínimo um ano e, dentro desse período, manter-se em condições de um novo transporte nas mesmas condições citadas anteriormente.

O fornecedor deve julgar a adequação dos seus métodos de embalagem para atender às condições mínimas estabelecidas acima, independentemente da aprovação dos desenhos e inspeção pela CELG GT e será o único responsável pela integridade dos equipamentos e acessórios.

Os materiais de acondicionamento não devem ser retornáveis.

Os métodos empregados pelo fornecedor para embalar, transportar e armazenar os equipamentos e acessórios devem ser informados na proposta, sobretudo quando for previsto o transporte dos equipamentos montados e com óleo isolante.

Peças sobressalentes e ferramentas especiais deverão ser devidamente identificadas e embaladas separadamente, de modo a facilitar a retirada e armazenagem em local abrigado.

O fabricante deverá considerar ao embalar o equipamento, condições adequadas para visualização das características constantes da placa de identificação do mesmo sem necessidade de danificar a embalagem.

Cada embalagem deverá ser identificada, no mínimo, com os seguintes dados:

- nome e/ou marca comercial do fabricante;
- a sigla da CELG GT;
- número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- mês e ano de fabricação;
- número de série;
- número do cadastro CELG GT constante da placa de identificação de cadastro de equipamento;
- nome do equipamento;
- tipo e/ou modelo;
- classe de tensão;
- massa bruta e líquida do volume em kg;
- número da nota fiscal;
- outras informações exigidas no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

#### **4.4 Extensão do Fornecimento**

Os itens a seguir listados deverão estar obrigatoriamente incluídos no fornecimento.

- a) equipamento completo com todos os componentes e acessórios necessários a sua perfeita instalação e operação;
- b) ensaios de rotina e recebimento;
- c) embalagem para transporte;
- d) ferramentas e/ou dispositivos especiais para instalação, ensaios e manutenção, a serem recomendados pelo fornecedor;
- e) ensaios de tipo e/ou especiais, devendo ser cotados os custos unitários dos mesmos.

---

#### 4.5 Linguagens e Unidades de Medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nos documentos de licitação nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor que por conveniência for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, desenhos, legendas, manuais técnicos, relatórios de ensaios, etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.

## **5. DOCUMENTOS TÉCNICOS A SEREM APRESENTADOS JUNTAMENTE COM A PROPOSTA**

O fornecedor deve apresentar juntamente com a proposta, os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na ET-CG.CELG GT, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

### **5.1 Desenho Dimensional, contendo:**

- a) tipo e código do fabricante;
- b) arranjo geral em três vistas, mostrando a localização de todos os componentes, com indicação das dimensões gerais do tanque;
- c) detalhes dos terminais, olhais e orelhas de suspensão, buchas, conectores, terminais e conectores de aterramento;
- d) legenda dos componentes;
- e) desenhos de todos os dispositivos e componentes auxiliares, tais como: indicadores, válvulas de alívio de pressão, etc.;
- f) massas:
  - do tanque com acessórios;
  - do óleo;
- g) tipo, código comercial e volume do óleo isolante;
- h) furação da base de fixação;
- i) placa de identificação;
- j) placa de identificação de cadastro;
- k) tipo, código comercial e volume do óleo isolante.

### **5.2 Desenho de Dimensões para Transporte, contendo:**

- a) massa;
- b) dispositivos de içamento;
- c) localização do centro de gravidade.

### **5.3 Desenhos das Buchas, contendo:**

- a) tipo e código do fabricante;
- b) dimensões principais;
- c) valores nominais;
- d) massa;
- e) detalhes do terminal de linha e do flange para montagem;
- f) esforços permissíveis nos terminais;
- g) catálogos dos componentes, mesmo sendo de fornecimento de terceiros.

### **5.4 Desenhos das Placas de Identificação**

Desenhos das placas de identificação e de identificação de cadastro do equipamento, incluindo placa diagramática, com todos os esquemas de ligações.

### **5.5 Desenhos dos Conectores de Linha e Aterramento, contendo:**

- a) tipo e código do fabricante;
- b) material utilizado;
- c) torque de aperto dos parafusos.

---

**5.6 Desenho dos Terminais de Linha, contendo:**

- a) tipo e código do fabricante;
- b) material utilizado;
- c) torque de aperto dos parafusos;
- d) dimensões.

**5.7 Documentos Complementares:**

- a) plano de inspeção e testes;
- b) cronograma de fabricação;
- c) lista de equipamentos que irão requerer armazenagem especial e área de estocagem;
- d) certificados dos ensaios de tipo pertinentes ao equipamento e aos componentes.
- e) Dados e características do equipamento;
- f) Catálogos de todos os componentes.

**5.8 Desenhos da Embalagem para Transporte, contendo:**

- a) dimensões;
- b) massa;
- c) detalhes para içamento;
- d) tipo de madeira e tratamento utilizado;
- e) localização do centro de gravidade;
- f) detalhes de fixação dos componentes dentro das embalagens.

**5.9 Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção**

O Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção deve ser constituído dos seguintes capítulos:

- I Dados e características do equipamento.
- II Descrição funcional.
- III Instruções para recebimento, manuseio e armazenagem.
- IV Instruções para instalação.
- V Instruções para operação e manutenção.
- VI Lista completa de todos os componentes, ferramentas especiais e peças de reposição.
- VII Catálogos de todos os componentes.
- VIII Certificados dos ensaios de tipo e de rotina.
- IX Desenhos e documentos de fabricação, certificados.

