



NORMA TÉCNICA CELG D

Transformador de Potencial Capacitivo Especificação

**NTC-38
Revisão 1**

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

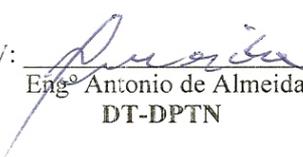
NTC-38

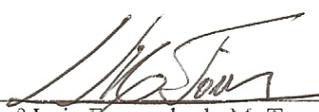
Transformador de Potencial Capacitivo

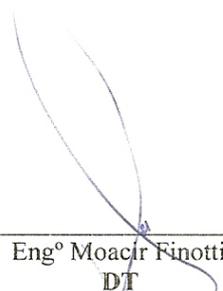
Especificação
Revisão 1

ELABORAÇÃO: Engº Gérson Tertuliano
Engº Reinaldo Albernaz Rodrigues

SUPERVISÃO: 
Engº Luiz Flávio Naves Rodrigues
DT-SNT

APROV: 
Engº Antonio de Almeida
DT-DPTN

APROV: 
Engº Luiz Fernando de M. Torres
DT-SPSE

APROV.: 
Engº Moacir Finotti
DT

DATA: ABR/10

ÍNDICE

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
1	OBJETIVO	1
2	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3	REQUISITOS GERAIS	4
3.1	Condições do Local de Instalação	4
3.2	Garantia	4
3.3	Embalagem	4
3.4	Extensão do Fornecimento	5
3.5	Linguagens e Unidades de Medida	5
4.	DOCUMENTOS TÉCNICOS PARA APROVAÇÃO	7
4.1	Desenho Dimensional	7
4.2	Desenhos das Buchas	7
4.3	Desenhos das Placas de Identificação	7
4.4	Desenhos dos Conectores de Linha e Aterramento	7
4.5	Desenhos dos Terminais de Linha	8
4.6	Documentos Complementares	8
4.7	Desenhos da Embalagem para Transporte	8
4.8	Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção	8
5.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	10
5.1	Generalidades	10
5.2	Operação com Acessórios Carrier	10
5.3	Buchas de Porcelana	11
5.4	Saturação	11
5.5	Ferroressonância	11
5.6	Curto-Circuito Primário	11
5.7	Dispositivo de Proteção	12
5.8	Juntas e Gaxetas	12
5.9	Óleo Isolante	12
5.10	Câmara de Expansão e Vedações	12
5.11	Terminais e Conectores de Alta Tensão	13
5.12	Conexão Secundária e Caixa de Terminais	13
5.13	Conectores de Aterramento	14
5.14	Estanqueidade	14
5.15	Capacitância e Fator de Perdas Dielétricas	14
5.16	Capacidade de Suportar Curto-Circuito	14
5.17	Resposta em Regime Transitório	14
5.18	Operação com Grupo de Acoplamento para Sistemas de Ondas Portadoras	14
5.19	Montagem das Bobinas de Bloqueio	15
5.20	Placa de Identificação	15
5.21	Placa de Identificação de Cadastro de Equipamento	16
5.22	Placa de Advertência para Armazenamento	16
5.23	Galvanização	16
5.24	Acessórios	16
6.	REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS	17
6.1	Tipos de Transformadores de Potencial Capacitivos	17
6.2	Classes de Exatidão Padronizadas para Transformadores de Potencial Capacitivos	19

ÍNDICE

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
7.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	21
7.1	Generalidades	21
7.2	Ensaio de Recebimento/Rotina	22
7.3	Ensaio de Tipo	23
7.4	Critérios de Amostragem/Aceitação e Rejeição	24
7.5	Relatórios dos Ensaio	24
ANEXO A	TABELAS	25
TABELA 1	REQUISITOS ELÉTRICOS	25
TABELA 2	ESPECIFICAÇÃO DO ÓLEO ISOLANTE TIPO A (NAFTÊNICO) APÓS CONTATO COM O EQUIPAMENTO	27
TABELA 3	PLANO DE AMOSTRAGEM PARA INSPEÇÃO VISUAL, ÓLEO, GALVANIZAÇÃO E EMBALAGEM	28
ANEXO B	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	29
ANEXO C	CERTIFICADOS DE ENSAIOS REQUERIDOS COM A PROPOSTA	32
ANEXO D	PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS	34
ANEXO E	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ESPECIAIS PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO	35
ANEXO F	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	36
ANEXO G	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	37
ANEXO H	DESENHOS	38
DESENHO 1	FURAÇÃO DO TOPO DOS TPCs	38
DESENHO 2	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTO	39

1. OBJETIVO

A presente norma técnica tem por objetivo definir as principais características, bem como os demais requisitos básicos para o fornecimento de transformadores de potencial capacitivos, monofásicos e equipamentos associados, para as tensões máximas de operação 72,5, 145 e 242 kV, a serem instalados em subestações da CELG D.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para o projeto, construção e ensaios dos equipamentos e seus acessórios, bem como para toda a terminologia adotada, devem ser seguidas as prescrições das seguintes normas:

