

*Regulador de tensão monofásico
para redes de distribuição até 36,2
kV*

ESA | DENG | NRM-671 | 2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 108.1

Versão 5.0 - Fevereiro / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de reguladores de tensão (RGT), automáticos, monofásicos, de derivações por degraus, com enrolamento de cobre ou alumínio, imersos em líquido isolante com resfriamento natural, para uso externo em linhas e redes aéreas de distribuição de média tensão (LDMT), em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e os padrões dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 5.0, datada de Fevereiro de 2025.

Cataguases - MG., Fevereiro de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

GAT - Gerência de Automação e Telecom

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de revisão da ETU-108.1 (Versão 5.0)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	13
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	13
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	13
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	13
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	14
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA	16
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	21
4.4	NORMA TÉCNICA DO GRUPO ENERGISA	27
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	29
5.1	REGULADOR DE TENSÃO (RT).....	29
5.1.1	Reguladores de tensão de tensão por degraus.....	29
5.1.2	Reguladores de tensão de tensão por degraus tipo “A”	29
5.1.3	Reguladores de tensão de tensão por degraus tipo “B”	30
5.2	BUCHA.....	31
5.3	CIRCUITO PRIMÁRIO	31
5.4	CIRCUITO REGULADO	31
5.5	COMPENSADOR DE QUEDA DE TENSÃO NA LINHA.....	31
5.6	COMPONENTE	31
5.7	COMUTADOR DE DERIVAÇÃO	31
5.8	CORRENTE DE EXCITAÇÃO.....	32
5.9	CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA	32
5.10	CORROSÃO ATMOSFÉRICA	32
5.11	DEGRAU DE DERIVAÇÃO	32
5.12	DERIVAÇÃO	32
5.13	DISPOSITIVO DE CONTROLE (RELÉ REGULADORES DE TENSÃO)	32
5.14	INDICADOR DE NÍVEL DE ÓLEO (INO)	32
5.15	ENROLAMENTO SÉRIE	33
5.16	ENROLAMENTO TERCÁRIO	33
5.17	FAIXA DE REGULAÇÃO NOMINAL DO REGULADOR DE TENSÃO	33
5.18	ÓLEO MINERAL ISOLANTE (OMI)	33
5.19	PARTE ATIVA.....	33
5.20	PERDAS EM CARGA	33
5.21	PERDAS EM VAZIO	34
5.22	PERDAS TOTAIS	34
5.23	POLARIDADE	34
5.24	POTÊNCIA NOMINAL (S)	34
5.25	POTÊNCIA PASSANTE (S_{PASS})	35

5.26	REDES E LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO	35
5.27	TENSÃO DE CURTO-CIRCUITO DOS REGULADORES DE TENSÃO	35
5.28	TENSÃO NOMINAL DO ENROLAMENTO SÉRIE DO REGULADOR DE TENSÃO POR DEGRAUS	35
5.29	TENSÃO NOMINAL DO REGULADOR DE TENSÃO POR DEGRAUS.....	36
5.30	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	36
5.31	ENSAIOS DE TIPO	36
5.32	ENSAIOS ESPECIAIS	36
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	37
7	CONDIÇÕES GERAIS	37
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	37
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	38
7.3	ACONDICIONAMENTO	39
7.4	TRANSPORTE.....	41
7.5	MEIO AMBIENTE	42
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	44
7.7	GARANTIA	44
7.8	NUMERAÇÃO DE PATRIMÔNIO.....	44
7.9	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	45
7.10	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	45
7.11	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	46
7.12	ETIQUETAS AUTOADESIVAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ISENTO DE PCB	48
7.13	TREINAMENTO TÉCNICO.....	48
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	49
8.1	POTÊNCIA NOMINAL (S)	49
8.2	TENSÃO NOMINAL (U_R)	49
8.3	NÍVEIS DE ISOLAMENTO (U_D)	50
8.4	CORRENTE NOMINAL (I_N)	50
8.5	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	50
8.6	FAIXA DE REGULAÇÃO NOMINAL	50
8.7	TIPOS DE LIGAÇÃO	51
8.8	LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA	51
8.9	PERDAS, CORRENTE DE EXCITAÇÃO E IMPEDÂNCIA DE CURTO-CIRCUITO	51
8.10	CAPACIDADE DE SUPORTAR CURTOS-CIRCUITOS	52
8.11	TENSÃO DE RÁDIO-INTERFERÊNCIA (TRI).....	52
8.12	NÍVEL DE RUÍDO	52
8.13	TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTO	52
8.13.1	Transformador de corrente (TC).....	52
8.13.2	Transformador de potencial (TP).....	52
8.14	DIAGRAMA DE LIGAÇÕES	54
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	54


9.1	MATERIAIS ISOLANTES	54
9.2	SISTEMA DE RESFRIAMENTO	55
9.3	ESTRUTURA DO REGULADOR	55
9.3.1	Tanque do regulador e respectiva tampa	55
9.3.2	Radiadores	56
9.3.3	Alças de suspensão.....	57
9.3.4	Suporte para fixação no poste	57
9.3.5	Sistema de fixação da tampa.....	57
9.3.6	Fixação e suspensão da parte ativa	58
9.3.7	Estrutura de apoio	58
9.3.8	Suporte para fixação de para-raios.....	58
9.3.9	Soldas	59
9.4	BUCHAS ISOLANTES E TERMINAIS DE LIGAÇÃO	60
9.5	DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO	61
9.6	JUNTAS DE VEDAÇÃO	62
9.7	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	63
9.8	ACESSÓRIOS.....	65
9.8.1	Dispositivo de alívio de pressão (DAP)	65
9.8.2	Para-raios série (ou by-pass)	66
9.8.3	Indicador de nível de óleo (INO)	66
9.8.4	Válvula externa de drenagem	67
9.8.5	Indicador de posição do comutador	67
9.8.5.1	Indicador de posição analógico.....	68
9.8.5.2	Indicador de posição digital.....	68
9.8.6	Caixa auxiliar ou gabinete de interface universal.....	69
9.8.6.1	Fiação de baixa tensão (BT)	70
9.8.6.2	Blocos de conexão.....	71
9.8.7	Cabo de interligação	72
9.8.8	Dispositivo para curto-circuitar o secundário do transformador de corrente (TC)	72
9.8.9	Detector de fluxo reverso	73
9.9	FIXAÇÕES EXTERNAS (FERRAGENS)	73
9.10	MASSA DO REGULADOR	74
10	PARTE ATIVA	74
10.1	NÚCLEO	74
10.2	ENROLAMENTO	75
10.3	SISTEMA DE COMUTAÇÃO	76
11	DISPOSITIVO DE CONTROLE	77
12	PINTURA E MARCAÇÕES.....	77
12.1	CONDIÇÕES GERAIS	77

12.2	ACABAMENTO INTERNO	78
12.3	ACABAMENTO EXTERNO	79
12.3.1	Acabamento externo para ambiente não agressivo	79
12.3.2	Acabamento externo para ambiente agressivo	79
12.4	MARCAÇÕES.....	80
12.4.1	Tampa do tanque dos reguladores	80
12.4.2	Parte lateral do tanque dos reguladores	81
13	INSPEÇÃO E ENSAIOS	81
13.1	GENERALIDADES.....	81
13.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	85
13.2.1	Ensaio de tipo (T)	85
13.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	86
13.2.3	Ensaio especiais (E)	88
13.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	89
13.3.1	Inspeção geral	89
13.3.2	Verificação dimensional.....	90
13.3.3	Ensaio de resistência dos enrolamentos	90
13.3.4	Ensaio de polaridade	91
13.3.5	Ensaio de relação de tensões.....	91
13.3.6	Ensaio de perdas	91
13.3.6.1	Em vazio	91
13.3.6.2	Em carga	91
13.3.7	Ensaio de corrente de excitação.....	92
13.3.8	Ensaio de tensão de impedância de curto-circuito	92
13.3.9	Ensaio de impulso atmosférico.....	92
13.3.10	Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial.....	92
13.3.11	Ensaio de tensão induzida	92
13.3.12	Ensaio de resistência do isolamento	93
13.3.13	Ensaio de fator de potência do isolamento	93
13.3.14	Ensaio de resistência elétrica dos enrolamentos	93
13.3.15	Ensaio de elevação de temperatura	93
13.3.16	Ensaio de curto-circuito	94
13.3.17	Ensaio de nível de ruído	94
13.3.18	Ensaio de tensão de rádio-interferência	94
13.3.19	Ensaio de descargas parciais.....	94
13.3.20	Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão	95
13.3.21	Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação	95
13.3.22	Ensaio de proteção da caixa auxiliar	95
13.3.22.1	Ensaio de proteção de impacto mecânico.....	95
13.3.22.2	Ensaio de proteção de elétrico e penetração do involucro	95

13.3.23	Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP).....	96
13.3.23.1	Ensaio de resistência ao vácuo.....	96
13.3.23.2	Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão.....	96
13.3.23.3	Verificação da pressão de atuação.....	96
13.3.23.4	Estanqueidade e resistência à pressão.....	96
13.3.24	Ensaio do comutador.....	97
13.3.24.1	Ensaio de elevação de temperatura dos contatos.....	97
13.3.24.2	Ensaio de sequência de operações.....	97
13.3.24.3	Ensaio de curto-circuito.....	97
13.3.24.4	Ensaio do reator.....	98
13.3.24.5	Ensaio mecânicos.....	98
13.3.24.6	Ensaio de tensão suportável dos circuitos auxiliares.....	98
13.3.25	Ensaio das juntas de vedação.....	98
13.3.25.1	Ensaio de identificação do material.....	98
13.3.25.2	Ensaio de densidade.....	99
13.3.25.3	Ensaio de dureza Shore A.....	99
13.3.25.4	Ensaio de cinza.....	99
13.3.25.5	Ensaio de enxofre livre.....	99
13.3.25.6	Ensaio de tensão de ruptura.....	99
13.3.25.7	Ensaio de alongamento.....	100
13.3.25.8	Ensaio de envelhecimento térmico em ar.....	100
13.3.25.9	Ensaio de envelhecimento em líquido isolante.....	100
13.3.25.10	Ensaio de deformação permanente a compressão.....	101
13.3.25.11	Relaxação de relaxamento de tensão por compressão.....	101
13.3.25.12	Ensaio de resistência ao ozônio.....	102
13.3.25.13	Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante	102
13.3.26	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco.....	102
13.3.26.1	Ensaio de massa por unidade de área.....	102
13.3.26.2	Ensaio de aderência da camada.....	102
13.3.26.3	Ensaio de espessura da camada.....	103
13.3.26.4	Ensaio de uniformidade da camada.....	103
13.3.27	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	103
13.3.27.1	Camada de estanho.....	103
13.3.27.2	Camada de prata.....	103
13.3.28	Ensaio de torque dos parafusos.....	104
13.3.29	Ensaio físico-químico do líquido isolante.....	104
13.3.29.1	Ensaio de aspecto visual.....	104
13.3.29.2	Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação.....	104
13.3.29.3	Ensaio de índice de neutralização (IAT).....	105
13.3.29.4	Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco.....	105

13.3.29.5	Ensaio de teor de água	105
13.3.29.6	Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)	105
13.3.29.7	Ensaio de tensão interfacial	106
13.3.30	Ensaio para verificação da pintura do tanque.....	106
13.3.30.1	Ensaio de aderência	106
13.3.30.2	Ensaio de brilho	106
13.3.30.3	Ensaio de espessura.....	107
13.3.30.4	Ensaio de impermeabilidade	107
13.3.30.5	Ensaio de névoa salina	107
13.3.30.6	Ensaio de resistência ao líquido isolante	108
13.3.30.7	Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO ₂	108
13.3.30.8	Ensaio de resistência marítima	109
13.3.30.9	Ensaio de umidade	109
13.3.31	Ensaio do sistema de controle	110
13.3.32	Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC).....	110
13.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS	110
14	PLANOS DE AMOSTRAGEM	111
14.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	111
14.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	111
14.2.1	Inspeção geral	111
14.2.2	Verificação dimensional.....	112
14.2.3	Ensaio de elevação de temperatura.....	112
14.2.4	Ensaio físico-químico do óleo	112
14.2.5	Ensaio de proteção da caixa auxiliar, do sistema de controle e de compatibilidade eletromagnética (EMC)	112
14.2.6	Demais ensaios	112
15	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES.....	113
15.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	113
15.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	113
16	NOTAS COMPLEMENTARES	114
17	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	114
18	VIGÊNCIA.....	115
19	TABELAS.....	116
TABELA 1 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, assíncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos.....		116

TABELA 2 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos.....	117
TABELA 3 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos.....	119
TABELA 4 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão delta fechada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos.....	120
TABELA 5 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão delta fechada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos.....	122
TABELA 6 - Exemplos de limites de tensões de operação incluindo suas respectivas tolerâncias.....	123
TABELA 7 - Níveis de isolamento.....	124
TABELA 8 - Limites de elevação de temperatura.....	125
TABELA 9 - Níveis máximos de ruído.....	125
TABELA 10 - Características elétricas das buchas isolantes.....	126
TABELA 11 - Informações constantes no QR-CODE.....	127
TABELA 12 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento.....	128
TABELA 13 - Relação de ensaios.....	131
20 DESENHOS.....	133
DESENHO 1 - Características dimensionais - Vista geral e acessórios.....	133
DESENHO 2 - Suporte para fixação dos reguladores no poste.....	135
DESENHO 3 - Dispositivo de aterramento.....	136
DESENHO 4 - Suporte para fixação de para-raios.....	137
DESENHO 5 - Visor de nível de óleo.....	138
DESENHO 6 - Dispositivo de alívio de pressão.....	139
DESENHO 7 - Detalhe do soquete/pino para interface universal do painel de controle.....	140
DESENHO 8 - Codificação do regulador.....	141
DESENHO 9 - Modelo das letras e números.....	142
DESENHO 10 - Furacão e dimensões da superfície de transferência dos terminais de ligação e parafusos de fixação do conector.....	143
DESENHO 11 - Modelo de etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB”.....	144
DESENHO 12 - Embalagem de transporte tipo engradado (modelo).....	145
21 ANEXOS.....	146
ANEXO 1 - Código do relé de controle e proteção (IED).....	146
ANEXO 2 - Quadro de dados técnicos e características garantidas.....	147



ANEXO 3 - Quadro de desvios técnicos e exceções	151
ANEXO 4 - Inspeção geral dos reguladores de tensão.....	152

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Regulador de Tensão (RGT), automático, monofásico, do tipo mudança de derivações por degraus, para uso externo, imersos em líquido isolante com resfriamento natural, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas para linhas e redes aéreas de distribuição, nas classes de tensões até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

1. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em subestações de distribuição (SED).


