

5	8/6/2010	C	Revisão dos itens 4.4 e 5.1.1 e da ortografia		
4	12/11/2009	E	Conforme carta CTE3842		
3	20/8/2009	D	Conforme reunião para fechamento dos Projetos Elétricos de 12/08/09		
2	6/5/2009	D	Para Cotação		
1	11/6/2008	C	Revisão Geral		
0	6/12/2008	A	Emissão Inicial		
REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES		
Tipo de Emissão	A. Preliminar B. Para Aprovação C. Para Conhecimento		D. Para Cotação E. Para Construção F. Conforme Comprado		G. Conforme Construído H. Cancelado J. De Trabalho
					
PROJETO:	OY	 JHM 	DATA:	12/06/08	
PROJETISTA:				DATA:	12/06/08
VERIFICAÇÃO:	ACMM		DATA:	12/06/08	
APROVAÇÃO:	MOG		DATA:	12/06/08	
 <div style="text-align: center;"> MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL </div>					
PROJETO EXECUTIVO - LOTE A					
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA TRANSFORMADORES DAS ESTRUTURAS DE CONTROLE E TOMADAS D'ÁGUA 13.800-380/220 VCA					
	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA					
DESENHISTA VERIFICADO					
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: 885-MIN-ISF-ET-E0388 CLIENTE: 1210-EST-1601-60-08-006				REVISÃO 5

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL

MI

**Projeto de Integração do Rio São Francisco
com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

TRANSFORMADORES DAS ESTRUTURAS DE CONTROLE E TOMADAS D'ÁGUA

13.800-380/220 VCA

885-MIN-ISF-ET-E0388
1210-EST-1601-60-08-006
Junho/2010
Rev. 5

ÍNDICE

PÁG.

1.	ESCOPO DO FORNECIMENTO	3
1.1	OBJETIVO	3
1.2	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS, INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO	3
1.2.1	Transformadores Abaixadores 13.800-380/220V	3
1.2.2	Acessórios e Componentes	4
1.2.3	Fiação	4
1.2.4	Óleo Isolante	4
1.2.5	Ensaio	4
1.2.6	Embalagem	4
1.2.7	Documentação	4
2.	NORMAS TÉCNICAS	4
3.	REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS	5
3.1	OBJETIVO	5
3.2	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	5
3.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	5
3.4	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	7
3.4.1	Projeto e Fabricação	7
3.4.2	Tanque, Tampa e Núcleo	8
3.4.3	Enrolamentos e Conexões	8
3.4.4	Trocadores de Calor, Válvulas e Tubulação	8
3.4.5	Buchas	8
3.4.6	Acessórios	9
3.4.7	Placas de Identificação	9
3.5	PINTURA	9
3.6	ÓLEO ISOLANTE	9
4.	ENSAIOS	9
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
4.2	ENSAIOS NA FÁBRICA	9
4.3	ENSAIOS DE ROTINA	10
4.4	ENSAIOS DE TIPO PARA OS TRANSFORMADORES	10
5.	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES	11
5.1	CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS DOS TRANSFORMADORES	11
5.1.1	Características Garantidas	11
5.1.2	Características Garantidas dos Acessórios dos Transformadores	12

1. ESCOPO DO FORNECIMENTO

1.1 OBJETIVO

A presente especificação técnica define as características dos transformadores 13.800-380/220V necessários para a implantação da INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO.

O fornecimento inclui projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica dos transformadores 13.800-380/220V necessários para a implantação nas obras do PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO.

1.2 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS, INCLUÍDOS NO FORNECIMENTO

Compreendem transformadores de serviços auxiliares, trifásicos, de dois enrolamentos e imersos em óleo isolante, fornecido com todos os acessórios especificados, instalação em poste.

