TRANSFORMADOR DE CORRENTE PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Especificação Técnica – ET 006
Revisão 00 - 2021

GRUPO equatorial ENERGIA

FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de padronizar as dimensões e as características técnicas exigíveis dos transformadores de corrente para utilização nas redes de distribuição nas áreas de concessão do Grupo EQUATORIAL Energia, doravante denominadas apenas de Concessionária, respeitando-se o que prescrevem as legislações oficiais, as normas da ABNT e os documentos técnicos em vigor no âmbito da Concessionária.

Esta versão vigente cancela as versões anteriores.

SUMÁRIO

1 CAMPO DE APLICAÇÃO 6

2 RESPONSABILIDADES 6

3 DEFINIÇÕES 6

4 REFERÊNCIAS 6

5 CONDIÇÕES GERAIS 8

5.1 Generalidades 8

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS 8

6.1 Características Principais 8

6.2 Características de Produção 12

6.3 Identificação 14

6.4 Padrão da codificação 15

7 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO E TESTE 17

7.1 Ensaios de Rotina 17

7.2 Ensaios de Tipo 18

7.3 Ensaios de Recebimento 18

7.4 Relatórios de Ensaios 19

7.5 Exigências Adicionais 19

7.6 Garantia 19

7.7 Aplicação 19

8 ANEXOS 21

8.1 Relatório de Ensaio de Tipo 21

8.2 Relatório de Ensaio de Rotina 21

8.3 Relatório de Ensaio de Recebimento 22

8.4 Desenhos 23

8.5 Tabelas de Códigos 25

8.6 Folha de Dados Transformador de Corrente 28

9 CONTROLE DE REVISÕES 29

10 APROVAÇÃO 29

LISTA DE DESENHOS

Desenho 1 – Estruturas Suporte Transformadores de Corrente 15 e 36,2 kV.....23

Desenho 2 – Fundação Estruturas Suporte Transformadores de Corrente 15 a 36,2 kV 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tensões Máximas e Niveis de Isolamento. 9
Tabela 2 – Correntes Primarias Nominais Padronizadas 9
Tabela 3 – Dimensões das Estruturas de Concreto. 11
Tabela 4 – Diâmetro mínimo para janelas de Transformadores de Corrente. 12
Tabela 5 – Dimensões Estruturas Suportes de TCs 15 a 36,2 kV. 24

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todo e qualquer transformador de corrente utilizado com propósito de medição ou proteção nas redes de distribuição de energia da Concessionária. Também se aplica a todas as empresas responsáveis pela fabricação/fornecimento deste item na área de concessão da Concessionária.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

Especificar e padronizar as características técnicas dos transformadores de corrente utilizados nas áreas de concessão das empresas do Grupo Equatorial Energia. Coordenar o processo de revisão desta especificação.

2.2 Gerência Corporativa de Compras de Materiais e Serviços

Solicitar em sua rotina de aquisição, materiais em conformidade com esta especificação técnica.

2.3 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/fornecer os materiais em conformidade com esta especificação técnica.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Transformador de Corrente

É um transformador para instrumento cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico e cujo enrolamento secundário se destina a alimentar bobinas de corrente de instrumentos elétricos de medição, controle e proteção.

3.2 Zincagem por Imersão à Quente

Processo de revestimento de peças de aço ou ferro fundido, de qualquer tamanho, peso, forma e complexidade, com camada de zinco, visando sua proteção contra a corrosão.

3.3 Termos Técnicos

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas mencionadas no item 4.

4 REFERÊNCIAS

O transformador de corrente deve ter projeto, fabricação, ensaios, transporte e recebimento de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), relacionadas a seguir, em suas últimas revisões:

4.1 Resoluções e Portarias Nacionais

Resolução Normativa nº 414/2010 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica atualizada até a Resolução Normativa no 854 de 13 de agosto de 2019.

Resolução Normativa nº 842/2018 - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.

4.2 Normas Nacionais de Segurança

NBR 16384 - Segurança em eletricidade - Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade;

NR 10:2004 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho e Emprego;

4.3 Normas Técnicas Nacionais

NBR 5034:2014 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV.

NBR 5356-1:2007 - Transformadores de Potência Parte 1: Generalidades.

NBR 5356-2:2007 - Transformadores de potência Parte 2: Aquecimento.

NBR 5356-4:2007 - Transformadores de potência Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores.

NBR 5356-5:2007 - Transformadores de potência Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos.

NBR 6323:2016 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

NBR 6856:2021 - Transformador de corrente com isolação sólida para tensão máxima igual ou inferior a 52 kV - Especificação e ensaios.

NBR 8158:2017 - Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas, urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Especificação.

NBR 10021:2010 - Transformador de corrente de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - Características elétricas e construtivas.

NBR 10443:2008 - Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.

NBR 11003:2009 - Tintas - Determinação da Aderência.

NBR 5458:2010 - Transformador de potência – Terminologia.

4.4 Normas Internacionais

CISPR/TR 18-2, Radio interference characteristcs of overhead power lines and high-voltage equipament – Part 2: Methods of mensurement and procedure for determining limits.

4.5 Normas e Especificações Técnicas do Grupo Equatorial Energia

NT.006 - Padrão de Estruturas de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em 15 KV;

NT.022 - Padrão de Estruturas de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em 36,2 KV;

NT.002 - Fornecimento de Energia Elétrica em Media Tensão;

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

5.1.1 Esta especificação compreende o fornecimento de transformadores de corrente, para instalação e uso exterior ou interior, conforme características e exigências detalhadas a seguir quanto à realização dos ensaios de rotina, tipo e recebimento a critério da Concessionária;

5.1.2 O projeto, a matéria prima, a mão-de-obra, a fabricação e o acabamento devem incorporar, tanto quanto possível, os melhoramentos que as técnicas modernas sugerem, mesmo quando não mencionamos nestas especificações;

5.1.3 Cada projeto diferente deve ser descrito em todos os seus aspectos na proposta;

5.1.4 Quando mais de uma unidade for solicitada sob um mesmo item da encomenda, todas devem possuir o mesmo projeto e serem essencialmente iguais, com todas as peças correspondentes intercambiáveis. O projeto deve sempre permitir fácil manutenção, conserto e substituição de peças;

5.1.5 O fabricante devera subsidiar à Concessionária nas ações quanto ao descarte dos materiais utilizados na fabricação dos equipamentos.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Características Principais

6.1.1 Tensão Máxima e Nível de Isolamento

A tensão máxima e o nível de isolamento dos transformadores de corrente correspondem aos valores indicados a seguir:

Tabela 1 – Tensões Máximas e Níveis de Isolamento.