3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- IEC 60076-21, Power transformers - Part 21: Standard requirements, terminology, and test code for step-voltage regulators
- IEEE C57.15, IEEE International Standard- Power transformers - Part 21: Standard requirements, terminology, and test code for step-voltage regulators



Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os reguladores de tensão devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.966, de 28/04/2000, Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Lei Federal N.º 14.250, de 25/11/2021, Dispõe sobre a eliminação controlada de materiais, de fluidos, de transformadores, de capacitores e de demais equipamentos elétricos contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e por seus resíduos

- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988, Regulamenta o Transporte Rodoviário de produtos Perigosos, e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 9.864, de 27/07/2019, Regulamenta a Lei n.º 10.295, de 17/10/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
- Decreto Federal Legislativo N.º 43, de 29/05/1998, Aprova o texto da Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta, e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, 1990, concluída em Londres, em 30/11/1990
- Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC N.º 19, de 29/01/1981, Contaminação do meio ambiente por bifenis policlorados - PCBs (Ascarel, Aroclor, Clophen, Phenoclor, Kanechlor etc.)
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- Portaria Ministro de Estado dos Transportes N.º 204, de 20/05/1997, Baixa instruções complementares ao Decreto Federal N.º 96.044, de 18/05/1988
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica


- Resolução Normativa ANP N.º 900, de 18/11/2022, Dispõe sobre as especificações dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo “B”, de origem nacional ou importada, comercializados no território nacional


Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA


- Resolução Normativa CONAMA N.º 9, de 31/08/1993 - Óleos lubrificantes e resíduos
- Resolução Normativa CONAMA N.º 23, de 12/12/1996, Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental
- Resolução Normativa CONAMA N.º 362, de 23/06/2005, Óleos lubrificantes e resíduos
- Portaria Normativa INMETRO N.º 140, 19/03/2021, Aprova os Requisitos Gerais de Declaração do Fornecedor de Produtos (RGDF Produto) - Consolidado
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Norma técnica brasileira

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5034, Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV
- ABNT NBR 5356-1, Transformadores de Potência - Parte 1: Generalidades

- 
- ABNT NBR 5356-7, Transformadores de potência - Parte 7: Guia de carregamento para transformadores imersos em líquido isolante
 - ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
 - ABNT NBR 5440, Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos
 - ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
 - ABNT NBR 5458, Transformadores de potência - Terminologia
 - ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
 - ABNT NBR 5590, Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Requisitos
 - ABNT NBR 5915-1, Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Requisitos
 - ABNT NBR 5915-2, Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 2: Aços para estampagem
 - ABNT NBR 6234, Óleo mineral isolante - Determinação da tensão interfacial de óleo-água pelo método do anel - Método de ensaio
 - ABNT NBR 6323, Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
 - ABNT NBR 6648, Bobinas e chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural - Especificação
 - ABNT NBR 6650, Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação

- 
- ABNT NBR 6869, Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco)
 - ABNT NBR 7036, Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores de distribuição até a classe de tensão de 36,2 kV, imersos em líquido isolante
 - ABNT NBR 7095, Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
 - ABNT NBR 7277, Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído
 - ABNT NBR 7289, Cabos de controle com isolação extrudada de PE ou PVC para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho
 - ABNT NBR 7290, Cabos de controle com isolação extrudada de XLPE, EPR ou HEPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho
 - ABNT NBR 7318, Elastômero vulcanizado para uso em veículos automotores - Determinação da dureza
 - ABNT NBR 7348, Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento
 - ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio


- 
- ABNT NBR 8096, Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio
 - ABNT NBR 8158, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação
 - ABNT NBR 8667-1, Comutadores de derivação - Parte 1: Especificação e ensaios
 - ABNT NBR 10443, Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio
 - ABNT NBR 10710, Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água
 - ABNT NBR 11003, Tintas - Determinação da aderência
 - ABNT NBR 11407, Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio
 - ABNT NBR 11888, Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga - Requisitos gerais
 - ABNT NBR 11889, Bobinas e chapas grossas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos
 - ABNT NBR 12133, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio
 - ABNT NBR 12460, Buchas de tensões nominais 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV para transformadores e reatores de potência - Padronização
 - ABNT NBR 13882, Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
 - ABNT NBR 14248, Produtos de petróleo - Determinação do número de acidez e de basicidade - Método do indicador


- ABNT NBR 14274, Óleo mineral isolante - Determinação da compatibilidade de materiais empregados em equipamentos elétricos
- ABNT NBR 14483, Produtos de petróleo - Determinação da cor - Método do colorímetro ASTM
- ABNT NBR 14842, Soldagem - Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímico, fertilizantes, naval e termogeração (exceto nuclear)
- ABNT NBR 15158, Limpeza de superfícies de aço por produtos químicos
- ABNT NBR 16126, Projeto mecânico de transformadores e reatores para sistemas de potência
- ABNT NBR 16367-2, Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 2: Dispositivo de alívio de pressão
- ABNT NBR 17088, Corrosão por exposição à névoa salina - Métodos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60085, Isolação elétrica - Avaliação e designação térmicas
- ABNT NBR IEC 60156, Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio
- ABNT NBR IEC 60270, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais
- ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
- ABNT NBR IEC 60947-7-1, Dispositivos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 7-1: Equipamentos auxiliares - Blocos de conexão para condutores de cobre


- ABNT NBR IEC 62262, Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK)
- ABNT NBR ISO 17292, Válvulas esfera metálicas para indústrias petrolíferas, petroquímicas e afins
- ABNT NBR NM 247-3, Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive - Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD)


4.3 Norma técnica internacional


- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM A876/A876M, Standard specification for flat-rolled, grain-oriented, silicon-iron, electrical steel, fully processed types
- ASTM B6, Standard specification for zinc
- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
- ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin
- ASTM B571, Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
- ASTM B700, Standard specification for electrodeposited coatings of silver for engineering use


- 
- ASTM D92, Standard test method for flash and fire points by cleveland open cup tester
 - ASTM D297, Standard test methods for rubber products-chemical analysis
 - ASTM D395, Standard test methods for rubber property - Compression set
 - ASTM D412, Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers-tension
 - ASTM D471, Standard test method for rubber property-effect of liquids
 - ASTM D523, Standard test method for specular gloss
 - ASTM D573, Standard test method for rubber - Deterioration in an air oven
 - ASTM D870, Standard practice for testing water resistance of coatings using water immersion
 - ASTM D877/D877M, Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating liquids using disk electrodes
 - ASTM D924, Standard test method for dissipation factor (or power factor) and relative permittivity (dielectric constant) of electrical insulating liquids
 - ASTM D971, Standard test method for interfacial tension of insulating liquids against water by the ring method
 - ASTM D974, Standard test method for acid and base number by color-indicator titration
 - ASTM D1014, Standard practice for conducting exterior exposure tests of paints and coatings on metal substrates
 - ASTM D1171, Standard test method for rubber deterioration - Surface ozone cracking outdoors (triangular specimens)

- 
- ASTM D1500, Standard test method for ASTM color of petroleum products (ASTM color scale)
 - ASTM D1533, Standard test method for water in insulating liquids by coulometric Karl fischer titration
 - ASTM D1619, Standard test methods for carbon black - Sulfur contente
 - ASTM D1654, Standard test method for evaluation of painted or coated specimens subjected to corrosive environments
 - ASTM D1735, Standard practice for testing water resistance of coatings using water fog apparatus
 - ASTM D2240, Standard test method for rubber property-durometer hardness
 - ASTM D3359, Standard test methods for rating adhesion by tape test
 - ASTM D3455, Standard test methods for compatibility of construction material with electrical insulating oil of petroleum origin
 - ASTM D3677, Standard test methods for rubber - Identification by infrared spectrophotometry
 - ASTM D4059, Standard test method for analysis of polychlorinated biphenyls in insulating liquids by gas chromatography
 - ASTM D6147, Standard test method for vulcanized rubber and thermoplastic elastomer - Determination of force decay (stress relaxation) in compression
 - ASTM E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
 - AWS B3.0, Welding procedure and performance qualification
 - AWS D1.1/D1.1M, Structural welding code - Steel

- 
- CISPR TR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits
 - IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
 - IEC 60076-1, Power transformers - Part 1: General
 - IEC 60076-7, Power transformers - Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers
 - IEC 60076-10, Power transformers - Part 10: Determination of sound levels
 - IEC 60085, Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
 - IEC 60156, Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method
 - IEC 60214-1, Tap-changers - Part 1: Performance requirements and test methods
 - IEC 60227-3, Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring
 - IEC 60247, Insulating liquids - Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and d.c. resistivity
 - IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements
 - IEC 60404-8-7, Magnetic materials - Part 8-7: Specifications for individual materials - Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state
 - IEC 60475, Method of sampling insulating liquids
 - IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

- 
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
 - IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
 - IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
 - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
 - IEC 60811-401, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven
 - IEC 60947-7-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 7-1: Ancillary equipment - Terminal blocks for copper conductors
 - IEC 61619, Insulating liquids - Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) - Method of determination by capillary column gas chromatography
 - IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
 - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - ISO 247-1, Rubber - Determination of ash - Part 1: Combustion method
 - ISO 752, Zinc ingots

- 
- ISO 1408, Rubber - Determination of carbon black content - Pyrolytic and chemical degradation methods
 - ISO 1431-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Resistance to ozone cracking - Part 1: Static and dynamic strain testing
 - ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods
 - ISO 1817, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of the effect of liquids
 - ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
 - ISO 2409, Paints and varnishes - Cross-cut test
 - ISO 2781, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of density
 - ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
 - ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
 - ISO 6618, Petroleum products and lubricants - Determination of acid or base number - Colour-indicator titration method
 - ISO 7619-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Part 1: Durometer method (Shore hardness)
 - ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
 - ISO 8501-4, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 4: Initial



surface conditions, preparation grades and flash rust grades in connection with water jetting


- ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests
- ISO 12937, Petroleum products - Determination of water - Coulometric Karl Fischer titration method
- ISO 17292, Metal ball valves for petroleum, petrochemical and allied industries
- ISO 19840, Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- ISO 22479, Corrosion of metals and alloys - Sulfur dioxide test in a humid atmosphere (fixed gas method)
- SAE AS 50151, Connectors, electrical, circular threaded, an type, general specification for SAE
- SSPC-SP 1, Solvent cleaning

4.4 Norma técnica do grupo Energisa

- ETU-128.5, Para-raios by-pass para reguladores de tensão até 36,2 kV
- ETU-189.1, Óleos minerais isolantes (OMI)
- ETU-519.1, Controle para reguladores de tensão até 36,2 kV
- NDU-027, Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosférica

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;

- 
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- V. As siglas acima referem-se a:
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
 - ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
 - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
 - IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
 - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
 - MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
 - MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços
 - MME - Ministério de Minas e Energia
 - ETU - Especificação Técnica Unificada (grupo Energisa)
 - NDU - Norma de Distribuição Unificada (grupo Energisa)
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul

- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- CISPR - Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization
- NEMA - National Electrical Manufacturers Associations
- SAE - Society of Automotive Engineers
- SSPC - Steel Structures Painting Council

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 5458, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Regulador de tensão (RT)

Transformador regulador cuja relação de tensões nominais é igual a um.

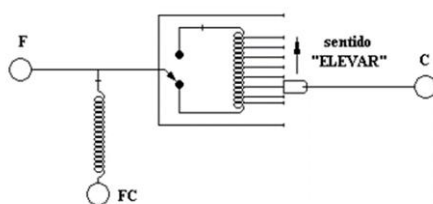
5.1.1 Reguladores de tensão de tensão por degraus

Reguladores de tensão em que a tensão é controlada em degraus, por meio de derivações, sem interrupção da carga.

5.1.2 Reguladores de tensão de tensão por degraus tipo “A”

Reguladores de tensão no qual o enrolamento comum está ligado diretamente ao circuito primário em consequência do que ocorre variação na excitação do núcleo. O

enrolamento série está ligado ao enrolamento comum e, por meio das derivações, ao circuito regulado conforme Figura 1:



Onde:

F = Terminal da fonte

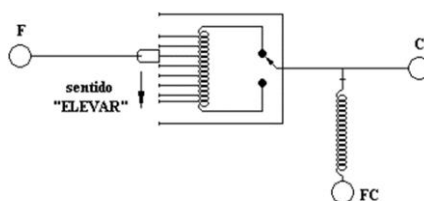
C = Terminal da carga

FC = Comum

Figura 1 - Diagrama esquemático dos reguladores de tensão por degraus monofásico - Tipo "A"

5.1.3 Reguladores de tensão de tensão por degraus tipo "B"

Reguladores de tensão em que o circuito primário está ligado por meio das derivações ao enrolamento série dos reguladores de tensão. O enrolamento série está ligado ao enrolamento comum que, por sua vez, está ligado diretamente ao circuito regulado, conforme Figura 2, do que decorre não haver variação na excitação do núcleo.



Onde:

F = terminal da fonte

C = terminal da carga

FC = comum

Figura 2 - Diagrama esquemático dos reguladores de tensão por degraus monofásico - Tipo “B”

5.2 Bucha

Peça ou estrutura de material isolante, que assegura a passagem isolada do condutor através da parede não isolante.

NOTA:

- VI. Uma bucha completa inclui também o dispositivo de fixação à parede. Pode ainda incluir, dependendo do tipo da bucha, o condutor central e os dispositivos de ligação deste aos condutores externos à bucha.

5.3 Circuito primário

Circuito do lado de entrada dos reguladores de tensão.

5.4 Circuito regulado

Circuito do lado de saída dos reguladores de tensão, no qual se deseja controlar a tensão ou o ângulo de fase ou ambos.

5.5 Compensador de queda de tensão na linha

Dispositivo que atua sobre o relé reguladores de tensão de forma a produzir na tensão de saída uma variação que compensa a queda de tensão na impedância do circuito entre uma localização pré-fixada no referido relé (as vezes designada como “centro de carga”) e o reguladores de tensão.

5.6 Componente

Qualificativo de uma parte de um equipamento de linha que pode ser separada facilmente, mas é normalmente fornecida com o equipamento.

5.7 Comutador de derivação



Dispositivo para mudança de ligação de derivação do enrolamento do transformador.

5.8 Corrente de excitação

Corrente que mantém a excitação do núcleo dos reguladores de tensão. Pode ser expressa em ampère “por unidade” ou porcentagem da corrente nominal do enrolamento dos reguladores de tensão no qual está é medida.

5.9 Corrosividade atmosférica

Capacidade da atmosfera de causar corrosão em um determinado metal ou liga metálica.

5.10 Corrosão atmosférica

É o desgaste ou modificação química e estrutural do metal ou liga metálica, devido à ação química ou eletroquímica de agentes do meio ambiente.

5.11 Degrau de derivação

Diferença entre as tensões de derivação de duas derivações adjacentes, expressas em porcentagem da tensão nominal do enrolamento.


5.12 Derivação

Ligação feita em qualquer ponto do enrolamento, de modo a permitir a mudança na relação de tensões.

5.13 Dispositivo de controle (relé reguladores de tensão)

Dispositivo sensor de tensão usados na operação automática do regulador de tensão, para controlar a tensão do circuito regulado.

5.14 Indicador de nível de óleo (INO)



Dispositivo de proteção cuja finalidade é indicar o nível de óleo no regulador de tensão, de modo que ele possa ser monitorado visualmente, eletricamente e/ou eletronicamente.

5.15 Enrolamento série

Enrolamento destinado a limitar a corrente na posição de curto, assim como, na posição assimétrica, não deve introduzir uma queda de tensão significativa ao circuito.

5.16 Enrolamento terciário

Enrolamento destinado a prover alimentação ao painel de controle e motor.

NOTA:

VII. Podem ser utilizados transformadores de potencial (TP) para prover tal alimentação.

5.17 Faixa de regulação nominal do regulador de tensão

Valor a ser somado ou subtraído da tensão nominal dos reguladores de tensão.

NOTA:

VIII. A faixa de regulação nominal pode ser expressa em “por unidade”, porcentagem da tensão nominal ou em quilovolts (kV).


5.18 Óleo mineral isolante (OMI)

Óleo isolante derivado do petróleo, destinado à utilização em transformadores, chaves elétricas, reatores, disjuntores, religadores etc.

5.19 Parte ativa

Conjunto formado pelo núcleo, enrolamentos e suas partes acessórias.

5.20 Perdas em carga



Perdas consequentes da passagem, pelos reguladores de tensão, da potência solicitada pela carga. Incluem as perdas na resistência dos enrolamentos devido a corrente de carga, e as perdas adicionais, devido ao fluxo de dispersão.

5.21 Perdas em vazio

Perdas devidas à excitação dos reguladores de tensão. Incluem as perdas no núcleo, perdas dielétricas e perdas nos enrolamentos devidas à corrente de excitação e à corrente de circulação em enrolamentos ligados em paralelo. Tais perdas variam com a tensão de excitação.

5.22 Perdas totais

Soma das perdas em vazio com as perdas em carga.