1.2.1 Transformadores Abaixadores 13.800-380/220V

ITEM	TAG	LOCAL	REL.	POTÊNCIA	DESENHO REF.
01	1255-TRTD-001	Reservatório Tucutú	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1255-60-67-003
02	1256-TRTD-001	Reservatório Serra do Livramento	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1256-60-67-003
03	1257-TRTD-001	Reservatório Negreiros	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1257-60-67-003
04	1258-TRTD-001	Reservatório Milagres	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1258-60-67-003
05	1156-TRTD-001	Reservatório Terra Nova	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1156-60-67-001
06	1157-TRTD-001	Reservatório Serra do Livramento	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1157-60-67-001
07	1158-TRTD-001	Reservatório Mangueira	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1158-60-67-001
08	1159-TRTD-001	Reservatório Negreiros	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1159-60-67-001
09	1160-TRTD-001	Reservatório Milagres	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1160-60-67-001
10	1272-TRTD-001	Tomada de Uso Difuso no Canal - Curralinho	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1272-60-67-001
11	1273-TRTD-001	Tomada de Uso Difuso no Canal – Sítio Santana	13.800-380/220 Vca	30 kVA	1210-DEP-1273-60-67-003
12	1160-TRTD-002	Tomada de Uso Difuso no Reservatório Milagres/ Sítio Feijão/ Sítio Formiga	13.800-380/220 Vca	30 kVA	1210-DEP-1274-60-67-001
13	1275-TRTD-001	Tomada de Uso Difuso no Canal – Sítio Formiga	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1275-60-67-004
14	1276-TRTD-001	Tomada de Uso Difuso no Canal – Gentil / Lagoa Preta / Retiro	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1276-60-67-005
15	1277-TRTD-001	Tomada de Uso Difuso no Canal - Balança	13.800-380/220 Vca	15 kVA	1210-DEP-1277-60-67-006

1.2.2 *Acessórios e Componentes*

Abrangem todos os acessórios exigidos pela Norma NBR-5356.

1.2.3 *Fiação*

Incluem a fiação completa dos medidores, sensores, indicadores e dispositivos até o quadro de controle do transformador, incluindo os eletrodutos para essa fiação.

1.2.4 *Óleo Isolante*

Corresponde ao óleo isolante para o primeiro enchimento.

1.2.5 *Ensaaios*

Inclui ensaios na fábrica, conforme item 4.

1.2.6 *Embalagem*

Compreende a embalagem de todos os itens do Fornecimento.

1.2.7 *Documentação*

Abrange a documentação completa do projeto do transformador incluindo desenhos, memórias de cálculo, relatórios, catálogos e manuais de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção, e demais documentos necessários ao armazenamento e a montagem na obra.

2. *NORMAS TÉCNICAS*

O projeto, valores nominais, características técnicas, qualidade de fabricação, armazenagem, montagem e ensaios de todos os materiais e equipamentos, objeto do Fornecimento, deverão estar de acordo com as últimas edições das normas da:

- a) NBR 5356 - Transformador de Potência – Especificação;
- b) NBR 5380 - Transformador de Potência - Método de Ensaio;
- c) NBR 5416 - Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência - Procedimento;
- d) NBR 7277 - Medição do Nível de Ruído de Transformadores e Reatores - Método de Ensaio;
- e) NBR 7570 - Guia para Ensaaios de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico e de Manobra para Transformadores e Reatores – Procedimento;
- f) NBR 7037 - Recebimento, Instalação e Manutenção de Transformadores de Potência em Óleo Isolante Mineral;

- g) NBR 5034 - Buchas para Tensões Alternadas Superiores a 1 kV;
- h) NBRIEC-60259-Invólucros de equipamentos elétricos – proteção.

3. REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

3.1 OBJETIVO

Esta seção fixa os requisitos técnicos para o projeto e fabricação dos equipamentos objeto desse fornecimento.

3.2 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os equipamentos serão instalados, onde a altitude é inferior a 1.000 m em clima temperado. A temperatura média anual é de 24°C, sendo que a temperatura mínima e máxima são 0°C e 40°C, respectivamente.

A umidade relativa do ar pode alcançar valores de até 90% durante certos períodos do ano. A velocidade máxima do vento é de 126 km/h a temperatura de 15°C.

A chuva não é bem distribuída durante o ano. A área de maior incidência pluviométrica registra uma média anual de 800mm.