Tensão Máxima do equipamento U_{max} (kV eficaz)	Tensão Suportável à Frequência Industrial durante 1 min (kV eficaz)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV crista)
0,6	4	-
15	34	95* ou 110
24,2	50	125* ou 150
36,2	70	170* ou 200

Valores Retirados da Tabela 13 da ABNT NBR 6856:2021

(*)Uso interno

6.1.2 Correntes e Relações Nominais

Tabela 2 – Correntes Primarias Nominais Padronizadas .

TENSÃO MÁXIMA (kV)	CORRENTES NOMINAIS (A)
	Primárias
0,6	60, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 2000, 4000
15	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 5x10, 10x20, 40x80, 100x200, 250x500
24,2	5, 10, 20, 30, 40, 80, 100, 200, 250, 500, 5x10, 10x20, 40x80, 100x200, 250x500
36,2	5, 10, 20, 30, 5x10, 20x40, 75x150, 100x200

Nota 01: A corrente nominal e o número de espiras do secundário devem obedecer à descrição do código, podendo a corrente nominal ser de 1 ou 5 A.

6.1.3 Classes de Exatidão

a) Para os Núcleos de Medição de Faturamento

Classe 0,3. A classe de exatidão especificada deve atender a todas as condições de corrente no primário multiplicado pelo fator térmico, e também desde a menor carga padronizada (ABNT) até a carga Classes de Exatidão especificada imposta ao secundário do equipamento.

b) Para os Núcleos de Proteção

Classe 10. Para transformadores com classe de tensões de 15 a 36,2 kV. A classe de exatidão especificada deve atender a todas as condições de corrente no primário multiplicado pelo fator térmico na carga especificada.

c) Para os Núcleos de Medição de Controle (Medição Fiscal)

Classe 0,3 ou 0,6. A classe de exatidão especificada deve atender a todas as condições de corrente no primário multiplicado pelo fator térmico na carga especificada imposta ao secundário do equipamento.

Nota 02: É permitido a utilização da classe de exatidão 1,2 para TC tipo janela, quando estes forem utilizados na medição de controle e possuírem corrente nominal no primário menor ou igual a 150 A.

6.1.4 Cargas Nominais

a) Para os Núcleos de Medição (faturamento e controle):

- Transformadores com tensão 0,6 kV - C5 (5 VA);
- Transformadores com classe de tensão de 15 a 36,2 kV – C12,5 (12,5 VA);

b) Para os Núcleos de Proteção:

- Transformadores com classe de tensão de 15 a 36,2 kV – B200.

6.1.5 Marcação da Classe de Exatidão na Placa de Identificação.

A placa de identificação deve obedecer ao descrito no item 6.3 desta norma, sendo que o campo classe de exatidão o mesmo deve obedecer o novo formato padrão conforme norma ABNT NBR 6856:2021.

Segue abaixo tabela dos valores padronizados pela Concessionária.

Tabela 3 – Dimensões das Estruturas de Concreto.

APLICAÇÃO	Formato Antigo (NBR 6856:1992)				Novo Formato (NBR 6856:2021)			
	Classe de Tensão				Classe de Tensão			
	0,6 kV	15 kV	25,8 kV	36,2 kV	0,6 kV	15 kV	25,8 kV	36,2 kV
Medição de Faturamento	0,3C5	0,3C12,5	0,3C12,5	0,3C12,5	5,0VA 0,3	12,5VA 0,3	12,5VA 0,3	12,5VA 0,3
Medição de Controle	0,3C5 ou 0,6C5	0,3C12,5 ou 0,6C12,5	0,3C12,5 ou 0,6C12,5	0,3C12,5 ou 0,6C12,5	5,0VA 0,3 ou 5,0VA 0,6	12,5VA 0,3 ou 12,5VA 0,6	12,5VA 0,3 ou 12,5VA 0,6	12,5VA 0,3 ou 12,5VA 0,6
Proteção	-	10B200	10B200	10B200	-	50VA 10P20 ou 10VA 10P20*	50VA 10P20 ou 10VA 10P20*	50VA 10P20 ou 10VA 10P20*

(*) Para TC com corrente secundária nominal de 1 A.

6.1.6 Fator Térmico Nominal

O fator térmico nominal deve ser 1,5 para todos os transformadores de corrente utilizados na Concessionária.

6.1.7 Corrente Suportável de Curta Duração

a) Transformadores de Corrente com Tensão Máxima de 0,6 kV a 36,2 kV

- Transformadores para uso exterior: It = 75 In
- Transformadores para uso interior: It = 60 In (para 15 kV a 36,2 kV) e It = 40 In (para 0,6 kV)

Onde:

I_t = Corrente Suportável de Curta Duração.

I_n = Corrente Nominal

6.1.8 Valor de Crista Nominal da Corrente Suportável

O valor de crista nominal da corrente suportável (corrente dinâmica nominal) corresponde a 2,5 vezes o valor eficaz da corrente suportável nominal de curta duração.

6.1.9 Frequência Nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

6.1.10 Elevação de Temperatura

Os transformadores de corrente devem ser projetados de modo que sejam observados os limites de elevação de temperatura definidos na Tabela 12 da norma ABNT NBR 6856:2021, para a classe de temperatura "A", sobre a temperatura ambiente máxima de 40°C.