**Notas:**

- 1) *A relação de documentos técnicos para aprovação apresentada, deverá ser atendida para cada tipo de transformador de potencial indutivo.*
- 2) *Os capítulos I e VII, devem ser enviados para aprovação juntamente com os documentos a serem analisados quando da apresentação da proposta, demais capítulos devem ser apresentados depois do contrato adjudicado e da realização dos ensaios de recebimento e tipo.*

- 3) *Após atendimento de todos os comentários decorrentes da análise da documentação, o manual deverá ser montado com capa dura plastificada e divisória com orelhas.*
- 4) *O manual completo, incluindo relatórios finais de recebimento em fábrica, aprovado, em três vias, incluindo os Capítulos I a IX, do item 5.9, deve ser entregue até trinta dias após a realização do último ensaio de recebimento. Além disso, o manual deve ser enviado em mídia de extensão "pdf" e todos os desenhos em formato "dwg" (CAD).*
- 5) *O manual completo e desenhos devem também ser enviados em uma via em CD-ROM.*

## **6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

### **6.1 Generalidades**

Devem ser adequados para montagem vertical, autoportante, sobre estrutura metálica ou de concreto.

Para instalação externa, acima de 36,2 kV, o isolamento deverá ser em óleo mineral isolante.

Nas classes de tensão 15 e 36,2 kV, uso externo ou interno, a isolação deverá ser a seco, do tipo resina orgânica cicloalifática, sendo que o fornecedor deverá comprovar através de relatórios de ensaios realizados em laboratórios oficiais que o equipamento foi submetido satisfatoriamente a todos os ensaios de tipo previstos nas normas técnicas que regulam o assunto.

A isolação do tipo seco deve ser resistente às intempéries e à ação dos raios ultravioleta.

As partes metálicas devem receber tratamento e acabamento externo que as protejam contra a corrosão, tendo em vista o ambiente onde o transformador vai ser instalado.

Devem ser projetados e construídos, considerando-se que serão ligados entre fase e terra, em sistema com neutro solidamente aterrado.

O fabricante deverá fornecer todos os itens e componentes requeridos, a menos que esteja especificado de outra maneira na documentação de licitação.

Todas as unidades deverão ser idênticas e intercambiáveis umas com as outras, sem necessitar de alterações para esse propósito.

### **6.2 Conexões Secundárias e Caixa de Terminais**

Os condutores dos enrolamentos secundários deverão ser conectados ao bloco terminal através de buchas de baixa tensão estanques ao óleo, abrigadas numa caixa de terminais, grau de proteção IP54. Todos os terminais deverão ter isolamento para, no mínimo, 600 V e ser providos de separadores isolantes.

Os terminais devem ser adequados para conexão de cabos com seções entre 2,5 e 6 mm<sup>2</sup>.

Blocos terminais com parafusos que operem diretamente sobre o condutor não serão aceitos.

Os conectores devem ser projetados de forma que os condutores não se soltem com as vibrações operacionais.

Cada terminal deverá ser marcado de acordo com as prescrições da NBR 6855.

O bloco terminal deverá incluir um terminal de aterramento.

A entrada dos cabos deverá ser vedada por intermédio de buchas de borracha sintética.

A caixa de terminais deverá ter uma saída na parte inferior que permita o encaixe de um eletroduto com 50 mm de diâmetro.

Em todos os transformadores destinados a medição de faturamento a caixa de terminais deve ser equipada com dispositivo para aplicação de lacre.

### **6.3 Conectores de Aterramento**

Cada transformador de potencial deverá ter um terminal para aterramento, de cobre ou liga de cobre, padrão NEMA, instalado nas adjacências da caixa de terminais, adequado para conexões de cabos de cobre com seções entre 35 e 70 mm<sup>2</sup>.

### **6.4 Óleo Isolante**

O fabricante deverá indicar o tipo de óleo a ser utilizado o qual deverá ser mineral puro, sem inibidores. As respectivas características físico-químicas devem estar em conformidade com a Tabela 2.

### **6.5 Câmara de Expansão de óleo e Vedações**

Na parte superior do equipamento deve ser instalada uma câmara de expansão. Quando for utilizada câmara com nitrogênio sob pressão todas as guarnições deverão estar localizadas abaixo do nível mínimo de óleo. Contudo, uma câmara de compensação que trabalhe à pressão atmosférica é preferível, desde que evite o contato entre o líquido isolante e o ar.

As câmaras de expansão devem ter indicação do nível de óleo por intermédio de visores os quais deverão indicar quais medidas são fornecidas para a contenção da elevação perigosa de pressão que poderá vir a se desenvolver devido a uma falta interna.

Em todas as juntas entre o tanque do transformador e as buchas de porcelana deve ser utilizada vedação por meio de gaxeta. Juntas cimentadas não serão aceitas.

A relação das vedações e respectivas especificações técnica e dimensional deverão ser fornecidas juntamente com o manual de operação e manutenção.

As juntas devem sempre estar imersas em óleo.

Todas as juntas de vedação deverão ser feitas com borracha acrílico-nitrilo, resistentes a ação do óleo à temperatura máxima alcançável em regime contínuo de funcionamento, e que não se deteriorem com a ação do clima tropical.

### **6.6 Buchas de Porcelana**

Os TPIs devem ser fornecidos com buchas de porcelana na cor marrom ou cinza, características de acordo com a NBR 5286, confeccionadas em conformidade com o disposto na NBR 5034.

As buchas devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores, segundo os valores especificados na Tabela 1.

As buchas de porcelana devem ser resistentes aos esforços dinâmicos devido a curtos-circuitos, elevação de temperatura e cargas mecânicas.

## 6.7 Parte Ativa

O núcleo deve ser de aço silício de alta qualidade e sem envelhecimento elétrico, de baixa perda por histerese e alta permeabilidade, devendo ser, preferencialmente, do tipo faixa contínua fechada (exceto para TPI com performance requerida no transitório).

As partes ativa e condutoras deverão ser fixadas de tal modo que não haja deslocamento de nenhuma delas durante o transporte.

## 6.8 Terminais e Conectores de Alta Tensão

Os equipamentos classes 145 e 242 kV devem ser fornecidos com terminais padrão NEMA de quatro furos.

Os conectores para a tensão nominal 230 kV devem ser do tipo anticorona.