3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ✓ Tipo.....trifásico
- ✓ Potência conforme item 1.2.1
- ✓ Frequência nominal 60 Hz
- ✓ Tensões nominais:
 - ✧ do enrolamento primário 13,8 kV
 - ✧ do enrolamento secundário..... 380/220 V
- ✓ Faixa de derivações para UN = 13,8 kV UN \pm 2x2,5%
- ✓ Níveis de isolamento:
 - Do enrolamento de tensão superior:
 - ✧ Tensão máxima (valor eficaz) 15 kV
 - ✧ Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 95 kV

- ✧ Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado (valor de crista)..... 105 kV
- ✧ Tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 min.(valor eficaz)..... 34 kV

Do enrolamento de tensão inferior:

- ✧ Tensão máxima (valor eficaz) 380V
- ✧ Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (valor de crista) 4 kV

✓ Elevação de Temperatura:

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, acima da temperatura do ar ambiente de 40° C, válidas para todas as derivações, não devem exceder os limites a seguir:

- ✧ Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, medida pelo método de variação da resistência..... 65°C
- ✧ Limite de elevação de temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos..... 80°C
- ✧ Limite de elevação de temperatura do óleo, medida próximo à parte superior do tanque..... 65°C
- ✧ Limite de elevação de temperatura das partes metálicas em contato com ou adjacente à isolamento sólida 65°C

✓ Os transformadores deverão ser projetados utilizando papel termoestabilizado.

✓ Os transformadores deverão ser capazes de operar na derivação principal com tensão e frequência diferentes das nominais, como previsto pela NBR 5356.

✓ Capacidade de Suportar Curto-circuito:

- ✧ O transformador e seus componentes deverão ter a capacidade de suportar os esforços térmicos e dinâmicos provocados por curto-circuito de acordo com a NBR-5356.
- ✧ Será efetuada uma inspeção detalhada e completa do projeto dos transformadores para verificar a capacidade de suportar curto-circuito.

✓ Nível de Ruído Audível:

O nível de ruído dos transformadores energizados à tensão e à frequência nominais, quando medido na Fábrica deverá satisfazer os requisitos da norma ABNT – NBR 5356/93.

✓ Ligação dos Enrolamentos:

Será adotada a ligação Dyn1, conforme NBR-5356.

✓ Impedância de Curto-circuito:

Na base da potência nominal, 60 Hz, a 85°C, com o comutador de derivações sem tensão na derivação central, a impedância não deverá ser superior a 6%.

✓ Tipo de Isolamento:

O enrolamento de tensão superior deverá ter isolamento progressivo e o enrolamento de tensão inferior deverá ter isolamento uniforme.

✓ Classe de Isolamento:

O isolamento dos enrolamentos deverá ser realizado com material de classe E.

✓ Método de Resfriamento:

O método de resfriamento dos transformadores deverão ser ONAN.

✓ Corrente de Excitação:

- ✧ A corrente de excitação deverá ser a mais baixa possível, compatível com um projeto econômico e não deve ser superior a 0,6%.
- ✧ Deverão ser apresentadas, juntamente com a proposta, as curvas típicas de saturação indicando o *knee point* e o valor da reatância do núcleo de ar. Deverá também ser informado o método que será usado para determinar as curvas.
- ✧ A corrente de excitação em vazio não deve aumentar mais do que 2,5 vezes quando o transformador for energizado à frequência nominal com tensão de 115% da nominal.

✓ Rendimento:

- ✧ Rendimento mínimo na potência nominal com fator de potência unitário 99,0%

✓ Sobrecarga:

Os transformadores deverão ser projetados para suportar sobrecargas de pouca duração, em conformidade com a norma NBR-5416.

3.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

3.4.1 Projeto e Fabricação

Os transformadores deverão ser previstos com suporte dos dispositivos de suspensão para montagem em poste.

Os transformadores deverão ser projetados e construídos para suportar sem danos os efeitos térmicos e dinâmicos das correntes de curto-circuito, nas condições prescritas na NBR-5356/1993. O nível de ruído audível dos transformadores energizados à tensão e à frequência

nominais, quando medido na Fábrica de acordo com a NBR-7277, não deverá exceder os valores indicados na norma NBR-5356/1993.

3.4.2 Tanque, Tampa e Núcleo

Os transformadores completamente montados, cheios de óleo incluindo radiadores, todas as conexões dos tubos de óleo, válvulas e outros acessórios.

Os tanques dos transformadores deverão ser providos de um terminal de aterramento feitos de aço inoxidável com cobertura de cobre.

No terminal deverá ser fornecido instalado um conector de bronze tipo compressão adequado para um (1) cabo de cobre, com seção de 70 mm².