6.1.11 Polaridade

A polaridade dos transformadores de corrente deve ser subtrativa. As polaridades de todos os enrolamentos devem ser marcadas claramente nos transformadores de forma indelével, e em todos os desenhos e diagramas, inclusive na placa de identificação.

6.1.12 Descargas Parciais

Os transformadores de corrente devem ser submetidos a ensaio de descargas parciais, conforme indicado na norma ABNT NBR 6856:2021. As tensões de ensaio e os níveis máximos admissíveis de descargas parciais são os especificados na tabela 16 da referida norma. O nível de descargas parciais a ser considerado para o transformador de corrente é o maior valor medido durante a aplicação da tensão de ensaio.

6.1.13 Base e Estrutura de Concreto para Transformadores de Corrente

O desenho com as dimensões e demais características das bases e estruturas de concreto podem ser visualizadas no Desenho 1.

Tabela 4 – Dimensões das Estruturas de Concreto.

Tensão Máxima (kV)	Altura (mm)	Esforço (daN)
15 - 36,2	4000	105

Nota 04: As alturas e esforços das bases das estruturas podem ser diferentes do especificado caso seja solicitado pela Concessionária.

6.2 Características de Produção

6.2.1 Meio Isolante

6.2.1.1 Os transformadores de corrente para uso interior devem ser obrigatoriamente do tipo seco, encapsulado em epóxi.

6.2.1.2 Os transformadores de corrente, uso externo, classes de tensões 15 kV a 36,2 kV, devem ser obrigatoriamente do tipo seco, encapsulado em epóxi (resina ciclo alifática);

6.2.2 Núcleo

O núcleo deve ser construído de chapa de aço silício de granulação orientada, laminadas a frio, de perdas reduzidas e de alta permeabilidade.

6.2.3 Buchas

6.2.3.1 As buchas devem ter características físicas e elétricas conforme prescrições da norma ABNT NBR 5034:2014;

6.2.3.2 As buchas dos transformadores de corrente para uso externo devem possuir distância de escoamento mínima de 31 mm/kV, considerando a tensão fase-fase.

6.2.4 Dispositivo para Içamento

Os transformadores de corrente para uso exterior devem ser providos de olhais de içamento ou suportes tipo orelha com resistência mecânica adequada para o levantamento do equipamento totalmente montado.

6.2.5 Fixação e dimensões

6.2.5.1 Os transformadores de corrente com tensão máxima até 36,2 kV para uso interno devem ser fornecidos para montagem em qualquer posição, e atender às condições de fixação conforme normas NBR 6856:2021 e ABNT NBR 10021:2010;

6.2.5.3 Os transformadores de corrente para baixa tensão 0,6 kV para uso interno, tipo janela, devem dispor de dimensões mínimas do orifício de passagem do cabo conforme abaixo:

Tabela 5 – Diâmetro mínimo para janelas de Transformadores de Corrente.

Corrente Nominal Primário do TC (A)	Diâmetro Mínimo da Janela do TC (mm²)
200	Ø23
300	Ø28
400	Ø28

500	Ø40
600	Ø60
800	Ø60
1000	Ø120
2000	Ø120
4000	Ø135

6.2.6 Terminais Primários

6.2.6.1 Os terminais primários dos transformadores de corrente devem ser de cobre ou liga de cobre de alta condutividade, estanhados.

6.2.6.2 Os terminais primários para transformadores de corrente classe 0,6 kV tipo barra até 600 A devem ser do tipo barra chata, estanhado, padrão NEMA, com 02(dois) furos;

6.2.6.3 Os terminais primários para transformadores de corrente, classes 15 kV até 36,2 kV, para uso interior e exterior, devem ser do tipo barra chata, estanhado, padrão NEMA, com 04(quatro) furos.

6.2.7 Terminal de Aterramento

6.2.7.1 Os transformadores de corrente com classe de tensão de 0,6 kV, devem possuir terminal de aterramento incluindo conector de cobre de alta condutividade, próprio para ligação de cabo de cobre nu para cabos de 04 a 16 mm².

6.2.7.2 Os transformadores de corrente com classe de tensão de 15 até 36,2 kV, devem possuir terminal de aterramento, incluído conector de cobre alta condutividade, próprio para ligação de cabo de cobre nu para cabos de 35 a 120 mm².

6.2.8 Caixa de Terminais Secundários

6.2.8.1 Os terminais secundários do transformador de corrente para uso externo devem ser acessíveis em caixas metálicas, com tampas aparafusadas, para a qual convergem todas as ligações externas.

6.2.8.2 A construção e as dimensões da caixa devem permitir fácil manutenção e acesso aos componentes, bem como, as conexões com os cabos externos, além de dispositivos de selagem (lacre através de selos de policarbonato).

6.2.8.3 As caixas devem ser à prova de tempo e poeira. A tampa da caixa, e eventuais chapas aparafusadas, devem ser munidas, em seus contornos, de gaxetas de neoprene ou borracha, com a finalidade de evitar a penetração de água.

6.2.8.4 Os cabos para as ligações externas devem ter acesso à caixa pela sua parte inferior, devendo ser prevista uma entrada rosqueada para cada núcleo, para eletroduto metálico flexível, de bitola 1.1/2" IPS, cujo terminal do eletroduto deverá vir acompanhado.

6.2.8.5 Os blocos terminais devem ser do tipo moldado, com barreiras entre terminais adjacentes e que permitam o curto-circuito do secundário sem necessitar desligamento. Devem ser do tipo para permitir a conexão com terminais do tipo olhal, não sendo permitida a conexão do tipo prensar/encaixar por pressão, visando evitar a abertura acidental do circuito secundário em carga. Não são aceitos blocos em que o parafuso de fixação dos terminais entre em contato direto com os cabos ou os prendam através de pressão de molas.

6.2.8.6 Os bornes da caixa de ligação do secundário do TC devem ser adequados para ligação dos cabos com terminais olhais de bitola entre 2,5 a 10 mm².

