

Especificações Técnicas

ET 001/4

Transformador de força

69 kV

1. CONDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO

O transformador de força mencionado nesta especificação é de potência 30/40 MVA, 69/13,8 kV, com comutador sob carga, para ser utilizado na subestação Carazinho-1, da Centrais Elétricas de Carazinho S/A – ELETROCAR, localizada na cidade de Carazinho-RS.

Este transformador deverá ser igual ao existente, tanto em potência, número de TAPS, dimensões, comutador de tap, etc, pois deverá operar em regime de paralelismo.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

O objeto desta padronização deve-se ater as seguintes normas técnicas da ABNT ou outras que assegurem igual ou superior qualidade.

- ABNT NBR-5356: Transformador de potência;
- ABNT NBR-9368: Transformadores de potência de tensões máximas até 145 kV — Características elétricas e mecânicas
- ABNT NBR-6869: Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)
- IEC 60076: Power transformers;
- ANSI C57.12.00-2000: IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers;
- ABNT NBR 6856: Transformador de corrente;
- ABNT NBR 10505:2017 - Líquidos isolantes elétricos - Determinação de enxofre corrosivo

3. MATERIAIS E COMPONENTES

Os materiais aplicados deverão ser de melhor qualidade e atender as normas citadas no item 2.

3.1 Núcleo

Deverá ser confeccionado em chapas laminadas de aço silício de grão orientado com alta permeabilidade e baixas perdas por histerese.

Deverão ser providos de meios mecânicos que impeçam o afrouxamento das lâminas sob quaisquer condições e terão ligação elétrica direta ao tanque.

Deverá ser anexada a curva de saturação e uma planilha dos pontos tomados em ensaios.

3.2 Óleo isolante

O transformador deverá utilizar óleo isolante naftênico com rigidez dielétrica mínima de 30 kV, medida de acordo com a ABNT NBR-6869. Deverá estar de acordo com os requisitos da ABNT NBR-5356.

Deverá ser transportado em caminhão tanque. A ELETROCAR solicita 5% do volume de óleo, como óleo reserva e que deve ser transportado em tambores novos, com revestimento interno à prova de corrosão. O óleo deve ser livre de enxofre, segundo os critérios da NBR 10505 estendida.

3.3 Enrolamentos e conexões

Todos os enrolamentos, cabos e conexões deverão ser de cobre eletrolítico, com teor de pureza superior a 99,99%. É vedada a utilização de qualquer outro material, inclusive alumínio.

Todos os terminais dos enrolamentos que vão para os painéis de ligações ou para as buchas, deverão ser rigidamente suportados para evitar danos por vibrações. Deverão ser soldados ou então prateados, aparafusados e trazidos para fora do tanque por meio de buchas.

O isolamento das bobinas e condutores deverá ser em papel de alta densidade do tipo termoestabilizado.

3.4 Tanque

Deverá ser construído em liga de aço permitindo o apoio direto, sem as rodas, sobre trilhos ou base plana de carreta transportadora, bem como possuir olhais para tracionamento e movimentação no sentido longitudinal e transversal.

Deverá possuir aberturas para inspeção do interior do tanque: uma para acesso ao seletor do Comutador de Derivação em Carga (CDC), outra para acesso as buchas e sua montagem, outra para acesso ao ponto de aterramento do núcleo. Todas devem ter o tamanho adequado ao acesso de um homem de 75 kg.

O conjunto deverá suportar sobrepressão interna de 7 psi (0,5 kgf/cm) por 24 horas, e vácuo de 0,02 mm Hg (valor residual), sem apresentar deformações permanentes.

Deverá possuir o número de série estampado acima da válvula de drenagem do tanque, e possuir indicações gravadas dos centros de gravidade completamente montado, com e sem óleo, com as seguintes gravações:

- C.G. COM ÓLEO;
- C.G. SEM ÓLEO;

Deverá ser conectado aos radiadores através de canalizações munidas de flange e válvulas do tipo borboleta, que permitam a retirada dos radiadores sem perda de óleo.

Deverá ser conectado ao conservador através de canalização com diâmetro mínimo de 80 mm.

3.5 Tampa

Deverá obrigatoriamente ser fixada por meio de parafusos com limitadores de aperto.

Deverá possuir um poço de aferição, para colocar termômetro padrão, oferecendo segurança para aferição, mesmo energizado.

3.6 Juntas

As juntas deverão possuir gaxetas de borracha nitrílica, comprovadamente resistente a fim de tornar o conjunto tanque e tampa absolutamente estanque para o óleo isolante e gás.

Deverá ser fornecido um conjunto completo de gaxetas para reserva.

3.7 Enchimento, drenagem, tratamento do óleo

O tanque deverá ser fornecido com pelo menos os seguintes itens:

- Válvula esférica de drenagem e filtragem do tanque principal, Ø 2”, com bujão de latão de Ø 1/4”, com rosca gás para retirada de amostras de óleo e proteção metálica contra choques mecânicos;
- Válvula esférica superior de filtragem e enchimento, Ø 1 1/2”, com bujão de 3/8”, rosca gás, para conexão de nitrogênio e outros dispositivos;
- Válvula esférica para ligação de bomba de vácuo, Ø 1”, na parte superior, durante o enchimento do conservador;
- Bujões para drenagem e enchimento dos radiadores;
- Válvula esférica para drenar o CDC;
- Válvula para retirada dos radiadores Ø 3”, tipo borboleta com indicação da posição aberta-fechada;
- Válvula esférica para ligação do relé de proteção do CDC ao conservador;

Todas as válvulas deverão ser capazes de conter óleo quente sem qualquer vazamento e suportar ensaios de pressão de ar de 75 psi (5,3 kgf/cm²) e de pressão de óleo de 50 psi (3,5 kgf/cm²).

3.8 Aterramento

O aterramento deverá ser oferecido em dois pontos diametralmente opostos e preso por conectores e por grampo de passagem, para cabos de cobre nu de bitola até 185 mm².

3.9 Conservador

Deverá ser construído em chapa de aço, liga antiferruginosa, capaz de suportar as mesmas solicitações mecânicas a que possa estar submetido o tanque.

Deverá possuir olhais para içamento com o conservador totalmente cheio de óleo, bem como tampas laterais desmontáveis para permitir limpeza e manutenção.

Deverá possuir uma bolsa de borracha sintética de forma a evitar o contato do óleo isolante com o ar proveniente do exterior por ocasião da variação de pressão interna do tanque principal.