NBR 5034	Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação.
NBR 5286	Corpos cerâmicos de grandes dimensões destinados a instalações elétricas.
NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
NBR 5456	Eletrotécnica e eletrônica - Eletricidade geral - Terminologia.
NBR 5458	Eletrotécnica e eletrônica - Transformadores - Terminologia.
NBR 5755	Determinação de água em líquidos isolantes (Método Karl Fischer) - Método de ensaio.
NBR 5778	Determinação do índice de refração - Método de ensaio.
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 6546	Transformadores para instrumentos.
NBR 6855	Transformadores de potencial indutivos.
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 7398	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo - Método de ensaio.
NBR 7400	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.
NBR 7563	Grupo de acoplamento para sistemas de ondas portadoras em linhas de alta tensão.
NBR 7875	Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização.
NBR 7876	Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência 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 60044-5 Instrument transformers - Part 5 - Capacitor 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.
- IEC 60358 Coupling capacitors and capacitor dividers.
- ANSI C93.1 Power-line carrier coupling capacitors and coupling capacitor voltage transformers (ccvt).
- ANSI C93.2 Requirements for Power-Line Coupling Capacitors 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 D, 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 D, 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 D 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.*

3. REQUISITOS GERAIS

3.1. **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/m²);
- umidade relativa do ar: até 100%;
- exposição direta a chuva e poeira;
- nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta;
- sistema com neutro solidamente aterrado.

3.2 **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 D, 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.

3.3 **Embalagem**

Os transformadores de potencial capacitivos 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 manter-se em condições de um novo transporte nas mesmas condições citadas anteriormente.

Nos casos em que o transporte do equipamento se dê com o mesmo posicionado diferentemente de sua posição de armazenagem final, a embalagem deverá ser adequada para esta última condição de armazenamento, de forma a não comprometer seus componentes e sua funcionalidade.

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 D e será o único responsável pela integridade dos equipamentos e acessórios.

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 conferência e armazenamento final.

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 D;
- número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- mês e ano da entrega;
- número de série;
- número do cadastro CELG D constante da placa de identificação de cadastro de equipamento;
- nome do equipamento;
- tipo e/ou modelo;
- classe de tensão;
- massa;
- número da nota fiscal;
- outras informações exigidas no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

3.4 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.

3.5 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.

4. 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 D, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos.

4.1 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) detalhe da caixa de sintonia e chave de aterramento da bobina de drenagem;
- e) legenda dos componentes;
- f) desenhos de todos os dispositivos e componentes auxiliares, tais como: indicadores, válvulas de alívio de pressão, etc.;
- g) massas:
 - do tanque com acessórios;
 - do óleo;
- h) tipo, código comercial e volume do óleo isolante;
- i) furação da base de fixação;
- j) placa de identificação;
- k) placa de identificação de cadastro;
- l) tipo, código comercial e volume do óleo isolante.

4.2 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.

4.3 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.

4.4 Desenhos dos Conectores de Linha e Aterramento, contendo:

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

4.5 Desenho dos Terminais de Linha, contendo:

- a) tipo e código do fabricante;
- b) material utilizado;

- c) torque de aperto dos parafusos;
- d) dimensões.

4.6 Documentos Complementares:

- a) esquema de tratamento das superfícies metálicas;
- b) plano de inspeção e testes;
- c) cronograma de fabricação;
- d) lista de equipamentos que irão requerer armazenagem especial e área de estocagem;
- e) certificados dos ensaios de tipo pertinentes ao equipamento e aos componentes;
- f) dados e características do equipamento;
- g) catálogos de todos os componentes.

4.7 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.

4.8 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;
- X Descrição e princípio de operação e desempenho do sistema carrier.

Notas:

- 1) *A relação de documentos técnicos para aprovação apresentada, deverá ser atendida para cada tipo de transformador de potencial capacitivo.*
- 2) *Os capítulos I, VII e X, 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 4.8, 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.*

5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

5.1 **Generalidades**

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

Devem ser apropriados para instalação externa, imersos em óleo mineral isolante, adequados para acoplamento de equipamentos de onda portadora e uso como transformador de instrumentos.

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

Devem ser fornecidos com dispositivos e meios adequados para permitir a instalação de bobinas de bloqueio no topo.

Devem ser tomados cuidados especiais na seleção dos materiais para evitar oxidação e corrosão galvânica.

A classe de temperatura dos materiais isolantes deve ser 105°C (A) ou superior.

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.

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, dentro de um mesmo tipo ou modelo, devem ser idênticas e intercambiáveis umas com as outras, sem necessitar de alterações para esse propósito.

5.2 **Operação com Acessórios Carrier**

Os transformadores de potencial capacitivos deverão ser adequados para o acoplamento do carrier de serviço. Quando requerido, os acessórios deverão ser fornecidos para todos ou qualquer número de capacitores de acoplamento, e devem incluir:

- centelhador;
- bobina de drenagem;
- chaves apropriadas e independentes para aterramento dos circuitos de potencial e de acoplamento do equipamento de onda portadora.

As chaves de aterramento deverão ser projetadas para serem operadas externamente aos TPCs.

Deverá ser previsto um intertravamento eficaz, de modo que o acesso aos dispositivos de potencial e de acoplamento do equipamento de onda portadora, somente seja permitido quando as respectivas chaves de aterramento estiverem fechadas (circuitos aterrados).

Dispositivo para conexão do cabo do carrier incluindo bucha de entrada para proteção

contra intempéries, para cabo RG11, 75 Ω .