5.23 Polaridade

A polaridade do regulador de tensão é inerente ao seu projeto. A polaridade é correta quando os reguladores de tensão aumentam a tensão na faixa de “ELEVAR” e diminui a tensão na faixa “DIMINUIR”.

NOTA:

- IX. A polaridade relativa dos enrolamentos comum e série dos reguladores de tensão por degraus tipo “A” é oposta à do tipo “B”. A polaridade relativa instantânea dos enrolamentos dos reguladores de tensão principal, dos transformadores para instrumentos e do (s) enrolamento (s) auxiliar (es), o que se aplicar, é designada por marcação apropriada no diagrama de ligações na placa de identificação.

5.24 Potência nominal (S)

Produto da corrente nominal, sob carga contínua em ampère (A), pela faixa de regulação em quilovolts (kV), para “ELEVAR” ou “DIMINUIR”.

Se estas faixas forem diferentes deverá ser adotada a de maior valor na determinação da potência nominal.

NOTA:

- X. A potência nominal é expressa em quilovolts-ampère (kVA).

5.25 Potência passante (S_{pass})

Produto da corrente nominal, sob carga contínua em ampère (A), pela tensão nominal em quilovolts (kV).

Se estas faixas forem diferentes deve ser adotada a de maior valor na determinação da potência passante.

5.26 Redes e linhas de distribuição

Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média ou alta tensão de distribuição.


5.27 Tensão de curto-circuito dos reguladores de tensão

Tensão que faz circular a corrente nominal, sob frequência nominal, através do enrolamento dos reguladores de tensão, quando um outro enrolamento é curto-circuitado. Os enrolamentos respectivos estão ligados como para operação em tensão nominal. Quando expressa em porcentagem a impedância de curto-circuito é numericamente igual à tensão de curto-circuito.

NOTA:

- XI. A tensão de curto-circuito é geralmente referida ao enrolamento série e expressa em “por unidade” ou porcentagem da tensão nominal dos reguladores de tensão.

5.28 Tensão nominal do enrolamento série do regulador de tensão por degraus



Tensão entre os terminais do enrolamento série resultante da aplicação da tensão nominal aos reguladores de tensão, quando o mesmo se encontrar na posição de máxima variação de tensão e fornecendo a potência nominal com fator de potência 0,8 indutivo.

5.29 Tensão nominal do regulador de tensão por degraus

Tensão para a qual os reguladores de tensão são projetados e que serve de base para a avaliação de suas características de desempenho.

5.30 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.31 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.32 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>


7 CONDIÇÕES GERAIS

Os reguladores de tensão devem:

- a) Ser fornecidos completos e completamente montados, cheios de líquido isolante, com as buchas e terminais, todos os dispositivos, equipamentos e acessórios descritos nesta Especificação Técnica e outros não descritos, mas solicitados nela ou no contrato, necessários para o seu pronto funcionamento e aptos para operação, excetuando-se o controlador eletrônico;
- b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
- c) Ser projetados, de modo que, as manutenções possam ser efetuadas pelo grupo Energisa ou em oficinas por ele qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais; assim como, para os limites de elevação de temperatura dos enrolamentos sem comprometer as características dos materiais isolantes.


7.1 Condições do serviço

Os reguladores de tensão tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- 
- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
 - b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
 - c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
 - d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
 - e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
 - f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
 - g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
 - h) Vibrações insignificantes devido a causas externas às reguladores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1;
 - i) Instalação em poste ou estrutura para formação de banco trifásico;
 - j) Tensão de alimentação senoidal e corrente de carga senoidal, com fator de distorção inferior a 0,05 por unidade.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser utilizado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros documentos. Qualquer valor que, por conveniência, seja apresentado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.



Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., fornecidos pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser redigidos em português. No caso de equipamentos importados, deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

XII. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Acondicionamento

Os reguladores de tensão devem ser acondicionados individualmente, em container (caixa para transporte), não retornáveis, conforme Desenho 12, com massa bruta não superior a 4.000 (quatro mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ter:
 - Travas diagonais para evitar movimentos laterais dos reguladores durante o transporte;
 - Topo nivelado de modo a permitir o perfeito empilhamento de outra embalagem sobreposta;
 - Suas laterais superiores dimensionadas para suportar, sem deformação, o peso de outra embalagem sobreposta.
- c) As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:
 - Uso de empilhadeiras e carro hidráulico;

- Carga e descarga, através da alça de suspensão do regulador, com o uso de pontes rolantes e/ou guindauto.
- d) O material em contato com os reguladores não deve:
- Adicionar aderência;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão durante o armazenamento;
 - Retenção de umidade.
- e) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

- XIII. Para equipamentos com peso bruto superior a 4.000 (quatro mil) quilogramas, deve ser informado a necessidade de equipamento especial para carga e descarga;
- XIV. A embalagem, quando confeccionada em madeira, a mesma deve:
- Ser de boa qualidade, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento, isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar os reguladores de tensão.
 - Ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
 - Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

- XV. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.


Cada container deve ser identificado, de forma legível e indelével e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou Marca Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa dos reguladores de tensão (modelo/tipo, tensão nominal (kV), potência nominal (kVA), corrente nominal (A) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) IEC 60076-21 / IEEE C57.15;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- XVI. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- XVII. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

7.4 Transporte



O transporte de reguladores de tensão com líquido isolante deve ser realizado com os mesmos completamente preenchido, com o seu nível normal de operação.

O fabricante, a partir de 01/01/2027, deve instalar registradores de impacto para monitoramento do transporte, devendo ser mantido até o descarregamento no local de recebimento. Características mínimas do registrador de impacto:


- a) Memória para eventos: 125.000 eventos (64 Bytes / Evento);
- b) Memória para Shock: 400 eventos de shock (3,0 s / shock);
- c) Registro nos 3 eixos com aceleração: 0 - 16 g (1,0 g = 9,81 m/s²);
- d) Temperatura: - 40 °C a + 125 °C;
- e) Registro de umidade: 0 a 100 % RH;
- f) Display.

Se os valores medidos ultrapassarem os limites máximos indicados pelo fabricante, este fato deve ser comunicado, tanto ao fabricante, quanto à Energisa, para avaliar os resultados e indicar as ações de inspeção da parte ativa, seguindo os procedimentos indicados na ABNT NBR 7036.

7.5 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos reguladores de tensão, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos reguladores de tensão, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a



legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, conforme a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

O fornecedor deverá apresentar as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nas embalagens e respectivo tratamento preservativo empregado e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte);
- Quanto à forma mais adequada de disposição final dos reguladores, em particular do líquido isolante contido nos equipamentos e dos componentes em contato com o óleo, conforme as legislações ambientais aplicáveis;
- As condições para receber de volta os transformadores de sua fabricação, ou por ele fornecidas, que estejam fora de condições de uso.

7.6 Expectativa de vida útil

Os reguladores de tensão devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 25 (vinte e cinco) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecido, sob condições normais de operação prevista nesta Especificação Técnica.

NOTA:

- XVIII. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.7 Garantia

O período de garantia dos materiais deve estar de acordo com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade do último.

7.8 Numeração de patrimônio

Os equipamentos devem conter a numeração de patrimônio, sequencial patrimônio, fornecida pela Energisa. A numeração deverá ser de forma legível e indelével, cor preta, notação Munsell N1, e resistir às condições de ambiente agressivo, durante a vida útil do equipamento.

O fabricante deverá fornecer à Energisa, após a liberação dos equipamentos, uma relação individualizada, por concessionária, contendo:

- a) Número de série de fabricação;

- b) Número de patrimônio correspondente;
- c) Tensão primária nominal, em quilovolt (kV);
- d) Potência térmica nominal, em quilovolt-ampère (kVA).

7.9 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos reguladores de tensão em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:


- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, equipamentos usados e/ou recuperados;
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XIX. A critério da Energisa, os reguladores de tensão poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios, conforme os valores exigidos nesta Especificação Técnica;
- XX. A relação dos fabricantes homologados de reguladores de tensão pode ser consultada no site da Energisa, por meio do link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7.10 Manual de instruções



Os reguladores de tensão devem estar acompanhados, quando for o caso, de manuais de operação, escritos em português, que forneçam todas as informações necessárias ao seu manuseio.

Os manuais deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Instruções completas cobrindo: descrição, funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, incluindo os modelos aos quais ele se aplica;
- b) Relação completa de todos os componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de catálogo, quantidade usada, identificação do desenho;
- c) Procedimentos específicos relativos ao descarte dos equipamentos propostos, quer ao final da sua vida útil, quer em caso de inutilização por avaria.


7.11 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Catálogos e outras informações pertinentes;
- b) Desenho técnicos detalhado;
- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 2.

Ademais, o fornecedor deve providenciar uma cópia, em língua portuguesa, com as medidas expressas no sistema métrico decimal, dos desenhos relacionados a seguir:

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Vistas principais do equipamento, por potência nominal, mostrando a localização de todas as peças e acessórios, dimensões e cotas;
- c) Vista expandida do comutador automático, incluindo os contatos, detalhando todos os seus componentes e material usado;

- 
- d) Vista expandida dos mecanismos da parte ativa, detalhando todos os seus componentes e materiais usados;
- e) Diagrama esquemático do painel de controle, especificando todos os seus componentes;
- f) Placas de identificação;
- g) Das buchas e terminais de média tensão (MT), com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas, indicando fabricante, tipo e designação;
- h) Alças de suspensão do regulador completo e olhais de suspensão da parte ativa, mostrando dimensões e material usado;
- i) Do dispositivo de aterramento, com dimensões e material utilizado;
- j) Fixação e vedação da tampa e abertura para inspeção, mostrando dimensões e material usado;
- k) Válvula de drenagem, com dimensões e material usado;
- l) Tipo de para-raios, por potência nominal, com todas as suas características elétricas;
- m) Suportes para montagem em poste ou fixadores para montagem em plataforma, mostrando sua forma, dimensões e furos;
- n) Desenhos da embalagem para transporte, contendo:
- Dimensões;
 - Massa;
 - Detalhes para içamento;
 - Tipo de madeira e tratamento utilizado;

- Localização do centro de gravidade.
- o) 1 (uma) cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.

Quando os reguladores de tensão propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 3.

NOTAS:

- XXI. Quando da consulta para aprovação dos desvios, os mesmos deverão estar claramente identificados, e tratados como tal, tanto no texto como nos desenhos;
- XXII. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa, não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos em desacordo com a presente especificação técnica.


7.12 Etiquetas autoadesivas de identificação de Isento de PCB

Os equipamentos deveram utilizar líquido isolante isento de PCB para seu preenchimento, utilizando para identificação etiqueta autoadesiva conforme Desenho 11.

A etiqueta deverá ser do tipo autocolante, para uso ao tempo e ser impressa em fundo branco ou na segunda cor de impressão da embalagem que ofereça o maior contraste possível, na cor preta, notação Munsell N.º NA/1 e 2 % R.

7.13 Treinamento técnico

O fornecedor deverá prever em sua proposta técnica, a apresentação de instruções técnicas de treinamento para o pessoal indicado pela Energisa, a respeito da montagem, operação e manutenção do equipamento e seus acessórios e componentes.



Esta apresentação deve ser organizada pelo fornecedor e ser ministrada em português, antes da instalação do equipamento, em local e data a serem definidos de comum acordo com a Energisa.

O treinamento deve abordar: instruções completas do manuseio, ajustes, testes mecânicos e elétricos, substituição de peças e utilização de gabaritos, através de manuais e desenhos; instruções sobre a lógica de funcionamento dos circuitos auxiliares de comando, sinalização e proteção, quando for o caso, baseadas nos desenhos e manual de instruções aprovados; identificação das peças, partes e componentes que devem ser checados quanto aos limites e tolerâncias operacionais, por meio de checklist, relacionando tudo às periodicidades de manutenção previstas; relação completa de todas as partes, peças e componentes, incluindo nomes, descrições, números de catálogos, quantidades utilizadas e identificações nos desenhos; e instruções completas para instalação e manuseio de todos os acessórios.

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Os reguladores de tensão devem, além de sua potência nominal em carga contínua, ser capaz de atender às condições especificadas na IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes até uma 1,5 vezes a potência nominal do regulador.

8.1 Potência nominal (S)

As potências nominais, em quilovolts-ampère (kVA), para reguladores de tensão correspondem ao regime contínuo, sem que sejam excedidos os limites de elevação de temperatura, estão estabelecidos nas Tabelas 1 a 5.

8.2 Tensão nominal (U_r)

A tensão nominal, em quilovolt (kV), do regulador de tensão deve ser escolhida entre os valores relacionados nas Tabelas 1 a 5.

8.3 Níveis de isolamento (U_d)

Os níveis de isolamento, em quilovolts (kV), e os espaçamentos mínimos no ar, em milímetros (mm), devem obedecer a Tabela 7.

8.4 Corrente nominal (I_n)

Os reguladores de tensão deverão ser adequados para operar dentro dos seus respectivos limites de tensão, desde que as correntes nominais não sejam ultrapassadas, conforme indicados nas Tabelas 1 a 5.

8.5 Frequência nominal (f_r)

A frequência nominal dos reguladores de tensão deve ser de 60 Hz.

8.6 Faixa de regulação nominal

A faixa de regulação nominal dos reguladores de tensão devem ser baseados na operação de:

- Equipamentos assíncronos: - 5,0 % a + 15 % da tensão nominal, conforme Tabela 1;
- Equipamentos síncronos: ± 10 % da tensão nominal, conforme Tabelas 2 a 5.

A faixa de regulação nominal é expressa como segue:

- a) Se houver derivações para “ELEVAR” e “DIMINUIR”:

$$+ a \%, - b \% \text{ ou } \pm a \% \text{ (quando } a = b \text{);}$$

- b) Se houver somente derivações para “ELEVAR” + a %;

- c) Se houver somente derivações para “DIMINUIR”: - b %.

NOTA:

XXIII. As constantes a e b são reais, positivas e iguais à amplitude da faixa de regulação.

8.7 Tipos de ligação

Os reguladores de tensão devem ser projetados para ser ligados, conforme definições interna da Energisa, em sistemas com configurações:

- Delta fechado (Δ); ou
- Estrela aterrado (Y).

8.8 Limites de elevação de temperatura

A elevação de temperatura do cada enrolamento dos reguladores de tensão, projetado para operação em condições normais de serviço, não pode exceder o limite especificado na Tabela 8.

8.9 Perdas, corrente de excitação e impedância de curto-circuito

Os valores das perdas totais e em vazio (excitação), corrente de excitação e impedância de curto-circuito devem corresponder a:

- Corrente de excitação máxima: 10 %;
- Impedância de curto-circuito: $\pm 7,5$ %;
- Perdas em carga máxima: 10 %;
- Perdas em vazio máximas: 20 %;
- Perdas totais máximas: 6,0 %.

NOTA:

XXIV. Tolerância por componente de perda (vazio e carga) porém a tolerância para a perda total não pode ser excedida.

8.10 Capacidade de suportar curtos-circuitos

Os reguladores de tensão imersos em líquido isolante devem ser projetados e construídos para suportarem as solicitações térmicas e mecânicas produzidas por correntes de curto-circuito simétricas, com valor eficaz de 25 (vinte e cinco) vezes a corrente nominal, resultantes de curtos-circuitos externos.

8.11 Tensão de rádio-interferência (TRI)

Os reguladores de tensão devem ser submetidos ao ensaio de tensão de rádio-interferência conforme CISPR TR 18-2, com a tensão máxima de 1,1 vezes o valor da tensão da maior derivação entre terminais de média tensão (MT) acessíveis.

Nestas condições, o valor máximo da tensão de rádio-interferência deve ser:

- 250 μ V, para a tensão máxima de 15 kV.
- 650 μ V, para a tensão máxima de 24,2 e 36,2 kV.