Os TPIs deverão ser equipados com conectores chapa-cabo, reto ou 90°, que permitam a acomodação de cabos com seções conforme definido abaixo:

Classe de tensão (kV)	Faixa de seção dos condutores
15 e 36,2	Entre 2 e 4/0 AWG
72,5	entre 4/0 e 397,5 MCM
145	entre 397,5 e 795 MCM
242	entre 795 e 1033,5 MCM (tipo anticorona)

## 6.9 Placa de Identificação

Cada transformador de potencial deverá ter placa de identificação confeccionada em aço inoxidável, espessura mínima 0,5 mm, na cor natural do material, fixadas com rebites em local de fácil leitura e com os dizeres em português, gravada em baixo relevo e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) normas aplicáveis;
- b) a expressão: "Transformador de Potencial";
- c) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- d) mês e ano de fabricação;
- e) número de série;
- f) tipo e/ou modelo;
- g) número do manual de instruções;
- h) a expressão: "Uso Externo" ou "Uso Interno";
- i) tensões nominais primárias e secundárias;
- j) frequência nominal;
- k) Classe de tensão e tensão nominal;
- l) tensão suportável de impulso atmosférico;
- m) tensão suportável à frequência industrial;

- n) grupo de ligação;
- o) relação de transformação nominal;
- p) potência térmica nominal;
- q) carga simultânea e classe de exatidão;
- r) diagrama de conexão, incluindo as designações dos terminais;
- s) massa total;
- t) tipo, massa e volume do óleo isolante;
- u) número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

#### 6.9.1 Placa de Identificação para Transformadores de Medição de Faturamento Classes 15 e 36,2 kV.

Os transformadores de potencial para medição de faturamento, classes 15 e 36,2 kV, deverão ter placa de identificação confeccionadas em aço inoxidável, contendo as seguintes informações adicionais, além daquelas contidas no item 6.9:

- a) logotipo da CELG GT;
- b) número de identificação operacional série fornecido pela CELG GT e código de barras.

As placas deverão ser submetidas à aprovação da CELG GT.

#### 6.10 Placa de Identificação de Cadastro de Equipamento

- a) O fabricante será responsável pela confecção e fixação da placa de identificação de cadastro, conforme Desenho 1;
- b) O desenho da placa deverá ser apresentado para aprovação, juntamente com os demais desenhos do equipamento;
- c) Por ocasião da aprovação dos desenhos será fornecido ao fabricante o número do cadastro CELG GT, o qual deverá constar na placa de identificação de cadastro do equipamento;
- d) O fabricante deverá enviar documento à CELG GT confirmando e associando o número de série de fabricação ao de cadastro do equipamento;
- e) Deverá ser fixada em local visível e de fácil acesso;
- f) Deverá estar fixada ao equipamento quando este for apresentado para realização dos ensaios de recebimento em fábrica.

**Nota:**

*Os transformadores de potencial para medição de faturamento classes 15 e 36,2 kV, estão dispensados da placa de identificação de cadastro.*

#### 6.11 Placas de Advertência

Devem possuir placa de advertência de aço inoxidável com instruções quanto à inclinação máxima admissível e direção desta inclinação no transporte e armazenamento,

Devem conter placa ou gravação, na embalagem, com os mesmos dizeres do parágrafo anterior.

## **6.12 Galvanização.**

Todas as partes metálicas, flanges, caixas, parafusos, porcas e outras partes ferrosas, excetuando aquelas em aço inoxidável, deverão ser galvanizadas pelo processo de imersão a quente, de acordo com o prescrito na norma NBR 6323.

## **6.13 Elevação de Temperatura**

A elevação de temperatura à tensão especificada, à frequência e carga nominal, não poderá ultrapassar o prescrito na NBR 6855.

As classes de temperatura mínima dos materiais isolantes devem ser as seguintes:

- isolação a óleo: A (105°);
- isolação a seco: F (155°C).

## **6.14 Polaridade**

Os transformadores de potencial devem ter polaridade subtrativa.

Terminais de mesma polaridade devem ser devidamente identificados. Esta identificação deve ser feita de forma legível e indelével, em alto ou baixo relevo, e pintada em cor contrastante com o acabamento do TPI.

## **6.15 Marcação dos Enrolamentos e Terminais**

A identificação dos terminais deve ser feita por meio de letras e algarismos, conforme prescrições contidas na NBR 6855, em baixo relevo, com pintura em cor contrastante com a do TC.

Quando forem permitidas religações, devem constar na placa de identificação todas as indicações necessárias a uma correta execução das mesmas.

## **6.16 Estanqueidade**

O transformador de potencial completo, cheio de óleo e com todos os acessórios, deve suportar as pressões manométricas com os respectivos tempos de aplicação, previstos na NBR 6855, sem que apresente vazamento e deformações permanentes.

## **6.17 Acessórios**

Os equipamentos deverão ser fornecidos com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, incluindo, mas não se limitando aos seguintes:

- câmara de expansão;
- visores para nível de óleo;
- olhais para içamento;
- dispositivo de alívio de pressão;
- terminal e conector para aterramento;
- terminal de linha sem conector;
- anel anticorona, se aplicável;
- caixa de terminais dos secundários;

- flanges ou válvulas para drenagem, enchimento e válvula para retirada de amostra do óleo isolante;
- placa de identificação;
- placa de identificação de cadastro de equipamento.