3.4.3 Enrolamentos e Conexões

Todos os condutores dos enrolamentos, cabos de conexões com o comutador de derivações, com as buchas e as interligações entre bobinas, deverão ser de cobre.

Para o isolamento dos condutores e bobinas deverá ser usado um papel de alta densidade tipo Kraft ou Thermo-kraft.

Condutores e conexões de alumínio ou outro material diferente do especificado acima não serão aceitos.

Todas as juntas condutoras de corrente, exceto conexões rosqueadas e juntas de compressão, deverão ser soldadas com uma liga de prata, de ponto de fusão não inferior a 600°C. Não serão aceitas soldas estanhadas.

3.4.4 Trocadores de Calor, Válvulas e Tubulação

Os trocadores de calor (radiadores) deverão ser fixos resistentes ao vácuo e à pressão especificados para o tanque.

3.4.5 Buchas

Todas as buchas utilizadas nos transformadores deverão ter nível de isolamento de valor igual ou superior ao nível de isolamento dos enrolamentos a que estiverem conectadas e deverão suportar sobrecargas eventuais de até 150% da potência nominal do transformador. Buchas do mesmo tipo e capacidade deverão ser intercambiáveis.

Todas as partes metálicas das buchas deverão ser zincadas à quente.

3.4.6 *Acessórios*

Os transformadores deverão ser fornecidos com acessório: Comutador de derivações sem tensão.

3.4.7 *Placas de Identificação*

Todas as placas deverão ser de aço inoxidável, com espessura mínima de 1 mm com cantos arredondados, com os caracteres gravados de modo a fornecer escrita clara, visível e indelével. O tamanho das placas deverá ser submetido a aprovação. As placas deverão ser fixadas com parafusos e porcas de latão ou aço inoxidável com "TAG NUMBER".

Placa de identificação do Transformador

A placa de identificação do transformador deverá conter no mínimo as informações especificadas no item 5.16 da NBR-5356.

3.5 *PINTURA*

A cor de acabamento do transformador deverá ser:

- ✧ superfície externa: cor cinza claro, notação Munsell N6,5;
- ✧ superfície interna: cor branca.

3.6 *ÓLEO ISOLANTE*

O óleo isolante deverá ser de origem mineral, naftênico não inibido e se enquadrar às normas ASTM-03487/77 e IEC-296/1969 com a Emenda nº 1 (1972 Classe II). Óleo isolante do tipo parafínico não será aceito.

O FORNECEDOR deverá providenciar 4 (quatro) cópias dos certificados de ensaios do óleo isolante que devem ser enviadas antes de ser despachado o primeiro lote.

4. *ENSAIOS*

4.1 *CONSIDERAÇÕES GERAIS*

Esta seção especifica as inspeções e ensaios a serem realizados nos transformadores e seus acessórios fornecidos sob este contrato.

4.2 *ENSAIOS NA FÁBRICA*

Os transformadores deverão ser completamente montados na fábrica, com as próprias buchas e com óleo e ensaiados, em conformidade com as normas da NBR-5356 e NBR-5380.

4.3 ENSAIOS DE ROTINA

Os ensaios de rotina serão realizados em todas as unidades do Fornecimento e em seus acessórios.

a) Transformadores

- ✓ Resistência elétrica dos enrolamentos (para todas as derivações);
- ✓ Relação de tensões (para todas as derivações);
- ✓ Resistência do isolamento;
- ✓ Polaridade;
- ✓ Deslocamento angular e seqüência de fases;
- ✓ Perdas (em vazio e em carga);
- ✓ Corrente de excitação;
- ✓ Impedância de curto-circuito;
- ✓ Ensaios Dielétricos:
 - ✧ Tensão suportável à frequência industrial, aplicada à fiação e aos acessórios;
 - ✧ Tensão suportável à frequência industrial (tensão aplicada);
 - ✧ Tensão induzida.
- ✓ Estanqueidade, resistência à pressão e ao vácuo no equipamento completamente montado;
- ✓ Verificação do funcionamento dos acessórios;

b) Comutadores de Derivações sem Tensão

Os comutadores de derivações sem tensão, completamente montados, deverão ser submetidos a 04 ciclos completos de comutação nas derivações, confirmando que todas as derivações, contatos e mecanismos indicadores estão adequadamente montados, alinhados e livres de folgas excessivas, deformações ou fragilidade, para uma operação satisfatória.

c) Buchas

Todas as buchas, inclusive as sobressalentes deverão ser submetidas aos ensaios de rotina, em conformidade com a norma NBR-5034.