Deverá conter os seguintes dispositivos:

- Válvula esférica para enchimento do óleo;
- Válvula esférica de drenagem de óleo isolante, situada na parte inferior do conservador, com Ø 2”, rosca gás;
- Válvula esférica para drenagem do conservador do CDC;
- Válvula esférica para execução de vácuo, com operação normalmente fechada, instalada na parte superior do conservador, com Ø 1”, rosca gás;
- Válvula esférica para equalização de pressão entre os conservadores do transformador e do CDC;
- Válvula esférica para equalização de pressão entre o conservador do transformador e a bolsa de borracha;
- Indicadores de nível de óleo, com contatos “NA” para nível mínimo e máximo que possibilite sua leitura do nível do solo, sendo um para o transformador e outro para o CDC;
- Secador de ar com sílica-gel para controle de umidade;
- Tubo de conexão entre o tanque e o conservador de óleo com válvula esférica de fechamento e juntas entre o tanque principal e a válvula esférica entre esta e o relé Buchholz.

3.10 Relé Buchholz

Deverá possuir indicador de volume de óleo graduado em centímetros-cúbicos e montado na canalização que liga o tanque ao conservador. Deverá possuir dispositivos de drenagem de óleo, bem como de coleta de gás.

Deverá ser previstas duas válvulas esféricas de isolamento, instaladas em ambos os lados do relé, de modo a permitir sua remoção sem perda de óleo.

A canalização na qual será instalado o relé deverá possuir uma declividade mínima de dois graus, sendo a parte mais elevada colocada no conservador.

Deverá ser equipado com dois contatos do tipo “NA”, para 2 A em 125 Vcc, passíveis de teste de acionamento manual. Um contato deverá fechar pelo acúmulo de gás na câmara e o outro pelo aumento do acúmulo de gás e/ou pela velocidade do fluxo de óleo entre o tanque e o conservador.

3.11 Relé de Fluxo de Óleo

Relé que atua através do fluxo de óleo, instalado entre o conservador do CDC, deverá possuir visor de vidro de forma a monitorar a posição da válvula de atuação. Deverá ser equipado com dois contatos tipo “NA”, para 2 A em 125 Vcc com atuação instantânea.

Deverá ter uma válvula esférica entre o relé e o conservador de óleo do CDC.

3.12 Medição da Temperatura dos Enrolamentos

O transformador deverá possuir um indicador de temperatura para cada enrolamento de carga.

Deverá ser equipado com um ponteiro indicador de temperatura e um ponteiro de arraste, com retorno manual, para registro da máxima temperatura do período.

O indicador deverá ser instalado entre 1,50 m e 1,70 m de altura da base e com escala visível a uma distância de 2 m, ao lado do armário de circuitos auxiliares do transformador.

Deverá possuir micro-switches com quatro contatos do tipo “NA”, eletricamente independentes, ajustáveis entre 65° C e 120° C, para 2 A em 125 Vcc.

3.13 Medição da Temperatura do Óleo Isolante

Será medida através de uma sonda instalada na tampa do tanque, a qual deverá estar ligada o indicador de temperatura de óleo isolante.

Deverá ser equipado com um ponteiro indicador de temperatura e um ponteiro de arraste, com retorno manual, para registro da máxima temperatura do período.

O indicador deverá ser instalado entre 1,50 m e 1,70 m de altura da base e com escala visível a uma distância de 2 m, ao lado do armário de circuitos auxiliares do transformador.

Deverá possuir contatos ajustáveis entre 65° C e 110° C, em número de três, eletricamente independentes, para 2 A a 125 Vcc.

3.14 Válvula de Segurança

Deverá ser prevista uma válvula de segurança do tipo alívio rápido de pressão interna, instalado na tampa com um contato do tipo “NA”, para 2 A em 125 Vcc, tipo Qualitrol ou similar.

3.15 Sistema de Refrigeração por Ar Forçado

Os radiadores deverão ser zincados a quente sem pintura de acabamento, deverão ser numerados seqüencialmente, removíveis e projetados de forma a facilitar a limpeza e manutenção. Deverão possuir olhais para içamento mesmo que completamente cheios de óleo.

Deverão possuir um bujão inferior para drenagem de óleo e um superior para retirada de ar. Deverão possuir flanges cegos, estanques ao óleo, para uso sempre que os radiadores estiverem destacados. Será previsto suporte próximo a base do transformador, para armazenamento dos flanges, quando estes estiverem fora de uso.

O tanque do transformador deverá possuir uma válvula tipo borboleta com indicador de posição e travamento nas posições “fechada” e “aberta”, em todas as ligações dos radiadores ao tanque do transformador.

Os ventiladores deverão ser intercambiáveis e serem instalados de maneira a ser possível manutenção ou remoção de um ventilador, com os demais em serviço. Deverão ter seu dimensionamento tal que o transformador possa operar a plena carga, sem alcançar o limite de temperatura, no caso da perda de um dos ventiladores, em regime permanente.

Os motores elétricos deverão ser classe B, grau de proteção IP-55, e deverão funcionar mesmo com uma queda de 15% na tensão de alimentação.

3.16 Terminais

Os terminais das buchas do lado de AT e BT deverão possuir derivação em chapa de cobre estanhado, com furação NEMA, para conexão em paralelo. Os terminais de 69 kV deverão ser tipo pino liso, estanhado e nos terminais de 13,8 kV pino roscado.

3.17 Buchas

Deverão ser de porcelana vitrificada do tipo tampa para montagem e desmontagem sem necessidade de abrir o tanque do transformador, bem como serem intercambiáveis quando da mesma classe de tensão.

A cor da porcelana deverá ser marrom.

As buchas deverão ser projetadas de maneira a evitar sobrecarga de campo elétrico abaixo do seu suporte e evitar sobrecargas e/ou corona dentro do tanque.

No caso de buchas com óleo isolante, estas deverão possuir visor de nível de óleo, bem como possuir olhais para içamento e possuir as seguintes características construtivas:

Classe de Tensão [kV]	Tipo
< 72,5	maciça
≥ 72,5	Capacitiva com óleo

3.18 Conectores

Deverão ser fornecidos conectores, com acabamento estanhado, adequados para aplicação de saída de cabos em qualquer seção, mais um terminal para conexão em derivação com furação NEMA, para permitir realização de serviço com linha viva.

3.19 Armários de serviços auxiliares

Deverá ser fabricado em chapa de aço espessura mínima 2,65 mm, com tratamento antiferrugem, com respiros na face traseira, na parte inferior e superior, classe de proteção IP-54.

Deverá possuir uma porta giratória em torno de pinos de dobradiça, de fácil abertura, equipada com fechadura do tipo YALE, com maçaneta, fabricada em aço inox ou material não ferroso.

Todas as aberturas deverão ser vedadas em neoprene, e possuir um flange removível na parte inferior da cabine com dimensões mínimas do flange 300 mm x 200 mm, provida de dois furos com diâmetro de 100 mm rosca gás, para conexão dos dutos de saída dos cabos de controle.