## **7. REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS**

### **7.1 Requisitos Gerais**

Além dos requisitos específicos indicados por classe de tensão nos itens 7.2.1 a 7.2.15, os TPIs devem atender ainda às seguintes exigências:

- a) quando todos os enrolamentos estiverem operando simultaneamente, com carga nominal ou abaixo da nominal, cada um deles deverá manter a sua própria classe de exatidão para carga simultânea;
- b) O enrolamento para medição de faturamento também deverá manter a classe de exatidão especificada – 0,3P75 – para carga com fator de potência unitário.
- c) as classes de exatidão dos TPIs deverão ser mantidas para as seguintes variações de temperatura, frequência, tensão nominal e carga:
  - temperatura ambiente: entre – 5 e 40°C;
  - frequência: 60±0,6 Hz;
  - tensão: 80 a 120 % da nominal;
  - carga: 25 a 100% da nominal.
- d) A potência térmica deverá ser determinada através do produto do fator de sobretensão contínua ao quadrado, pela carga simultânea, considerando a sua distribuição proporcional a carga de cada enrolamento.

### **7.2 Tipos de Transformadores de Potencial**

#### **7.2.1 Transformador de Potencial Classe 15 kV – Tipo I**

Deve ter dois enrolamentos secundários para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $13.800/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 2 secundários

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200
- enrolamento 2: 0,6P200

#### **7.2.2 Transformador de Potencial Classe 15 kV – Tipo II**

Deve ter três enrolamentos secundários, sendo um para medição de faturamento e dois para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $13.800/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 3 secundários

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75.

Classe de exatidão e cargas nominais dos enrolamentos para medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200
- enrolamento 3: 0,6P200

### 7.2.3 Transformador de Potencial Classe 15 kV – Tipo III

Deve ter um enrolamento secundário, para medição de faturamento, com as seguintes características:

Relação nominal:  $13.800/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 1 secundário

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento

- enrolamento 1: 0,3P75

### 7.2.4 Transformador de Potencial Classe 36,2 kV – Tipo I

Deve ter dois enrolamentos secundários para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $34.500/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 2 secundários

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200
- enrolamento 2: 0,6P200

### 7.2.5 Transformador de Potencial Classe 36,2 kV – Tipo II

Deve ter três enrolamentos secundários, sendo um para medição de faturamento e dois para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $34.500/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 3 secundários

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75.

Classe de exatidão e cargas nominais de cada enrolamento para medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200
- enrolamento 3: 0,6P200

### 7.2.6 Transformador de Potencial Classe 36,2 kV – Tipo III

Deve ter um enrolamento secundário, para medição de faturamento, com as seguintes características:

Relação nominal:  $34.500/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$  V - 1 secundário

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:  
- enrolamento 1: 0,3P75

7.2.7 Transformador de Potencial Classe 72,5 kV – Tipo I

Deve ter dois enrolamentos secundários para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $69.000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 2 secundários

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200
- enrolamento 2: 0,6P200

7.2.8 Transformador de Potencial Classe 72,5 kV – Tipo II

Deve ter três enrolamentos secundários, sendo um para medição de faturamento e dois para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $69.000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 3 secundários

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1 : 0,3P75.

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento para medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200
- enrolamento 3: 0,6P200

7.2.9 Transformador de Potencial Classe 72,5 kV – Tipo III

Deve ter um enrolamento secundário, para medição de faturamento, com as seguintes características:

Relação nominal:  $69.000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 1 secundário

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75

7.2.10 Transformador de Potencial Classe 145 kV – Tipo I

Deve ter dois enrolamentos secundários para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $138000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 2 secundários

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200
- enrolamento 2 : 0,6P200

#### 7.2.11 Transformador de Potencial Classe 145 kV – Tipo II

Deve ter três enrolamentos secundários, sendo um para medição de faturamento e dois para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $138000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 3 secundários

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1 : 0,3P75.

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento para medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200
- enrolamento 3 : 0,6P200

#### 7.2.12 Transformador de Potencial Classe 145 kV – Tipo III

Deve ter um enrolamento secundário, para medição de faturamento, com as seguintes características:

Relação nominal:  $138000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 1 secundário

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75

#### 7.2.13 Transformador de Potencial Classe 242 kV – Tipo I

Deve ter dois enrolamentos secundários para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $230.00/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 2 secundários

Classe de exatidão e cargas nominais para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200
- enrolamento 2: 0,6P200

#### 7.2.14 Transformador de Potencial Classe 242 kV – Tipo II

Deve ter três enrolamentos secundários, sendo um para medição de faturamento e dois para medição operativa, com as seguintes características:

Relação nominal:  $230.000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 3 secundários

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75.

Classe de exatidão e cargas nominais para os enrolamentos de medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200
- enrolamento 3: 0,6P200

#### 7.2.15 Transformador de Potencial Classe 242 kV – Tipo III

Deve ter um enrolamento secundário, para medição de faturamento, com as seguintes características:

Relação nominal:  $230.000/\sqrt{3}$  -  $115/\sqrt{3}$  V - 1 secundário

Classe de exatidão e carga nominal do enrolamento para medição de faturamento:

- enrolamento 1: 0,3P75

### 7.3 Classes de Exatidão Padronizadas para Transformadores de Potencial Indutivos

As classes de exatidão padronizadas para transformadores de potencial indutivos monofásicos para medição são: 0,3 e 0,6.

Considera-se que um TPI está dentro de sua classe de exatidão quando, para as condições abaixo especificadas, os pontos determinados pelos fatores de correção de relação (FCR) e pelos ângulos ( $\gamma$ ) estiverem dentro do paralelogramo de exatidão, especificado na NBR 6855, para:

- tensões compreendidas na faixa entre 90 e 110% da tensão nominal, com frequência nominal;
- todos os valores de cargas nominais, desde vazio até a carga nominal especificada, salvo acordo entre fabricante e CELG GT;
- TPI com dois ou mais enrolamentos: cada enrolamento deve estar dentro de sua classe de exatidão, nas condições mencionadas anteriormente, com o(s) outro(s) secundário(s) alimentando cargas padronizadas, desde que a soma das cargas não ultrapasse a carga simultânea especificada.