O projeto deverá prever meios que permitam a realização de medições de capacitância, através de acessórios externos ao terminal de saída para aterramento do divisor capacitivo de potencial.

O fabricante deverá descrever em sua proposta, o princípio de operação e o desempenho do carrier (bloqueio do sinal ou geração de sinal espúrio durante condições transitórias).

5.3 Buchas de Porcelana

Os TPCs 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.

5.4 Saturação

O transformador de potencial capacitivo deverá ser capaz de sustentar a tensão máxima entre linhas, sem que ocorra a saturação do mesmo.

A ausência de saturação deverá ser determinada pela medida da corrente de magnetização para tensão máxima entre linhas.

Este valor não deverá ser maior que duas vezes a tensão nominal.

5.5 Ferroressonância.

Qualquer ferroressonância introduzida no TPC, devido à aplicação súbita da tensão primária ou ao corte súbito de um curto-circuito secundário, deverá ser amortecida de tal forma que a extensão do efeito na forma de onda da tensão secundária desapareça dentro de 10 ciclos da frequência nominal, mesmo quando estiver com carga zero.

5.6 Curto-Circuito Primário

A tensão transitória secundária que se segue à súbita remoção da tensão primária não deverá exceder a 10% do valor de pico da tensão secundária antes do corte da tensão primária.

Este valor é para ser medido em um ciclo (para frequência nominal) após o curto-circuito primário e quando o transformador de potencial capacitivo for carregado com uma carga de 100 VA, com um fator de potência de 0,8 atrasado.

O fabricante deverá submeter à CELG D os relatórios de ensaio para comprovar os valores acima, bem como informar estas correntes de curto-circuito nos terminais secundários, duração permissível do curto-circuito e qualquer recomendação especial cabível.

5.7 Dispositivo de Proteção

Deverá ser incorporado ao transformador dispositivo limitador de sobretensões que possam ocorrer através de seus componentes, este dispositivo deve incluir um descarregador. O ajuste do referido dispositivo de segurança deverá ser feito a critério do fabricante, contudo não deve introduzir distorção na forma de onda da tensão secundária, na frequência nominal com tensão aplicada de até 1,2 pu da nominal.

Se o dispositivo de segurança operar em surto de manobra ou em sobretensões atmosféricas, a tensão secundária deverá recuperar sua correta forma de onda dentro de 4 ms quando a tensão aplicada for 1,2 pu da tensão nominal.

5.8 Juntas e Gaxetas

Deverá ser preferencialmente usada vedação por meio de gaxetas para todas as juntas entre o tanque do transformador e as buchas de porcelana. Juntas cimentadas não serão aceitas.

As juntas deverão 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 deteriore com a ação do clima tropical.

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

5.9 Óleo Isolante

O transformador de potencial capacitivo deverá ser fornecido com óleo mineral isolante, do tipo naftênico, sem inibidores, cujas características estão mostradas na Tabela 2.

5.10 Câmara de Expansão e Vedações

O compartimento que contém o óleo da pilha de capacitores deverá ser hermeticamente vedado contra a penetração de umidade. Deverão ser previstos meios que permitam a flutuação do volume de óleo causado por mudanças de temperatura, sendo que o dispositivo utilizado deverá ser claramente descrito na proposta.

Na parte superior do equipamento deverá 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 se 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.

O indicador do nível de óleo deverá ser visível do nível do solo.

Devem ser fornecidos todos os detalhes da interface óleo/gás.

Devido ao transporte do equipamento, os TPCs com buchas de porcelana, de duas ou mais seções, deverão ter, cada uma delas, vedação contra a penetração de umidade.

As propostas deverão indicar quais medidas serão previstas para aliviar os aumentos de pressão que possam vir a se desenvolver devido a uma falta interna na unidade capacitiva.

O tanque da parte indutiva deverá ser preenchido com óleo, e o tipo de vedação deverá ser descrito na proposta.

5.11 Terminais e Conectores de Alta Tensão

Os equipamentos deverão ser fornecidos com terminais padrão NEMA, de quatro furos, equipados com conectores chapa-cabo, reto ou 90°, com as seguintes faixas de aplicação:

- 72,5 a 145 kV: entre 2/0 AWG e 477 MCM;
- 242 kV: entre 477 MCM e 1033,5 MCM.

O respectivo desenho deverá ser aprovado pela CELG D.

Os anéis anticorona, se necessários, deverão ser parte integrante do fornecimento.

5.12 Conexão Secundária 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 em uma caixa de terminais.

Todos os terminais deverão ter isolamento para, no mínimo, 600 V e ser providos de separadores isolantes.

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

Os terminais devem ser adequados para conexão de cabos 2,5 a 6 mm².

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

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

O bloco terminal deve incluir um terminal de aterramento.

A caixa de terminais deve possuir grau de proteção mínimo IP54, conforme NBR 6146.

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

Os terminais devem ter proteção adequada contra curtos-circuitos nos enrolamentos secundários; tal proteção deverá também se localizar na caixa de terminais. Esta proteção deverá ser claramente descrita na proposta.

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

5.13 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, seções entre 35 e 70 mm².

O TPC deverá ser provido de uma barra de aterramento na caixa de terminais.

5.14 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.