Deverá ter cor externa da cabine idêntica ao transformador e na sua parte interna deverá ser de cor branca.

Deverá ter sua fixação em uma das laterais do tanque através de amortecedores ou calços de borracha antivibração.

Deverá ser distanciado dos pontos quentes do tanque, admitindo-se máxima temperatura interna 45°C.

Deverá dispor de conector para aterramento externo a caixa, para ligar a malha da subestação. Na parte interna ter uma barra de terra, para aterramento de instrumentos e equipamentos do armário.

Deverá possuir os seguintes dispositivos e equipamentos:

- Limitador / fixador de abertura da porta;
- Prateleira portátil para apoio de micro-portátil;
- Relé função 90, regulador de tensão, 220 Vca;
- Lâmpada fixa e portátil para iluminação interna com chave limite localizada na porta do armário;
- Aquecimento interno controlado por termostato;
- Disjuntor geral de proteção da iluminação e aquecimento;
- Tomadas 1Ø - 10 A/220V, e 3Ø - 20 A/380V, protegidas por disjuntor;
- Tomada de 10 A/125 Vcc, protegida por disjuntor;
- Régua de bornes, 10% de reserva (vide abaixo item específico para régua de bornes);
- Disjuntores termomagnéticos de proteção individual para todos os circuitos de força;
- Relé de supervisão de tensão, tipo auxiliar, com 2 contatos tipo “NA”, 2 A, 125 Vcc;
- Transdutores de temperatura, para as indicações de temperatura dos enrolamentos AT e BT;
- Chave seletora 3 posições “mestre-comandado-individual”, para esquema de paralelismo;
- Chave seletora 3 posições “desligado-manual-automático”, para a ventilação forçada;
- Placa diagramática em aço inox, fixada internamente no armário, com os esquemas elétricos da ventilação forçada, comando do comutador sob carga e equipamentos auxiliares;

3.19.1 Régua de Bornes

Os circuitos de corrente deverão ser com cabo antichama, adequados para condutores de bitolas até 6 mm², com terminais tipo olhal, bornes curto-circuitáveis, com dispositivo de curto-circuito completo.

Nos circuitos de controle deverão ser antichama, adequada para condutores de bitolas até 4 mm²;

3.19.2 Fiação

A interligação entre instrumentos deverá ser abrigada em canaletas e possuir identificação dos condutores nas extremidades do tipo “de-para”.

3.20 Comutador de derivações em carga

Deverá possuir mudança simultânea nas três fases, e ser projetado para suportar as mesmas sobrecargas e condições de curto-circuito do transformador. Além disso, deverá ser capaz de completar uma mudança de derivação durante o curto-circuito máximo, desde que esta mudança já tenha sido iniciada.

Deverá ser operado por um sinal de curta duração, e esta deverá ser completada, seja o sinal mantido ou não. A manutenção do sinal durante um tempo maior que o necessário não deverá resultar em uma segunda operação (controle degrau a degrau).

No caso de haver uma interrupção na alimentação do circuito de comando do CDC, a mesma deverá ser completada tão logo tenha sido restabelecida.

A chave comutadora e os impeditores de transição deverão ser imersos em óleo, no compartimento do comutador, estanques ao óleo do transformador.

O pré-seletor e o seletor de derivações poderão ficar em contato com o óleo do transformador e deverão garantir, no mínimo, um milhão (1.000.000) de operações.

Deverá ser garantido um mínimo de trezentas mil (300.000) operações a plena carga, sem que haja necessidade de reparo, substituição de peças, limpeza ou revisão na chave de carga..

As partes móveis do comutador e seletor deverão ser dotadas de fins-de-curso mecânico que deverão impedir que o comutador ultrapasse uma posição além daquela correspondente à última derivação, tanto acima como abaixo da posição central.

A vazão mínima do filtro deverá ser de 2100 litros por hora. As válvulas deverão ser do tipo esféricas e as conexões com flange. O sistema de filtragem deverá permitir a substituição do filtro de óleo sem a necessidade de desligamento do transformador.

O tanque do CDC deverá ter válvula esférica para drenar o óleo do CDC, com acesso do nível do solo, sendo esta de Ø 1” e flangeada.

Deverá estar fixada na porta frontal do lado interno do acionamento motorizado, placa metálica em português, com o esquema de força e comando do acionamento motorizado e do filtro, bem como indicação dos blocos terminais, com todos os bornes e régua devidamente designados por números, letras ou ainda combinação de ambos.

O mecanismo de acionamento deverá ser provido de 2 rodas de contatos para sinalização posição de tap, levadas a borne, para as seguintes funções:

- indicação remota, com placa de matriz de diodos;
- roda potenciométrica.

Deverá ser acionado por motor de 380 VCA, trifásico, 60 Hz.

Deverá ser previsto o fornecimento de Relé Regulador de Tensão, função 90, – a ser instalado na caixa de comando do transformador e na de Sala de Operação (Display remoto).

4. DESENHOS

Os desenhos somente poderão ser liberados para fabricação após sofrer a aprovação, pelo Departamento de Engenharia da ELETROCAR.

Deverão ser apresentados, em cópia de papel e arquivo eletrônico AUTOCAD formato DWG, os seguintes desenhos conforme segue.

4.1 Dimensões externas

Deverá possuir a indicação das principais características para montagem, com dimensões reais e massa total, bem como a massa da maior peça para transporte.

Deverão indicar a localização em detalhes de todos os tubos, conectores de linha e de aterramento, bem como os detalhes de bases, armários e mecanismos de operação, com a indicação exata dos detalhes de instalação que serão de responsabilidade de terceiros. As dimensões para transporte deverão vir ressaltadas no desenho. Informar no desenho pressão máxima para transporte e vácuo suportado no tratamento.

Deverá possuir uma relação dos materiais e componentes em forma de tabela. Deverá ser apresentado em formato A2.

4.2 Contorno de buchas

Deverá mostrar a localização dos transformadores de corrente, bem como todos os acessórios existentes. Também deverá possuir a localização da placa de identificação, bem como o nome do fabricante, tensões de ensaios dielétricos, distâncias de escoamento, esforço de “cantilever” e corrente nominal. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.3 Conectores externos

Dimensional contendo detalhamento das peças, cotas e furação. Deverá possuir gravado no seu corpo o torque de aperto dos parafusos, bem como para que bitolas de cabos é recomendado. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.4 Diversos

Detalhes de aparelhagem a ser instalada no prédio de comando. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.5 Placa de identificação

Deverá reproduzir a placa de identificação em escala 1:1, com indicação do material utilizado na confecção da mesma. Deverá ser apresentado em formato A2.