## **8. INSPEÇÃO E ENSAIOS**

### **8.1 Generalidades**

- a) Os transformadores de potencial indutivos devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica e no campo, de acordo com esta norma e com as normas da ABNT aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela CELG GT.
- b) A CELG GT reserva-se o direito de inspecionar e testar os TPIs e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CELG GT, o seu Plano de Inspeção e Testes, onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos.
- d) Certificados de ensaio de tipo para equipamento de características idênticas ao especificado, realizados dentro dos últimos cinco anos, podem ser aceitos desde que a CELG GT considere que tais dados comprovem que o equipamento proposto atende ao especificado.  
Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipo existentes, será tomada posteriormente pela CELG GT, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.
- e) O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação deve haver aprovação prévia por parte da CELG GT).
- f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG GT o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- h) A aceitação dos equipamentos e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
  - não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta norma;

- não invalida qualquer reclamação posterior da CELG GT a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os transformadores podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- i) Após a inspeção dos TPIs, o fabricante deve encaminhar à CELG GT, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, incluindo oscilogramas, em três vias, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela concessionária.  
Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios e os resultados obtidos.
- j) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CELG GT.
- k) Nenhuma modificação no TPI deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG GT. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG GT, sem qualquer custo adicional.
- l) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- m) A CELG GT reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em transformadores já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da CELG GT, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- n) Os custos da visita do inspetor da CELG GT (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante se:
  - na data indicada na solicitação de inspeção o equipamento não estiver pronto;
  - o laboratório de ensaio não atender às exigências de 8.1.e até 8.1.f;
  - o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
  - o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa;
  - se os ensaios de recebimento forem efetuados fora do território brasileiro.

## 8.2 Ensaios de Recebimento/Rotina

Os ensaios de tipo e de recebimento deverão ser feitos de acordo com as normas NBR 6855, NBR 6940 e NBR 8125, exceto quando mencionado de outra forma, prevalecendo sempre os termos desta norma:

Os ensaios de recebimento são os relacionados a seguir:

- a) verificação da marcação dos terminais;
- b) polaridade;

- c) tensão suportável à frequência industrial a seco nos enrolamentos primários;
- d) descargas parciais;
- e) tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários e entre seções;
- f) capacitância e fator de perdas dielétricas;
- g) estanqueidade a frio;
- h) exatidão;
- i) ensaios do revestimento de zinco:
  - aderência;
  - espessura;
  - uniformidade;
- j) ensaios do óleo isolante:
  - rigidez dielétrica;
  - teor de água;
  - fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
  - tensão interfacial;
  - índice de neutralização.

**Nota:**

*O ensaio de exatidão deve ser realizado após a conclusão de todos os outros.*

### 8.2.3 Ensaaios do Revestimento de Zinco

Devem ser verificadas as seguintes características da camada de zinco:

- a) aderência, conforme NBR 7398;
- b) espessura, conforme NBR 7399;
- c) uniformidade, conforme NBR 7400.

### 8.3 Ensaaios de Tipo

Os ensaios de tipo deverão ser realizados em transformadores de potencial de cada tipo a ser fornecido, de acordo com o Contrato de Fornecimento de Material (CFM), em protótipo ou deverão ser apresentados juntamente com a proposta relatórios de ensaios de tipo que comprovem que os ensaios foram realizados previamente em transformadores idênticos, dentro dos últimos cinco anos.

Os ensaios de tipo são os a seguir relacionados:

- a) elevação de temperatura;
- b) curto-circuito;
- c) tensão suportável de impulso atmosférico;
- d) tensão aplicada sob chuva (transformadores para uso externo);
- e) tensão de rádio interferência (somente TPIs classe  $\geq 145$  kV);
- f) resistência ôhmica dos enrolamentos;
- g) corrente de excitação e perdas em vazio;
- h) impedância de curto-circuito;
- i) estanqueidade a quente;

**Notas:**

- 1) *Todos os ensaios dielétricos de tipo devem ser executados no mesmo transformador.*

2) *Depois de submetidos aos ensaios de tipo, os transformadores devem passar por todos os ensaios de recebimento constantes do item 8.2.*

#### **8.4 Critérios de Amostragem/Aceitação e Rejeição**

Para os ensaios de medição de descargas parciais, capacitância e fator de perdas dielétricas, estanqueidade a frio e exatidão, o fabricante deverá apresentar folhas de ensaios de cada unidade. O inspetor confrontará os resultados obtidos numa amostragem mínima de 10% do lote, escolhida aleatoriamente.

Os ensaios de verificação da marcação dos terminais, tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos primários e secundários devem ser executados em todas as unidades que compõem o lote.

O plano de amostragem para os ensaios de inspeção visual, óleo, galvanização e embalagem é o constante da Tabela 3.

#### **8.5 Relatórios dos Ensaios**

Deverão ser fornecidos ao inspetor após os ensaios terem sido satisfatoriamente completados, atendendo aos requisitos especificados na ET-CG.CELG GT, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos.

Nos relatórios de ensaios devem constar todas as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além dos requisitos mínimos abaixo:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- c) tipo e/ou modelo;
- d) mês e ano de fabricação;
- e) tensão nominal;
- f) tensão suportável de impulso atmosférico;
- g) descrição sucinta dos ensaios;
- h) indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos;
- i) memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- j) condições ambientes do local dos ensaios;
- k) tamanho do lote, número e identificação das unidades amostradas e ensaiadas;
- l) datas de início e término dos ensaios;
- m) nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
- n) nomes legíveis e assinatura do inspetor da CELG GT e do responsável pelos ensaios.