5.15 Capacitância e Fator de Perdas Dielétricas

O valor limite para o fator perdas dielétricas de TPCs novos é de 1% referido a 20°C.

5.16 Capacidade de Suportar Curto-Circuito

O transformador de potencial capacitivo deve ser projetado e construído para suportar sem danos, quando energizado à tensão nominal, os esforços mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos externos com duração de 1 s.

5.17 Resposta em Regime Transitório

Após um curto-circuito entre terminais de AT e terra, a tensão secundária não deve ultrapassar, em um tempo de 16,67 ms, 10% do valor de crista existente antes do curto-circuito.

5.18 Operação com Grupo de Acoplamento para Sistemas de Ondas Portadoras

Os TPCs devem ser providos de meios para possibilitar operação com grupo de acoplamento para sistemas de ondas portadoras. Para possibilitar essa operação, a capacitância total dos mesmos deve estar compreendida entre os limites de 2000 pF e 10000pF, conforme a ABNT- NBR 7563. Além da exigência do valor da capacitância total, os TPCs devem possuir:

- a) descarregador;
- b) indutor de drenagem com curva de resposta mais plana possível para faixa de 30 kHz a 300 kHz. O indutor de drenagem deve possuir impedância maior do que 10.000 Ω em 300 kHz e os seguintes valores típicos:
 - menor que 20 Ω em 60 Hz;
 - 1.000 Ω em 30 kHz;
 - 5000 Ω em 200 kHz;

- c) chave de aterramento, que deve possuir dispositivo que permita a sua operação do nível do solo, por meio de vara de manobra;
- d) dispositivo para conexão de cabos do sistema de ondas portadoras (carrier) à prova de intempéries, adequados para um cabo singelo de 12,5 mm de diâmetro;
- e) placas de advertência quanto à operação da chave de aterramento do sistema carrier.

5.19 Montagem das Bobinas de Bloqueio

Os TPCs, deverão ser adequados para montagem em conjunto com bobinas de bloqueio. Para tanto deverá ser prevista na parte superior dos mesmos, meios de fixação da bobina, com furação do topo conforme Desenho 1.

Quando a especificação de fornecimento indicar a necessidade da montagem com a bobina, deverá fazer parte do fornecimento o respectivo suporte.

Para o dimensionamento do TPC deverão ser consideradas, massa da bobina: 20 kg e área de vento: 0,5 m².

5.20 Placa de Identificação

A placa de identificação deverá ser em aço inoxidável, com espessura mínima de 0,5 mm, na cor natural do material, escrita em português, em baixo relevo e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) normas segundo as quais o TPC é construído e ano da edição;
- b) a expressão: "Transformador de Potencial Capacitivo";
- c) nome ou marca do fabricante;
- d) ano e local de fabricação;
- e) número de série;
- f) tipo ou modelo;
- g) número do manual de instruções;
- h) a expressão: "Uso Externo";
- i) frequência nominal;
- j) tensões nominais primárias e secundárias;
- k) tensão nominal máxima;
- l) tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- m) tensão suportável nominal à frequência industrial;
- n) grupo do TPC;
- o) relação de transformação nominal;
- p) cargas e classes de exatidão;
- q) carga térmica nominal;
- r) diagrama de conexão (incluindo as designações dos terminais);
- s) capacitâncias da alta tensão, intermediária e total;
- t) fator de perdas dielétricas;
- u) ajuste do dispositivo de proteção;
- v) número de série das unidades capacitivas compreendendo a pilha de capacitores;
- x) número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- y) massa total;
- z) tipo, massa e volume do óleo isolante.

A placa de identificação deverá ser submetida à aprovação da CELG D.

5.21 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 D, o qual deverá constar na referida placa.
- d) O fabricante deverá enviar documento à CELG D 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.

5.22 Placa de Advertência para Armazenamento.

- a) placa de advertência de aço inoxidável com instruções quanto à inclinação máxima admissível e direção desta inclinação no transporte e posição de armazenamento;
- b) placa ou gravação, na embalagem, com os mesmos dizeres da alínea a.

5.23 Galvanização

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

5.24 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 de nível do óleo;
- olhais para içamento;
- dispositivo de alívio de pressão;
- terminal de linha;
- terminal e conector de aterramento;
- pára-raios para a proteção da parte magnética;
- chave de aterramento para aterrar o terminal de terra do divisor capacitivo de potencial;
- anel anticorona, se aplicável;
- caixa de terminais secundários;
- flanges, ou válvulas para drenagem, enchimento e retirada de amostra de óleo isolante;
- placa de identificação;
- placa de identificação de cadastro de equipamento;
- suporte para instalação de bobina de bloqueio.

6. REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

Além dos requisitos específicos indicados por classe de tensão nos itens 6.1.1 a 6.1.9, os TPCs 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) as classes de exatidão dos TPCs deverão ser mantidas para as seguintes variações de temperatura, frequência, tensão nominal e carga:
 - temperatura ambiente entre – 5 e 40°C;
 - frequência $60 \pm 0,6$ Hz;
 - tensão 80 a 120 % da nominal;
 - carga 25 a 100% da nominal.
- c) A potência térmica deverá ser determinada por meio do produto do fator de sobretensão contínua ao quadrado, pela carga simultânea, considerando a sua distribuição proporcional à carga de cada enrolamento.

