

**SUBESTAÇÕES GILBUÉS II – GENTIO DO OURO II – OUROLÂNDIA II – MORRO DO CHAPÉI II
BROTAS DE MACAÚBA – IGAPORÃ III – PINDAÍ II**

PROJETO BÁSICO

**REQUISITOS BÁSICOS PARA FORNECIMENTO
UNIDADES TRANSFORMADORAS**

REV.	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.	DATA
APROVAÇÃO					
DATA	PROJ. Zair Torres	DATA 15/04/15	SUBESTAÇÕES GILBUÉS II – GENTIO DO OURO II – OUROLÂNDIA II – MORRO DO CHAPÉU II – BROTAS DE MACAÚBA – IGAPORÃ III – PINDAÍ II		
	DES. -	DATA 15/04/15			
	CONF. Zair Torres	DATA 15/04/15			
	APROV. Nelson Santiago CREA RJ-27.298/D	DATA 15/04/15	REQUISITOS BÁSICOS PARA FORNECIMENTO UNIDADES TRANSFORMADORAS		
JMM	Nº FLUXO: 3.51.20-A4-1501	Nº JMM: 41-S000-0501		FL. 1 DE 16	REV. A

SUMÁRIO

	Página
1 OBJETIVO.....	3
2 NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3 ESCOPO DO FORNECIMENTO.....	3
4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES TRANSFORMADORAS	5

1 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo definir os requisitos básicos para fornecimento de unidades transformadoras destinadas às subestações Gentio do Ouro II e Ourolândia II.

2 NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 2.1 Edital de Leilão no 007/2014 – Anexo 6 – Especificações Técnicas Gerais.
- 2.2 Edital de Leilão no 007/2014 – Anexo 6A – Lote A – Características e Requisitos Técnicos Específicos.
- 2.3 Procedimentos de Rede do ONS – Sub-módulo 2.3 – Requisitos Mínimos para Transformadores e para Subestações e seus Equipamentos.
- 2.4 Procedimentos de Rede do ONS – Sub-módulo 2.7 – Requisitos de Telessupervisão para a Operação.
- 2.5 Procedimentos de Rede do ONS – Sub-módulo 23.3 – Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos.
- 2.6 Doc. número 41-S000-0015 - Estudos de Transitórios de Energização de Transformadores.
- 2.7 NBR 5356 – Transformadores para Sistemas de Potência – Especificação.
- 2.8 NBR 5416 – Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência – Procedimento.
- 2.9 IEC 60076 – Power Transformers.
- 2.10 IEC 214 – On Load Tap Changers.
- 2.11 IEC 137 Bushing for Alternating Voltages Above 1000V.
- 2.12 IEEE C57.19.00 – Standard Performance Characteristics and Test Procedure for Outdoor Power Apparatus Bushings.

3 ESCOPO DO FORNECIMENTO

3.1 Responsabilidade do Fornecedor

- 3.1.1 Unidades completas com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, inclusive conectores terminais de linha para todas as buchas e conectores de aterramento, conforme indicado a seguir:
 - SE Gentio do Ouro II: Autotransformador monofásico, para formação de 2 bancos trifásicos (uma unidade reserva comum), $500/\sqrt{3}/230/\sqrt{3}$ -13,8 kV, 180/240/300 MVA (ONAN/ONAFI/ONAFII) – 7 unidades;
 - SE Ourolândia II: Autotransformador monofásico, para formação de 2 bancos trifásicos (uma unidade reserva comum), $500/\sqrt{3}/230/\sqrt{3}$ -13,8 kV, 180/240/300 MVA (ONAN/ONAFI/ONAFII) – 7 unidades