8.12 Nível de ruído

Os reguladores de tensão devem atender aos níveis máximos de ruído conforme Tabela 9.


8.13 Transformadores para instrumento

8.13.1 Transformador de corrente (TC)

Os transformadores de corrente (TC) dos reguladores de tensão monofásicos devem ter corrente nominal secundária 0,2 A.

Os dados devem ser contemplados na placa de identificação fixada no tanque do regulador.

8.13.2 Transformador de potencial (TP)



O regulador deve ser fornecido com um transformador de potencial (TP) com tensão nominal do secundário de 120 V.


O transformador de potencial (TP) dos reguladores de tensão, devem possuir relação de transformação que permita, em seu lado secundário, operar dentro dos seguintes limites de tensão para o controle, desde que não seja excedido o valor da corrente nominal de carga:

- a) Tensão mínima de entrada igual a 97,75 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário;
- b) Tensão máxima de entrada:
 - Na corrente nominal de carga, igual a 1,05 vezes a tensão nominal de entrada do regulador de tensão ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;
 - Em vazio igual a 1,1 vezes a tensão nominal de entrada do regulador de tensão ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;
- c) Tensão mínima de saída igual a 103,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário;
- d) Tensão máxima de saída igual a 1,1 vezes a tensão nominal do regulador de tensão ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;

NOTA:

XXV. A tensão de saída obtida com uma dada tensão da entrada é limitada também pela faixa de regulação do regulador de tensão.

Os valores das relações de tensões de alimentação constam da Tabela 6. Quando a relação nominal do transformador de potencial ou terciário especificada não constar



na Tabela 6, poderá ser fornecido um transformador auxiliar na unidade ou no controle de forma a modificar a relação de tensões para um valor preferencial.

A queda de tensão interna dos reguladores de tensão deve ser adequadamente compensada para prover a faixa de tensão especificada, sob carga nominal de fator de potência indutivo de:

- Até 31/12/2025: 0,80;
- A partir 01/01/2026: 0,92.

Informações referentes à relação de transformação e à respectiva tensão no secundário devem estar contempladas na placa de identificação fixada no tanque do regulador.

8.14 Diagrama de ligações

O fabricante deve fornecer, para cada reguladores 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 devem ser inscritos na placa de identificação e constituir parte dela.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os reguladores de tensão devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

9.1 Materiais isolantes

O líquido isolante deve ser de óleo mineral isolante (OMI), com especificação mínima conforme Resolução Normativa ANP N.º 900, de 2022, dos tipos Tipo “A” (base naftênica).



Os materiais isolantes dos reguladores de tensão devem ser, no mínimo, de classe térmica 105 °C (designação A), conforme ABNT NBR IEC 60085 ou IEC 60085.

9.2 Sistema de resfriamento

Os reguladores de tensão devem ter sistema de resfriamento do tipo ONAN (Óleo natural, ar natural) por circulação natural;

9.3 Estrutura do regulador

O projeto mecânico dos reguladores de tensão deve ser projetado e construído a atender os requisitos técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 16126 ou norma internacional compatível, de forma a operar selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como o seu próprio peso, quando levantado.


Deverá ser gravado, em baixo relevo, o número de série nas seguintes partes do regulador:

- Tanque, logo acima da placa de identificação;
- Tampa;
- Alça de suspensão;
- Caixa auxiliar ou gabinete de interface universal.

Não é permitida a instalação de conservador de líquido isolante e tanques corrugados.

9.3.1 Tanque do regulador e respectiva tampa

O tanque e da tampa do regulador devem ser confeccionados em chapa do aço-carbono, conforme ABNT NBR 6648 e ABNT NBR 11889 ou ABNT NBR 6650 e ABNT NBR 11888, com espessura mínima a suportarem, no mínimo, a pressão e o vácuo pleno conforme especificados na IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.



O tanque pode possuir forma cilíndrica ou retângulo-arredondado, devendo ser previstas canaletas no tanque ou na tampa para alojamento das gaxetas, e ser fixada ao tanque por meio de dispositivos adequados e imperdíveis quando da sua retirada do regulador e deve ser garantida a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque, de forma que não impeça a retirada da tampa.

A tampa do regulador deve possuir abertura para permitir inspeção interna, sendo providas de ressaltos, construídos de maneira a evitar acumulação e/ou penetração de água.

NOTA:

XXVI. As tampas das aberturas para visita e inspeção devem ser fixadas por meio de flanges e utilizando parafusos passantes ou estojos.

A borda do tanque do regulador deve ser adequada para permitir o correto alojamento das juntas, de modo a evitar seu deslizamento.

9.3.2 Radiadores

Os radiadores deverão ser projetados de modo a evitar acúmulo de água nas superfícies externas, permitir livre circulação de óleo e evitar a formação de bolsas de gás durante o enchimento do tanque.

Os radiadores do regulador devem ser do tipo aletados, tubulares ou painéis corrugados, de travamento horizontal, fixados ao tanque através de solda, e devem suportarem, no mínimo, a pressão e o vácuo pleno conforme especificados na IEC 60076-21 ou IEEE C57.15, sendo confeccionados em:

- Chapas de 1,2 mm de espessura, no mínimo, conforme a ABNT NBR 5915-1; ou
- Tubos de 1,5 mm de espessura, no mínimo, conforme a ABNT NBR 5590.

NOTAS:

- XXVII. Os radiadores deverão suportar, sem deformação permanente, os esforços decorrentes do enchimento do óleo a pleno vácuo, bem como, uma pressão interna 25 % superior à normal;
- XXVIII. Quando necessário, devem ser providos de reforços estruturais verticais e/ou horizontais.

Os espaçamentos entre os radiadores deverão ser suficientemente amplos, para permitir a pintura e a limpeza deles e do tanque.

9.3.3 Alças de suspensão

Os reguladores de tensão devem possuir, no mínimo, 2 (duas) alças de suspensão, conforme Desenho 1, de maneira que o cabo de aço utilizado na suspensão não atinja as bordas da tampa e tenha resistência, dimensões e formato suficientes e adequados para permitir o içamento e a locomoção do regulador sem lhe causar outros danos, inclusive na pintura e nas buchas.

9.3.4 Suporte para fixação no poste

Os suportes devem ser soldados no tanque e ter formato e dimensões e espessura tal que suportem perfeitamente o peso do regulador e permitam a instalação adequada deste ao poste, conforme Desenho 2.

A distância entre os suportes de fixação deve ser um valor múltiplo de 100 mm.

NOTA:

- XXIX. Os equipamentos, com massa total superior a 1.500 (um mil e quinhentos) quilogramas, não devem ter suporte para fixação em poste.

9.3.5 Sistema de fixação da tampa

A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de dispositivos adequados e imperdíveis, quando da sua retirada dos reguladores, e deve ser garantida a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque, de forma que não impeça a retirada da tampa.

9.3.6 Fixação e suspensão da parte ativa

A parte ativa deve ser fixada nas paredes internas do tanque através de dispositivos laterais que não dificultem sua retirada e sua recolocação no tanque. Devem também permitir a retirada da tampa sem necessidade de remoção da parte ativa.

A fixação deve ser obtida por meio de parafusos ou tirantes rosqueados, equipados com porca e contraporca ou porca, arruela de pressão e arruela lisa. As arruelas podem ser substituídas por travamento químico. Os parafusos ou tirantes não devem ser puncionados na rosca.

Os olhais para suspensão da parte ativa devem ser em número de dois ou mais, com diâmetro mínimo de 20 mm e estar localizados na parte superior do núcleo, de modo a manter o conjunto na vertical e a não danificar as chapas de aço silício durante a suspensão. É permitido que o olhal de suspensão seja o mesmo para fixação da parte ativa ao tanque desde que não haja interferência entre as funções.

9.3.7 Estrutura de apoio


A parte inferior do regulador deve ter uma estrutura que assegure uma distância mínima de 10 mm, entre a chapa do fundo e o plano de apoio do regulador.

A estrutura deve consistir em barras de ferro chatas ou quadradas, soldadas à chapa do fundo ou do prolongamento de toda a superfície lateral do tanque desde que não sejam criadas quinas vivas ou cutelos que acarretem o afundamento do regulador, quando transportado sem a embalagem, sobre pisos de madeira.

NOTA:

XXX. Alternativamente, a estrutura de apoio pode ser o prolongamento das paredes do tanque pode ser utilizado para este objetivo.

9.3.8 Suporte para fixação de para-raios



Os reguladores de tensão devem possuir um suporte para fixação de para-raios por fase, soldado ao tanque e equipado com parafuso, porca e arruelas, conforme Desenho 4.

Os suportes sejam montados suficientemente próximos da respectiva bucha média tensão (MT), porém devidamente afastados das partes aterradas (alças de suspensão, radiadores, tampa, presilhas ou de outros acessórios), visando manter as distâncias elétricas necessárias.

NOTA:

XXXI. O suporte deve ser posicionado na área indicada não devendo interferir no processo de içamento do transformador.


Os suportes de fixação de para-raios devem ser fornecidos com parafusos de cabeça abaulada, porcas e arruelas de pressão conforme:

- a) Parafuso de cabeça abaulada, pescoço quadrado M12x1,75 com 40 mm de comprimento, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente;
- b) Arruela de pressão, compatível com o parafuso, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente;
- c) Porca sextavada, compatível com o parafuso, em aço-carbono galvanizado por imersão a quente.

9.3.9 Soldas

As soldas executadas na confecção do tanque, tampa e radiadores e demais partes dos transformadores devem ser executadas de modo contínuo e de ambos os lados, interno e externo, de modo a garantir a estanqueidade e as características mecânicas para transporte e operação e seguir as recomendações da AWS D1.1/D1.1M.

As soldas devem ser isentas de porosidade, rachaduras e devem assegurar boa penetração e cobertura nas junções.



As soldas devem ser feitas por soldadores qualificados e aprovados por entidades oficiais em testes de qualificação, conforme a ABNT NBR 14842 e AWS B3.0, às expensas do fornecedor.

NOTA:

XXXII. Quando requerido, certificados de qualificação dos soldadores devem ser disponibilizados para avaliação pela Energisa.

9.4 Buchas isolantes e terminais de ligação

Os invólucros isolantes das buchas devem ser confeccionados em porcelana vitrificada ou de material polimérico de alto desempenho, nas cores:

- Marrom, notação Munsell 5,0 YR 3,0/3,0 ou notação RAL 8016; ou
- Cinza-claro, notação Munsell 5BG 7.0/0.4 ou notação RAL 7047.

As características compatíveis dos invólucros devem estar em conformidade com a ABNT NBR 5034 e ABNT NBR 12460, com níveis de isolamento e distâncias de escoamento mínimas em conformidade com a Tabela 10, e as correntes nominais devem ser consideradas de:

- a) Até 400 ampères (este incluso): Bucha de 630 A;
- b) Acima de 400 ampères: Bucha de 1.000 A.

Os reguladores de tensão devem ser fornecidos com terminais de linha do tipo barra (padrão NEMA), de 2 ou 4 furos, com:

- c) Até 400 ampères (este incluso): NEMA 2 (dois) furos;
- d) Acima de 400 ampères: NEMA 4 (quatro) furos.

Os terminais de linha devem ser confeccionados em liga de cobre ou cobre eletrolítico, condutividade mínima 25 % IACS a 20 °C, e revestido por imersão a quente, com camada mínima em:

- Estanho: 8,0 μm para qualquer amostra e de 12 μm para a média das amostras;
- Prata: 2,0 μm .

NOTA:

XXXIII. Os terminais não devem possuir soldas ou emendas.

Juntamente como os terminais de ligação, devem ser fornecidos em quantidade adequada ao tipo de terminal, os parafusos, as porcas, as arruelas de pressão e as arruelas lisas, devendo:

- Parafuso de cabeça sextavada, tipo M12x1,75 com 40 mm de comprimento, em liga de cobre;
- Porca e arruela de pressão, compatíveis com o parafuso, em liga de cobre;
- Arruela de pressão, compatíveis com os parafusos, devem ser de aço inoxidável.

NOTA:


XXXIV. Outros tipos de materiais podem ser aceitos pela Energisa, desde que aprovados previamente.

Os terminais de ligação e parafusos sextavados devem suportar, sem avarias na rosca ou ruptura de qualquer parte dos componentes, as torções mínimas indicadas na ABNT NBR 8158.

9.5 Dispositivo de aterramento

Os reguladores de tensão devem ser providos, em na parte inferior do seu tanque, de:

- ≤ 300 kVA: 1 (um) dispositivo de aterramento;
- > 300 kVA: 2 (dois) dispositivos de aterramento.



Os dispositivos de aterramento devem ser apropriados para ligação de cabos de cobre, aço-cobreado e/ou alumínio, de seção nominal 10 a 70 mm² (diâmetro 3,2 a 10,5 mm), conforme Desenho 3, preso por meio do parafuso de rosca M12x1,75 no furo roscado.

NOTA:

XXXV. Quando da instalação de 2 (dois) dispositivos, os mesmos devem ser instalados em posições diametralmente opostas.

9.6 Juntas de vedação

As juntas de vedação dos reguladores de tensão devem ser em elastômeros tipo nitrílica, fluorelastômero e/ou fluorsilicone e atender os seguintes requisitos mínimos:

- a) Classe térmica: Topo do líquido isolante, conforme Tabela 8, acrescido de 40 °C;
- b) Densidade: 1,15 g/cm³ a 1,30 g/cm³;
- c) Dureza Shore A: 65 (± 5,0);
- d) Tensão de ruptura (mín.):
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 10 MPa;
 - Elastômero fluorsilicone: 2,5 MPa.
- e) Alongamento (mín.):
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 300 %;
 - Elastômero fluorsilicone: 150 %.

Os elastômeros nitrílicos devem apresentar alto teor de acrilonitrila, ou seja, teor ≥ 37 %.

NOTA:

XXXVI. Não será aceito outros tipos de elastômeros.

9.7 Placa de identificação

Os reguladores de tensão devem ser providos de placa de identificação com dimensões e formato conforme projeto do fabricante, limitada ao dimensional de 250 x 250 mm, e ser confeccionada em:


- Aço-inoxidável, com espessura 0,5 mm; ou
- Alumínio anodizado, com espessura mínima 0,8 mm.

NOTA:

XXXVII. A fixação da placa de identificação deve ser por intermédio de rebites de material resistente à corrosão, em suporte com base que impeça a sua deformação.

A placa de identificação deve ser fixada em posição visível, em local de fácil leitura, e gravada em baixo relevo, de forma legível e indelével, com os dizeres em português, e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) A expressão “REGULADOR DE TENSÃO MONOFÁSICO”;
- b) Nome do fabricante e local de fabricação;
- c) Número de série de fabricação;
- d) Data de fabricação (MM/AAAA);
- e) Designação e data da norma IEC/IEEE;
- f) Tipo (classificação do fabricante);
- g) Número de fases;
- h) Potência nominal, em quilovolts-ampère (kVA);

- 
- i) Corrente nominal, em ampère (A), e corrente (s) nominal (is) suplementar (es) com sua (s) faixa (s) de regulação limitada (s);
 - j) Tensão nominal, em quilovolt (kV);
 - k) Faixa de regulação nominal, em porcentagem (%);
 - l) Número de degraus;
 - m) Frequência nominal, em Hertz (Hz);
 - n) Nível (is) de isolamento, em quilovolt (kV);
 - o) Método de resfriamento;
 - p) Diagramas como especificado no item 8.14;
 - q) Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, em graus Celsius (°C);
 - r) Impedâncias de curto-circuito nas posições nominal e extremas, em porcentagem (%);
 - s) Tipo do líquido isolante;
 - t) Volume total do líquido isolante, em litros (l);
 - u) Massa total e da parte ativa, em quilogramas (kg);
 - v) Referência de instruções de instalação e operação;
 - w) Curto-circuito simétrico, em quilo-amperagem (kA), com duração de tempo, em segundo (s);
 - x) Resistência assimétrica a curto-circuito, amperagem de primeiro pico (quando especificado);
 - y) Número do modelo do comutador em carga e corrente nominal máxima;
 - z) Capacidade do capacitor do motor do comutador;

aa) Relação entre a corrente de carga e a corrente comutada;

bb) QR-CODE, conforme Tabela 11;

cc) Constar informação: “Produto isento de PCB”.