6.1 **Tipos de Transformadores de Potencial Capacitivos**

6.1.1 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.

6.1.2 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 de medição operativa:

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

6.1.3 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.

6.1.4 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 carga nominal para cada enrolamento:

- enrolamento 1: 0,6P200;

- enrolamento 2: 0,6P200.

6.1.5 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 carga nominal para cada enrolamento de medição operativa:

- enrolamento 2: 0,6P200;

- enrolamento 3: 0,6P200.

6.1.6 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.

6.1.7 Transformador de Potencial Classe 242 kV – Tipo I

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

Relação nominal: $230.000/\sqrt{3} - 115/\sqrt{3}$ V - 2 secundários.

Classe de exatidão e carga nominal para cada enrolamento:

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

6.1.8 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 carga nominal para cada enrolamento de medição operativa:

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

6.1.9 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.

6.2 **Classes de Exatidão Padronizadas para Transformadores de Potencial Capacitivos**

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

Considera-se que um TPC 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 (γ) estiverem dentro do paralelogramo de exatidão, especificado na NBR 6855, para:

- a) tensões compreendidas na faixa entre 90 e 110% da tensão nominal, com frequência nominal;
- b) todos os valores de cargas nominais, desde vazio até a carga nominal especificada, salvo acordo entre fabricante e CELG D;

- c) TPCs 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.

7. INSPEÇÃO E ENSAIOS

7.1 **Generalidades**

- a) Os transformadores de potencial capacitivos 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 D.
- b) A CELG D reserva-se o direito de inspecionar e testar os transformadores 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 D, 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 dez anos, podem ser aceitos desde que a CELG D 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 D, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.
- e) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG D 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.
- f) 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 D).
- 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 D 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 transformadores, o fabricante deve encaminhar à CELG D, 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 D.
- k) Nenhuma modificação no transformador deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG D. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG D, sem qualquer custo adicional.
- l) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- m) A CELG D reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em transformadores já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da CELG D, 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 D (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 7.1.f até 7.1.g;
 - 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.

7.2 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:

- a) verificação da marcação dos terminais;
- b) tensão suportável à frequência industrial no enrolamento primário;

- c) descargas parciais;
- d) tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários e entre seções;
- e) capacitância e fator de perdas dielétricas do divisor capacitivo;
- f) polaridade;
- g) verificação e ajuste dos descarregadores;
- h) estanqueidade a frio;
- i) exatidão;
- j) ensaios do revestimento de zinco:
 - aderência;
 - espessura;
 - uniformidade;
- k) ensaios do óleo isolante:
 - rigidez dielétrica;
 - teor de água;
 - fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
 - tensão interfacial;
 - índice de neutralização.
- l) tensão induzida na unidade eletromagnética.

Nota:

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

7.2.1 Ensaios 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.

7.3 Ensaios 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) ensaios dielétricos:
 - tensão suportável de impulso atmosférico;
 - tensão suportável à frequência industrial sob chuva;
- b) medição da capacitância e resistência série equivalente;
- c) radiointerferência;
- d) curto-circuito;
- e) exatidão;
- f) elevação de temperatura;
- g) resistência ôhmica dos enrolamentos;
- h) corrente de excitação e perdas em vazio;
- i) impedância de curto-circuito;

- j) estanqueidade a quente;
- k) ferroressonância;
- l) resposta a transientes.

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 7.2.*

7.4 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.

7.5 Relatórios dos Ensaios

Deverão ser entregues à CELG D, após os ensaios terem sido satisfatoriamente completados, atendendo aos requisitos especificados na ET-CG.CELG D, relativamente 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 D e do responsável pelos ensaios.

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

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1

REQUISITOS ELÉTRICOS

ITEM	REQUISITOS ELÉTRICOS	Unid.	72,5 kV	145 kV	242 kV
1	Parâmetros do sistema:				
	- tensão nominal	kV	69	138	230
	- tensão máxima de operação	kV	72,5	145	242
	- frequência nominal	Hz	60	60	60
	- corrente térmica (1 seg.)	kA	12,5	20	31,5
	- corrente dinâmica curta duração	kA	31,5	50	80
2	Tensão primária nominal	kV	$69/\sqrt{3}$	$138/\sqrt{3}$	$230/\sqrt{3}$
3	Tensão secundária	V	$115/\sqrt{3}$		
4	Relação de transformação em qualquer enrolamento		600:1	1200:1	2000:1
5	Nível de isolamento nominal:				
	- tensão suportável à frequência industrial;	kV	140	230	395
	- tensão suportável de impulso atmosférico, onda plena;	kV	350	550	950
	- tensão suportável de impulso atmosférico, onda cortada;	kV	385	605	1045
	- tensão suportável à frequência industrial, no enrolamento secundário.	kV	3,0	3,0	3,0
6	Máxima tensão de radiointerferência a 110% da tensão fase-terra de operação normal máxima (referida a 300 Ω).	μ V	500		
7	Nível máximo de descargas parciais: - tipo imerso em óleo.	pC	10		
8	Fator de sobretensão nominal: - em regime contínuo - 30 s		1,2 1,5		
9	Grupo de ligação	-	2		
10	Limites de elevação de temperatura:				
	- no enrolamento (método da variação da resistência) - no líquido isolante	$^{\circ}$ C $^{\circ}$ C	55 50		
11	Potencia térmica nominal	VA	Ver item 6.c		
12	Carga nominal				
	- medição de faturamento. - medição operativa.	VA	75 200		
13	Carga simultânea	VA	Ver item 6.a		
14	Classe de exatidão				
	- medição de faturamento - medição operativa		0,3 0,6		