- 3.1.2 Um (1) painel de transferência de unidade reserva/armário comum, para cada banco de unidades monofásicas.
- 3.1.3 Fornecimento de certificados de qualidade de materiais, componentes e acessórios, ou execução de ensaios de certificação de qualidade dos mesmos.
- 3.1.4 Execução dos ensaios de fabricação, de rotina e de tipo de aceitação em fábrica, requeridos pelas normas e documentos de referência.
- 3.1.5 Toda a documentação relativa ao fornecimento, em mídia eletrônica e/ou papel conforme detalhado nos itens específicos, incluindo:
 - O projeto de engenharia completo;
 - Planos de Garantia de Qualidade (QA) e Controle de Qualidade (QC) em apoio à fabricação;
 - Certificados de qualidade e testes de tipo de materiais e componentes;
 - Cronogramas de fabricação ;
 - Manuais de operação e manutenção, “Data Book”.
- 3.1.6 Carga de óleo isolante para o primeiro enchimento, fornecido preferencialmente em “containers”.
- 3.1.7 Peças sobressalentes conforme Anexo 1.
- 3.1.8 Embalagem para transporte incluindo garrafas de ar seco e/ou nitrogênio em quantidade adequada para manter a integridade atmosférica do meio interno do tanque, até a montagem.
- 3.1.9 Transporte dos equipamentos e descarga nos locais das obras, diretamente nas respectivas bases.
- 3.1.10 Montagem do equipamento no campo. Entende-se como montagem de responsabilidade do fabricante a instalação de todos os componentes das unidades transformadoras que tenham sido fornecidos avulsos (buchas, radiadores, óleo isolante, etc.).
- 3.1.11 Tratamento do óleo incluindo o primeiro enchimento no campo e testes do óleo após o tratamento.
- 3.1.12 Execução dos testes de campo específicos das unidades transformadoras.
- 3.1.13 Documentação completa do fornecimento, incluindo manuais dos equipamentos e sistemas, e de operação e manutenção dos equipamentos, até a versão “conforme construído”.
- 3.1.14 Fornecimento de todo equipamento, material ou serviço não relacionado neste item (responsabilidade do fornecedor) nem no item 4.2 (responsabilidade da JMM), que seja considerado necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos.

3.2 Responsabilidade da JMM

- 3.2.1 Disponibilização de fontes auxiliares de energia em corrente alternada para motores, aquecimento, e tomadas, com as seguintes características:

- Tensão nominal (Vca) 380/220V, 60 Hz
- Faixa de variação da tensão nominal $\pm 10\%$
- Tensão mínima para partida de motores (Vca).....323
- As alimentações em CA dos motores dos ventiladores e do comutador sob carga deverão ser provenientes de circuitos distintos, não essenciais e essenciais, respectivamente.

3.2.2 Disponibilização de fontes auxiliares de energia em corrente contínua para controle, com as seguintes características:

- Tensão nominal (Vcc) 125
- Faixa de variação da tensão nominal (%) +10, -20

3.2.3 Projeto e construção das fundações das unidades transformadoras.

3.2.4 Montagem das unidades transformadoras.

3.2.5 Comissionamento das unidades transformadoras.

4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES TRANSFORMADORAS

4.1 Ligação trifásica dos bancos de autotransformadores 500/230 – 13,8kV:

- AT estrela, solidamente aterrado
- MT estrela, solidamente aterrado
- Enrolamento Terciário delta acessível externamente

4.2 O enrolamento terciário autotransformadores deverá ser projetado para circulação das correntes harmônicas e suportabilidade do curto-circuito. A carga externa prevista para alimentação de serviços auxiliares é da ordem de 1000 kVA com fator de potência maior do que + 0,85.

4.3 Resfriamento ONAN/ONAFI/ONAFII.

4.4 Comutador de derivações em carga do tipo a óleo

4.4.1 O comutador deverá ser adequado para operação em paralelo de dois bancos de autotransformadores. O dispositivo de paralelismo deverá ser fornecido pelo fabricante das unidades transformadoras, completo com terminais e diagramas esquemáticos e de interligação. O dispositivo deverá ser próprio para operação de unidades transformadoras em paralelo, com o esquema “Mestre - Comandado”. Tal dispositivo deverá incorporar diversas funções entre as quais se destacam a Seleção de Mestre - Comandado – Individual, Automático – Manual, Local – Remoto e Subir - Descer Tapes. Além disso deverá possuir em seu frontal a indicação de posição do tape.