4.4 ENSAIOS DE TIPO PARA OS TRANSFORMADORES

O FORNECEDOR deverá apresentar os relatórios de ensaios de tipo em modelo semelhante, para que a realização destes ensaios seja dispensada.

- ✓ Fator de potência de isolamento a 20°C;
- ✓ Elevação de temperatura;

- ✓ Impulso;
- ✓ Curto-circuito.

5. CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS E DADOS TÉCNICOS DOS TRANSFORMADORES

O FORNECEDOR deverá garantir as características indicadas no item 5.1.

5.1 CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS DOS TRANSFORMADORES

5.1.1 Características Garantidas

a) Características Garantidas dos Transformadores

- ✓ potência nominal (ONAN) (kVA)
- ✓ enrolamento primário
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)
- ✓ enrolamento secundário
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)
- ✓ terminal de neutro do enrolamento secundário
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)
- ✓ temperatura máxima, nas condições nominais no enrolamento AT/BT (°C)
- ✓ impedância referida à potência nominal e 75°C (%)
- ✓ resistência referida à potência nominal e 75°C
 - ✧ enrolamento primário (ohms)
 - ✧ enrolamento secundário (ohms)

- ✓ perdas em vazio, 60 Hz, referidas a 75°C, com o comutador ligado na derivação de maior perda..... (kW)
- ✓ perdas totais, à corrente nominal, 60 Hz, referidas a 75°C, com o comutador ligado na derivação de maior perda (kW)
- ✓ corrente de excitação, referida à potência nominal, 60 Hz e tensão nominal (%)
- ✓ rendimento mínimo (%)

b) Características Garantidas das Buchas dos Transformadores

- ✓ enrolamento primário
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno (kV)
- ✓ enrolamento secundário
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)
- ✓ neutro
 - ✧ classe de tensão (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal à frequência industrial, 1 minuto (kV)
 - ✧ tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)

5.1.2 Características Garantidas dos Acessórios dos Transformadores

Dados Técnicos dos Transformadores

- ✓ Designação do transformador.....
- ✓ Norma de fabricação
- ✓ Frequência nominal (Hz)
- ✓ Corrente de magnetização ("in rush")..... (A)
- ✓ Enrolamento primário
 - ✧ Tensão nominal (kV)
 - ✧ Tensão nominal (kV)
 - ✧ derivações

- ✓ Temperatura
 - ✧ No ponto mais quente do enrolamento AT/BT (°C)
 - ✧ No óleo, junto a tampa (°C)
- ✓ Resfriamento.....
- ✓ Relação X/R
- ✓ Massas
 - ✧ Transformador completo, com óleo e acessórios.....(kg)
 - ✧ Parte ativa.....(kg)
 - ✧ Tanque e acessórios(kg)
 - ✧ Transformador sem acessórios, para transporte.....(kg)
- ✓ Dimensões para transporte (maior volume)
 - ✧ Altura..... (mm)
 - ✧ Largura (mm)
 - ✧ Profundidade (mm)
- ✓ Volume de óleo do transformador (litros)
- ✓ Desenhos e descrições
 - ✧ Desenho de contorno do transformador.....
 - ✧ Descrição geral do transformador
 - ✧ Desenho de contorno do Quadro de Terminais.....
- ✓ Dados Técnicos das Buchas dos Transformadores
- ✓ Enrolamento primário
 - ✧ Fabricante.....
 - ✧ Norma de fabricação
 - ✧ Tipo.....
 - ✧ Corrente nominal(A)
 - ✧ Tensão suportável nominal à frequência industrial,
- ✓ Enrolamento secundário
 - ✧ Fabricante.....
 - ✧ Norma de fabricação
 - ✧ Tipo.....

-
- ✧ Corrente nominal(A)
 - ✧ Tensão suportável nominal à frequência industrial,
 - ✓ Neutro
 - ✧ Fabricante.....
 - ✧ Norma de fabricação
 - ✧ Tipo.....
 - ✧ Corrente nominal(A)