6.3 Identificação

O transformador de corrente deve ser provido de uma placa de identificação, em aço inoxidável, com espessura mínima de 1 mm, instalada em posição bem visível com o transformador em posição normal de operação, próxima da caixa de ligação do secundário a fim de facilitar a visualização do operador numa possível troca de relação, com todas as informações abaixo gravadas de maneira indelével:

a) Expressão "TRANSFORMADOR DE CORRENTE";

b) Nome do fabricante;

c) Número de série (Nº);

d) Tipo ou modelo (TIPO);

e) Fabricação (MÊS/ANO);

f) Correntes primárias e secundárias nominais;

g) Frequência nominal (f), em Hz;

h) Carga nominal e classe de exatidão correspondente (EXATIDÃO);

i) Tensão máxima do equipamento;

j) Nível de isolamento nominal (NI ___/___/___), em kV;

k) Fator térmico nominal (Ft);

l) Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração (It/t), em kA (indicar It/t para todas as ligações primárias dos transformadores com ligação série-paralelo);

m) Valor de crista nominal da corrente suportável (Id), em kA;

n) Classe de isolamento;

o) Aplicação de cada enrolamento e seus terminais correspondentes;

p) Número do manual de instruções (MANUAL);

q) Para interior ou para exterior (USO);

r) Massa total (M-total), em kg;

s) Tipo do isolante sólido para TC a seco;

t) Norma e ano de sua edição (NORMA/ANO);

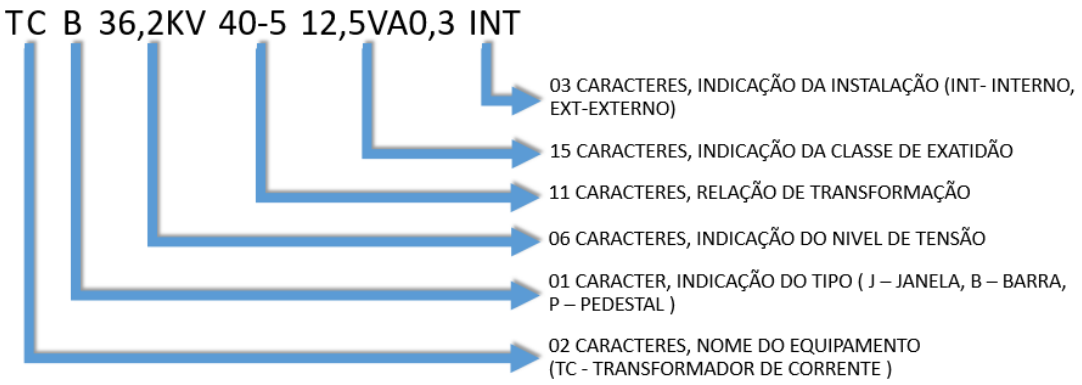
u) Diagrama de ligações no caso de TC religável, com derivações ou com mais de um secundário;

v) Local de fabricação (cidade/país).

6.4 Padrão da codificação

6.4.1 Descrição Resumida

A descrição resumida tem a função de ajudar na identificação do material ou equipamento, através de suas características principais, de forma rápida e objetiva. Essa codificação não pode ultrapassar o limite de 40 caracteres, e cada grupo de material tem uma lógica para esta descrição, onde as características menos relevantes ficam localizadas a direita do código, podendo estas serem omitidas caso o código ultrapasse o limite de caracteres. Abaixo temos os detalhes para a descrição resumida para transformadores de corrente.



6.4.2 Descrição Detalhada

A descrição detalhada é destinada a descrever as características técnicas do material ou equipamento, assim como suas aplicações e funções. Esta descrição não possui limites de caracteres, porém deve seguir um determinado formato.

Segue abaixo o formato para elaboração da descrição detalhada para transformadores de corrente:

"TRANSFORMADOR DE CORRENTE; TIPO CONSTRUTIVO: BARRA; APLICACAO: MEDICAO; CLASSE TENSAO: 36,2 KV; USO: INTERNO; TIPO ISOLACAO: SECO; MATERIAL ISOLAMENTO: EPOXI; RELACAO TRANSFORMACAO NOMINAL: 8:1 A; CORRENTE NOMINAL PRIMARIA: 40 A; CORRENTE NOMINAL SECUNDARIA: 5 A; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; CLASSE EXATIDAO: 12,5VA0,3; NIVEL BASICO IMPULSO-NBI: 34/95 KV; FATOR TERMICO: 1,5 X IN; CORRENTE TERMICA SUPORTAVEL NOMINAL CURTA DURACAO: 60 X IN; CORRENTE DINAMICA: 2,5 X ITH; NUMERO DE ENROLAMENTO: 1; DESENHO E DEMAIS CARACTERISTICAS CONFORME REVISAO VIGENTE: ET.006.EQTL."

a. TRANSFORMADOR DE CORRENTE;

b. TIPO CONSTRUTIVO: BARRA - JANELA - PEDESTAL;

c. APLICACAO: MEDICAO – PROTEÇÃO – MEDICAO/PROTEÇÃO;

d. CLASSE TENSAO: 0,6 KV - 15 KV – 36,2 KV;

e. USO: INTERNO – EXTERNO;

f. TIPO ISOLACAO: SECO;

g. MATERIAL ISOLAMENTO: EPOXI – POLICARBONATO/POLIETILENO;

h. RELACAO TRANSFORMACAO NOMINAL: -- : -- A;

i. CORRENTE NOMINAL PRIMARIA: -- A;

j. CORRENTE NOMINAL SECUNDARIA: -- A;

k. FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ;

l. CLASSE EXATIDAO: 5VA0,3 – 12,5VA0,3 – 5VA0,6 – 12,5VA0,6 – 10VA 10P20 – 50VA 10P20;

m. NIVEL BASICO IMPULSO-NBI: 4 KV - 34/95 KV – 34/110 KV – 70/150 KV – 70/200 KV;

n. FATOR TERMICO: 1,5 X IN;

o. CORRENTE TERMICA SUPORTAVEL NOMINAL CURTA DURACAO: 40 X IN - 60 X IN – 75 X IN;

p. CORRENTE DINAMICA: 2,5 X ITH;

q. NUMERO DE ENROLAMENTO: --.