4.4.2 Em todas as unidades transformadoras a faixa de derivações de tape será de no mínimo +18%/-14% da tensão nominal, com no mínimo 21 posições de ajuste.

4.5 Características do Isolamento

4.5.1 Enrolamentos

CARACTERÍSTICAS	500 kV	230 kV	NEUTRO	TERC
Tensão suportável nominal a impulso atmosférico, onda plena (kv crista)	1550	850	110	110
Idem, onda cortada (kv crista)	1705	935	121	121
Tensão suportável nominal de impulso de manobra (kv crista)	1175	601	-	-
Tensão aplicada (kv ef.)	34	34	34	34
Tensão induzida, longa duração (kv ef., 1 hora) u1/u2	540/476	240/212	-	-

4.5.2 Buchas

CARACTERÍSTICAS	500 kV	230 kV	NEUTRO	TERC
Tensão suportável nominal a impulso atmosférico, onda plena (kv crista)	1550	950	110	110
Idem, onda cortada (kv crista)	1705	1045	121	121
Tensão suportável nominal de impulso de manobra sob chuva (kv crista)	1175	850	-	-
Tensão suportável nominal a 60 Hz, 1 min, a seco (kv ef.)	620	395	34	34
Idem sob chuva (kV ef.)	620	395	34	34
Distância mínima de escoamento externo (mm)	11.000	4.900	300	300
Cargas de flexão- valores de ensaios (N)	4000	2000	1000	1000

- 4.6 O projeto do autotransformador deve limitar o curto-circuito nos terminais Y1 e Y2 do terciário a 500 MVA, trifásico, simétrico.
- 4.7 O valor da impedância entre os enrolamentos deverá ser compatível com o sugerido nos estudos de energização dos transformadores, ou seja (valores em % na base 100MVA): $X_p = 1,76$, $X_s = 0,11$, $X_t = 15,73$.
- 4.8 Transformadores de corrente de bucha dos autotransformadores monofásicos (além dos utilizados para imagem térmica e comutador sob carga).
- Bucha H0X0: 2 TC's 3000RM-1A,10B80 para proteção;
 - Bucha Y1: 1 TC, 1200RM-1A,10B80 para proteção;
 - Bucha Y2: 1 TC 1200RM-1A, 10B80, para proteção.

- 4.9 As unidades deverão ser projetadas para base por arraste (sem rodas). As bases deverão ser providas de apoios para macacos, a uma altura de 40 cm do solo, e olhais de puxamento.
- 4.10 Joelho da Curva de Excitação: $\geq 1,2$ pu
- 4.11 Reatância de núcleo de ar
- SE Gentio do Ouro II..... $\geq 40\%$
 - SE Ouroândia II..... $\geq 60\%$
- 4.12 Óleo isolante
- 4.12.1 O óleo isolante deverá ser mineral, base naftênica, do tipo A. As características do óleo isolante são regulamentadas pela ANP e estão sujeitas a variações ou regulamentos técnicos. A tabela 1 propõe características médias do óleo mineral isolante tipo A, compatíveis com os fornecimentos mais recentes da indústria, com base em especificações da ANP.
- 4.12.2 A tabela 1 define as características do óleo adquirido, novo, antes do tratamento termovácuo e antes do contato com o equipamento.
- 4.12.3 A tabela 2 define as características do óleo de enchimento, novo, após o tratamento termovácuo e antes do contato com o equipamento.
- 4.12.4 A tabela 3 definem as características do óleo para energização do equipamento, novo, após tratamento termovácuo e após contato com o equipamento e são incluídas a título de orientar os procedimentos intermediários de aquisição e tratamento visando a obtenção de uma qualidade mínima que se pretende para a condição final do óleo antes da operação em condições nominais. O fornecedor deverá confirmar a aceitação dos valores tabelados ou propor aqueles que pratica para aprovação do Cliente.
- 4.12.5 Nas tabelas são indicados os ensaios de rotina recomendados para avaliação das características do óleo isolante nas várias condições de utilização.

