



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA REGULADORES DE TENSÃO

ÍNDICE

1. DO OBJETO.....	3
1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS REGULADORES AUTOMÁTICOS DE TENSÃO MONOFÁSICOS 15 kV	3
1.2. CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DOS REGULADORES DE TENSÃO	3
1.3. POTÊNCIA NOMINAL ESPECIFICADA.....	3
1.4. RESFRIAMENTO DO REGULADOR DE TENSÃO	3
1.5. FAIXAS DE REGULAÇÃO	4
1.6. PERDAS, CORRENTE DE EXCITAÇÃO E IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO.	4
1.7. LÍQUIDO ISOLANTE	4
1.8. CAPACIDADE DE SUPORTAR CURTOS-CIRCUITOS.....	4
1.9. CARATERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	4
1.10. DIAGRAMAS DE LIGAÇÕES	13
1.11. PINTURA DE IDENTIFICAÇÃO DOS REGULADORES DE TENSÃO	13
1.12. SOFTWARE DOS REGULADORES DE TENSÃO	13
2. NORMAS TÉCNICAS.....	14

1. DO OBJETO

Reguladores de Tensão automáticos monofásicos para serem instalados nos Alimentadores de 13,8 kV dos sistemas de distribuição da Roraima Energia atendido pelo **Programa Luz para Todos**.

1.1. Características gerais dos Reguladores Automáticos de Tensão Monofásicos 15 kV

Deverão corresponder as seguintes especificações:

- Tipo de Ligação: Monofásica;
- Classe de Tensão: 15 kV;
- Tensão Nominal: 7,620 V;
- Potência nominal: 167 kVA;
- Potência Nominal Passante: 1.670 kVA;
- Corrente Nominal: 219 A;
- Faixa de Regulação: +/-10%;
- Frequência Nominal: 60 Hz
- Número Tap's de comutação: 32 (+16 / -16);
- NBI = 95 kV (Nível Básico de Impulso Atmosférico);
- Instalação ao tempo;
- Instalação em redes aéreas de distribuição em postes de concreto duplo T ou circular.

1.2. Condições de Operação dos Reguladores de Tensão

Os Reguladores de Tensão e suas unidades de controle deverão ser capazes de trabalhar perfeitamente nas seguintes condições normais de serviço: Temperatura ambiente -10 °C a +50 °C, Umidade 0 a 100%, Radiação solar máxima 1,1 kW/m² e Altitude máxima de até 2.000m;

1.3. Potência nominal especificada

A Potência nominal especificada acima, conforme NBR 11809 e IEEE C57.15, deverá ser a potência nominal contínua, na saída do regulador de tensão, sob frequência nominal, em qualquer derivação. Os valores de potência nominal de reguladores por degraus devem ser baseados na operação à frequência nominal e na faixa de regulação $\pm 10\%$.

1.4. Resfriamento do Regulador de Tensão

O regulador de tensão deverá possuir resfriamento natural ONAN, para todas as faixas de regulação, sem ultrapassar os limites de elevação de temperatura.

1.5. Faixas de Regulação

O regulador de tensão deverá ser projetado para fornecer uma potência acima da nominal, pela redução da faixa de regulação. Este aumento deverá ser proporcional à redução da faixa de regulação, permitindo aumento da potência em até 60% com a faixa reduzida de $\pm 10\%$ para até $\pm 5\%$.

1.6. Perdas, Corrente de excitação e Impedância de Curto-Circuito.

1.6.1. A contratada deverá indicar em sua proposta às perdas totais e em vazio, corrente de excitação e impedância de curto-circuito, nas condições descritas na NBR-11809.

1.6.2. Os valores indicados pelo fornecedor serão objetos de verificação de inspeção.

1.7. Líquido Isolante

1.7.1. As características do óleo isolante devem estar de acordo com a resolução **ANP 36/2008** e seus regulamentos técnicos e a NBR 11809.

1.7.2. Não será permitido o uso de óleo de elevado teor de enxofre corrosivo, mesmo que aditivado com produto passivador, ou de óleo com contaminação por produto químico da família das bifenilas policloradas, PCB, denominado genericamente por Ascarel.

1.8. Capacidade de Suportar Curtos-circuitos

1.8.1. Os reguladores deverão ser capazes de suportar as solicitações térmicas e mecânicas produzidas por correntes de curto-circuito simétricas, com valor eficaz de 25 vezes a corrente nominal, durante 2 segundos, resultantes de curtos-circuitos externos, de acordo com o estabelecido na NBR-11809.