4.6 Placa de sinalização, controle e ventilação

Deverá conter as dimensões da placa, método de gravação das informações, material de fabricação e todas as ligações entre os circuitos auxiliares, disposição dos bornes terminais, ajustes e demais informações necessárias.

Deverá ser apresentado em formato A2.

4.7 Placa do CDC

Deverá conter o nome do fabricante do equipamento, número de série, ano de fabricação, diagrama funcional, e todas as informações necessárias para a identificação do mesmo. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.8 Armário de serviços auxiliares

Deverá possuir o contorno do armário com a localização de relés, disjuntores, contactores, fusíveis e demais componentes. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.9 Diagramas Esquemáticos

Deverá apresentar os diagramas funcionais, com as ligações internas dos dispositivos e equipamentos. Diagramas de contatos das chaves e relés. Deverão ser usados os desenhos do Anexo I como referência. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.10 Princípio de paralelismo

Deverá mostrar detalhadamente os esquemas de comando do princípio de paralelismo, bem como os circuitos de alarme, sinalização, comando e controle. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.11 Diagramas trifilares

Deverá mostrar a identificação de todos os dispositivos, bem como todas as ligações elétricas executadas na construção do transformador. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.12 Diagramas de fiação interna

Deverá identificar mostrar o topográfico dos armários, bem como todas as suas ligações internas. Cada item deverá ser identificado pelo número correspondente a lista de material, número e função do dispositivo, bem como as anilhas de cada terminal. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.13 Memória de Cálculo

Deverá ser apresentada pelo fabricante do transformador a memória de todos os cálculos de dimensionamento da parte ativa do transformador. Deverá ser em formato A3.

4.14 Lista de fiação

Deverá ser apresentada uma lista de fiação que demonstre exatamente como foi montada. Deverá apresentar todas as ligações entre aparelhos e bornes. Deverá apresentar a lista de bornes para interligação externa. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.15 Lista de material

Deverá apresentar em detalhes a lista de material elétrico empregado, colocando suas todas características, nome do fabricante, tipo, etc., bem como a programação de contatos, para o caso de chaves e relés. Deverá ser apresentado em formato A3.

4.16 Desenhos complementares

Deverá apresentar todos os manuais e catálogos de todos os componentes auxiliares, tais como indicadores de nível do óleo, relé Buchholz, radiadores, ventiladores, gaxetas, flanges, detalhes do CDC, rodas e dispositivos de movimentação, etc. Um desenho específico com as dimensões das juntas.

5. IDENTIFICAÇÃO

5.1 Buchas

Cada bucha deverá possuir uma placa de identificação com informações:

- Nome do fabricante;
- Tipo;
- Número de série;
- Data de fabricação;
- Níveis de isolamento;
- Capacidade de corrente;
- Capacitância;
- Fator de potência;
- Distância de escoamento;
- Esforço de “cantilever”;
- Níveis de impulso;
- Comprimento da bucha abaixo da tampa.

5.2 Transformador – Placa de Identificação

- Nome e número de série do equipamento;
- Nome do fabricante e local de fabricação;
- Ano de fabricação;
- Normas de fabricação;
- Tipo de refrigeração;
- Potência (s) nominal (is) e potências de derivações diferentes da nominal;
- Tensões e correntes nominais para todas as derivações;
- Número de fases;
- Frequência nominal;

- Níveis de isolamento para impulsos atmosféricos e de manobra, para cada enrolamento e bucha;
- Impedâncias percentuais (de seqüência positiva e seqüência zero) referidas à 75° C, para a potência básica em kVA e tensão básica em kV mencionadas, especificando-se enrolamento e derivação;
- Corrente de excitação percentual em relação à corrente nominal a plena carga;
- Diagrama elétrico da ligação dos enrolamentos;
- Dados sobre os transformadores de corrente e os dispositivos de potencial de bucha (relação, classe de precisão e identificação dos terminais);
- • Pressão e vácuo suportados pelo tanque;
- Gradiente dos enrolamentos sobre a temperatura do óleo;
- Massa total do equipamento;
- Massa da parte mais pesada para destanqueamento e altura máxima para içamento;
- Número do manual de instrução;
- Tipo, massa em kg e volume em litros de óleo isolante;
- Número do desenho correspondente;
- Polaridade;
- Número do Pedido de Compra da ELETROCAR.

6. ASPECTOS CONSTRUTIVOS

6.1 . Mecânicos

O transformador deverá possuir suportes para macacos, localizados nas duas faces de sua maior dimensão e situados no mínimo a 315 mm da base.

Deverá possuir rodas flangeladas, montadas em tandem para deslocamento sobre trilhos, direcionadas ao longo de ambas as linhas de centro, com mancais de pino lubrificado.

Deverão ser fornecidos dispositivos para travamento das rodas.

Deverão possuir as seguintes características:

Transformador > 12,5MVA	Dimensões [mm]
Diâmetro mínimo	250
Largura mínima do flange	20
Bitola na direção do eixo transversal	1.435
Bitola na direção do eixo longitudinal	1.435

6.2 Elétricos

Apresentar características elétricas do Anexo II.

6.2.1 Requisitos de curto-circuito

Os transformadores de força deverão ser capazes de resistir, sem qualquer dano, aos esforços mecânicos e elétricos decorrentes de curtos-circuitos nos terminais externos da

baixa tensão e do terciário (se existir), considerando-se barra infinita no lado da alta tensão, para qualquer das posições do comutador, conforme ABNT NBR-5380.

Deverão ter os seguintes valores para corrente eficaz de curtos-circuitos simétricos:

Valor eficaz simétrico	Duração [s]
25 vezes a corrente nominal	2
20 vezes a corrente nominal	3

6.2.2 Seqüência de fases, polaridade e deslocamento angular

A seqüência de fases adotada pela ELETROCAR é A-B-C. A polaridade dos enrolamentos deverá ser do tipo subtrativa e o deslocamento angular deverá estar em conformidade com a ABNT NBR-5356.

O enrolamento terciário (Y1 – Y2) somente para compensação de harmônicos. Durante o funcionamento os terminais Y1 e Y2 serão interligados e aterrados.

6.2.3 Perdas garantidas

Serão considerados os valores das perdas garantidas para obtenção do custo anual, pela seguinte fórmula:

$$C_a = 0,18P + 162,63P_{Fe0} + 163,29P_{Cu0} \left(\frac{SN}{SLN} \right)^2 + 116,47P_{VF0}$$

onde:

C_a	Custo anual do transformador, em US\$.
P	Preço proposto do transformador, incluindo ensaios de tipo e taxas, em US\$.
P_{Fe0}	Perdas no ferro, em kW, para a tensão nominal, garantida na proposta.
P_{Cu0}	Perdas no cobre, em kW, a 75°C para a potência ONAN, garantida na proposta.
SN	Potência nominal máxima do transformador (ONAN/ONAF)
SLN	Potência ONAN do transformador.
P_{VF0}	Potência total do equipamento de refrigeração, em kW, garantida na proposta.