Tabela 1

Óleo novo, antes do tratamento termovácuo e antes do contato com o equipamento.

Características	Unid	Especificação		Métodos
		Mim	Max	
Cloretos e sulfetos orgânicos		Ausente		ASTM D878
Cor			1	ASTM D 1500
Densidade relativa 20/4°C	m ² / s		0,900	ASTM D 1298
Enxofre corrosivo		Não corrosivo		ASDM D 1275b
Índice de neutralização	mgKOH/g	-	0,40	ASTM D 240
Teor de borra			0,20	
Ponto de anilina	°C	63,0	84,0	ASTM D 611
Viscosidade cinemática 20 e 40°C	CST		25 /11	ASTM D 445
Ponto de fluidez	°C		- 39,0	ASTM D 97
Ponto de fulgor	°C	140		ASTM D 92
Estabilidade à oxidação	m/m	195		ASTM D 2112
Rigidez dielétrica ao impulso	Kv	145		ASTM D 3300
Teor de PCB	mg/kg	Não detectável		ASTM D4059
Teor de inibidor à oxidação	% massa		0,3	ASTM D 2668
ENSAIOS DE ROTINA				
Tensão interfacial 25°C	mN/m	45		ASTM D 971
Rigidez dielétrica	kV	30		ASTM D 877
Teor de água	PPM		35	ASTM D 1533
Fator de dissipação a 90°C			0,10	IEC 60247
Fator de dissipação a 100°C			0,15	
Índice de neutralização	mgKOH/g		0,03	ASTM D 974

Tabela 2

Óleo de enchimento, novo, após o tratamento termovácuo e antes do contato com o equipamento.

ENSAIOS DE ROTINA				
Características	Unid	Especificação		Métodos
		Mim	Max	
Tensão interfacial 25°C	mN/m	45		ASTM D 971
Rigidez dielétrica	Kv	80		ASTM D 877
Teor de água	PPM		10	ASTM D 1533
Fator de dissipação a 90°C			0,10	IEC 60247
Fator de dissipação a 100°C			0,15	
Índice de neutralização	mgKOH/g		0,03	ASTM D 974
Teor total de gases			1,0	ASTM D 3612
Teor de partículas	part/100ml		2000	Fabricante

Tabela 3 – Tensão acima de 230 kV

Óleo para energização do equipamento, novo, após tratamento termovácuo e após contato com o equipamento

ENSAIOS DE ROTINA				
Características	Unid	Especificação		Métodos
		Mim	Max	
Tensão interfacial 25°C	mN/m	40		ASTM D 971
Rigidez dielétrica	Kv	80		ASTM D 877
Teor de água	PPM		10	ASTM D 1533
Fator de dissipação a 90°C			0,40	IEC 60247
Fator de dissipação a 100°C			0,50	
Índice de neutralização	mgKOH/g		0,03	ASTM D 974
Teor total de gases			1,0	ASTM D 3612
Teor de partículas	part/100ml		3000	Fabricante

4.13 Capacidade de Carregamento

4.13.1 Referências normativas

Os requisitos funcionais a serem atendidos por novas unidades de transformação de potência, no que diz respeito aos procedimentos para aplicação de carga e à capacidade de carregamento, que balizam o relacionamento entre a transmissora e o ONS, estão regulados através das resoluções

normativas da ANEEL REN 191-2005 e 513-2002. Por sua vez, o dimensionamento e fabricação devem ser feitos conforme as normas técnicas brasileiras, a NBR 5416 e 5356 da ABNT.

Além do ensaio de aquecimento normal, será realizado ensaio de elevação de temperatura em sobrecarga, conforme estabelecido na Nota Técnica ONS NT 038/2014, de 25 de fevereiro de 2014, disponível no portal do ONS, para comprovar se a elevação de temperatura é compatível com o atendimento aos requisitos funcionais descritos no presente Edital, com o regime de carregamento pretendido e com a expectativa de vida útil de 35 (trinta e cinco) anos regulamentada.