Os TPIs somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

**ANEXO A - TABELAS**
**TABELA 1**
**CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL**

ITEM	REQUISITOS ELÉTRICOS	Unid.	15 kV	36,2 kV	72,5 kV	145 kV	242 kV
1	Parâmetros do Sistema:						
	- tensão nominal	kV	13,8	34,5	69	138	230
	- tensão máxima de operação	kV	15	36,2	72,5	145	242
	- frequência nominal	Hz	60	60	60	60	60
2	Tensão primária nominal	kV	$13,8/\sqrt{3}$	$34,5/\sqrt{3}$	$69/\sqrt{3}$	$138/\sqrt{3}$	$230/\sqrt{3}$
3	Tensão secundária	V	$115/\sqrt{3}$				
4	Relação de transformação em qualquer enrolamento		120:1	300:1	600:1	1200:1	2000:1
5	Nível de isolamento nominal:						
	- tensão suportável à frequência industrial;	kV	34	70	140	230	395
	- tensão suportável de impulso atmosférico, onda plena;	kV	110	170	350	550	950
	- tensão suportável de impulso atmosférico, onda cortada;	kV	121	187	385	605	1045
- tensão suportável à frequência industrial, no enrolamento secundário.	kV	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
6	Máxima tensão de radiointerferência a 110% da tensão fase-terra de operação normal máxima (Referida a 300 $\Omega$ ).	$\mu$ V	-	-	-	500	500
7	Nível máximo de descargas parciais:						
	- tipo seco;	pC	50	50	-	-	-
	- tipo imerso em óleo.	pC	-	-	10	10	10
8	Fator de sobretensão nominal:						
	- em regime contínuo		1,2				
	- 30s		1,5				
9	Grupo de ligação	-	2				
10	Limites de elevação de temperatura:						
	- no enrolamento (método da variação da resistência)	$^{\circ}$ C	55	55	55	55	55
	- no líquido isolante	$^{\circ}$ C	50	50	50	50	50
	- tipo seco	$^{\circ}$ C	115	115	-	-	-
11	Potência térmica nominal	VA	Ver ítem 7.1.c				
12	Carga nominal	VA	75			200	
13	Carga simultanea	VA	Ver ítem 7.1.a				
14	Classe de exatidão						
	- medição faturamento		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	- medição operativa		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

**TABELA 2**
**ESPECIFICAÇÃO DO ÓLEO ISOLANTE  
 TIPO A (NAFTÊNICO) APÓS CONTATO COM O EQUIPAMENTO**

CARACTERÍSTICAS		UNIDADE	Valores garantidos		MÉTODO
			Mínimo	Máximo	
Aparência		-	O óleo deve ser claro, límpido, isento de matérias em suspensão ou sedimentadas.		Visual
Densidade a 20/4°C		-	0,861	0,900	NBR 7148
Viscosidade cinemática a: (2)	20°C	mm <sup>2</sup> /s	-	25,0	NBR 10441
	40°C		-	11,0	
	100°C		-	3,0	
Ponto de fulgor		°C	140,0	-	NBR 11341
Ponto de fluidez		°C	-	-39,0	NBR 11349
Índice de neutralização		mg KOH/g	-	0,03	ASTM D974
Tensão interfacial a 25°C		mN/m	40,0	-	NBR 6234
Cor ASTM		-	-	1,0	ASTM D1500
Teor de água		mg/kg	-	10,0	NBR 10710
Cloretos		-	Ausentes		NBR 5779
Sulfatos		-	Ausentes		NBR 5779
Enxofre corrosivo		-	Ausente		NBR 10505
Rigidez dielétrica		kV	50	-	NBR IEC 60156
Fator de perdas dielétricas a 100°C		%	-	0,90	ASTM D924
Ou					
Fator de dissipação a 90°C (3)			-	0,70	IEC 60247
Estabilidade à oxidação:					
-Índice de neutralização		mg KOH/g	-	0,40	IEC 61125
-Borra		% massa	-	0,10	IEC 61125
-Fator de dissipação a 90°C (4)		%	-	20,0	IEC 60247
Teor de inibidor de oxidação DBPC/DBP		% massa	0,27	0,33	ASTM D2668
Porcentagem de carbonos		%	Anotar		ASTM D2140
Teor de bifenilas policloradas (PCB)		mg/kg	Não detectável		NBR 13882

**Notas:**

- 1) Antes de iniciar a inspeção, o fornecedor deve apresentar ao inspetor, certificado comprovando todas as características do óleo, contidas nesta tabela.
- 2) O ensaio de viscosidade será realizado em duas temperaturas dentre as três citadas.
- 3) Esta norma requer que o óleo isolante atenda ao limite de fator de perdas dielétricas a 100°C pelo método ASTM D924 ou ao fator de dissipação a 90°C pelo método IEC 60247. Esta especificação não exige que o óleo isolante atenda aos limites medidos por ambos os métodos.
- 4) O ensaio do fator de dissipação a 90°C do óleo oxidado pelo método IEC 61125, será realizado conforme método IEC 60247.
- 5) Os recipientes destinados ao fornecimento do óleo mineral isolante devem ser limpos e isentos de matérias estranhas.
- 6) O revestimento interno desses recipientes deve ser constituído de resina epóxi, convenientemente curado, ou material equivalente em desempenho.

TABELA 3

**PLANO DE AMOSTRAGEM PARA INSPEÇÃO VISUAL,  
ÓLEO, GALVANIZAÇÃO E EMBALAGEM**

Número de unidades	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
2 a 50	-	2	0	1
51 a 500	1 <sup>a</sup>	5	0	2
	2 <sup>a</sup>	5	1	2
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	8	0	3
	2 <sup>a</sup>	8	3	4

**Notas:**

- Regime de inspeção normal
- Amostragem dupla
- NQA: 6,5%
- Nível de inspeção: S3

**QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS**
**TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO**

Tipo do TPI \_\_\_\_\_

Nome do fabricante \_\_\_\_\_

Número da licitação \_\_\_\_\_

Número da proposta \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES CARACTERÍSTICAS
1	Tipo	
2	Uso (interno/externo)	
3	Tensões nominais:	
3.1	- primária	kV
3.2	- máxima de operação	kV
3.3	- secundária	V
4	Frequência nominal	Hz
5	Exatidão de cada enrolamento, no limite entre: 90 e 110% da tensão primária nominal, fase-terra, desde vazio até a carga nominal:	
5.1	- enrolamento 1	
5.2	- enrolamento 2	
5.3	- enrolamento 3	
6	Número de enrolamentos secundários: - de medição de faturamento; - de medição operativa; - total	
7	Relação nominal	
8	Relação de transformação	
9	Número de espiras de cada enrolamento: - primário; - secundário;	
10	Grupo de ligação	
11	Tensão suportável à frequência industrial	kV
12	Tensão suportável à frequência industrial, sob chuva	kV
13	Tensão suportável à frequência industrial, nos enrolamentos secundários	kV
14	Tensão suportável de impulso atmosférico	kV
15	Máxima tensão de radiointerferência medida a $1,1 U_{m\acute{a}x} / \sqrt{3}$	$\mu V$
16	Nível máximo de descargas parciais a 110% da tensão fase-terra	pC
17	Fator de sobretensão nominal	
18	Fator de perdas dielétricas do isolamento referido a 20°C	
19	Potência térmica nominal	VA

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES CARACTERÍSTICAS
20	Cargas nominais:	
20.1	Enrolamento 1	
20.2	Enrolamento 2	
20.3	Enrolamento 3	
21	Corrente de curto-circuito nos terminais secundários	kA
22	Elevação de temperatura para operação contínua e carga total, com temperatura ambiente de 40°C:	
22.1	- enrolamento	°C
22.2	- óleo	°C
23	Tipo de núcleo	
24	Material do núcleo	
25	Tipo de óleo isolante.	
26	Volume de óleo isolante.	l
27	Tipo do gás em contato com o líquido isolante (se aplicável)	
28	Pressão do gás em contato com o líquido isolante (se aplicável)	kPa
29	Distância mínima especificada de escoamento fase-terra	mm
30	Máxima força de tração, horizontal, nos terminais primários	daN
31	Erro de relação e erro de ângulo de fase de zero até a carga nominal com tensão e frequência nominais. Esta informação deve ser apresentada em curva tendo como limites do paralelogramo o erro de relação e o erro de ângulo de fase	
32	Massas:	
32.1	- total	kg
32.2	- aproximada para transporte.	kg
33	Dimensões:	
33.1	- largura	mm
33.2	- comprimento	mm
33.3	- altura	mm
34	Dimensões aproximadas para transporte:	
34.1	- largura	mm
34.2	- comprimento	mm
34.3	- altura	mm

**Notas:**

- 1) O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.
- 2) Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence.
- 3) Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação.

- 4) *Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta.*
- 5) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.*

## ANEXO C

## CERTIFICADOS DE ENSAIOS REQUERIDOS COM A PROPOSTA

## TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO

Tipo do TPI \_\_\_\_\_

Nome do fabricante \_\_\_\_\_

N°. da licitação \_\_\_\_\_

N°. da proposta \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO	CERTIFICADO
1.	Ensaio dielétricos	
1.1	Tensão induzida	
1.2	Tensão suportável à frequência industrial a seco e sob chuva nos enrolamentos primários	
1.3	Tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários	
1.4	Tensão suportável de impulso atmosférico	
2	Descargas parciais	
3	Polaridade	
4	Exatidão	
5	Estanqueidade a frio	
6	Resistência ôhmica dos enrolamentos	
7	Corrente de excitação e perdas em vazio	
8	Impedância de curto-circuito e perdas em carga	
9	Elevação de temperatura	
10	Curto-circuito	
11	Tensão de radiointerferência	
12	Estanqueidade a quente	
13	Exatidão	
14	Capacitância e fator de perdas dielétricas	

**Notas:**

- 1) *Deverão ser enviados juntamente com a proposta todos os certificados dos ensaios de tipo relacionados acima, desde que realizados em equipamentos idênticos dentro dos últimos cinco anos. Caso não sejam apresentados, os ensaios de tipo deverão ser realizados em um dos equipamentos de cada tipo a serem fornecidos de acordo com o contrato ou em um protótipo, sem ônus para a CELG GT.*
- 2) *Entretanto, reserva-se a CELG GT o direito de rejeitar esses certificados, parcial ou totalmente, se os mesmos não estiverem conforme prescrito nas normas, ou não corresponderem aos equipamentos especificados.*

## **NOTAS RELATIVAS AOS ANEXOS: D, E e F**

### **D - PEÇAS SOBRESSALENTES ESPECIFICADAS**

### **E - PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS**

### **F - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas nos quadros relativos aos anexos acima.

A relação das peças sobressalentes, Anexos D e E, deve incluir uma relação de peças recomendadas pelo fabricante para operação do equipamento por cinco anos.

A relação deve incluir, no mínimo, as peças indicadas no Anexo D, sendo que quando o item for relacionado como "conjunto", o fornecedor deve discriminar, à parte, cada peça componente do mesmo. A relação deve ser completada com os itens e quantidades recomendadas no Anexo E.

A CELG GT reserva-se o direito de selecionar entre as peças sobressalentes recomendadas, aquelas que serão adquiridas.

Devem ser fornecidos pelo fabricante, sem ônus para a CELG GT, todos os equipamentos e ferramentas especiais, de montagem e manutenção, que sejam considerados necessários a uma adequada montagem, desmontagem, ajuste e calibração de qualquer parte do equipamento.

Por equipamentos e ferramentas especiais, ficam definidas aquelas partes especialmente projetadas e fabricadas para uso, de alguma forma, para um equipamento ou cliente particular, devendo o fabricante listá-las, se houver, no Anexo F.

---

**ANEXO D****PEÇAS SOBRESSALENTES ESPECIFICADAS****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO**

Nome do fabricante: \_\_\_\_\_

Número da licitação: \_\_\_\_\_

Número da proposta: \_\_\_\_\_

Tipo do TPI: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO R\$

**ANEXO E****PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO**

Nome do fabricante: \_\_\_\_\_

Número da licitação: \_\_\_\_\_

Número da proposta: \_\_\_\_\_

Tipo do TPI: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO R\$

O fornecedor deve incluir em sua proposta uma relação de peças sobressalentes recomendadas para cinco anos de operação.