ITEM	REQUISITOS ELÉTRICOS	Unid.	72,5 kV	145 kV	242 kV
15	Valor de capacitância total para utilização com grupo de acoplamento para sistemas de onda portadora - valor mínimo - valor máximo	pF pF		4.000 20.000	
16	Impedância do indutor de drenagem: - a 60 Hz - a 300 Hz	Ω Ω		< 20 > 10.000	

Nota:

O valor ideal da capacitância será conforme especificado no documento de compra.

TABELA 2

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

CARACTERÍSTICAS		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 40°C 100°C	mm ² /s	- - -	25,0 11,0 3,0	NBR 10441
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° 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 ^a	5	0	2
	2 ^a	5	1	2
501 a 1.200	1 ^a	8	0	3
	2 ^a	8	3	4

Notas:

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

ANEXO B

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO

Nome do fabricante: _____

Nº da licitação: _____

Nº da proposta: _____

Tipo do TPC: _____

ÍTEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
1	Tipo	
2	Tensões nominais fase/terra (kVef.):	
2.1	- primária	kV
2.2	- máxima de operação	kV
2.3	- secundária	V
3	Uso (interno/externo)	
4	Frequência nominal	Hz
5	Grupo de ligação	
6	Níveis de isolamento:	
6.1	- tensão suportável à frequência industrial (1 min a seco)	kV
6.2	- tensão suportável à frequência industrial, sob chuva	kV
6.3	- tensão suportável de impulso atmosférico	kV
6.4	- tensão suportável à frequência industrial no enrolamento secundário	kV
7	Corrente de curto-circuito nos terminais secundários	kA
8	Fator de sobretensão nominal	
9	Fator de perdas dielétricas do isolamento referido a 20°C	
10	Nível máximo de descargas parciais a 110% da tensão fase-terra	pC
11	Tensão de radiointerferência máxima medida a $1,1 U_{m\acute{a}x} / \sqrt{3}$	μV
12	Elevação de temperatura para operação contínua a plena carga na temperatura ambiente de 40°C:	
12.1	- enrolamento	°C
12.2	- óleo	°C
13	Exatidão de cada enrolamento dentro dos limites entre 90% e 110% da tensão nominal primária fase-terra, desde vazio até a carga nominal:	
13.1	- enrolamento 1	
13.2	- enrolamento 2	
13.3	- enrolamento 3	
14	Capacitância resultante para alta frequência de acoplamento (máxima)	pF
15	Número de enrolamentos secundários:	
	- de proteção	
	- de medição	
16	Potência térmica nominal	VA
17	Carga máxima em um enrolamento secundário (derivação ou total), com o outro enrolamento sem carga, para atingir os desvios máximos permitidos da classe de exatidão.	

ÍTEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
18	Carga total máxima para qualquer distribuição entre enrolamentos (derivação ou total) com o outro enrolamento sem carga, para atingir os desvios máximos permitidos da classe de exatidão.	
19	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.	
20	Impedância da bobina de choque: - a 60 Hz - a 30 kHz	Ω Ω
21	Características da bobina de drenagem:	
21.1	- indutância	(mH)
21.2	- resistência a 20°C	Ω
21.3	- impedância a 60 Hz	Ω
21.4	- impedância a 30 kHz	Ω
21.5	- impedância a 530 kHz	Ω
22	Atenuação (não incluindo filtro) na faixa de 30 kHz a 300 kHz	dB
23	Atenuação (incluindo filtro) na faixa de 30 kHz a 300 kHz	dB
24	Tipo de núcleo	
25	Material do núcleo	
26	Tipo de óleo isolante	
27	Volume do óleo isolante	l
28	Tipo do gás em contato com o óleo isolante (se aplicável)	
29	Pressão do gás em contato com o líquido isolante (se aplicável)	kPa
30	Distância de escoamento da bucha de porcelana	mm
31	Máxima força de tração horizontal nos terminais primários	daN
32	Peso máximo suportável no topo do TPC, para montagem da bobina de bloqueio	daN
33	Massas:	
33.1	- total	kg
33.2	- aproximada para transporte	kg
34	Dimensões:	
34.1	- largura	mm
34.2	- comprimento	mm
34.3	- altura	mm
35	Dimensões aproximadas para transporte:	
35.1	- largura	mm
35.2	- comprimento	mm
35.3	- 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 o fabricante submeter 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 CAPACITIVO