7 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO E TESTE

O procedimento de inspeção e teste para transformadores de corrente deve obedecer os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR 6856:2021, sendo assim necessários a execução dos ensaios de rotina, tipo e de aceitação, devendo o fornecedor no momento da execução destes ensaios, obedecer todos os requisitos e condições da referida norma.

Ensaio de Rotina: Os ensaios que devem obrigatoriamente ser realizados pelo fabricante em cada unidade produzida.

Ensaio de Tipo: Ensaio realizado em um transformador de cada tipo para demostrar que todos os transformadores feitos com a mesma especificação atendem aos requisitos não cobertos pelo ensaio de rotina.

Ensaio de Recebimento: Ensaios realizados em inspeção feita por um representante da Concessionária, em 10% das unidades produzidas.

7.1 Ensaios de Rotina

Os seguintes ensaios se aplicam a cada transformador individualmente.

a) Verificação de marcação dos terminais e polaridade;

b) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial nos enrolamentos primários;

c) Medição de descargas parciais;

d) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial nos enrolamentos secundários e entre seções;

e) Medição de capacitância e fator de perdas dielétricas;

f) Sobretensão entre espiras;

g) Estanqueidade;

h) Exatidão;

i) Fator de segurança do instrumento

j) Erro composto para classes P e PR;

k) Determinação do fator de remanência para a classe PR;

l) Determinação da constante do tempo secundária para a classe PR;

m) Medição de resistência ôhmica dos enrolamentos secundários para classes PX, PXR e PR;

n) Levantamento das caraterísticas de excitação para núcleos de proteção;

o) Resistência ôhmica dos enrolamentos para equipamentos Um ≥72,5kV;

p) Ensaios no óleo mineral isolante;

7.2 Ensaios de Tipo

a) Elevação de temperatura;

b) Corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável;

c) Impulso atmosférico;

d) Impulso de manobra;

e) Tensão aplicada sob chuva para transformadores de uso externo;

f) Tensão de radiointerferência;

g) Resistência ôhmica dos enrolamentos;

h) Estanqueidade;

i) Exatidão;

j) Erro composto para as classes P e PR;

7.3 Ensaios de Recebimento

São exigidos os seguintes Ensaios de Aceitação:

a) Polaridade;

b) Exatidão;

c) Inspeção visual e dimensional;

d) Aderência e espessura da tinta e galvanização;

e) Verificação dos dados de placa de identificação;

Nota 04: O fornecedor deve possuir e disponibilizar equipamentos, local apropriado e mão de obra para a correta execução destes ensaios.

Nota 05: Os ensaios de Recebimento devem ser realizados conforme disposto nas normas ABNT NBR 6856:2021, em todas as unidades do Processo de Aquisição, sendo rejeitadas individualmente as unidades que acusarem resultados insatisfatórios em quaisquer dos ensaios.

Nota 06: Os ensaios de espessura e aderência da tinta relacionados acima, devem ser feitos como indicados a seguir:

• Ensaio de espessura de película seca conforme a norma ABNT NBR 10443:2008;

• Ensaio de aderência é feito em corpo de prova pelo método de corte em x, de acordo com a norma ABNT NBR 11003:2009. O destacamento na interseção e ao longo das incisões deve ser conforme o código y1 da tabela 1 e o código x1 da tabela 2, respectivamente.

7.4 Relatórios de Ensaios

Após realização dos ensaios o fornecedor deve disponibilizar cópia em PDF dos referidos ensaios a Concessionária.

7.5 Exigências Adicionais

7.5.1 Documentação

O fornecedor deve enviar além da proposta técnica, contendo os dados técnicos dos equipamentos, cópia dos desenhos dimensionais em formato adequado.

Segue relação dos documentos a serem enviados.

- Proposta Técnica;
- Folha de Dados do Equipamento;
- Desenhos de contorno do equipamento, demonstrando dimensões, furação de fixação, peso, detalhes de montagem e detalhes dos terminais, detalhes de conexão do aterramento, placa de identificação;
- Relatórios de ensaios;

Os desenhos devem ser elaborados no software Autocad no formato DWG, e após aprovação, devem ser fornecidos originais nos formato DWG e PDF.

7.6 Garantia

Os transformadores de corrente devem ser garantidos por um período mínimo de 24 (vinte e quatro) meses da entrega no local de destino, exceto para acabamento e pintura.

O período de garantia para acabamento e pintura, contra corrosão, é de 5 (cinco) anos da entrega no local de destino.

7.7 Aplicação

Utilizado para medição de consumidores e proteção nas redes de distribuição da Concessionária.

8 ANEXOS

8.1 Relatório de Ensaio de Tipo

PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - PIT
TRANSFORMADOR DE CORRENTE - ENSAIOS DE TIPO

Fabricante:		**Nº Pedido:**	
Modelo:		**Código Equatorial:**	
Nº Série:		**Quantidade:**	

ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES 1	2	3	LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
1	Elevação de temperatura;	Ver item 12.1 da ABNT NBR 6856	1 PÇ do Lote	F	F	C				
2	Corrente suportável nominal de curta duração e valor de crista da corrente suportável;	Ver item 12.2 da ABNT NBR 6857	1 PÇ do Lote	F	F	C				
3	Ensaio de Impulso	Ver item 12.3 da ABNT NBR 6858	1 PÇ do Lote	F	F	C				
4	Tensão suportável a frequencia industrial sob chuva, para transformadores de us externo;	Ver item 12.4 da ABNT NBR 6860	1 PÇ do Lote	F	F	C				
5	Resistência ôhmica dos enrolamentos;	Ver item 12.5 da ABNT NBR 6862	1 PÇ do Lote	F	F	C				
6	Exatidão;	Ver item 12.6 da ABNT NBR 6862	1 PÇ do Lote	F	F	C				
7	Erro composto para as classes P e PR;	Ver item 12.7 da ABNT NBR 6863	1 PÇ do Lote	F	F	C				