1.9. Características construtivas

1.9.1. Tanque e Tampa

1.9.1.1. Os reguladores deverão operar hermeticamente selados, suportando as variações de pressão interna, bem como seu próprio peso, quando levantado.

1.9.1.2. Todas as aberturas da tampa, inclusive as destinadas à montagem das buchas, devem ter as suas bordas salientes de modo a impedir acumulação de água nos pontos de vedação.

1.9.1.3. A tampa deve possuir uma abertura para permitir inspeção interna dos reguladores.

1.9.1.4. Deverá ser assegurada a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque.

1.9.1.5. Os reguladores deverão ser providos de meios para sua fixação em postes de distribuição de concreto Duplo T ou circular.

1.9.1.6. Alças de suspensão

Deverão ser duas, soldadas ao tanque de forma adequada para permitir o içamento dos reguladores sem causar danos à tampa principal e às buchas.

1.9.1.7. Olhais para içamento da parte ativa.

Deverão ser dois, soldados à tampa principal dos reguladores de forma adequada para suportar o peso da parte ativa.

1.9.1.8. Acabamento do Tanque e Radiadores

1.9.1.8.1. Geral

a) O tanque e radiadores não devem apresentar impurezas superficiais;

b) As superfícies internas e externas do tanque devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra a corrosão e o material utilizado não deve afetar nem ser afetado pelo óleo.

c) Os flanges das buchas, os parafusos e porcas externas ao transformador não poderão receber pintura e deverão ser galvanizados a fusão;

1.9.1.9. Ferragens

Todas as ferragens, exceto as de aço inoxidável, deverão ser zincadas por imersão a quente, conforme a NBR-6323.

1.9.1.10. Terminal de Aterramento

1.9.1.10.1. O tanque dos reguladores deverá ser provido de dois terminais de aterramento localizados em sua parte inferior, instalados diametralmente opostos.

1.9.1.10.2. O conector para aterramento deve ser do tipo parafuso de pressão, instalado na parte externa do tanque, próximo à base, para uso em cabos de cobre, bitola entre 10 e 70 mm².

1.9.1.11. Conectores Terminais

1.9.1.11.1. Os conectores de linha deverão ser projetados e dimensionados de forma a minimizar danos devidos à fadiga e esforços prejudiciais às buchas. Deverão ser ainda protegidos contra a corrosão eletrolítica, permitindo o seu uso com cabos de cobre e, ou alumínio, bitola de 50 a 185 mm².

1.9.1.11.2. Os conectores terminais das buchas de fonte e carga deverão ser providos de meios para conexão de para-raios “by-pass”.

1.9.1.12. Buchas

As buchas deverão ser estanques ao óleo isolante, impermeáveis à umidade e inalteráveis com a temperatura de operação e ambiente. O regulador monofásico deverá ter no mínimo 03 (três) buchas: uma para o lado da linha de enrolamento série; outra comum ao lado da carga de enrolamento série e a um dos lados do enrolamento potencial; e uma para o lado do enrolamento potencial. Nenhum terminal desses enrolamentos deverá ser ligado diretamente ao tanque.

1.9.2. Para-raios “by-pass”

1.9.2.1. Os reguladores deverão possuir para-raios “by-pass”, instalados entre buchas de fonte e carga, para proteção do enrolamento série contra surtos de tensão.

1.9.2.2. Os para-raios deverão ter resistores não lineares de óxido metálico (ZnO), (invólucro em material polimérico e apresentar tensão contínua de operação adequada à diferença de potencial entre as buchas de fonte e carga).

1.9.3. Identificação das Buchas

A bucha ligada à fonte deve ser identificada pela letra **F**, a ligada à carga pela letra **C** e a bucha comum (fonte-carga) pelas letras **FC**. Quando vista de cima, a bucha **F** deve se localizar no lado esquerdo, seguido, em sentido horário, pelo terminal **C** e pelo terminal **FC**, na sequência indicada abaixo.

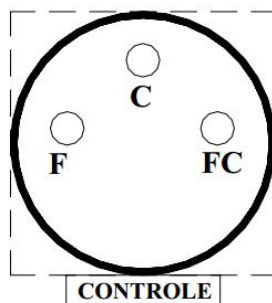


Figura 1 - Disposição dos Terminais do Regulador de Tensão – Vista Superior

1.9.4. Caixa de terminais

1.9.4.1. A caixa de terminais deverá ser preferencialmente, fixada à tampa principal dos reguladores, conforme a figura acima, e deve concentrar todas as conexões dos circuitos de proteção e controle instalados no interior dos reguladores.