Nome do fabricante: _____

Nº da licitação: _____

Nº da proposta: _____

Tipo do TPC: _____

ÍTEM	DESCRIÇÃO	CERTIFICADO
1	Ensaios dielétricos:	
1.1	Tensão suportável de impulso atmosférico	
1.2	Tensão suportável à frequência industrial	
1.3	Tensão suportável à frequência industrial, sob chuva	
1.4	Tensão suportável à frequência industrial a seco e sob chuva no TPC de tensão intermediária	
1.5	Tensão suportável à frequência industrial nos enrolamentos secundários	
2	Descargas parciais	
3	Medição da capacitância em alta frequência e da resistência série equivalente	
4	Radiointerferência	
5	Exatidão	
6	Impedância de curto-circuito	
7	Corrente de excitação e perdas em vazio	
8	Resistência ôhmica dos enrolamentos	
9	Elevação de temperatura	
10	Curto-circuito	
11	Estanqueidade a quente	
12	Ferroressonância	
13	Resposta a transientes	

Notas:

- 1) *Deverão ser enviados juntamente com a proposta todos os certificados dos ensaios de tipo anteriormente relacionados, desde que realizados em equipamentos idênticos, dentro dos últimos cinco anos. Caso não sejam apresentadas tais evidências, 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 D.*
- 2) *Os ensaios de tipo deverão garantir que os equipamentos a serem fornecidos atendem os requisitos desta norma. Entretanto reserva-se a CELG D o direito de rejeitar os certificados, parcialmente ou totalmente, se os mesmos não estiverem conforme prescrito nas normas, ou não corresponderem aos equipamentos especificados.*

NOTAS RELATIVAS AOS ANEXOS: D e E

D - PEÇAS SOBRESSALENTES RECOMENDADAS

E - 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, Anexo D, deve incluir uma relação de peças recomendadas pelo fabricante para operação do equipamento por cinco anos.

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 deve discriminar, à parte, cada peça componente do mesmo.

A CELG D 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 D, 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 RECOMENDADAS****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO**

Nome do fabricante: _____

Nº da licitação: _____

Nº da proposta: _____

Tipo do TPC: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)

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

Nome do fabricante: _____

Nº da licitação: _____

Nº da proposta: _____

Tipo do TPC: _____

ITEM	DESCRIÇÃO

ANEXO F

COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO

Nome do fabricante: _____

Nº da licitação: _____

Nº da proposta: _____

Tipo do TPC: _____

ITEM	ENSAIO	PREÇO (R\$)
1	Tensão suportável de impulso atmosférico	
2	Tensão suportável à frequência industrial sob chuva	
3	Medição da capacitância e resistência série equivalente	
4	Radiointerferência	
5	Curto-circuito	
6	Exatidão	
7	Elevação de temperatura	
8	Elevação de temperatura da parte eletromagnética	
9	Corrente de excitação e perdas em vazio	
10	Impedância de curto-circuito	
11	Resistência ôhmica dos enrolamentos	
12	Determinação do coeficiente de temperatura	
13	Ferroressonância	
14	Resposta a transientes	
15	Estanqueidade a quente	

Nota:

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

ANEXO G**QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES****TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO**

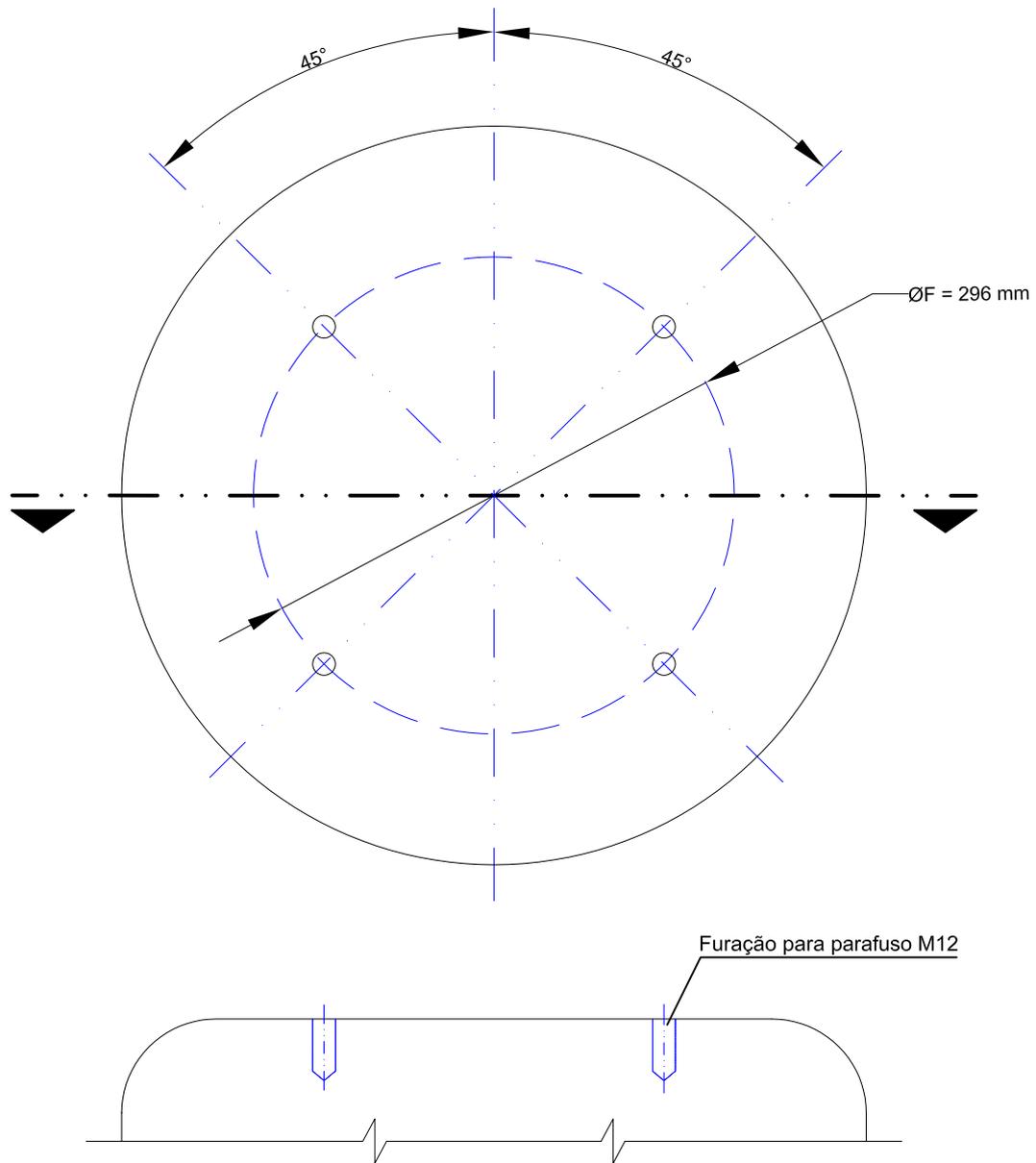
Tipo do TPI _____
Nome do fabricante _____
N° da licitação _____
N° da proposta _____