6.2.4 Perdas excedentes

O fabricante deverá pagar à ELETROCAR a quantia dada por “V” como acerto de prejuízo, e não como falta, devido as perdas solicitadas do transformador não estarem de acordo com a proposta, estando estas acima daquelas garantidas. O cálculo de “V” será feito pela seguinte equação:

$$V = a_{t/r} \left\{ 162,63(P_{Fe} - P_{Re0}) + 163,29 \left(\frac{SN}{SLN} \right)^2 (P_{Cu} - P_{Cu0}) + 116,47(P_{VF} - P_{VF0}) \right\}$$

V	Valor a ser pago pelo Fabricante como acerto de prejuízos em US\$, para cada unidade;
P_{Fe}	Perdas no ferro, em kW, à tensão nominal, medidas durante os ensaios;
P_{Fe0}	Perdas no ferro, em kW, à tensão nominal, garantidas na PROPOSTA;
SN	Potência nominal máxima do transformador (ONAN/ONAF);
SLN	Potência ONAN do transformador;
P_{Cu}	Perdas no cobre, em kW, a 75°C ONAN, medidas durante o ensaio;
P_{Cu0}	Perdas no cobre, em kW, a 75°C ONAN, garantidas na proposta;
PVF	Potência total, em kW, do equipamento de refrigeração, garantida na proposta.

$$a_{t/r} = \frac{[(1+r)^t - 1]}{[(1+r)^t r]}$$

r	Taxa de juros como 2% a.a.;
t	Vida útil do transformador (t =33 anos);
$a_{t/r}$	8,1353 (Tabela Price);

Caso as perdas medidas forem iguais ou menores às garantidas, resultando num valor absoluto nulo ou negativo de “V”, a ELETROCAR pagará o transformador conforme as condições e valor estabelecido no Contrato.

Caso as perdas medidas forem superiores às garantidas, resultando num valor positivo de “V”, a ELETROCAR descontará este valor do estabelecido no Contrato.

6.2.5 Ensaios

6.2.5.1 Transformador

6.2.5.1.1 Rotina

Deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- Resistência elétrica dos enrolamentos;
- Relação de tensões;
- Resistência de isolamento;
- Polaridade;
- Deslocamento angular;
- Seqüência de fases;
- Perdas em vazio e em carga;
- Corrente de excitação;

- Impedâncias de seqüência zero nas relações nominais (ZHX, ZXY e ZHY);
- Tensão de curto circuito (3 derivações do lado AT);
- Tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada);
- Tensão induzida (para transformadores com tensão até 145 kV);
- Tensão suportável nominal de impulso de manobra (para transformadores com tensão de 242 kV ou maior);
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (para transformadores com tensão de 242 kV ou maior);
- Tensão induzida de longa duração (para transformadores com tensão de 242 kV ou maior);
- Estanqueidade;
- Fator de potência do isolamento em todos os enrolamentos;
- Elevação de temperatura (para cada um dos estágios de refrigeração);
- Funcionamento de acessórios;
- Os ensaios de perdas em vazio e corrente de excitação deverão ser realizados após os ensaios dielétricos e deverão ser feitos para a derivação principal e para as derivações correspondentes à menor e maior das tensões (I_{exc}) para cada equipamento;
- Os ensaios de impedância e perdas em carga deverão ser feitos para todas as derivações, à frequência, tensão e cargas ONAN/ONAF I nominais, de acordo com a Norma ABNT NBR-5380.

6.2.5.1.2 Homologação

Para homologação do fornecedor, deverão ser fornecidos à ELETROCAR os ensaios de protótipo abaixo descritos.

- Todos os ensaios de rotina, e mais
- Tensão suportável de impulso atmosférico;
- Nível de tensão de rádio interferência (para transformadores com tensão de 242 kV ou maior);

6.2.5.2 Buchas

6.2.5.2.1 Rotina

- Medição de fator de perdas dielétricas e da capacitância, na temperatura ambiente;
- Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial, a seco;
- Medição da intensidade de descargas parciais;
- Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial das derivações de ensaio e/ou de tensão;
- Ensaio de pressão em buchas com enchimento gasoso e em buchas isoladas a gás;
- Ensaio de vedação em buchas com enchimento líquido e em buchas com isolamento líquida;
- Ensaio de vedação em buchas com enchimento gasoso e em buchas isoladas a gás;
- Ensaio de vedação do flange ou outro dispositivo de fixação;

6.2.5.2.2 Homologação

Para homologação do fornecedor, deverão ser fornecidos à ELETROCAR os ensaios de protótipo abaixo descritos.

- Todos os ensaios de rotina e mais
- Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial, sob chuva;
- Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico, a seco;
- Ensaio de tensão suportável nominal de impulso de manobra, a seco ou sob chuva;
- Ensaio de estabilidade térmica do dielétrico;
- Ensaio de elevação de temperatura;
- Ensaio de corrente suportável nominal de curta duração;
- Ensaio do valor de crista da corrente suportável nominal de curta duração;
- Ensaio de suportabilidade a carga de flexão.

NOTA: A re-inspeção, ocasionado por falha de produto, condiciona o fornecedor a arcar com todos os ônus de deslocamentos, passagens aéreas, estadia e alimentação; Os relatórios deverão ser enviados para a ELETROCAR. A ELETROCAR reserva-se o direito de fazer inspeção nas dependências do fornecedor a qualquer tempo durante o fornecimento. A ELETROCAR deverá fazer uma inspeção prévia ao fornecimento na fábrica do fornecedor para verificar as condições das instalações fabris, laboratório e pessoal técnico, matéria prima empregada, etc.

7. ACONDICIONAMENTO

O fornecedor deverá garantir a embalagem para transporte e armazenagem externos por um período de pelo menos um ano. Deverão ser informadas as limitações de empilhamento e posição, conter facilidade para içamento e uso de empilhadeira. Identificar as embalagens com o destino de aplicação, quantidades e número do pedido de compra.

A ELETROCAR somente aceita embalagem com material reciclável - não aceita embalagem com poliestireno expandido (isopor).

8. TRANSPORTE

Os equipamentos deverão ser monitorados por registradores gráficos de impacto nos eixos horizontal e vertical.

Quando o transporte for por via rodoviária ou ferroviária os registradores gráficos deverão ser afixados ao tanque; quando o transporte for marítimo poderá ser afixado apenas um registrador de impacto no tanque.