1.9.4.2. A caixa de terminais deverá ser à prova de intempéries, ter grau de proteção IP54, conforme a NBR-6146, e possuir terminais rígidos de modo a permitir conexões aparafusadas. Todos os condutores e terminais deverão ser devidamente identificados.

1.9.5. Caixa de controle

A caixa de controle deverá ser fixada ao tanque dos reguladores por meio de parafusos a uma distância mínima de 500 mm da borda da tampa, de modo a permitir sua fácil remoção. Deverá ter grau de proteção IP65, conforme a NBR-6146.

1.9.5.1. Painel de controle

1.9.5.1.1. O painel de controle, instalado no interior da caixa de controle, deverá ser montado de modo a permitir fácil acesso à sua parte interior, bem como aos demais componentes instalados na caixa de controle.

1.9.5.1.2. O controle deverá ser, obrigatoriamente, de tecnologia digital e permitir acesso a todas as variáveis medidas, ajustes, e à memória de massa das medidas de tensão de saída, corrente de carga, potência ativa e reativa, demanda máxima e posição do comutador.

1.9.5.1.3. A caixa de controle deverá alojar todos os dispositivos e circuitos de controle, inclusive os sensores de tensão.

1.9.5.1.4. A conexão do painel de controle ao sistema de alimentação dos reguladores deverá ser feita por conectores que permitam curto-

circuitar automaticamente o secundário do transformador de corrente, quando da retirada do painel de controle.

1.9.5.1.5. A classe de exatidão do sistema de controle (sensores e dispositivo de controle) deverá apresentar erro global máximo de $\pm 2\%$.

1.9.5.1.6. Alimentação do Circuito de Controle

1.9.5.1.6.1. A alimentação dos circuitos de controle deverá ser independente da rede de baixa tensão do sistema e garantida por fontes internas de energia, TP e TC.

1.9.5.1.6.2. As fontes internas de energia, TP e TC, e o motor do acionamento deverão ser facilmente desconectados do circuito, permitindo inclusive curto circuitar os terminais secundários do transformador de corrente, durante a realização de testes nestes componentes.

1.9.5.1.6.3. A conexão do painel de controle ao sistema de alimentação interna ao regulador deve ser feita por conectores que permitem curto-circuitar automaticamente o secundário do transformador de corrente, quando da retirada do controle.

1.9.5.1.7. Os seguintes dispositivos de ajuste deverão ser fornecidos no painel de controle:

- a) Nível de tensão, ajustável de 105 V a 130 V (no mínimo);
- b) Largura de faixa, ajustável de 0 a 6 V (no mínimo);
- c) Compensador de queda de tensão na linha, incluindo resistência e reatância ajustáveis, independentemente, entre 0 e 24 V (no mínimo);
- d) Chave de polaridade do compensador de queda de tensão na linha, para ajuste de polaridade de resistência e reatância;
- e) Temporização, ajustável entre 15 s e 90 s (no mínimo). A temporização é aplicável somente à primeira comutação;
- f) Chave seletora automático-manual, com cinco posições seguintes:
Abaixar – Desligado – Automático – Desligado – Elevar.

1.9.5.1.8. Além dos dispositivos de ajuste mencionados no item anterior, o painel de controle deverá possuir:

- a) Lâmpada tipo LED indicadora de posição “NEUTRO”, independente do indicador de posição do comutador;

- b) Contador de operações do comutador;
- c) Terminais para alimentação externa dos dispositivos de controle;
- d) Terminais de teste para verificação da tensão regulada;
- e) Chave seletora para alimentação interna e externa;
- f) Proteção dos dispositivos de controle e do motor do comutador;
- g) Meios para retornar à indicação das posições máxima e mínima para a posição neutra;
- h) Indicador de largura de faixa (se a tensão de entrada está dentro ou fora da largura de faixa).