NOTAS:

XXXVIII. Até 30/06/2025, serão aceitos que a placa de identificação possua etiqueta, do tipo autocolante, com código de barras 2D (QR CODE) impresso. A partir de 01/06/2025, o código de barras 2D (QR-CODE) deve ser gravado diretamente na placa de identificação;

9.8 Acessórios

9.8.1 Dispositivo de alívio de pressão (DAP)

O dispositivo deve ser posicionado também de forma a atender às seguintes condições:

- a) Não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga e descarga dos reguladores de tensão;
- b) Não interferir no manuseio dos suportes de fixação em poste ou no manuseio dos suportes para fixação de para-raios.

O regulador de tensão deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- Pressão de alívio: 69 kPa (0,70 kgf/cm²) ± 20 %;
- Pressão de selamento mínima: 42 kPa (0,42 kgf/cm²);
- Taxa de vazão: 16,5 L/s (35 pés cúbicos por minuto), a 101 kPa (1,01 kgf/cm²) e a 21 °C.

Além disso, o dispositivo deve possuir também as seguintes características:

- Orifício de admissão: 6,4 mm (1/4”) - 18 NPT;
- Corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- Disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos. Este deve ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- Anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do regulador de tensão;
- Partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

O dispositivo de alívio deve estar posicionado na horizontal, na tampa dos reguladores de tensão com adaptador, observada a condição de carga máxima de emergência do regulador de tensão de 200 % e não pode, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.


Para orientação sobre a dispositivo de alívio de pressão, consultar o Desenho 6.

9.8.2 Para-raios série (ou by-pass)

Os reguladores de tensão devem possuir para-raios série, instalados entre as buchas de fonte (F) e carga (C), para proteção do enrolamento série contra surtos de tensão.

Os para-raios série devem ter resistores não-lineares de óxido metálico (ZnO), invólucro em material polimérico, apresentar tensão contínua de operação adequada à diferença de potencial entre as buchas de fonte e carga e devem atender os requisitos da ETU-128.5.

9.8.3 Indicador de nível de óleo (INO)



O indicador do nível do óleo (INO) deve ser do tipo visor e deve operar, mantendo suas características originais, sob temperaturas entre - 25 °C e + 115 °C e deve suportar as pressões positivas e negativas do regulador de tensão, e devem ser resistentes a impactos e à ação do tempo.

As dimensões dos indicadores do nível do óleo (INO) são apresentadas no Desenho 5, contendo as marcações dos níveis de óleo a 25 °C, máximo e mínimo.

9.8.4 Válvula externa de drenagem

Os reguladores de tensão devem possuir válvula metálicas, do tipo borboleta ou do tipo esfera, conforme ABNT NBR ISO 17292 ou ISO 17292, e possuir as seguintes características:

- Ser instalada na base do equipamento, conforme Desenho 1 e possuir diâmetro nominal mínima de DN15 (1/2”);
- Ter indicação clara e indelével de sua posição, “aberta” ou “fechada”, a fim de permitir a drenagem ou retirada de amostra de óleo;
- Deve garantir estanqueidade total em seu eixo de acionamento e possuir meios que permitam vedação redundante em seu eixo de acionamento, de forma a evitar a entrada de poeira, umidade e insetos, antes e após sua operação;

A válvula deve suportar, por 1 (um) minuto, uma força estática de 445 Newton (N) aplicada normalmente ao seu eixo longitudinal na extremidade exterior do corpo.

- Devem possuir meios que permitam o seu travamento tanto na posição de trabalho aberta como na posição fechada.

9.8.5 Indicador de posição do comutador

O indicador de posição digital é opcional e deve ser utilizado em substituição ao indicador de posição analógico.

9.8.5.1 Indicador de posição analógico

O indicador de posição deve:


- Ser externo ao tanque;
- Ter uma inclinação de 30° em relação à vertical, tal que seja visível do chão;
- Ser redondo. A posição do neutro deve ser marcada na linha central vertical do mostrador, de preferência na parte superior indicado no lado esquerdo “ABAIXAR” e, no lado direito, “ELEVAR”. E ser dividido em degraus ou setores correspondentes, cada um, a 0,625 % da tensão, indicados por marcas indeléveis;
- Devem ser previstos 2 (dois) ponteiros adicionais, acionados pelo ponteiro da posição e reajustáveis, na posição do ponteiro principal, para indicação das posições máxima e mínima, desde o último ajuste dos referidos ponteiros.

9.8.5.2 Indicador de posição digital

O indicador de posição digital pode ser do tipo com apenas 1 (um) mostrador. Devem mostrar o degrau atual e possuir um botão que quando pressionado mostre as posições máxima e mínima.

O tamanho mínimo dos dígitos deve ser de 20 x 20 mm, constituídos de leds para os quais sugerimos as seguintes combinações de cores:

- Dígito amarelo - Cor preto
- Dígito preto - Cor cinza
- Dígito verde - Cor preto
- Dígito vermelho - Cor preto



Os dígitos devem ter intensidade luminosa suficiente para serem enxergadas do chão, considerando a luminosidade ambiente. O indicador deve ser dotado de aba para proteção contra a incidência de raios solares.

9.8.6 Caixa auxiliar ou gabinete de interface universal

A caixa auxiliar ou gabinete de interface universal deverá ser confeccionada em aço galvanizada a quente, aço inox ou liga de alumínio, com projeto e tamanho adequado à necessidade dos equipamentos nelas montados, à prova de intempéries, de fácil acesso para manutenção, em localização que permita o acesso em segurança, com grau de proteção:


- IP-54, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529; e
- IK-7, conforme ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

A caixa auxiliar ou gabinete de interface universal deve ser acoplada ao regulador (entre a parte ativa e a cabine de controle com relé universal), fixada no próprio tanque, por meio de parafusos, e conter blocos de conexão com todas as informações e conexões oriundas da parte ativa do regulador, capacitor de partida do motor, chave seca para curto-circuitar TC, contador eletromecânico de operação, chaves para os circuitos de acionamento local e manual, e conector fêmea para interligação com a cabine de controle do banco de reguladores.

A receptáculo do cabo de ligação deve ser em alumínio anodizado com contatos de latão e ligados com os sinais provenientes do regulador, conforme descrito abaixo:

- a) O receptáculo deve ser conforme SAE AS 0151 e deve possuir estanqueidade e ser posicionada de modo a ficar abrigada da chuva;
- b) Todos os condutores dos blocos de conexão da caixa auxiliar, utilizados para o controle e proteção do regulador, devem ser levados à receptáculo e ligados com os respectivos sinais, conforme descrito no Desenho 7;

A caixa auxiliar ou gabinete de interface universal deve ser equipada com portas articuladas na frente, com dispositivo de auto travamento na posição de abertura



máxima e limitador de abertura, com vedação de borracha, maçanetas, trincos e previsão para fechamento com cadeado. A porta externa deve possuir aterramento.

Aberturas para ventilação, quando houver, deverão ser cuidadosamente protegidas contra a entrada de chuva e possuir uma tela fina contra penetração de insetos, roedores e outros.

9.8.6.1 Fiação de baixa tensão (BT)

O cabeamento de baixa tensão (BT) deve ser em cabos de cobre, do tipo flexíveis, não-propagantes de chama, conforme ABNT NBR NM 247-3 ou IEC 60227-3, e com as seguintes características:

- a) Seção nominal: compatível com a corrente a ser transportada, porém não inferior a 2,5 mm² para os demais circuitos (controle, aquecimento etc.);
- b) Revestimento: PVC / 750 V;
- c) Encordoamento: Classe 2, 5 ou 6.

NOTAS:

- XXXIX. Outros tipos de condutores podem ser aceitos pela Energisa, desde que aprovados previamente; Para fornecimento do MERCOSUL, podem ser aceitos classe de encordoamento de classe 4;
- XL. Quando necessário o contato com o líquido isolante, a fiação deve resistir aos efeitos deste.

Todos os terminais de fiação e blocos de conexão deverão ser anilhados ou identificados de forma inequívoca, conforme Figura 3. A identificação dos condutores deverá ser feita através de anilhas tipo luva em PVC cristal, com comprimento de 18 mm.

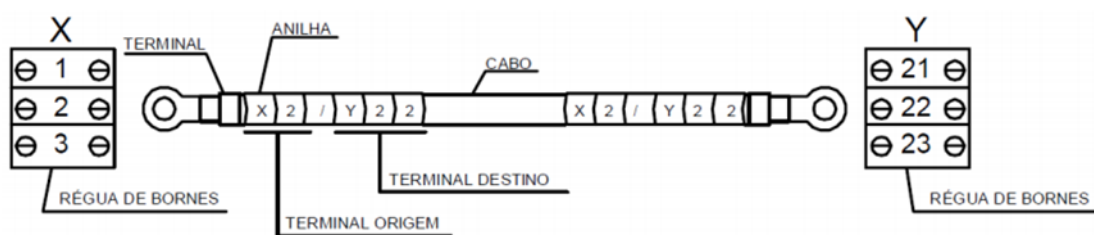


Figura 3 - Padrão de anilhamento

NOTA:

XLII. Os cabos entre 2 (dois) blocos de conexão não podem ter conexões intermediárias por emenda ou solda.

A fiação do circuito de aterramento deverá ser, obrigatoriamente, na cor verde/amarela.

Na caixa auxiliar ou gabinete de interface universal, os condutores deverão ser instalados dentro de calhas plásticas. Amarrações do tipo chicote só serão aceitas quando executadas com espirais plásticas. Amarrações com cordão não serão aceitas.

Todos a fiação deve, obrigatoriamente, possuir terminais de conexão em suas extremidades.

9.8.6.2 Blocos de conexão

Os blocos de conexão utilizadas na fiação deverão ser localizadas de forma a possibilitar fácil acesso e ser do tipo apropriado para permitir desfazer conexões, sem que sejam perdidas as características de pressão e do bom contato. Quando o mecanismo for motorizado, os blocos terminais devem ficar na caixa do mecanismo.

NOTA:

XLII. Os blocos de conexão deverão ser do tipo mola ou em que os terminais em que o parafuso atue diretamente no fio não serão aceitos.

Os blocos de conexão devem ter:

- Isolamento para 750 V;
- Corrente de 60 ampères (A);
- Cabos de seção nominal até 10 mm²; e
- Estar em conformidade com a ABNT NBR IEC 60947-7-1 ou IEC 60947-7-1.

A percentagem de blocos terminais de reserva, em cada régua, deverá ser no mínimo de 10 %.

9.8.7 Cabo de interligação

O cabo de interligação da caixa auxiliar e a parte interna do equipamento devem:

- a) Possuir cobertura em cloreto de polivinila (PVC) adequada para uso ao tempo. A isolação deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento;
- b) Possuir isolamento elétrico 0,6/1,0 kV, conforme ABNT NBR 7289 ou ABNT NBR 7290;
- c) Serem equipados com 2 (duas) tomadas fêmea com 19 (dezenove) pinos para ligação ao painel do controle e a caixa de comando do regulador de tensão, conforme Desenho 7:
 - Possuir isolação de 1,5 kV, 1,0 (um) minuto, 60 Hz;
 - Possuir guia para direcionamento da conexão macho e fêmea fora da posição determinada pelo guia;
 - Ter grau de proteção IP-65, conforme ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529;
 - Possuir sistema de fixação, para conexão com a tomada macho, feita por anel com rosca M32, passo 1,5 mm.

9.8.8 Dispositivo para curto-circuitar o secundário do transformador de corrente (TC)



O dispositivo para curto-circuitar o TC deve permitir a sua abertura e fechamento com o regulador energizado.

NOTA:

XLIII. O regulador de tensão deve ser despachado com o transformador de corrente (TC) em curto-circuito.

9.8.9 Detector de fluxo reverso

Os reguladores de tensão devem ser equipados com um detector de fluxo reverso de potência, para permiti-lo regular a tensão com o fluxo de potência em ambos os sentidos, normal e reverso.

O detector deve monitorar o fluxo de potência na linha e emitir um sinal que indique se o fluxo de potência é normal ou reverso, para que sejam processadas automaticamente as alterações necessárias nos circuitos de controle dos reguladores. Deve, ainda, ser capaz de detectar correntes reversas de 1,0 % a 3,0 % do valor da corrente nominal.

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

9.9 Fixações externas (ferragens)

As fixações externas confeccionadas em aço-carbono (porcas, arruelas, parafusos e grampos de fixação) devem ser revestidas de zinco por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M ou ISO 1461.

O zinco deve ser do tipo ZN-5, cuja composição química compatível com ISO 752 ou ASTM B6.

Os revestimentos das peças zincadas devem estar:

- Reguladores de tensão para ambientes não-agressivos: Em conformidade com ABNT NBR 7095;

- Reguladores de tensão para ambientes agressivos: Com espessura mínima de 54 µm e massa mínima de 380 g/m², tanto individualmente quanto na média.

NOTAS:

- XLIV. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027;
- XLV. É permitida a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à zincagem por imersão a quente, mediante aprovação prévia da Energisa. Entretanto não ser admitindo, em hipótese alguma, o processo de galvanização eletrolítica.

O processo de galvanização deve ser realizado após a fabricação, soldagem, perfuração e marcação do material.

9.10 Massa do regulador

A massa total dos reguladores de tensão não pode ultrapassar a 4.500 (quatro mil e quinhentos) quilogramas.

NOTA:


- XLVI. Em equipamento que ultrapasse o valor acima, a Energisa deverá ser comunicada no momento do transporte.

10 PARTE ATIVA

10.1 Núcleo

O núcleo deve ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções, sem a necessidade de empregar máquinas ou ferramentas especiais. O núcleo deve ser construído de chapas de aço silício de grão orientado, conforme a IEC 60404-8-7 ou ASTM A876/A876M.

As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto



não tenha movimento em quaisquer direções. Esta estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.

O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser aterrados, por meio do único ponto, à massa do regulador de tensão.

Quando aplicável, os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isolados dessas lâminas e aterrados.

Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem ser providas de travamento mecânico ou químico.

10.2 Enrolamento

Os enrolamentos do equipamento devem ser em condutores de cobre ou alumínio, e devem ser capazes de suportar, sem danos, os efeitos térmicos e dinâmicos provenientes de correntes de curto-circuito externos, quando ensaiado conforme IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Os materiais isolantes empregados deverão:

- a) Conter agentes químicos antidegradantes, de maneira a assegurar a não propagação e auto extinção de chama, além da não liberação de gases tóxicos;
- b) Ser compatíveis entre si e não devem afetar nem serem afetados pelo óleo isolante;
- c) Não sofrer deterioração indevida, quando submetidos à temperatura resultante da operação do equipamento em regime contínuo de carga, necessária a uma elevação de temperatura que atinja os limites estabelecidos no item 8.9;
- d) Ser usado papel termo estabilizado neutro sem impregnação ou parcialmente impregnado com epóxi de tal forma a permitir a impregnação do papel com o líquido isolante do regulador.

NOTA:

XLVII. Não serão aceitos reguladores de tensão com enrolamentos confeccionados a partir de materiais provenientes de reciclagem.

O acabamento das bobinas deve ser liso, uniforme, sem cantos vivos e arestas cortantes.

10.3 Sistema de comutação

Os reguladores de tensão devem ter um sistema de comutação de tensões, conforme ABNT NBR 8667-1 ou IEC 60214-1, com as seguintes características:

- Ser projetado operarem imersos em líquido isolante e operação em carga;
- Ser de classe I e ter isolamento adequada ao nível de tensão do regulador a ser aplicado;
- Permitir as condições de carregamento em emergência do regulador conforme a ABNT NBR 5356-7 ou IEC 60076-7.