O tanque deverá ser transportado sem óleo isolante em atmosfera de ar seco de baixa pressão. Deverão ser fornecidos no mínimo dois cilindros de nitrogênio tubulações manômetros válvulas bem como uma válvula automática para manutenção da pressão interna do tanque.

O manômetro e as válvulas deverão ser protegidos contra impacto ou esmagamento, por anteparos metálicos pintados na cor vermelha.

9. REQUISITOS AMBIENTAIS

No processo de produção deverá ser minimizado ou evitado a geração de impactos ambientais negativos. Caso a atividade produtiva se enquadre na Resolução CONAMA Nº 237/97, 19 de dezembro de 1997, o fornecedor deverá apresentar uma cópia de Licença ambiental de Operação (LO), para homologação deste material. Para a homologação o fornecedor deverá apresentar descrição de alternativa para descarte do material após o final de sua vida útil.

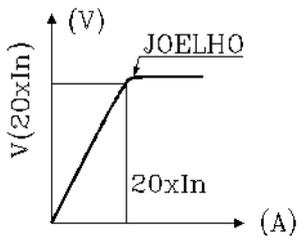
10. GARANTIA

Declarar o período de garantia mínimo de 1 (um) ano após energização ou 1,5 (um e meio) anos do recebimento.

Motoventiladores

ITEM	CARACTERISTICAS	EXIGIDA	PROPOSTA	UNIDADE
1	Marca	*		
2	Ruído máximo	68		dB
3	Proteção de pás	Tela inox		
4	Descarga	8,5		M ³ /s
5	Motores			
	-alimentação	380 / 220		V
	- grau de proteção	IP-55		
	- classe	B		
	- tipo de motores	Autoventilada		
	- corrente de partida	*		A
- regime permanente	*		A	

Transformador de Corrente Bucha

ITEM	CARACTERÍSTICAS	EXIGIDA	PROPOSTA	UND
6	Fabricante	*		
7	Isolante	*		
8	Tipo de Instalação	interno de bucha		
9	Frequência Nominal	60		Hz
10	Arranjo dos enrolamentos	*		
11	Fator térmico nominal	1,2		
12	Limite cor. curta duração efeito térmico (2s)	25		kA
13	Corrente Máx. instantânea para efeito dinâmico	62,5		kA
14	Máx. tensão rádiointerf.	*		kV
15	Nível de descargas parciais	*		pC
16	Erro relação transformação - até 20 In - entre 0,3 In e 1,5 In.	<10 <0,3		
17	Tensão sec. 20xIn carga nominal	200		
18	Níveis de Isolamento - tensão máx. admissível - impulso atmosférico - onda plena - onda cortada - tensão suportável nominal em 60 Hz por 1 min - no primário - no secundário	* * * * *		kV kV kV kV kV
19	 <p>The graph plots voltage $V(20xI_n)$ on the y-axis against current $I(20xI_n)$ on the x-axis. A linear relationship is shown up to a point labeled 'JOELHO' (knee), after which the voltage levels off. The current value at the knee is marked as $20xI_n$.</p>	SIM		

Comutador de Derivações em Carga para o Enrolamento de Alta Tensão

IT	CARACTERÍSTICAS	EXIGIDA	PROPOSTA	UNIDADE
20	Fabricante	*		
21	Tipo	chave imersa em óleo isolante com impedor e ampola de vácuo		
22	Indicador de posições - montagem semi-embutida - dimensões máximas - com matriz de diodos 5 bits - contatos auxiliares remoto - coroa potenciométrica de 180Ω	sim 100x100 sim sim sim		mm
23	Vida útil dos contatos	600.000		operações
24	Derivações - taps positivos 1,25% Vn - tap central - taps negativos 1,25% Vn	4 1 12		
25	Nível de Isolamento	*		kV
26	Cor. curto-circuito suportável	*		A
27	Sobrecarga em 40 %	30		min
28	Sistema controle operação - relé regulador - alimentação - faixa de retardo - comp. queda de linha - prot. motor por disjuntor - prot. comando por disjuntor - chave MAN/AUT - botoeira ELEVAR/ABAIXAR - botoeira ELEVAR/ ABAIXAR inst. remota - chave LOC/REM instalação remota - chave LIGA/DESL força - relé sobrecorr. bloq. CDC - indicador local de posição - manivela operação manual com bloq. Elétrico	sim 115 15-60 sim sim sim sim sim sim sim sim sim sim sim sim sim sim		Vca s
29	Sistema Controle Paralelismo - roda contatos exclusiva alarme - chave IND/MEST/COMAN	sim sim		

Transformador de Força 3Ø CDC YNyn0d1 69 kV-13,8 kV - 30/40 MVA

ITEM	CARACTERÍSTICAS	EXIGIDA			PROPOSTA			UND
33	Modelo	*						
34	Número de fases	3						
35	Número de enrolamentos	3						
36	Óleo Isolante	Naftênico						
37	Frequência nominal	60						Hz
38	Polaridade	subtrativa						
39	Ligações	YNyn0d						
40	Estágios de refrigeração	ONAN	ONAF I	ONAF II	ONAN	ONAF I	ONAF II	
41	Potência / enrolamentos: - AT - MT - BT	30 30 10	40 40 13,3					MVA MVA MVA
42	Limite Elevação Temperatura	65	65					°C
43	Classe de Isolação: - AT/NBI - MT/NBI - BT/NBI	72,5/350 15/110 *						kV kV kV
44	Classe de Isolação: - neutro AT - neutro MT	15 15						kV kV
45	Imp. per. seq. positivo 75°C, ref. Tensão e potência na Base 30MVA, 75°C, 60Hz: - Z _{HX} - Z _{HY} - Z _{XY}	10						% % %
46	Perdas máx cobre, 75°C(25MVA): -tensão nominal - tensão nominal -tensão superior - tensão nominal tensão inferior – tensão nominal	50% * * *	75% * * *	100% 190 * *	50%	75%	100%	kW kW kW
47	Perdas máximas em vazio: - para tensão nominal - 110% da tensão nominal	35 *						kW kW
48	Corrente de excitação: - tensão nominal - 110% tensão nominal	* *						A A
49	Eficiência Percentual - 25% da carga - 50% da carga - 75% da carga - 100% da carga	cosØ 1 * * * *	cosØ 0,8 * * * *		cosØ 1	cosØ 0,8		% % % %
50	Regulação Percentual - 25% da carga - 50% da carga	cosØ 1 * *	cosØ 0,8 * *		cosØ 1	cosØ 0,8		% %