1.9.5.1.9. O controle dos reguladores deverá apresentar além do citado item anterior as seguintes características:

- a) A unidade de controle dos Reguladores deverá ter no mínimo uma porta de comunicação serial RS232 com o protocolo DNP3, para uma comunicação via laptop para programação/parametrização, bem como a comunicação remota, através de diversos meios – Via Rádio, GSM/GPRS, Fibra Ótica – para comunicação com Centro de Operação de Distribuição, possibilitando a operação e a leitura de dados dos Reguladores de Tensão de forma remota;
- b) Envio no mínimo das seguintes informações para o software de supervisão e controle:
 - Estados:
 - Posição do comutador;
 - Posição máxima elevar;
 - Posição máxima abaixar;
 - Contador de operações.
 - Medições:
 - Corrente na fase;
 - Tensão no lado da carga;
 - Tensão no lado da fonte;
 - Potência Ativa;
 - Potência Reativa;
 - Fator de potência;
- c) Execução pela unidade de controle dos seguintes comandos, recebidos do software de supervisão e controle:
 - Alteração da posição do comutador;
 - Bloqueio de operação automática;
 - Desbloqueio de operação automática.

- d) Unidade de controle homem-máquina que permita sua parametrização completa, supervisão de todas as informações e a execução de todos os comandos listados acima;
- e) Unidade de controle com facilidade para sua parametrização via porta de comunicação serial padrão RS-232 ou Ethernet ou USB, a partir de Notebook pessoal.
- f) O controle deverá possuir um relógio pelo qual se programe os horários de regulação de tensão, para todas as horas e dias da semana, bem como seu ajuste deverá ser de fácil manuseio e acesso, podendo ser realizada essa programação de forma local e remota.
- g) A unidade de controle deverá permitir ajustes diferenciados para os finais de semana e feriados. Deverá permitir ajustes de datas em que os feriados acontecerão, permitindo o ajuste de pelo menos 20 (vinte) datas de feriados, fixos ou variáveis, por ano.
- h) A unidade de controle deverá possuir um contador de operações de comutação e deverá permitir a exibição da quantidade e o histórico de comutações, no display do painel e pelo software conectado ao equipamento.
- i) A unidade de controle deverá possuir codificação, legenda, identificação, instrução, tabela e textos de advertência das chaves, botoeiras, acionamentos, sinaleiros e qualquer dispositivo existente na unidade de controle na língua portuguesa.

1.9.5.1.10. Outros dispositivos não mencionados anteriormente, porém, necessários à perfeita operação dos reguladores, deverão ser supridos pela contratada.

1.9.5.2. Todos os dispositivos de controle e ajuste mencionados anteriormente deverão ser montados na parte frontal do painel de controle.

1.9.5.3. Na alimentação externa dos dispositivos de controle, o painel deverá ser provido de dispositivo que impeça excitação indevida do transformador de potencial ou de outra fonte interna dos reguladores. Esse dispositivo deverá

permitir ao operador fácil visualização de que o circuito do transformador de potencial interno está interrompido.

1.9.5.4. Detector de fluxo reverso

1.9.5.4.1. Os reguladores deverão possuir um detector de fluxo reverso de potência em seu painel de controle, para permiti-los regular a tensão com o fluxo de potência em ambos os sentidos, normal e reverso. O detector deverá monitorar o fluxo de potência na linha e emitir um sinal que indique se o fluxo é normal ou reverso, para que sejam processadas automaticamente as alterações necessárias nos circuitos de controle dos reguladores. Deverá, ainda, ser capaz de detectar correntes reversas de 1 a 3% do valor da corrente nominal.

1.9.5.4.2. Todos os componentes necessários ao detector de fluxo reverso deverão ser instalados internamente nos reguladores ou na sua caixa de controle.

1.9.6. Indicador de Posição

Os Reguladores deverão ser providos de um indicador de posição com as seguintes características:

- a) Instalado junto ao tanque ou na caixa de comando dos reguladores, permitindo fácil acesso para leitura;
- b) Possuir escala com 33 graduações, sendo 16 para posição “Elevar”, 16 para a posição “Abaixar” e uma para posição “Neutro”;
- c) Possuir meios para indicar as posições máximas de regulação de “Elevar” e “Abaixar”.
- d) O indicador de posição ou a caixa de comando dos reguladores deverá ser provido de meios para permitir o ajuste da faixa de “Elevar” ou “Abaixar” a tensão. Esse dispositivo deve permitir ajustes de 5%; 6,25%; 7,5%; 8,75%; 10%.

1.9.7. Núcleo

1.9.7.1. Deverá ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções.

1.9.7.2. O núcleo e suas ferragens deverão ser conectados ao tanque dos reguladores para fins de aterramento.

1.9.8. Comutador de derivações em carga

1.9.8.1. O comutador deverá ser construído de tal maneira a evitar a interrupção do fornecimento de energia durante as operações de comutação, bem como o curto-circuito entre as espiras do enrolamento série.