4.13.2 Vida útil

As unidades de transformação de potência devem ser dimensionadas para expectativa de vida útil de 35 (trinta e cinco) anos, conforme Resolução Normativa da ANEEL no 474/2012 e ser fabricadas com papel termoestabilizado ou de classe térmica superior.

A formulação para a modelagem das temperaturas e a avaliação do envelhecimento devem seguir o modelo da IEC 60076-7. O critério a ser adotado para avaliação da vida útil deve ser o do valor do grau de polimerização remanescente da isolação igual a 200 (150.000 h).

4.13.3 Temperatura ambiente

A avaliação da expectativa de vida da unidade de transformação será feita considerando temperatura ambiente média da região, majorada pela elevação de temperatura local devido ao ambiente da subestação. Por sua vez, a avaliação das temperaturas máximas atingidas internamente à unidade será feita considerando a temperatura média máxima da região, também majorada pela elevação de temperatura local devido ao ambiente da subestação (temperatura máxima segundo NBR 5416). Tais valores deverão ser no mínimo 30°C e 40°C, respectivamente, conforme estabelecido na NBR 5356-2.

4.13.4 Limites de temperatura

A unidade de transformação deve ser dimensionada para que, na temperatura ambiente média máxima (temperatura máxima segundo NBR 5356) para efeito de dimensionamento (mínimo de 40°C), a temperatura do topo do óleo, do ponto mais quente do enrolamento e de outras partes metálicas sem contato com celulose seja inferior aos valores estabelecidos na tabela abaixo:

Tipo de carregamento	Temperaturas limite (°C)		
	Óleo	Ponto mais quente do enrolamento	Outras partes metálicas sem contato com celulose
Ensaio de 1,2 pu por 4 horas	110	130	160
Ensaio de 1,4 pu por meia hora	110	140	180

4.13.5 Situações de carregamento para dimensionamento

O dimensionamento da unidade de transformação de potência deve ser feito considerando dois ciclos de carga de referência: ciclo de carga normal e ciclo de sobrecarga. A expectativa de vida nessa condição composta deve ser de 35 (trinta e cinco) anos.

A unidade de transformação deve ser dimensionada para que possa operar continuamente desde sua entrada em operação e por 90% dos dias ao longo da vida útil de 35 (trinta e cinco) anos com carregamento de 100% da potência nominal.

A unidade de transformação deve ser dimensionada para que, em condição de sobrecarga, possa operar nas

condições descritas a seguir sempre que solicitada pelo ONS desde sua entrada em operação e por um tempo máximo acumulado de 10% dos dias ao longo da vida útil de 35 (trinta e cinco) anos, totalizando 3,5 (três e meio) anos.

- Carregamento de 120% da potência nominal por período de 4 (quatro) horas do seu ciclo diário de carga para a expectativa de perda de vida útil estabelecida nas normas técnicas de carregamento de unidades de transformação. A referida sobrecarga de 20% deve poder ser alcançada para qualquer condição de carregamento da unidade de transformação no seu ciclo diário de carga, inclusive com carregamento prévio de 100% da sua potência nominal.
- Carregamento de 140% da potência nominal por período de 30 (trinta) minutos do seu ciclo diário de carga para a expectativa de perda de vida útil estabelecida nas normas técnicas de carregamento de unidades de transformação. A referida sobrecarga de 40% deve poder ser alcançada para qualquer condição de carregamento da unidade de transformação no seu ciclo diário de carga. Uma vez que o carregamento de 140% decorre de uma contingência não prevista, por segurança, a unidade de transformação deve ser dimensionada considerando que os carregamentos de 120% e 140% possam ocorrer dentro do mesmo ciclo diário, mesmo que não tenha havido intervalo de tempo entre ocorrências suficiente para que entre o primeiro e o segundo carregamentos a temperatura tenha se estabilizado, como ilustrado na figura a seguir. O carregamento de 140% refere-se ao ciclo de carregamento em condição de emergência de curta duração, será utilizado em situações de contingência no SIN como último recurso operativo antes do corte de carga e, portanto, não é considerado historicamente no âmbito do planejamento.