	- 75% da carga	*	*					%
	- 100% da carga	*	*					%
51	TC Bucha p/ Proteção Primária conforme NBR 6856							
	Quantidade Bucha H1	1						pç
	Quantidade Bucha H2	1						pç
	Quantidade Bucha H3	1						pç
	Quantidade Bucha H0	1						pç
	Designação Genérica	RM 1200 - 5A						
	Derivações principais	200/300/800/1200-5A						A
	Relações consideradas:	Corrente primária nominal(A)	Relação nominal	Derivações secundárias	Corrente primária nominal(A)	Relação nominal	Derivações secundárias	
		100	20:1	S2-S3				
		200	40:1	S1-S2				
	300	60:1	S1-S3					
	400	80:1	S4-S5					
	500	100:1	S3-S4					
	600	120:1	S2-S4					
	800	160:1	S1-S4					
	900	180:1	S3-S5					
	1000	200:1	S2-S5					
	1200	240:1	S1-S5					
Exatidão	10 B 400							
52	TC Bucha p/ Proteção Secundária conforme NBR 6856							
	Quantidade Bucha X1	1						pç
	Quantidade Bucha X2	1						pç
	Quantidade Bucha X3	1						pç
	Quantidade Bucha X0	1						pç
	Designação Genérica	RM 3000 - 5A						
	Derivações principais	1000/2200/2500/3000-5A						A
	Relações consideradas:	Corrente primária nominal(A)	Relação nominal	Derivações secundárias	Corrente primária nominal(A)	Relação nominal	Derivações secundárias	
		500	100:1	S4-S5				
		800	160:1	S3-S5				
	1000	200:1	S1-S2					
	1200	240:1	S2-S3					
	1500	300:1	S2-S4					
	2000	400:1	S2-S5					
	2200	440:1	S1-S3					
	2500	500:1	S1-S4					
	3000	600:1	S1-S5					
Exatidão	10 B 400							
53	TC Bucha secundária p/ imagem térmica função 49							
	Quantidade Bucha X2	1						pç
	Derivações principais	1260/1680/2100 - 1,5A						A

	Exatidão	3C25		
54	TC Bucha secundária p/ comutador sob carga, função 90 Quantidade Bucha X1 Derivações principais Exatidão	1 1260/1680/2100 - 5A 3C25		pç A
55	Dimensões máximas completo: - comp.x larg.x altura			
56	Dim. maior peça transporte: - comp.x larg.x altura			
57	Pesos - parte ativa - tanque - óleo isolante - total com óleo - maior peça para transporte			
58	Tensões Disponíveis para Suprimento de:			
	Monitor de Temperatura - 1Ø	220 / 60		V/Hz
	Ventilação Forçada - 3Ø	380 / 60		V/Hz
	Comando do Sistema de Ventilação Forçada - 1Ø	220 / 60		V/Hz
	Iluminação, Tomadas e Resistor de Desumidificação do Quadro de Comando do Transformador 3Ø	380 / 60		V/Hz
	Motorização do CDC - 3Ø	380 / 60		V/Hz
	Comando do CDC - 1Ø	220 / 60		V/Hz
59	Tensão Disponível em Corrente Contínua	125		Vcc

11. Requisito especial para este fornecimento

Este transformador deverá operar em paralelo com o transformador existente na subestação, de potência 30/40MVA.

Abaixo, segue a placa do equipamento, com as características necessárias para a construção do novo transformador de 30/40MVA.

SIEMENS
TRANSFORMADOR

Nº REGISTRO DE COMPRA: _____

TUSN7040 Nº FASES: 3 FREQUÊNCIA: 60 Hz INSTALAÇÃO: EXTERIOR NORMAS: ABNT NBR 5400/2007

DE SÉRIE: 3300028000 ANO DE FABRICAÇÃO: 2013 POLARIDADE: SUBSTITUÍDA MANUAL DE INSTRUÇÕES: APLICAÇÃO: 110/200

ENROLAMENTOS	POTÊNCIA NOMINAL (kVA)		TENSÃO NOMINAL (V)		CORRENTE NOMINAL (A)		TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO ONDA PLENIA (kV CRISTA)		TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO ONDA PLENIA (kV CRISTA) BUCHAS		TENSÃO SUPORTÁVEL A FREQUÊNCIA INDUSTRIAL (kV EFICAZ)	
	ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	LINHA	NEUTRO	LINHA	NEUTRO	LINHA	NEUTRO	LINHA	NEUTRO
ALTA TENSÃO	30000	40000	69000	251,02	334,69	350	110	380	110	34	34	125
Baixa Tensão	30000	40000	13800	1255,11	1673,47	110	110	110	110	34	34	273
RESERVA	30000	33333	7387	724,67	963,82	110	-	110	-	34	-	-

NOTA: TERCIÁRIO SOMENTE PARA COMPENSAÇÃO, ACESSÍVEL ATRAVÉS DE DUAS BUCHAS (Y1/Y2)

ELEVADO DE TEMPERATURA EM REGIME PERMANENTE		CORRENTE DE EXCITAÇÃO A 100% DA TENSÃO NOMINAL (BASE 30000 KVA)		MASSA TOTAL	
TEMP. MÁXIMA	65°C	ONAN	3	MASSA TOTAL	28550 kg
TEMP. MÁXIMA	80°C	ONAF	0,10%	MASSA PARTE ATIVA	22300 kg
IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO				MASSA FIORES ACESSÓRIOS	
BASE	RELAÇÃO (V)	CORRENTES MÁXIMAS DE CURTO-CIRCUITO (kA)		MASSA DO ÓLEO	
30000 kVA	72450/13800	TERMINAL	DURAÇÃO	SIMÉTRICA	ASSIMÉTRICA
90% 85°C	69000/13800	AT	2 (9)	3,10	7,50
	65650/13800	BT	2 (6)	13,20	33,70
	58650/13800	ALTURA P/ CIMENTO DA PARTE ATIVA		VOLUME DO ÓLEO	
		5,62 m		16050	

COMUTADOR DE DERIVAÇÕES EM CARGA DA AT

TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	POS. SELETOR	POT. SELETOR
72450	239,08	1	1
71450	247,54	2	2
70710	247,89	3	3
69880	247,92	4	4
69000	251,02	5	5
68138	254,19	6	6
67275	257,45	7	7
66413	260,80	8	8
		9a	9
		9b	K
		9c	1
64568	267,75	10	2
63825	271,37	11	3
62983	275,09	12	4
62100	278,91	13	5
61238	282,84	14	6
60375	286,85	15	7
59513	291,03	16	8
58650	295,31	17	9