1.9.8.2. O comutador de derivações em carga deverá possibilitar uma amplitude de ajuste de tensão de $\pm 10\%$ em 32 passos de 0,625%, 16 passos acima e 16 passos abaixo da posição neutra.

1.9.8.3. O equipamento de comutação e os contatos deverão ficar imersos em óleo, e permitir fácil acesso aos contatos pela tampa do equipamento.

1.9.8.4. O comutador deverá possuir uma vida útil mínima para 800.000 (oitocentas mil) operações de comutação.

1.9.9. Indicador de nível de óleo

O indicador de nível de óleo deverá ser localizado lateralmente no tanque dos reguladores, de modo a permitir a verificação do nível do líquido isolante sem a necessidade de remoção da tampa principal do regulador ou de sua abertura para inspeção.

1.9.10. Placa de identificação

Cada regulador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável, sendo fixada no tanque em local visível através de rebites, contendo no mínimo, as seguintes informações em português, marcada de forma legível e indelével:

- Identificação “REGULADOR DE TENSÃO MONOFÁSICO”;
- Nome ou marca do fabricante e local de fabricação;
- Número de série de fabricação;
- Mês e ano de fabricação;
- Tipo do Regulador;
- Potência nominal, em kVA;
- Corrente nominal, em A, e correntes nominais suplementares com suas faixas de regulação limitadas;
- Tensões nominais e suas respectivas tensões no secundário do TP, em kV ou V;
- Faixa de regulação, em %;
- Frequência, em Hz;
- Nível básico de impulso (NBI) e tensão suportável à frequência industrial;
- Designação do método de resfriamento;
- Diagrama de ligações do regulador completo incluindo:

- Terminais de ligações internas com suas designações;
- Indicações de polaridade;
- Impedância de curto-circuito nas posições extremas e neutra;
- Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, em °C;
- Tipo do óleo e volume necessário, em litros;
- Massa total aproximada, em kg;
- Norma aplicável;
- Logotipo da Contratante;
- Fonte de tensão, painel de controle 120 V.

1.10. Diagramas de Ligações

O fabricante deverá fornecer, para cada regulador de tensão, diagramas completos mostrando os terminais e as ligações internas com suas designações, inclusive indicações de polaridade, bem como as tensões e correntes correspondentes às várias ligações. Estes diagramas deverão ser inscritos na placa de identificação e constituir parte dela.

1.11. Pintura de Identificação dos Reguladores de Tensão

No tanque do Regulador de Tensão, deverá ser pintado em tinta cor preta:

- a) N° de série da placa: Altura da letra: 50 mm e Comprimento: conforme número de série do Regulador;
- b) Potência do Regulador de Tensão: Altura da letra: 50 mm e Comprimento: 200 mm;
- c) Logotipo da CONTRATANTE: Altura da letra: 40 mm e Comprimento máximo: 200 mm;
- d) A sigla do Programa Luz para Todos.

1.12. Software dos Reguladores de Tensão

1.12.1. Os Reguladores deverão ser fornecidos com todas as ferramentas e acessórios necessários à sua operação, manutenção, ajustes e testes, verificação de eventos e ocorrência, incluído software de ajustes e parametrização, captura e tratamentos coletados do controle eletrônico, bem como cabos de interligação e acessórios necessários;

1.12.2. O software de parametrização e ajustes de regulação no controle e de operacionalização deverão ser para plataforma Windows, compatível com os sistemas operacionais Windows 7, 8, 10 e 11 de fácil manuseio e entendimento, a ser aprovado durante a análise técnica pela Roraima Energia S/A.

2. NORMAS TÉCNICAS

2.1. O equipamento, seus acessórios e materiais deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as principais Normas Técnicas brasileiras e/ou internacionais aplicáveis em suas últimas revisões. Quais sejam:

- NBR 11388 – Sistema de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas – Especificação;
- NBR IEC 60694 - Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta-tensão e mecanismos de comando;
- NBR 8667 - Comutadores de derivação;
- NBR11809 - Reguladores de tensão;
- NBR 5389 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – método de ensaio;
- NBR 6936 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – procedimento;
- NBR 11003 - Tintas – Determinação da aderência – Método de ensaio;
- NBR 5034/89 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1KV- Especificações;
- IEEE C57.15/2017 - Standard requirement, terminology, and test code for step-voltage regulators.