Tipo da Inspeção	1		2	3
	Local de Inspeção F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor	A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável	Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável	Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro[1] E = Exame / Análise[2] (*) = Não Aplicável

[1] Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) esponsável(is) pela(s) área(s) de testes.
[2] Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.
- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.
- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

8.2 Relatório de Ensaio de Rotina

PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - PIT
TRANSFORMADOR DE CORRENTE - ENSAIOS DE ROTINA

Fabricante:		**Nº Pedido:**	
Modelo:		**Código Equatorial:**	
Nº Série:		**Quantidade:**	

ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES 1	2	3	LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
1	Verificação de marcação dos terminais e polaridade;	Ver item 13.1 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
2	Ensaio de tensão suportável a frequência industrial nos enrolamentos primários a seco;	Ver item 13.2 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
3	Medição de descargas parciais;	Ver item 13.3 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
4	Ensaio de tensão suportável a frequência industrial nos enrolamentos secundários e entre seções;	Ver item 13.4 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
5	Sobretensão entre espiras;	Ver item 13.5 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
6	Exatidão;	Ver item 13.6 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
7	Fator de segurança do instrumento	Ver item 13.7 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
8	Erro composto para classes P e PR;	Ver item 13.8 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				
9	Caracteristicas de excitação;	Ver item 13.9 da ABNT NBR 6856	100%	F	F	C				

Tipo da Inspeção	1		2	3
	Local de Inspeção F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor	A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável	Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável	Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro[1] E = Exame / Análise[2] (*) = Não Aplicável

[1] Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) esponsável(is) pela(s) área(s) de testes.
[2] Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.
- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.
- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

8.3 Relatório de Ensaio de Recebimento

PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE - PIT
TRANSFORMADOR DE CORRENTE - ENSAIOS DE RECEBIMENTO

Fabricante:		**Nº Pedido:**	
Modelo:		**Código Equatorial:**	
Nº Série:		**Quantidade:**	

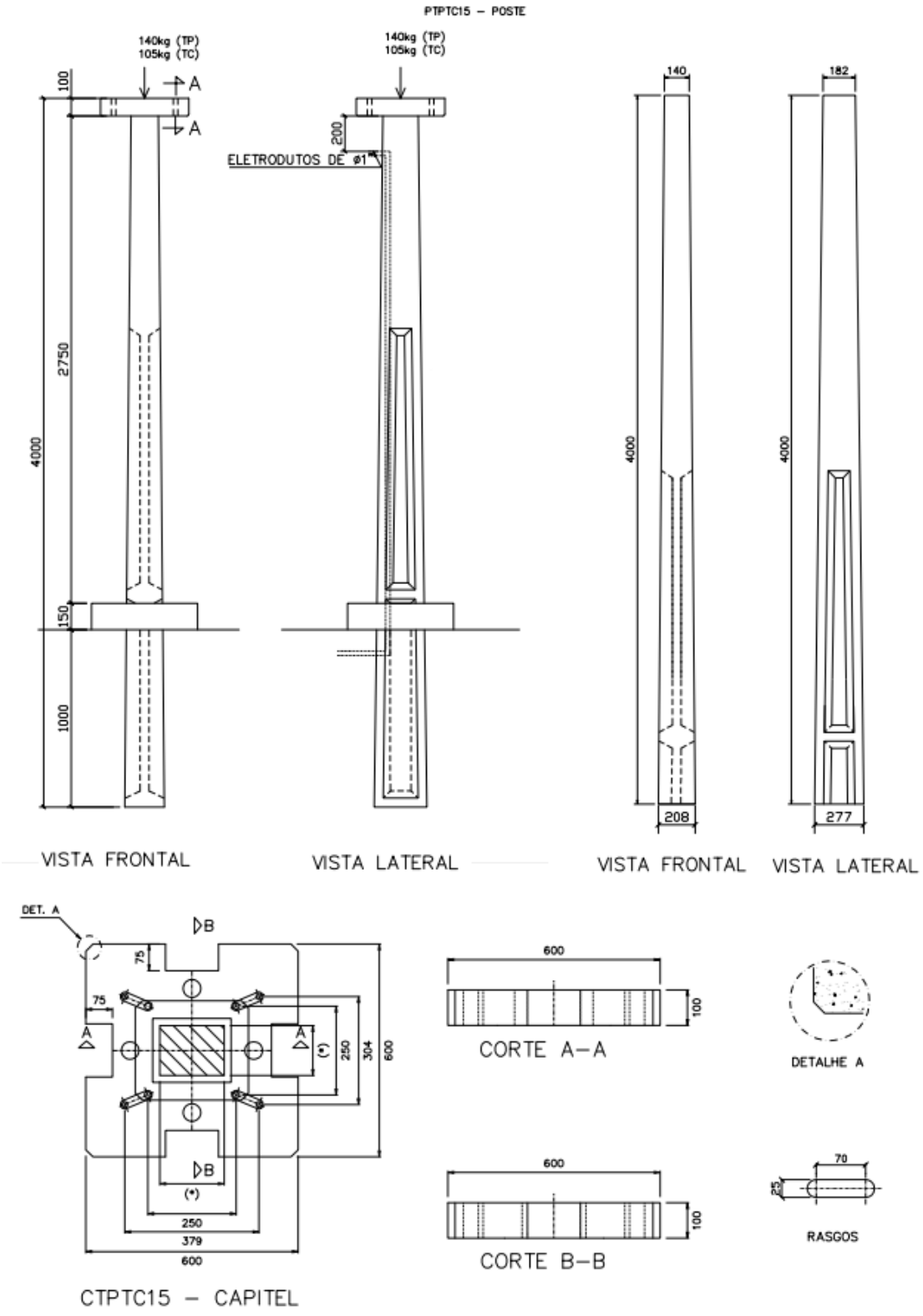
ITEM	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	INSTRUÇÃO E PROCEDIMENTOS	PERCENTUAL DE AMOSTRA	DETALHES 1	DETALHES 2	DETALHES 3	LOCAL / DATA	QUANTIDADE INSPECIONADA	QUANTIDADE APROVADA	OBSERVAÇÃO DOS ENSAIOS
1	Polaridade;		10%	A	F	C				
2	Exatidão;		10%	A	F	C				
3	Inspeção visual e dimensional;		10%	A	F	C				
4	Aderência e espessura da tinta e galvanização;		10%	A	F	C				
5	Verificação dos dados de placa de identificação;		10%	A	F	C				