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

O mecanismo de comutação deve ser acionado por um motor que comande a posição dos contatos móveis sobre os contatos estacionários. Todo o conjunto deve estar totalmente imerso no líquido isolante.

O mecanismo do comutador deve possuir dispositivo que bloqueie sua operação nas posições extremas, evitando que ultrapasse a última posição útil da faixa de regulação.

O comutador de derivações sob carga deve permitir uma amplitude de ajuste, através de 32 (trinta e dois) degraus e 33 (trinta e três) posições, incluindo-se a do neutro, de:

- a) Síncrono: $\pm 10\%$ da tensão nominal;

b) Assíncrono: - 5,0 % a + 15 % da tensão nominal.

A fim de se reduzir o arco entre os contatos do comutador, deve ser utilizado reatores com derivação no centro, para a fonte e ligações nas extremidades, para os contatos móveis.

Devem ser também utilizadas chaves inversoras para mudança de polaridade do enrolamento série, e chaves limitadoras para desligamento da parte do circuito de controle que prolonga o movimento, logo que a parte móvel tenha atingido sua posição limite.

11 DISPOSITIVO DE CONTROLE

Os dispositivos de controle dos reguladores de tensão devem ser conforme ETU-519.1.

12 PINTURA E MARCAÇÕES

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de metálicas e/ou pintura, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.


Quanto a condições ambientais, a pintura dos reguladores de tensão serão divididas em 2 (duas) áreas de corrosividade de atmosferas:

- Classe II (2): fora da área de alcance; e
- Classe IV (4): dentro da área de alcance.

NOTA:

XLVIII. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027.

12.1 Condições gerais



O esquema de pintura das superfícies metálicas do transformador de distribuição deve seguir os procedimentos abaixo:

- a) A pintura deve ser aplicada somente após a preparação da superfície, devendo ser utilizado o método de esguicho (“flooding”);
- b) A medida de espessura da película seca não deve contemplar a rugosidade da chapa, isto é, a espessura deve ser medida acima dos picos;
- c) O desengraxe das superfícies deve ser realizado com o uso de solventes, conforme SSPC-SP 1.


NOTAS:

- XLIX. O fabricante pode apresentar, como alternativa, outro processo de pintura, desde que este, tenha garantia mínima de 10 (dez) anos contra corrosão em ambiente tipo “industrial”, com nível de poluição “pesado”, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1. Para isso, deve também detalhar na proposta os materiais utilizados, processos, ensaios, normas e o tempo de garantia;
- L. Alternativamente, as tintas mencionadas podem ser substituídas por processo de pintura eletrostático.

12.2 Acabamento interno

No acabamento interno dos reguladores de tensão, devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser totalmente removidas por processo adequado, imediatamente após a fabricação do tanque;
- b) Deve ser aplicada base antiferruginosa, branco, notação Munsell N 9,5, que não afete nem seja afetada pelo líquido isolante;
- c) Espessura seca total mínima de 30 μm .



Os reguladores de tensão devem ter um traço demarcatório indelével indicando o nível do líquido isolante a 25 °C, pintado em cor contrastante com o acabamento interno do tanque, do mesmo lado do suporte para fixação no poste, de maneira que seja bem visível, retirando-se a tampa do tanque.

12.3 Acabamento externo

12.3.1 Acabamento externo para ambiente não agressivo

No acabamento externo dos reguladores de tensão para ambiente não agressivo, classe 2 (II), devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) Logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas por:
 - Processo químico, conforme ABNT NBR 15158 ou ISO 8501-4; e/ou
 - Jateamento abrasivo seco ao metal, padrão visual Sa 2.1/2, conforme ABNT NBR 7348 ou ISO 8501-1.
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada tinta de fundo, tipo primer epóxi, rico em zinco, com espessura mínima de 60 µm;
- c) Em seguida, aplica-se uma de base antiferruginosa, tipo epóxi de ferro micáceo, com espessura mínima de 60 µm;
- d) Por fim, de tinta de poliuretano acrílico alifático, com espessura seca (demão) de 60 µm, na cor cinza-claro, notação Munsell N 6.5;
- e) Espessura seca total mínima de 180 µm.

12.3.2 Acabamento externo para ambiente agressivo

No acabamento externo dos reguladores de tensão para ambiente não agressivo, classe 4 (IV), devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) Logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas por:
 - Processo químico, conforme ABNT NBR 15158 ou ISO 8501-4; e/ou

- Jateamento abrasivo seco ao metal, padrão visual Sa 2.1/2, conforme ABNT NBR 7348 ou ISO 8501-1.
- b) Antes do início de qualquer processo de oxidação, deverá ser aplicada tinta de fundo, tipo primer epóxi, rico em zinco, com espessura mínima de 80 µm;
- c) Em seguida, aplica-se uma de base antiferruginosa, tipo epóxi de ferro micáceo, com espessura mínima de 80 µm;
- d) Por fim, de tinta de poliuretano acrílico alifático, com espessura seca (demão) de 80 µm, na cor azul-claro, notação RAL 5012 ou notação Munsell 2,5PB5/8;
- e) Espessura seca total mínima de 240 µm.

12.4 Marcações

Todas as marcações deverão ser feitas por meio de tinta cor preta, notação Munsell N1.

12.4.1 Tampa do tanque dos reguladores

As marcações na tampa do tanque deverão ter altura dos caracteres não inferior a 50 mm.

Os terminais de reguladores de tensão devem ser designados pelas letras:

- Terminal de carga: “C” ou “L”;
- Terminais de fonte: “F” ou “S”;
- Terminal comum: “FC” ou “SL”.

NOTA:

- LI. A partir de 01/01/2028, não serão aceitas as marcações com as letras “C”, “F” e “FC”.

Quando visto de cima, o terminal de fonte deve ficar do lado esquerdo, seguido em sentido horário, pelo terminal de carga e pelo terminal comum, na sequência indicada na Figura 4.

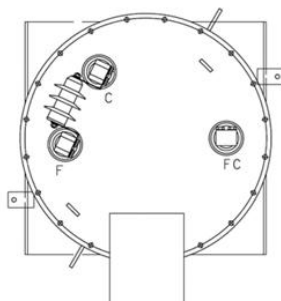


Figura 4 - Identificação dos terminais

12.4.2 Parte lateral do tanque dos reguladores

As marcações na lateral do tanque deverão ter altura dos caracteres não inferior a 35 mm, devendo ser marcados conforme Desenho 8:


- Marca Energisa;
- Número do patrimônio;
- Potência nominal, em quilovolts-ampère (kVA).

13 INSPEÇÃO E ENSAIOS


13.1 Generalidades

a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, conforme a esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:

- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e

- 
- 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 13.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.


Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será receptáculo posteriormente pela Energisa, em



função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo, conforme a os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às



exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 13.4.

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:

- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
- O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
- O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

LII. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.


13.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 13.

13.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:


- a) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 13.3.9;
- b) Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial, conforme item 13.3.10;
- c) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 13.3.15;
- d) Ensaio de curto-circuito, conforme item 13.3.16;
- e) Ensaio de nível de ruído, conforme item 13.3.17;
- f) Ensaio de tensão de rádio-interferência, conforme item 13.3.18;

- 
- g) Ensaio de descargas parciais, conforme item 13.3.19;
 - h) Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação, conforme item 13.3.21;
 - i) Ensaio do comutador, conforme item 13.3.24;
 - j) Ensaio físico-químico do líquido isolante: ETU-189.1;
 - k) Ensaio para verificação da pintura do tanque, conforme item 13.3.30;
 - Ensaio de brilho;
 - Ensaio de impermeabilidade;
 - Ensaio de névoa salina;
 - Ensaio de resistência ao óleo isolante;
 - Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO₂;
 - Resistência marítima;
 - Ensaio de umidade.

13.2.2 Ensaio de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção geral, conforme item 13.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 13.3.12;
- c) Ensaio de resistência dos enrolamentos, conforme item 13.3.3;
- d) Ensaio de polaridade, conforme item 13.3.4;
- e) Ensaio de relação de tensões, conforme item 13.3.5;
- f) Ensaio de perdas, conforme item 13.3.6;

- 
- g) Ensaio de corrente de excitação, conforme item 13.3.7;
 - h) Ensaio de tensão de impedância de curto-circuito, conforme item 13.3.8;
 - i) Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial, conforme item 13.3.10;
 - j) Ensaio de tensão induzida, conforme item 13.3.11;
 - k) Ensaio de resistência do isolamento, conforme item 13.3.12;
 - l) Ensaio de fator de potência do isolamento, conforme item 13.3.13;
 - m) Ensaio de resistência elétrica dos enrolamentos, conforme item 13.3.14;
 - n) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 13.3.15;
 - o) Ensaio de nível de ruído, conforme item 13.3.17;
 - p) Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão, conforme item 13.3.20;
 - q) Ensaio de proteção da caixa auxiliar, conforme item 13.3.22;
 - r) Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP) , conforme item 13.3.23;
 - s) Ensaio do comutador, conforme item 13.3.24;
 - t) Ensaio das juntas de vedação, conforme item 13.3.25;
 - u) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 13.3.26;
 - v) Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 13.3.27;
 - w) Ensaio de torque dos parafusos, conforme item 13.3.28;
 - x) Ensaios físico-químico do líquido isolante, conforme item 13.3.29;
 - y) Ensaios para verificação da pintura do tanque, conforme item 13.3.30:

- Ensaio de aderência;
 - Ensaio de espessura.
- z) Ensaio do sistema de controle, conforme item 13.3.31;
- aa) Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC), conforme item 13.3.32.

13.2.3 Ensaio especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção geral, conforme item 13.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 13.3.12;
- c) Ensaio de resistência dos enrolamentos, conforme item 13.3.3;
- d) Ensaio de polaridade, conforme item 13.3.4;
- e) Ensaio de relação de tensões, conforme item 13.3.5;
- f) Ensaio de perdas, conforme item 13.3.6;
- g) Ensaio de corrente de excitação, conforme item 13.3.7;
- h) Ensaio de tensão de impedância, conforme item 13.3.8;
- i) Ensaio de impulso atmosférico, conforme item 13.3.9;
- j) Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial, conforme item 13.3.10;
- k) Ensaio de tensão induzida, conforme item 13.3.11;
- l) Ensaio de resistência do isolamento, conforme item 13.3.12;
- m) Ensaio de fator de potência do isolamento, conforme item 13.3.13;
- n) Ensaio de resistência elétrica dos enrolamentos, conforme item 13.3.14;

- o) Ensaio de elevação de temperatura, conforme item 13.3.15;
- p) Ensaio de curto-circuito, conforme item 13.3.16;
- q) Ensaio de nível de ruído, conforme item 13.3.17;
- r) Ensaio de tensão de rádio-interferência, conforme item 13.3.18;
- s) Ensaio de descargas parciais, conforme item 13.3.19;
- t) Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão, conforme item 13.3.20;
- u) Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação, conforme item 13.3.21;
- v) Ensaio de proteção da caixa auxiliar, conforme item 13.3.22;
- w) Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP) , conforme item 13.3.23;
- x) Ensaio do comutador, conforme item 13.3.24;
- y) Ensaio das juntas de vedação, conforme item 13.3.25;
- z) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 13.3.26;
- aa)Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação, conforme item 13.3.27;
- bb)Ensaio de torque dos parafusos, conforme item 13.3.28;
- cc)Ensaio físico-químico do líquido isolante: ETU-189.1;
- bb)Ensaio do sistema de controle, conforme item 13.3.31;
- cc)Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC), conforme item 13.3.32.

13.3 Descrição dos ensaios

13.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Presença de todos os acessórios e opcionais, conforme Ordem de Compra de Materiais (OCM);
- b) Acondicionamento e identificação das embalagens, conforme item 7.3;
- c) Etiqueta de identificação de Isento de PCB, conforme item 7.8.2;
- d) Pintura e marcações, conforme item 12 e Anexo 4;
- e) Placa de identificação, conforme item 9.7.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

13.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar inspeções de:


- As dimensões do equipamento e seus acessórios requeridos, conforme item 9 e Desenho 1;
- Verificação dos terminais de ligação, conforme item 9.4 e Desenhos 8 a 11;
- Verificação da massa dos reguladores para verificação da conformidade com a indicação constante da placa de identificação.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

NOTA:

LIII. É aceitável uma variação máxima de 3,0 % entre a massa encontrada e a indicada na placa de identificação.

13.3.3 Ensaio de resistência dos enrolamentos



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15, método voltímetro-amperímetro.

Este ensaio não tem valores reprobatórios, servindo de referência para o ensaio de elevação de temperatura do regulador.

13.3.4 Ensaio de polaridade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de indicação da polaridade estiver invertida.

13.3.5 Ensaio de relação de tensões

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de relações de tensão forem 0,5 % inferiores ou superiores das tensões indicadas.

13.3.6 Ensaio de perdas

13.3.6.1 Em vazio

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos das perdas forem superiores a 10 % do valor garantido.

13.3.6.2 Em carga

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos das perdas forem superiores a 6 % do valor garantido.

13.3.7 Ensaio de corrente de excitação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de corrente de excitação forem superiores a 20 % do valor garantido.

13.3.8 Ensaio de tensão de impedância de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão de impedância superiores à $\pm 7,5$ % do valor garantido.

13.3.9 Ensaio de impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 e IEC 60060-1, e estar em conformidade com a IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.


Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou quaisquer danos aos componentes do regulador.

13.3.10 Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 e IEC 60060-1, e estar em conformidade com a IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou quaisquer danos aos componentes do regulador.

13.3.11 Ensaio de tensão induzida



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 e IEC 60060-1, e estar em conformidade com a IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou quaisquer danos aos componentes do regulador.

13.3.12 Ensaio de resistência do isolamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Este ensaio não constitui critério para aprovação ou rejeição do equipamento.

13.3.13 Ensaio de fator de potência do isolamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de potência do isolamento forem superiores a 1,8.

13.3.14 Ensaio de resistência elétrica dos enrolamentos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Este ensaio é realizado para servir de referência para o ensaio de elevação de temperatura do regulador.

13.3.15 Ensaio de elevação de temperatura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de elevações de temperatura dos enrolamentos e do óleo isolante superiores aos limites especificados no item 8.8.

13.3.16 Ensaio de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Danos visíveis no núcleo e/ou enrolamentos ou no comutador de derivação;
- Variação na reatância de curto-circuito superiores a 22,5 %;
- Variação na corrente de excitação superiores a 5,0 %;
- Mudanças de amplitude e/ou ângulo de fase.

13.3.17 Ensaio de nível de ruído

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7277 ou IEC 60076-10, e estar em conformidade com a IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de níveis de ruído superior ao especificado na Tabela 9.

13.3.18 Ensaio de tensão de rádio-interferência

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da CISPR TR 18-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar a tensão medida for superior aos valores referidos no item 8.11.

13.3.19 Ensaio de descargas parciais

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60270 ou IEC 60270.

Constitui falha, se a amostra apresentar níveis de descargas parciais medidos excederem aos limites de 50 pC.

13.3.20 Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de vazamento de óleo e/ou deformação do tanque.

13.3.21 Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5440.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de, após a retirada da carga:

- Deslocamento residual maior que 2,0 mm no sentido de aplicação da carga;
- Trincas ou ruptura no (s) suporte (s) de fixação do regulador.

13.3.22 Ensaio de proteção da caixa auxiliar

13.3.22.1 Ensaio de proteção de impacto mecânico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 62262 ou IEC 62262.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de grau de proteções inferiores a IK-7.

13.3.22.2 Ensaio de proteção de elétrico e penetração do involucro

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60529 ou IEC 60529.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de grau de proteções inferiores a IP-54.