4.14 Requisitos de Supervisão

4.14.1 Indicadores magnéticos de nível de óleo.

4.14.2 Indicador de temperatura do topo do óleo, provido com um ponteiro de arraste para indicação de temperatura máxima e rearme.

4.14.3 Indicadores de temperatura do enrolamento, para os enrolamentos de AT e MT.

4.14.4 Os indicadores de temperatura citados acima poderão ser substituídos por Monitor de Temperatura eletrônico, que possua indicadores digitais (displays) e memória para locação da máxima temperatura atingida.

4.14.5 Contatos auxiliares, com capacidade de interrupção indutiva de 0,5 A em 125 V cc e $L/R < 40\text{ms}$, deverão ser fornecidos com os dispositivos acima, para funções de alarme. O número e os tipos de contatos elétricos requeridos serão os seguintes, em acréscimo aos usados nos circuitos de controle:

DISPOSITIVO	CONTATOS
Indicador de nível do óleo	Um contato que fecha com nível de óleo baixo.
Indicador de temperatura do óleo	Dois contatos de fechamento: o primeiro em 85°C e o segundo em 95°C.
Indicador de temperatura de enrolamento	Dois contatos de fechamento: o primeiro em 105°C e o segundo em 120°C (vide nota).
Indicador de fluxo de	Um contato que fecha para fluxo baixo

óleo (quando aplicável)

- 4.14.6 O ajuste dos contatos de alarme e desligamento deverá ser feito com base nas temperaturas obtidas durante o ensaio de aquecimento na unidade tipo.
- 4.14.7 Para o enrolamento, o ponto mais quente “hottest spot” deverá comandar o alarme, sendo que o desligamento deverá se dar para a temperatura limite admissível, com segurança, do papel termoestabilizado, normalmente 120°C para os padrões de papel disponíveis no mercado nacional.
- 4.14.8 Os ajustes das temperaturas do óleo serão compatíveis e correspondentes com os dos enrolamentos e com base nos gradientes térmicos óleo/enrolamento obtidos durante os ensaios de aquecimento.
- 4.14.9 Se os dispositivos de supervisão padronizados pelo fabricante não possuírem contatos suficientes, relés auxiliares poderão ser utilizados para multiplicação do número de contatos. Esses relés deverão ser incluídos no escopo do fornecimento e serão instalados no armário de controle da unidade. Os contatos de tais relés deverão possuir uma capacidade de interrupção indutiva de 0,5 A, em 125 V cc., e L/R < 40 ms.
- 4.14.10 Os contatos indicados na tabela acima deverão ser instalados da seguinte forma: todos os contatos de alarme serão levados a bornes terminais agrupados formando um ponto comum.
- 4.15 Dispositivos de Proteção
- 4.15.1 Elemento detector de temperatura do óleo (RTD), tipo 3 fios, 10 ohms a 25°C, com um coeficiente de temperatura de 0,00385 ohms por °C, para conexão a monitor de temperatura.
- 4.15.2 Deverá ser fornecido um Monitor de Temperatura eletrônico que possua indicadores digitais (displays) e memória pela locação máxima de temperatura atingida. Este Monitor será ligado ao DTR do óleo acima referido, para indicação da temperatura do óleo, e aos TCs de imagem térmica para até 3 enrolamentos. O monitor deverá ter saída de corrente 4-20mA e um contato de alarme e um de desligamento para cada temperatura medida, que deverão ser independentes e ajustáveis. As saídas do monitor serão ligadas ao Sistema de Controle fornecidos por terceiros. Os elementos deverão ser adequados para ligação aterrada feita em painéis remotos.
- 4.15.3 Relé detector de gás e de elevação súbita de pressão (Buchholz), provido de Mostrador calibrado em cm³, válvula isoladora própria, para isolá-lo do reator para ensaio, contatos independentes para as funções de alarme e desligamento, e válvulas "shut-off" e "by-pass" para rápida restauração de serviço, no caso de falha operativa do relé. Deverão ser previstos meios de extração de amostra de gás para ensaio sem desligamento ou desenergização do equipamento.
- 4.15.4 Relé auxiliar temporizado, para desligar os autotransformadores se o “indicador de temperatura de óleo” e/ou o "relé detector de temperatura" permanecerem energizados (fechados) por um período maior que 20 minutos, a um nível de temperatura de 95°C para o indicador de temperatura do óleo e/ou 120°C para o indicador de temperatura dos enrolamentos.
- 4.15.5 Dispositivo de alívio de pressão provido de, pelo menos, dois contatos normalmente abertos, para alarme e desligamento. O dispositivo deverá ser projetado de modo que em operação nenhum óleo seja derramado sobre a tampa ou o tanque e deve permanecer a prova de chuva após a operação.