Tipo da Inspeção	1	2	3
	Local de Inspeção F = Fabrica L = Laboratório Terceirizado S = Subfornecedor A = Almoxarifado Equatorial (*) = Não Aplicável	Inspeção P = Na presença do Inspetor da Equatorial F = Sem a presença do Inspetor (*) = Não Aplicável	Emissão de Certificado ou Relatório de Ensaio C = Entrega para Registro[1] E = Exame / Análise[2] (*) = Não Aplicável

[1] Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Equatorial devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) esponsável(is) pela(s) área(s) de testes.
[2] Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Equatorial.
- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.
- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis

8.4 Desenhos

Desenho 1 – Estruturas Suporte Transformadores de Corrente 15 a 36,2 kV



Desenho 2 – Fundação Estruturas Suporte Transformadores de Corrente 15 a 36,2 kV

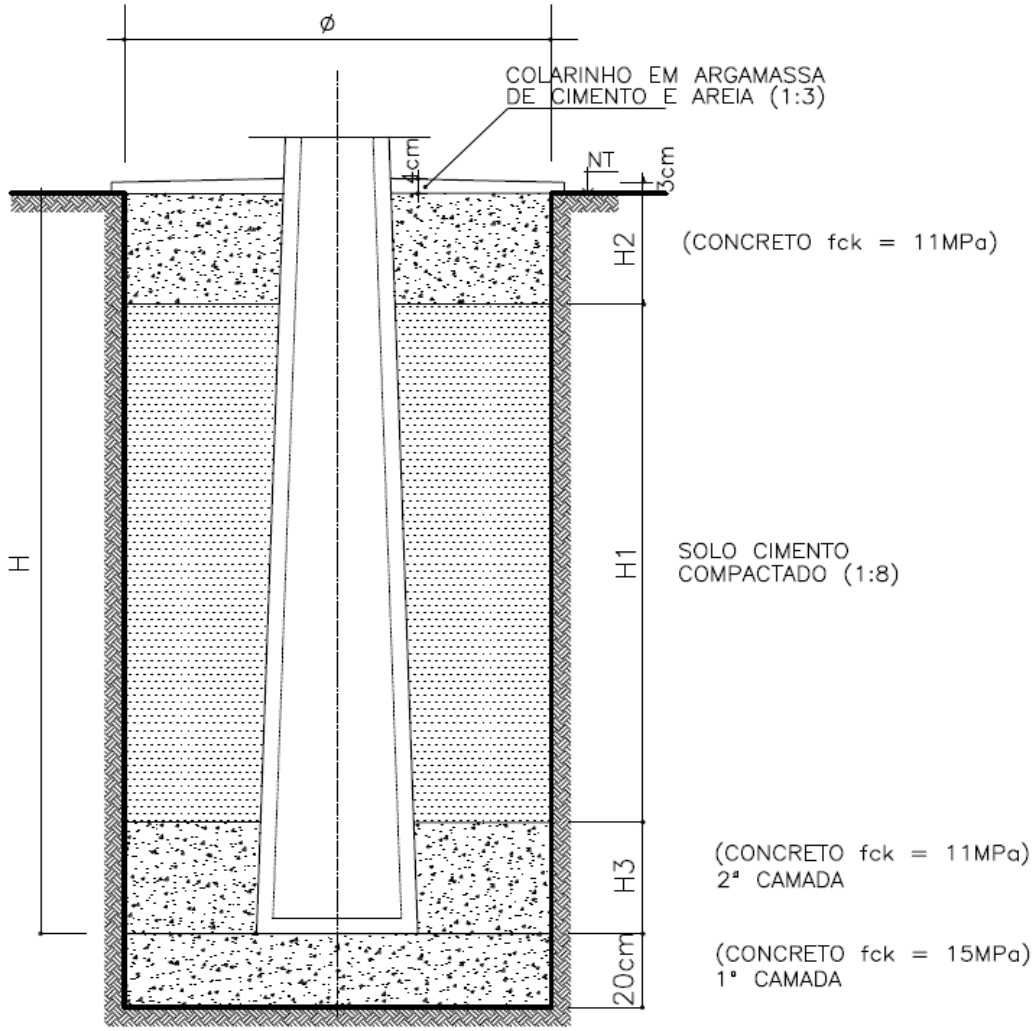


Tabela 6 – Dimensões Estruturas Suportes de TCs 15 a 36,2 kV.

Tensão Máxima (kV)	FUNDAÇÃO (cm)				
	Ø	H	H1	H2	H3
15 a 36,2	60	100	75	10	15

Nota 07: O poste só poderá ser assentado após a cura total da 1ª camada de concreto.

Nota 08: O Topo da fundação deverá ser selado com uma camada de argamassa de cimento: Areia (1:3) e com as juntas tomadas com betume.