A CELG GT reserva-se o direito de selecionar, entre as peças de reposição recomendadas, aquelas que serão adquiridas.

A relação deve incluir descrição, identificação clara da peça, número de código e item do desenho de referência e/ou catálogo de cada item de reposição.

Quando o item for relacionado como "conjunto", o fornecedor deverá discriminar cada peça componente do mesmo.

**ANEXO F****FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS  
PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO**

Nome do fabricante: \_\_\_\_\_

Número da licitação: \_\_\_\_\_

Número da proposta: \_\_\_\_\_

Tipo do TPI: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIÇÃO

## ANEXO G

## COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

## TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO

Tipo do TPI \_\_\_\_\_

Nome do fabricante \_\_\_\_\_

Número da licitação \_\_\_\_\_

Número da proposta \_\_\_\_\_

Item	Ensaio	Preço
1	Elevação de temperatura	
2	Curto-circuito	
3	Tensão suportável de impulso atmosférico	
4	Tensão aplicada sob chuva (transformadores para uso externo)	
5	Tensão de rádio interferência	
6	Resistência ôhmica dos enrolamentos	
7	Corrente de excitação e perdas em vazio	
8	Impedância de curto-circuito	
9	Estanqueidade a quente	

**Nota:**

*O preenchimento deste quadro é obrigatório, ficando a critério da CELG GT a aquisição ou não dos ensaios que julgar conveniente.*

---

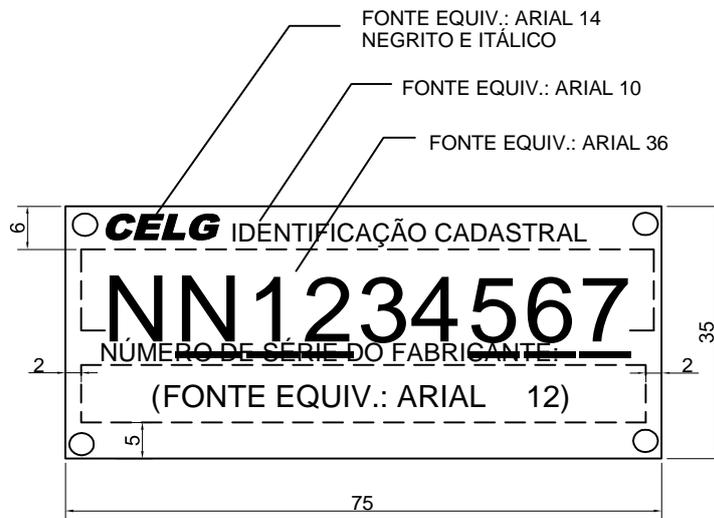
**ANEXO H****QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO****Tipo do TPI** \_\_\_\_\_**Nome do fabricante** \_\_\_\_\_**Número da licitação** \_\_\_\_\_**Número da proposta** \_\_\_\_\_

A documentação técnica de licitação será integralmente aceita pelo proponente à exceção dos desvios indicados neste quadro.

Referência	Descrição sucinta dos desvios e exceções

ANEXO I

DESENHO 1



NOTA:

Material: aço inox AISI 304, espessura 0,5 mm.

	CELG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.			PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS TAMANHO 3		
	DIM.: Em mm	DES.: DT-SET	APROV.:			
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: MAR/10			43
ELAB.: DT-SET	SUBST.:					

### ALTERAÇÕES NA NTC-37

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
1	MAR/10	2	1	Revisão das normas ABNT aplicáveis
2		3		Definições
3		4.1		Condições do local de instalação
4		4.2		Garantia
5		4.3		Embalagem
6		4.5		Linguagens e unidades de medida
7		5		Documentos técnicos a serem apresentados juntamente com a proposta
8		5.1		Desenho dimensional
9		5.2		Desenho de dimensões para transporte
10		5.3		Desenho das buchas
11		5.4		Desenhos das placas de identificação
12		5.5		Desenhos dos conectores de linha e de aterramento
13		5.6		Desenhos dos terminais de linha
14		6.1		Generalidades
15		6.2		Conexões secundárias e caixa de terminais
16		6.4		Óleo isolante
17		6.5		Câmara de expansão e vedações
18		6.6		Buchas
19		6.7		Parte ativa
20		6.8		Terminais e conectores de alta tensão
21		6.9		Placa de identificação
22		6.9.1		Placa para transformador de medição e faturamento, classe 15 e 36,2 kV
23		6.10		Placa de identificação de cadastro de equipamento
24		6.11		Placa de advertência.
25		6.12		Galvanização
26		6.14		Polaridade
27		6.15		Marcação dos enrolamentos e terminais
28		6.16		Estanqueidade
29		6.17		Acessórios
30		6.17		Capacitância e fator de perdas dielétricas
31		6.18		Capacidade de suportar curto-circuito
32		7		Requisitos Técnicos específicos
33		8		Inspeções e ensaios
34		8.2		Ensaio de recebimento/rotina
35		8.3		Ensaio de tipo
36		8.4		Crítérios de amostragem /aceitação e rejeição.
37		8.5		Relatórios dos ensaios
38		Tabela 1		Características elétricas dos transformadores de potencial
39		Tabela 2		Especificação do óleo isolante tipo A (Naftênico) após contato com o equipamento
40		Anexo B		Quadro de dados técnicos e características garantidas

---

41		Anexo C	Certificados de ensaios requeridos com a proposta
42		Anexo D	Peças sobressalentes especificadas
43		Anexo E	Peças sobressalentes recomendadas
44		Anexo G	Cotação de ensaios de tipo
45		Anexo F	Ferramentas e equipamentos especiais para instalação e manutenção