- 4.15.6 Se os dispositivos de proteção padronizados pelo fornecedor não tiverem o número requerido de contatos, relés auxiliares de alta velocidade (tempo de operação menor do que 2 milissegundos) poderão ser utilizados, para multiplicação dos contatos.
- 4.15.7 Os contatos para alarme e "trip" dos dispositivos de proteção acima, e/ou dos relés auxiliares, deverão ser eletricamente independentes.
- 4.16 Armários de Controle da Unidade e Armário Comum
- 4.16.1 Requisitos Gerais
- 4.16.1.1 Deverão ser fornecidas tomadas multipolares blindadas para conexão dos circuitos nos armários comuns. Deverá ser prevista uma placa de acrílico transparente aparafusada, sobre as tomadas, de modo a impedir seu acesso.
- 4.16.1.2 Cada unidade será dotada de um armário controle, sendo fornecido um armário comum de controle para cada banco trifásico.
- 4.16.1.3 O comutador sob carga deverá concentrar suas ligações em um armário separado, em cada unidade.
- 4.16.1.4 As réguas para interface com os circuitos externos, deverão estar concentradas em um único armário. Caso as unidades possuam dois ou mais armários, eletrodutos deverão ser previstos para interligação.
- 4.16.1.5 Os armários serão construídos em chapas de aço, ou alumínio. Os armários comuns deverão ser montados no solo, separados do tanque. Cada armário deverá ser à prova de intempéries e de água, e pintado, tanto no interior quanto no exterior.
- 4.16.1.6 Os armários de controle da unidade deverão ser localizados de tal modo, que sejam prontamente acessíveis para o pessoal de manutenção e operação.
- 4.16.1.7 Cada armário deverá ser dotado de uma porta de acesso, facilidades de travamento, iluminação interna e tomada. Todos os circuitos de iluminação, tomada e aquecimento serão protegidos por disjuntores de caixa moldada
- 4.16.1.8 No fundo de cada armário, deverá ser provida uma placa removível para furação no campo, a fim de permitir a entrada de eletrodutos externos.
- 4.16.1.9 Espaço adequado será provido nos armários para puxamento, dobras e a própria instalação de todos os cabos externos de força e de controle.
- 4.16.1.10 Todos os armários deverão ser fornecidos com aquecedores de ambiente adequados para operação nas tensões CA especificadas, de modo a evitar a condensação de umidade. Pelo menos um aquecedor para operação contínua deverá ser previsto. Aquecedores adicionais, instalados para controle de temperatura, deverão ser chaveados por termostatos. Todas as aberturas deverão ser protegidas por tela de fio fino.
- 4.16.1.11 Todos os blocos terminais serão unipolares, seccionáveis, exceto para circuitos de corrente, valor nominal mínimo de 27A/380V e deverão acomodar fios de seção nominal até 6mm².
- 4.16.1.12 Para as alimentações, os blocos terminais deverão ser capazes de acomodar cabos dotados de terminais tipo anel. Dois blocos terminais deverão ser previstos para cada conexão.