8.5 Tabelas de Códigos

8.5.1 Código de Equipamentos Classe de Tensão 0,6 kV

Código SAP	Texto Breve Material
102300007	TC B 0,6KV 150-5 5VA0,3 INT
102300018	TC J 0,6KV 125-5 5VA0,6 INT
102300019	TC J 0,6KV 200-5 5VA0,3 INT
102300020	TC J 0,6KV 300-5 5VA0,3 INT
102300021	TC J 0,6KV 400-5 5VA0,3 INT
102300024	TC J 0,6KV 200-5 5VA0,6 INT
102300025	TC J 0,6KV 300-5 5VA0,6 INT
102300026	TC J 0,6KV 400-5 5VA0,6 INT
102300028	TC J 0,6KV 200-5 5VA0,6 INT
102300038	TC J 0,6KV 600-5 5VA0,3 INT
102300039	TC J 0,6KV 150-5 5VA0,3 INT
102300049	TC B 0,6KV 500-5 5VA0,3 INT
102300050	TC B 0,6KV 200-5 5VA0,3 INT
102300051	TC B 0,6KV 400-5 5VA0,3 INT
102300052	TC J 0,6KV 100-5 5VA0,6 INT
102300054	TC J 0,6KV 60-5 5VA0,3 INT
102300055	TC J 0,6KV 250-5 5VA0,3 INT
102300056	TC J 0,6KV 150-5 5VA1,2 INT
102310080	TC J 0,6KV 100-5 5VA0,3 INT

8.5.2 Código de Equipamentos Classe de Tensão 15 kV

Código SAP	Texto Breve Material
102310019	TC B 15KV 5-5 12,5VA0,3 INT
102310008	TC B 15KV 15-5 12,5VA0,3 INT
102310009	TC B 15KV 20-5 12,5VA0,3 INT
102310006	TC B 15KV 30-5 12,5VA0,3 INT
102310003	TC B 15KV 40-5 12,5VA0,3 INT
102310013	TC B 15KV 50-5 12,5VA0,3 INT
102310038	TC B 15KV 60-5 12,5VA0,3 INT
102310039	TC B 15KV 75-5 12,5VA0,3 INT
102310067	TC B 15KV 100-5 12,5VA0,3 INT
102310062	TC B 15KV 200-5 12,5VA0,3 INT
102310021	TC B 15KV 10-5 12,5VA0,3 INT
102310005	TC B 15KV 5X10-5 12,5VA0,3 EXT
102310064	TC B 15KV 400-5 12,5VA0,3 INT
102310012	TC B 15KV 300-5 12,5VA0,3 INT
102310046	TC B 15KV 150-5 12,5VA0,3 INT
102310084	TC B 15KV 25-5 12,5VA0,3 INT
102310043	TC B 15KV 120-5 12,5VA0,3 INT

8.5.3 Código de Equipamentos Classe de Tensão 36,5 kV

Código SAP	Texto Breve Material
102320005	TC B 36,2KV 20X40-5 12,5VA0,3 INT
102320009	TC B 36,2KV 5-5 12,5VA0,3 INT
102320011	TC B 36,2KV 10-5 12,5VA0,3 INT
102320013	TC B 36,2KV 20-5 12,5VA0,3 INT
102320007	TC B 36,2KV 5X10-5 12,5VA0,3 INT
102320015	TC B 36,2KV 30-5 12,5VA0,3 INT
102320023	TC B 36,2KV 100X200-5-5 12,5VA0,3 INT
102320018	TC B 36,2KV 75X150-5 12,5VA0,3 INT

8.6 Folha de Dados Transformador de Corrente

FOLHA DE DADOS - TRANSFORMADOR DE CORRENTE PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

FORNECEDOR	
MODELO	
CÓDIGO SAP	
DESCRIÇÃO RESUMIDA	

ITEM	CARACTERÍSTICAS	Classe de Tensão							
		0,6 kV		15 kV		24,2 kV		36,2 kV	
		Requerido	Proposto	Requerido	Proposto	Requerido	Proposto	Requerido	Proposto
1	**Nível de Isolamento**								
a)	Tensão Suportável à Frequência Industrial durante 1 min (kV eficaz)	4		34		50		70	
b)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV crista)	-		95* ou 110		125* ou 150		150* ou 200	
c)	Tensão suportável nominal à frequência industrial no enrolamento secundário (kV)	3		3		3		3	
2	**Descargas Parciais – (DP) em pC**								
a)	Isolamento Sólido	-		50		50		50	
3	**Classe de Exatidão e Cargas Nominais**								
a)	Classe de Exatidão - Medição	5VA0,3 ou 5VA0,6		12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6		12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6		12,5VA0,3 ou 12,5VA0,6	
c)	Classe de Exatidão - Proteção	-		50VA 10P20 ou 10VA 10P20**		50VA 10P20 ou 10VA 10P20**		50VA 10P20 ou 10VA 10P20**	
4	**Elevação de Temperatura - No enrolamento (Método da Variação da Resistência) - NBR 6856**								
a)	No liquido isolante º C	-		55		55		55	
b)	Tipo seco º C	-		55		55		55	
5	**Corrente Suportável Nominal de Curta Duração ou Corrente Térmica Nominal (It)**	It = 40xIn		It = 75xIn It = 60xIn*		It = 75xIn It = 60xIn*		It = 75xIn It = 60xIn*	
6	**Valor de Crista Nominal da Corrente Suportável (Corrente dinâmica nominal)**	2,5 x It		2,5 x It		2,5 x It		2,5 x It	
7	**Fator Térmico Nominal**	1,5xIn		1,5xIn		1,5xIn		1,5xIn	
8	**Frequência Nominal**	60 Hz		60 Hz		60 Hz		60 Hz	
9	**Corona Visual (kV eficaz)**	-		-		-		-	
10	**Material Isolante**	Resina Epóxi		Resina Epóxi		Resina Epóxi		Resina Epóxi	
11	**Polaridade**	Subtrativa		Subtrativa		Subtrativa		Subtrativa	

(*) Uso interno

(**) Para TC com corrente secundária de 1 A

9 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	00/12/2020	Todos	Revisão Geral Emissão inicial para adequação ao novo padrão de codificação de documentos técnicos do Grupo Equatorial Energia.	Márcio de Oliveira Mendes

10 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Márcio de Oliveira Mendes – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

APROVADOR (ES)

Leonardo Eustáquio Rodrigues – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência Corporativa de Normas, Qualidade e Desenvolvimento de Fornecedores

TRANSFORMADOR DE CORRENTE PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

GRUPO equatorial ENERGIA