13.3.23 Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP)

13.3.23.1 Ensaio de resistência ao vácuo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5356-1 ou IEC 60076-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Falha ou desgaste indevido das peças mecânicas;
- Reprova no ensaio de verificação de atuação.

13.3.23.2 Ensaio de fechamento do dispositivo de alívio de pressão

O ensaio deve ser definido pelo fabricante do dispositivo de alívio de pressão.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fechamento do dispositivo de alívio com pressão inferior a 50 % da pressão de abertura.

13.3.23.3 Verificação da pressão de atuação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16367-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência erro na atuação com o valor especificado.

NOTAS:

- LIV. A tolerância entre o valor especificado e o valor medido, não pode ultrapassar 5,0 kPa;
- LV. Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

13.3.23.4 Estanqueidade e resistência à pressão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16367-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de acionamento com valor de pressão de 15 kPa abaixo da pressão nominal.

NOTA:

LVI. Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

13.3.24 Ensaio do comutador

13.3.24.1 Ensaio de elevação de temperatura dos contatos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação de temperatura nos contatos superior à 20 °C.

13.3.24.2 Ensaio de sequência de operações

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro na operação mecânica do comutador.

13.3.24.3 Ensaio de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Danos que impeçam a continuidade da operação correta em corrente máxima;

- Distorções mecânica permanentes nas partes condutoras.

13.3.24.4 Ensaio do reator

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro na operação mecânica do comutador.

13.3.24.5 Ensaio mecânicos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de erro na operação mecânica do comutador.

13.3.24.6 Ensaio de tensão suportável dos circuitos auxiliares

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15.


Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descarga disruptiva ou qualquer dano a componente do comutador.

13.3.25 Ensaio das juntas de vedação

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, desde que dentro do prazo máximo de 6,0 (seis) meses, contados a partir da data de emissão, e que comprovem a rastreabilidade do lote no documento apresentado.

13.3.25.1 Ensaio de identificação do material

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D3677 ou ISO 4650.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de identificação que caracterize o material diferente do estabelecido no item 9.6.

13.3.25.2 Ensaio de densidade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D297 ou ISO 2781.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de densidade inferiores à 1,15 g/cm³ ou superiores à 1,30 g/cm³.

13.3.25.3 Ensaio de dureza Shore A

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7318 ou ASTM D2240 ou ISO 7619-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de dureza inferiores à 60 DB ou superiores à 70 DB.

13.3.25.4 Ensaio de cinza

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D297 ou ISO 247-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de cinza inferiores à 1,0 % ou superiores à 3,0 %.

13.3.25.5 Ensaio de enxofre livre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D1619 ou ISO 1408.

Constitui falha, se a amostra apresentar quaisquer valores medidos de enxofre livre.

13.3.25.6 Ensaio de tensão de ruptura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D412.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão de ruptura inferiores à:

- Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 10 MPa;
- Elastômero fluorsilicone: 2,5 MPa.

13.3.25.7 Ensaio de alongamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D412.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores à:

- Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 300 %;
- Elastômero fluorsilicone: 150 %.

13.3.25.8 Ensaio de envelhecimento térmico em ar

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60811-401 ou ASTM D573, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Fissuras ou afloramento;
- Variação de dureza Shore A, superiores a 15 pontos;
- Variação de tensão de ruptura: diferença superior à - 25 %, quando comparado com antes do ensaio;
- Variação de alongamento: diferença superior a - 50 %, quando comparado com antes do ensaio.

13.3.25.9 Ensaio de envelhecimento em líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11407 ou ISO 1817 ou ASTM D471, à temperatura de 125 °C e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Fissuras;
- Variação de dureza Shore A, superiores a ± 10 pontos;
- Variação de tensão de ruptura: diferença superior à - 15 %, quando comparado com antes do ensaio;
- Variação de alongamento: diferença superior a - 30 %, quando comparado com antes do ensaio.

13.3.25.10 Ensaio de deformação permanente a compressão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D395, com compressão de 30 %, temperatura de 100 °C e por período de 22 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Fissuras;
- Variação de deformação superiores à:
 - Elastômero nitrílicos e fluorelastômero: 22 %;
 - Elastômero fluorsilicone: 35 %.

13.3.25.11 Relaxação de relaxamento de tensão por compressão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D6147, por período de 168 horas a:

- Ar: 100 °C;
- Fluido isolante: 60 °C (no com 25 % de compressão).

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação superior à:

- Ar: 20 %;
- Fluido isolante: 15 %.

13.3.25.12 Ensaio de resistência ao ozônio

Ensaio exclusivo para elastômeros de uso externo, em contato com o ar, ou de uso combinado, em contato com o ar e líquido isolante.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D1171 ou ISO 1431-1, à temperatura de 25 °C, 50 pphm de ozônio e por período de 70 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de trincas ou fissuras.

13.3.25.13 Ensaio de compatibilidade das juntas de vedação com líquido isolante

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455.

Constitui falha, se a amostra apresentar não-conformidade com os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 14274 ou ASTM D3455;

13.3.26 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.


13.3.26.1 Ensaio de massa por unidade de área

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7397 ou ASTM A90/A90M.

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

13.3.26.2 Ensaio de aderência da camada

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7398 ou ASTM B571.



Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

13.3.26.3 Ensaio de espessura da camada

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7399 ou ASTM E376.

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

13.3.26.4 Ensaio de uniformidade da camada

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7400 ou ASTM A239.

Constitui falha se as amostras apresentarem valores medidos inferiores aos especificados no item 9.9.

13.3.27 Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

13.3.27.1 Camada de estanho

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM B545 ou ISO 2093.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de estanho for inferior à 8,0 μm .

13.3.27.2 Camada de prata

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM B700 ou ISO 4521.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de prata for inferior à 2,0 µm.

13.3.28 Ensaio de torque dos parafusos

Este ensaio é aplicável exclusivamente aos parafusos dos terminais de ligação.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370, submetidos aos valores especificados na ABNT NBR 8158.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de quaisquer danos ou deformações permanentes nos parafusos, porcas ou componentes dos terminais ou dispositivo de aterramento.

NOTA:

- LVII. Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

13.3.29 Ensaios físico-químico do líquido isolante

13.3.29.1 Ensaio de aspecto visual

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14483 ou ASTM D1500.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Aspecto escuro, turvo e não isento de pureza;
- Valores medidos superiores à 1,0.

13.3.29.2 Ensaio de fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12133 ou ASTM D924 ou IEC 60247, com temperaturas de 25° C e 100 °C.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de fator de perdas dielétricas superiores a:

- 25 °C: 0,05 %;
- 100 °C: 0,90 %.

13.3.29.3 Ensaio de índice de neutralização (IAT)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14248 ou ASTM D974 ou ISO 6618.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de índice de neutralização superiores a 0,03 mgKOH/g.

13.3.29.4 Ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de disco

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6869 ou ASTM D877/D877M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores a 30 kV.

NOTA:


- LVIII. Alternativamente, podem ser executado o ensaio de rigidez dielétrica por eletrodo de calota, conforme ABNT NBR IEC 60156 ou IEC 60156, com resultados igual ou superior a 42 kV.

13.3.29.5 Ensaio de teor de água

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10710 (método B) ou ASTM D1533 ou ISO 12937.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de água superiores a 25 mg/kg.

13.3.29.6 Ensaio de teor de bifenilas policloradas (PCB)



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 13882 ou ASTM D4059 ou IEC 61619.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de PCB superiores a 2,0 mg/kg.

13.3.29.7 Ensaio de tensão interfacial

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6234 ou ASTM D971, à temperatura de 25 °C.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão interfacial inferiores a 40 mN/m.

13.3.30 Ensaios para verificação da pintura do tanque

Todos os ensaios de tipo devem ser aplicáveis ao painel de referência, confeccionados em aço EEP grau 2, conforme ABNT NBR 5915-2, e dimensões de 150 mm por 70 mm e espessura de 1,0 mm ($\pm 0,2$).

Os painéis devem apresentar os esquemas de pintura conforme itens 12.2 e 12.3.

Os ensaios somente podem ser aplicados ao painel, após 24 horas de secagem da pintura.

13.3.30.1 Ensaio de aderência

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11003 ou ISO 2409 ou ASTM D3359.

Constitui falha se a amostra não apresentar no mínimo, o grau de aderência:

- Método A: X_1Y_1 ; ou
- Método B: Gr_1 .

13.3.30.2 Ensaio de brilho



Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do regulador.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM D523.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de brilho de inferior a 55 ou superior a 65.

13.3.30.3 Ensaio de espessura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10443 ou ISO 19840.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de espessura inferiores aos especificados nos itens 12.2 e 12.3.

13.3.30.4 Ensaio de impermeabilidade

O ensaio consiste em:

- a) Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a 37,8 °C ($\pm 1,0$), por período mínimo de 480 horas;
- b) Após este período, o painel deve ser ensaiado conforme os procedimentos da ASTM D870.


Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de empolamentos ou defeitos similares.

13.3.30.5 Ensaio de névoa salina

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do regulador.

O ensaio consiste em:

- a) Fazer um corte (com entalhe vertical) no painel, rompendo a camada de tinta até a base, conforme ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227;

- 
- b) Após o corte no painel, o mesmo deve ser exposto ao ensaio de nevoa salina, conforme ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227, por período mínimo de 500 horas. O painel deve ser mantido em ângulo de 15° a 30°;
- c) Após este período, o painel deve ser ensaiado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Empolamento ou defeitos similares;
- Penetração superior a 4,0 mm.

13.3.30.6 Ensaio de resistência ao líquido isolante

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte interna do regulador.

O ensaio consiste em:

- a) Imergir o painel em líquido isolante, conforme item 9.1, a temperatura de 110 °C ($\pm 2,0$ °C), por período mínimo de 106 horas.
- b) Após este período, deve ser feito uma inspeção visual no painel.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de alterações das características da pintura, como machas, empolamentos ou defeitos similares.

13.3.30.7 Ensaio de resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO₂

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do regulador.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8096 ou ASTM D1654 ou ISO 22479, com atmosfera de 2,0S, e estar em conformidade com:

- a) Corte (com entalhe vertical) no painel, rompendo a camada de tinta até a base, conforme ensaio de nevoa salina;

b) Painel deve ser mantido em ângulo de 15° a 30°.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Empolamento ou defeitos similares;
- Penetração superior a 4,0 mm.

13.3.30.8 Ensaio de resistência marítima

Este ensaio é exclusivo para pintura da parte externa do transformador e aplicado aos reguladores de uso exclusivos das áreas de ambiente agressivo.

O ensaio consiste em:

- a) Corte (com entalhe vertical) no painel, rompendo a camada de tinta até a base, conforme ensaio de nevoa salina;
- b) Após o corte, o painel deve ser mantido em ângulo de 45°, com a face traçada voltada para o mar, a uma distância deste de até 30 (trinta) metros do limite da maré alta, por período mínimo de 6 (seis) meses;
- c) Após este período, o painel deve ser ensaiado conforme os procedimentos da ASTM D1014.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Empolamento ou defeitos similares;
- Penetração superior a 4,0 mm.

13.3.30.9 Ensaio de umidade

O ensaio consiste em:

- a) Expor de forma contínua em uma câmara com umidade relativa de 100 % e temperatura ambiente de 40 °C ($\pm 1,0$), por período mínimo de 250 horas. O painel deve ser mantido em ângulo de 15° a 30°.

- b) Após este período, o painel deve ser ensaiado conforme os procedimentos da ASTM D1735.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de empolamentos ou defeitos similares.

13.3.31 Ensaio do sistema de controle

O ensaio e os resultados deve ser conforme os procedimentos da ETU-519.1.

13.3.32 Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC)

O ensaio e os resultados deve ser conforme os procedimentos da ETU-519.1.

13.4 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;

- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

14 PLANOS DE AMOSTRAGEM

14.1 Ensaios de tipo e especiais


O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais, devem seguir as orientações da IEC 60076-21 ou IEEE C57.15, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado em 3 (três) amostras.

14.2 Ensaios de recebimento

É importante observar que amostras que tenham sido submetidas a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizadas em serviço.

14.2.1 Inspeção geral



O plano de amostragem para o ensaio de inspeção geral deve seguir as orientações de 100 % (cem por cento) das amostras contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

14.2.2 Verificação dimensional

O plano de amostragem para o ensaio de verificação dimensional deve seguir as orientações de 3 (três) amostras, por tipo de regulador de tensão, nível de tensão (kV) e potência nominal (kVA), contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

14.2.3 Ensaio de elevação de temperatura

O plano de amostragem para os ensaios de aquecimento deve seguir as orientações de 2 (duas) amostras, por tipo de regulador de tensão, nível de tensão (kV) e potência nominal (kVA), contidas na Ordem de Compra de Materiais (OCM) por Unidade de Negócio da Energisa.

14.2.4 Ensaio físico-químico do óleo

O plano de amostragem para os ensaios físico-químico do óleo deve seguir as orientações da ABNT NBR 8840 ou IEC 60475.

14.2.5 Ensaio de proteção da caixa auxiliar, do sistema de controle e de compatibilidade eletromagnética (EMC)

O plano de amostragem para os proteção da caixa auxiliar, do sistema de controle e de compatibilidade eletromagnética (EMC) deve ser de 1 (uma) amostra em cada 100 unidades de um mesmo lote.

No caso de o lote não ser múltiplo exato de 100, fica dispensado do ensaio do sublote restante com número de unidades menor que 20.

14.2.6 Demais ensaios



O plano de amostragem para os ensaios de recebimento do lote está estabelecido na Tabela 8 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 280 unidades.

15 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

15.1 Ensaios de tipo e especiais

Os ensaios de tipo e especiais serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.


15.2 Ensaios de recebimento

O lote inspecionado será aceito se:

- a) Nos ensaios de recebimento, os resultados dos ensaios estiverem com os critérios estabelecidos na Tabela 12;
- b) Os resultados dos ensaios de recebimento estiverem compatíveis com os correspondentes dos demais ensaios de tipo e com os valores garantidos pelo fabricante no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.

Em um lote rejeitado no recebimento, será dado ao fornecedor o direito de ensaiar individualmente todos os equipamentos, eliminando os defeituosos e apresentar os demais para novos ensaios de recebimento na presença do inspetor, neste caso, a nova amostragem fica a critério da Energisa, para confirmar os resultados dos relatórios dos ensaios feitos pelo próprio fabricante.

Caso aprovado, as unidades defeituosas devem ser substituídas por novas. E em caso de nova reprova, o lote será recusado por completo.



A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fornecedor de cumprir as datas de entrega prometidas. Se a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fornecedor não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Energisa se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

NOTA:

LIX. Para unidades defeituosas que porventura possam ser recuperadas e/ou retrabalhadas, e que sejam aprovadas em todos os ensaios, podem ser encaminhados a Energisa para uso no Sistemas Elétricos de Potência (SEP).

16 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

17 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
15/07/2017	1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Versão inicial da ETU-108 - Projeto Malha Logística - Frente D, esta norma substitui a NDU-022 (Reguladores de Tensão)
06/11/2019	2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão dos reguladores de tensão monofásicos para área de corrosão atmosféricas; • Inclusão dos reguladores de tensão monofásicos para ligações em delta fechado; • Alteração no layout dos desenhos.
15/07/2020	3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração de layout do texto/desenho; • Inclusão: <ul style="list-style-type: none"> ○ Reguladores de tensão monofásicos; ○ Anexo 2; ○ Informação sobre IED.
01/07/2022	4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão geral; • Inclusão dos itens 6.10, 6.11, 7.14, 7.15, Anexos 3 e 4, Desenhos 12 e 13; • Alteração dos itens 7.6, 7.7, 8 (total), 9.3 e 11. • Remoção do item 8.19 (capa protetora para terminal do equipamento); • Desmembramento da Tabela 1; • Alteração do item “Classe de Tensão” nas Tabelas.
01/02/2025	5.0	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação da Especificação Técnica conforme Lei Federal N.º 14.250, de 25/11/2021 e Resolução normativa ANP N.º 900, de 18/11/2022; • Inclusão dos itens 6, 7.4, 7.13, 9.3 e 13.3.23; Anexo 5; Desenho 12. • Alteração dos itens 7.10, 9.4, 9.5, 9.7 e 10.2; • Inclusão de normas internacionais para ensaios, alternativos aos ensaios da ABNT; • Remoção das Tabelas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Características do óleo isolante após contato sem equipamento (Óleo mineral); ○ Características do óleo isolante após contato com equipamento - Óleo mineral; ○ Características dos materiais de vedação.