TRANSFORMADOR DE CORRENTE TIPO BUCHA - FT=1,6

REP. BUCHA	EXCITAÇÃO	RELAÇÃO (A)	TERMINAIS	POSICÃO
T10	H0	100-5	S2-S3	
		200-5	S1-S2	
		300-5	S1-S3	
T11	H1	400-5	S4-S5	
T12	H2	500-5	S3-S4	PROTEÇÃO
		600-5	S2-S4	
		800-5	S1-S4	
		900-5	S0-S5	
T13	H3	1000-5	S2-S5	
		1200-5	S1-S5	
T20	X0	100-5	S4-S5	
		800-5	S3-S5	
		1000-5	S1-S2	
T21	X1	1120-5	S2-S3	
T22	X2	1150-5	S2-S4	PROTEÇÃO
		1200-5	S2-S5	
		1220-5	S1-S3	
T23	X3	1350-5	S1-S4	
		3000-5	S1-S5	
T31	X1	1,2025	S1-S2	300
		1880-5	S1-S3	
		2100-5	S1-S4	
T32	X2	3025	S1-S2	300
		1280-11,8	S1-S2	300
		2100-11,8	S1-S4	

COMUTADOR DE DERIVAÇÕES EM CARGA

FABRICAÇÃO: MASCHINENFABRIK REINHOLD

TIPO: VIII 800 Y - 40 - 10193W

Nº DE SÉRIE: 1109203

ACIONAMENTO MOTORIZADO: 50 1005

ESQUEMA: 2312873

DIAGRAMA FÁSICO - TN1000

TANQUE, CONSERVADOR, RADIADORES E ACESSÓRIOS RESISTENTES A PLENO VÁCUO

DIAGRAMA DE FIAÇÃO DOS AUXILIARES: T1042888

DIAGRAMA DE CONTROLE DAS VF: T1042887

SIEMENS LTD. TRANSFORMADORES TUSA AV. BVA, 400 FERNANDES ZWIERS S/C - JARDIM - JARDIM - SÃO PAULO - SP - 05204-000 (011) 5083-1000 FAX: (011) 5083-1110

Foto placa do equipamento.

COMUTADOR DE DERIVAÇÕES EM CARGA DA AT

TENSÃO (V)	CORRENTE (A)		POS.	SELET.	PRÉ SELETOR
	ONAN	ONAF			
72450	239,06	318,75	1	1	
71588	241,94	322,59	2	2	
70725	244,89	326,53	3	3	
69863	247,92	330,56	4	4	
69000	251,02	334,69	5	5	
68138	254,19	338,93	6	6	
67275	257,45	343,27	7	7	
66413	260,80	347,73	8	8	
65550	264,23	352,31	9a	9	
			9b	K	
			9c	1	
64688	267,75	357,01	10	2	
63825	271,37	361,83	11	3	
62963	275,09	366,78	12	4	
62100	278,91	371,88	13	5	
61238	282,84	377,12	14	6	
60375	286,88	382,50	15	7	
59513	291,03	388,05	16	8	
58650	295,31	393,75	17	9	

Relação de TAPS do equipamento



Relé regulador de tensão existente no transformador



Relé supervisor de paralelismo existente no transformador.

O fornecedor do novo transformador, deverá realizar o fornecimento de todo e qualquer equipamento, fiação, conversores, relés, etc, necessários ao perfeito funcionamento do sistema de paralelismo, na condição mestre-escravo, entre os dois equipamentos: o novo e o existente.

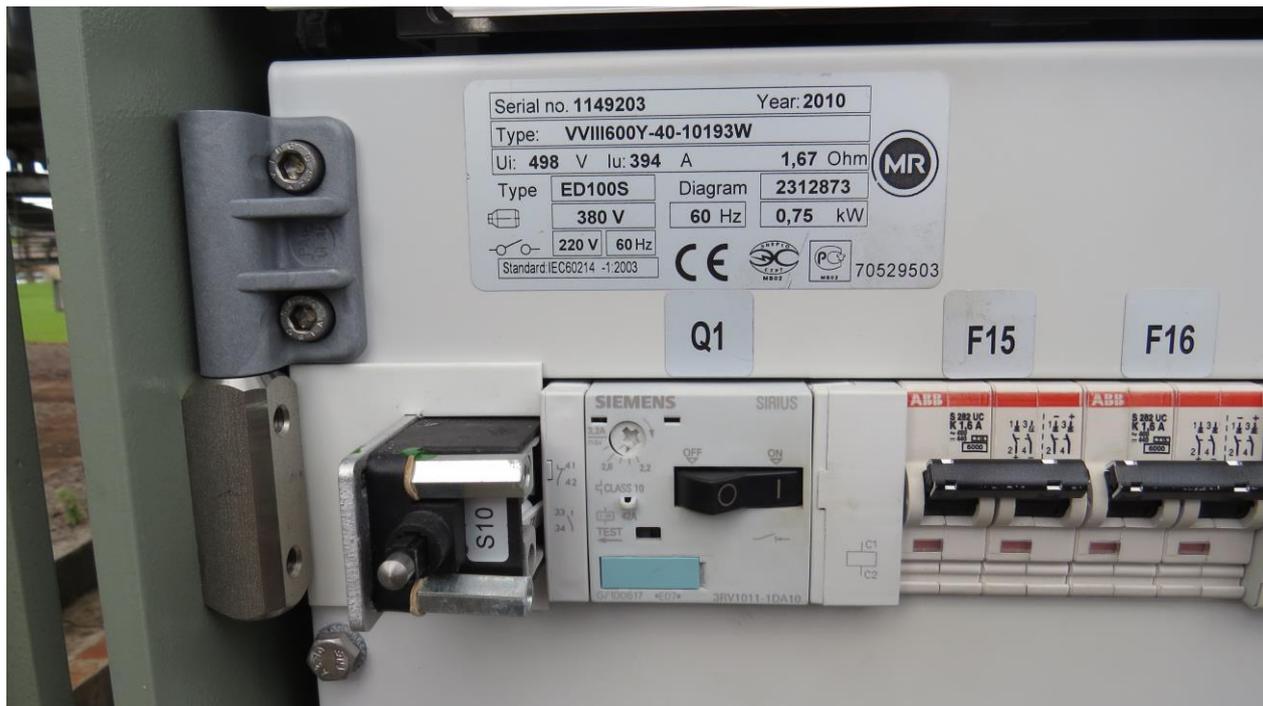
Em caso de manutenção no equipamento mestre, o equipamento escravo deverá operar de forma independente, com funcionalidade plena de comutação de TAPS de forma automática, e vice-versa.

O transformador novo deverá ser o Escravo, e o transformador velho, o mestre.

Sistemas de sincronismo (função ANSI 25) deverão ser implementados (check de sincronismo).



Modelo do comutador de TAPS existente no transformador atual.



Ampliação da placa do equipamento de comutação de TAPS.