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 H - DESENHOS

DESENHO 1



NOTAS:

- 1) $\varnothing F$ = diâmetro onde deverá ser efetuada a furação no topo do TPC.
- 2) Alternativamente serão aceitos \varnothing de 255 mm, 267 mm ou 350 mm.
- 3) Para fornecimento com furação diferente das indicadas, o fornecedor deve disponibilizar um adaptador de $\varnothing F 296 \text{ mm}$.
- 4) Os furos rosqueados devem ser devidamente protegidos para evitar corrosão.



CELG DISTRIBUIÇÃO S. A.

DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:
ESC.: s/ esc.	VISTO:	DATA: ABR/10
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	

FURAÇÃO DO TOPO DOS TPCs

NORMA: NTC-38

REF.:

38

DESENHO 2



NOTA:

Material: aço inox AISI 304, espessura 0,8 mm.



CELG DISTRIBUIÇÃO S/A		
DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:
ESC.: s/ esc.	VISTO:	DATA: ABR/10
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS

ALTERAÇÕES NA NTC-38

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
1	ABR/10	2	1	Normas e documentos complementares
2		3.1		Condições do local de instalação
3		3.2		Garantia
4		3.3		Embalagem
5		3.5		Linguagens e unidades de medida
6		4		Documentos técnicos a serem apresentados juntamente com a proposta
7		4.1		Desenho dimensional
8		4.2		Desenho das buchas
9		4.3		Desenhos das placas de identificação
10		4.4		Desenhos dos conectores de linha e de aterramento
11		4.5		Desenhos dos terminais de linha
12		4.8		Manual de instruções de montagem, operação e manutenção
13		5.1		Generalidades
14		5.2		Operação com acessórios carrier
15		5.2		Conexões secundárias e caixa de terminais
16		5.4		Saturação
17		5.5		Ferroressonância
18		5.6		Curto-circuito primário
19		5.7		Dispositivo de proteção
20		5.9		Óleo isolante
21		5.10		Câmara de expansão e vedações
22		5.11		Terminais e conectores de alta tensão
23		5.12		Conexão secundária e caixa de terminais
24		5.15		Capacitância e fator de perdas dielétricas
25		5.16		Capacidade de suportar curto-circuito
26		5.17		Resposta em regime transitório
27		5.18		Operação com grupo de acoplamento para sistemas de ondas portadoras
28		5.19		Montagem das bobinas de bloqueio
29		5.20		Placa de identificação
30		5.21		Placa de identificação de cadastro de equipamento
31		5.22		Placa de advertência para armazenamento
32		5.23		Galvanização
33		5.24		Acessórios
34		6		Requisitos técnicos específicos
35		6.1		Tipos de transformadores de potencial capacitivos
36		6.2		Classes de exatidão padronizadas para transformadores de potencial capacitivos
37		7		Inspeção e ensaios
38		7.1		Generalidades
39		7.2		Ensaio de recebimento/rotina
40		7.3		Ensaio de tipo

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
41	ABR/10	7.4	1	Critérios de amostragem/aceitação e rejeição
		7.5		Relatórios dos ensaios
42		Tabela 1		Requisitos elétricos
43		Tabela 2		Especificação do óleo isolante tipo A (Naftênico) após contato com o equipamento
44		Anexo B		Quadro de dados técnicos e características garantidas
45		Anexo C		Certificados de ensaios requeridos com a proposta
46		Anexo D		Peças sobressalentes recomendadas
47		Anexo E		Ferramentas e equipamentos especiais para instalação e manutenção
48		Anexo F		Cotação de ensaios de tipo
49		Anexo G		Quadro de desvios técnicos e exceções
50		Desenho 1		Furação do topo dos TPCs
51		Desenho 2		Placa de identificação de cadastro de equipamento