4.16.1.13 Terminais de pino não serão aceitos.

4.16.1.14 Os armários de controle da unidade e os armários comuns deverão possuir proteção contra chuva para o usuário, através de telhado metálico com projeção da cobertura não inferior a 50 cm. Caso as portas externas possuam dispositivos de controle, proteção e supervisão, os mesmos também deverão ser protegidos de chuva, quando a porta estiver em sua abertura máxima. Preferencialmente não deverão ser instalados tais dispositivos nas portas externas. Deverão ser instalados visores de vidro que permitam ao operador visualizar algum dispositivo em especial que esteja no interior do armário.

4.16.2 Armários de Controle da Unidade

4.16.2.1 As conexões entre o armário da unidade e o armário comum serão através das tomadas multipolares. Na cablagem proveniente do armário da unidade para o armário comum, será instalado o terminal fêmea da tomada. O terminal macho será fixado no interior do armário comum.

4.16.2.2 A cablagem de conexão entre armários individuais e armário comum, e a instalação das tomadas fêmeas não estão no escopo do presente fornecimento.

4.16.2.3 Obs.: A cablagem de conexão entre armários individuais e armário comum não está prevista no fornecimento. Entretanto, o Fornecedor deverá fornecer as tomadas fêmeas, tendo em vista que os armários devem ser montados com toda a cablagem entre os bornes de entrada e as tomadas macho, e das tomadas fêmeas aos bornes de saída, de modo que durante a instalação no campo não seja necessário executar conexões diretamente nas tomadas, mas somente nos bornes.

4.16.3 Armários Comuns

4.16.3.1 Armários comuns deverão conter todos os dispositivos para controlar as unidades individuais que formam um banco, tais como:

- Blocos terminais de potência para suprimento de potência, e para alimentação das unidades;
- Proteção dos ramais alimentadores;
- Blocos terminais para conexão de todos os dispositivos provenientes dos armários individuais e para conexão aos painéis remotos;
- Meios para transferência automática de fonte ca (poderão ser fornecidas duas fontes independentes para cada banco);
- Dispositivos necessários para controle automático do comutador sob carga (relé regulador de tensão, compensador de queda na linha, etc.);
- Dispositivos necessários para operação em paralelo com outros bancos;
- Transdutor para indicação da derivação (ligado ao disco potenciométrico) com duas saídas 4-20mA, alimentado em 125 Vcc;
- Intertravamento para evitar operação discordante do comutador;
- Relé de sobretensão e subtensão para o comutador sob carga.

4.16.3.2 Circuitos idênticos das fases A, B, C e reserva deverão ser grupados por circuito. A numeração dos circuitos deverá ser idêntica para todas as fases e unidade reserva. Identificação da fase deverá ser incluída.

4.16.3.3 Para transferência de qualquer unidade pela unidade reserva deverão ser utilizadas tomadas multipolares, 16 polos, 16A, 3kV, macho e fêmea, grau de proteção da carcaça e base acopladas IP65, fornecidas com base com trava, capa de proteção contra acesso indevido, materiais de codificação, referência HC-B-16 da Phoenix-Contact ou similar.

Anexo 1 – Peças Sobressalentes (por subestação)

- Um ventilador do sistema de resfriamento, com motor;
- Uma bucha de cada tipo;
- Um indicador de temperatura do óleo;
- Um relé Buchholz;
- Um medidor de nível de óleo para o tanque principal;
- Um dispositivo de alívio de pressão;
- Um absorvedor de umidade a sílica-gel para o tanque principal;
- Um conjunto de sobressalente para os indicadores de temperatura do enrolamento, incluindo um RTD, e um indicador de temperatura do enrolamento;
- Relés, contadores, disjuntores, chaves seletoras e outros dispositivos dos armários e cubículos de controle que estão incluídos no fornecimento (uma unidade de cada tipo);
- Um conjunto completo de gaxetas;
- Um conector de aterramento;
- Conjunto de fusíveis de proteção.