18 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/06/2025 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

19 TABELAS

TABELA 1 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, assíncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)			
690832	Assíncrono	Estrela Aterrado	11,4	6,582	15,0	144	219	- 5 % a + 15 %	Cinza claro - Munsell N 6.5	EMR / ESS

TABELA 2 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)	(%)		
690231	Síncrono	Estrela aterrado	11,4	6,582	15,0	66	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EMR / ESS
690232						132	200			
690309						144	219			
690233						198	300			
690667						216	328			
690668						288	438			
690234	Síncrono	Estrela aterrado	13,8	7,967	15,0	76	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO
690235						159	200			

TABELA 2 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)			
690669	Síncrono	Estrela aterrado	13,8	7,967	15,0	167	219	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO
690236						239	300			
690670						250	328			
690671						333	438			
690310						416	546			
690237	Síncrono	Estrela aterrado	22,0	12,702	24,2	144	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EMR / EMS
690238						288	200			
690239						432	300			
690672						576	400			
690240	Síncrono	Estrela aterrado	34,5	19,919	36,2	200	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO
690241						400	201			
690673						667	334			
690674						833	418			

TABELA 3 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão estrela aterrada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)	(%)		
690828	Síncrono	Estrela aterrado	13,8	7,967	15,0	76	100	± 10	Cor azul - RAL 5012	EPB / ESSE
690829						167	219			
690830						250	328			
690831						333	438			

TABELA 4 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão delta fechada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)			
690311	Síncrono	Delta fechado	13,8	13,8	15,0	138	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO
690312						276	200			
690772						414	300			
690308						552	400			
690773	Síncrono	Delta fechado	34,5	34,5	36,2	345	100	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO
690774						693	201			
690775						1.152	334			

TABELA 4 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão delta fechada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes não-agressivos - Continuação

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)			
690796	Síncrono	Delta fechado	34,5	34,5	36,2	1.442	418	± 10	Cinza claro - Munsell N 6.5	EAC / EMS / EMT / EPB / ERO / ESE / ESS / ETO

TABELA 5 - Características elétricas dos reguladores de tensão monofásicos, síncrono, para conexão delta fechada, com óleo mineral isolante (OMI) para ambientes agressivos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Para conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Classe de tensão	Potência nominal	Corrente nominal	Faixa de regulação	Cor	Empresa
			(kV)			(kVA)	(A)			
690833	Síncrono	Delta fechado	13,8	13,8	15,0	138	100	± 10	Cor azul - RAL 5012	EPB / ESE
690834						276	200			
690836						414	300			
690827						552	400			

TABELA 6 - Exemplos de limites de tensões de operação incluindo suas respectivas tolerâncias

Tipo de conexão	Tensão nominal do sistema	Tensão nominal do regulador	Relação nominal do TP ou terciário
	(V)		
Estrela aterrada	11.400	6.582	54,85
	13.800	7.967	66,30
	22.000	12.702	105,85
	34.500	19.919	166,00
Delta fechado	13.800	13.800	115,00
	34.500	34.500	287,50

NOTA:

- I. Quando não for obtida a relação constante desta coluna, poderá ser necessário um transformador auxiliar adicional.

TABELA 7 - Níveis de isolamento

Classe de tensão	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		Tensão suportável nominal de frequência industrial durante 1 minuto	Espaçamentos mínimos em ar	
	Pleno	Cortado		Fase-terra	Fase-fase
(kV _{ef})	(kV _{cr})		(kV _{ef})	(mm)	
15,0 / 15,5	110	121	34	150	170
24,2 / 27,0	150	165	50	200	230
36,2 / 38,0	170	187	70	300	330

NOTA:

- I. Quando reguladores monofásicos forem ligados em estrela, o neutro do banco de reguladores deve ser aterrado adequadamente ou, se possível, ligado ao neutro do sistema. A ligação de reguladores em triângulo é comumente recomendada em sistemas onde o neutro não é acessível.

TABELA 8 - Limites de elevação de temperatura

Enrolamentos		Óleo	Partes metálicas	
Método da variação da resistência	Ponto mais quente dos enrolamentos		Em contato com a isolação sólida ou adjacente à mesma	Não em contato com a isolação sólida e não adjacente à mesma
(°C)				
55	65	50 (Nota 2)	Não devem atingir temperaturas superiores a máxima especificada para o ponto mais quente da isolação adjacente ou em contato com esta.	A temperatura não deve atingir em nenhum caso, valores que venham danificar estas partes, outras partes ou materiais adjacentes.

NOTAS:

- I. Os materiais isolantes devem ser adequados para o limite de elevação de temperatura em que o regulador é enquadrado;
- II. Medida próxima à superfície do óleo.

TABELA 9 - Níveis máximos de ruído

Potência nominal do regulador	Nível máximo de ruído
(kVA)	(dB)
Até 100	51
101 a 300	55
301 a 500	60
501 a 750	61
750 a 1.000	62
1.001 a 1.500	64

TABELA 10 - Características elétricas das buchas isolantes

Tensão máxima do equipamento	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 min	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		Distância de arco externo (mín.)	Distância de escoamento (mín.)
		Pleno	Cortado		
(kV _{ef})		(kV _{cr})		(mm)	
15,0	34	110	121	155	375
24,2	60	150	165	225	605
36,2	80	200	220	280	905

NOTA:

- I. Para reguladores de tensão de área de poluição atmosférica, classe IV (4), devem ser fornecidos buchas isolantes de 24,2 kV ou 36,2 kV.

TABELA 11 - Informações constantes no QR-CODE

Linha	Significado da informação	Número de caracteres	Gravação no QR-CODE
1	Código do regulador	10 numéricos	Ex.: 0020004412
2	CRC do fabricante	10 numéricos	Ex.: 0001234567
3	Referência do material (do fabricante)	máximo 30 (alfanuméricos, hifens, barras, espaço)	O mesmo da homologação dos materiais
4	Dia/mês/ano de fabricação	10 (numéricos e barras)	Ex.: DD/MM/AAAA
5	Número de série	conforme padrão do fornecedor	
6	Número de fases	02 numéricos	Ex.: 05
7	Potência nominal (kVA)	03 numéricos	Ex.: 300
8	Tensão nominal (kV)	4 (numéricos e virgula)	Ex.1: 34,5 Ex.2: 19,9
9	Corrente nominal (A)	6 (numérico)	Ex.: 000400
10	Número de patrimonial	10 numéricos	Ex.: 5603002010
11	Número da ordem de compra	15 (alfanuméricos, espaço e barras)	Ex.: 4400004444/2016

TABELA 12 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> • Corrente de excitação; • Fator de potência do isolamento; • Funcionamento do comutador; • Impedância de curto-circuito; • Nível de ruído; • Perdas em carga e perdas em vazio; • Polaridade; • Relação de tensão; • Resistência de isolamento; • Resistência dos enrolamentos; 				<ul style="list-style-type: none"> • Aderência e espessura da pintura; • Dispositivo de alívio de pressão (DAP); • Estanqueidade e resistência a pressão a frio; • Junta de vedação; • Revestimento de zinco; • Revestimento dos terminais de ligação; • Torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> • Impulso atmosférico; • Descargas parciais; • Rádio-interferência; • Tensão induzida; • Tensão suportável nominal. 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re	
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.						
2 a 15	-	2	0	1	-	2	0	1	2	0	1	
16 a 25	1 ^a	3	0	2	-	2	0	1	3	0	1	
	2 ^a		1	2								
26 a 50	1 ^a	5	0	2	-	2	0	1	3	0	1	
	2 ^a		1	2								
51 a 90	1 ^a	8	0	3	-	3	0	1	5	0	1	
	2 ^a		3	4								

TABELA 12 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> • Corrente de excitação; • Fator de potência do isolamento; • Funcionamento do comutador; • Impedância de curto-circuito; • Nível de ruído; • Perdas em carga e perdas em vazio; • Polaridade; • Relação de tensão; • Resistência de isolamento; • Resistência dos enrolamentos; 				<ul style="list-style-type: none"> • Aderência e espessura da pintura; • Dispositivo de alívio de pressão (DAP); • Estanqueidade e resistência a pressão a frio; • Junta de vedação; • Revestimento de zinco; • Revestimento dos terminais de ligação; • Torque nos terminais. 				<ul style="list-style-type: none"> • Impulso atmosférico; • Descargas parciais; • Rádio-interferência; • Tensão induzida; • Tensão suportável nominal. 		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 6,5 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S1 NQA 6,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 1,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
91 a 150	1 ^a	13	1	4	-	3	0	1	5	0	1
	2 ^a		4	5							
151 a 280	1 ^a	20	2	5	1 ^a	5	0	2	8	0	1
	2 ^a		6	7	2 ^a		1	2			
281 a 500	1 ^a	32	3	7	1 ^a	8	0	2	8	0	1
	2 ^a		8	9	2 ^a		1	2			




TABELA 12 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Legenda:

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 13 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipos de ensaios
13.3.1	Inspeção geral	RE
13.3.2	Verificação dimensional	RE
13.3.3	Ensaio de resistência dos enrolamentos	RE / E
13.3.4	Ensaio de polaridade	RE / E
13.3.5	Ensaio de relação de tensões	RE / E
13.3.6	Ensaio de perdas	RE / E
13.3.7	Ensaio de corrente de excitação	RE / E
13.3.8	Ensaio de tensão de impedância de curto-circuito	RE / E
13.3.9	Ensaio de impulso atmosférico	T / E
13.3.10	Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial	T / RE / E
13.3.11	Ensaio de tensão induzida	RE / E
13.3.12	Ensaio de resistência do isolamento	RE / E
13.3.13	Ensaio de fator de potência do isolamento	RE / E
13.3.14	Ensaio de resistência elétrica dos enrolamentos	RE / E
13.3.15	Ensaio de elevação de temperatura	T / RE / E
13.3.16	Ensaio de curto-circuito	T / E
13.3.17	Ensaio de nível de ruído	T / RE / E
13.3.18	Ensaio de tensão de rádio-interferência	T / E
13.3.19	Ensaio de descargas parciais	T / E
13.3.20	Ensaio de estanqueidade e resistência à pressão	RE / E
13.3.21	Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação	T / E
13.3.22	Ensaio de proteção da caixa auxiliar	RE / E
13.3.23	Ensaio do dispositivo de alívio de pressão (DAP)	RE / E
13.3.24	Ensaio do comutador	RE / E
13.3.25	Ensaio das juntas de vedação	RE / E
13.3.26	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	RE / E
13.3.27	Ensaio de medição da espessura do revestimento do terminal de ligação	RE / E
13.3.28	Ensaio de torque dos parafusos	RE / E

TABELA 13 - Relação de ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipos de ensaios
13.3.29	Ensaio físico-químico do líquido isolante	T / RE / E
13.3.30	Ensaio para verificação da pintura do tanque	T / RE
13.3.31	Ensaio do sistema de controle	RE / E
13.3.32	Ensaio de compatibilidade eletromagnética (EMC)	RE / E

Legenda:

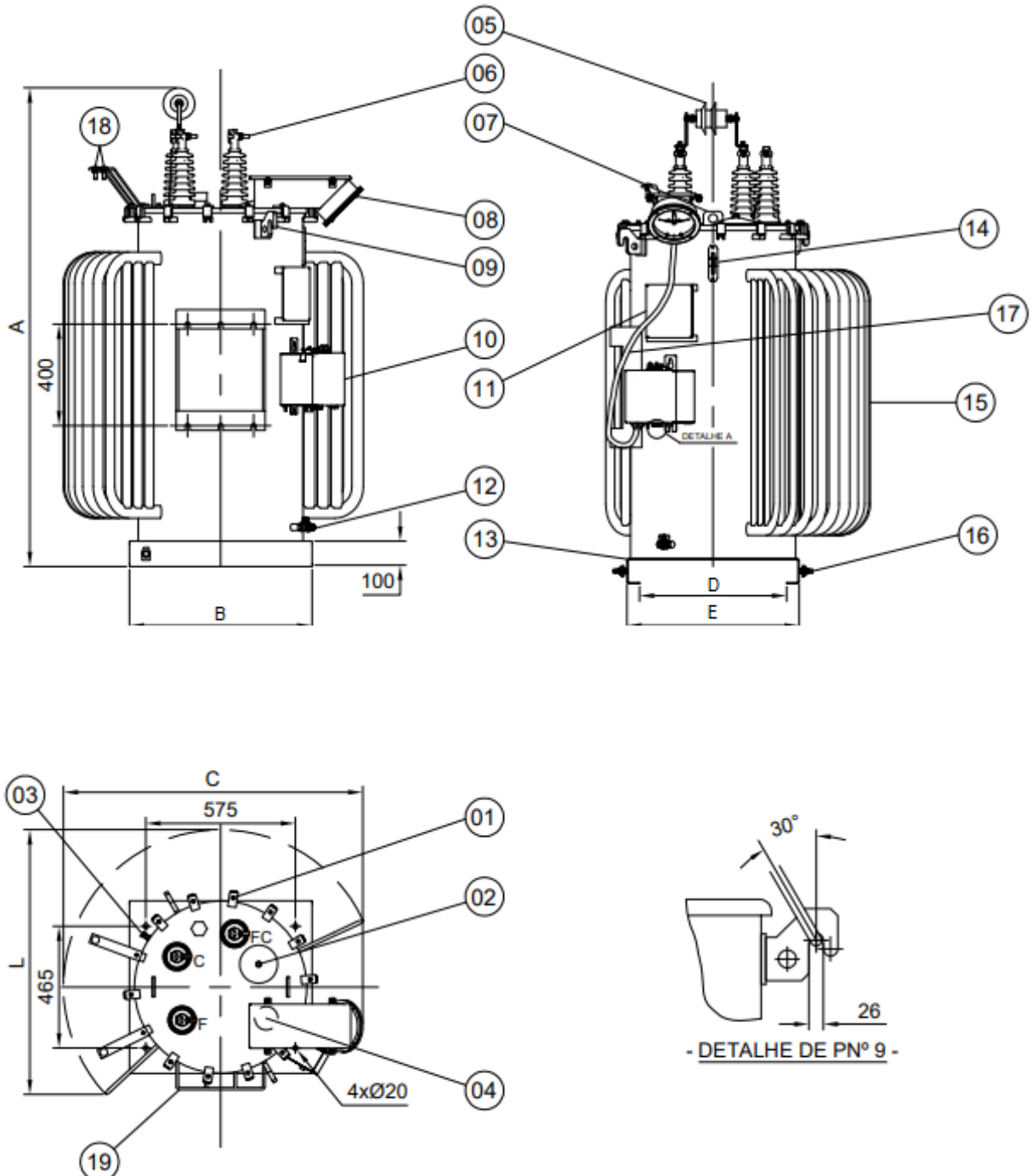
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

20 DESENHOS

DESENHO 1 - Características dimensionais - Vista geral e acessórios



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 1 - Características dimensionais - Vista geral e acessórios - Continuação

Legenda:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1) Presilha de fixação da tampa | 10) Caixa auxiliar |
| 2) Janela de inspeção | 11) Placa de identificação |
| 3) Dispositivo de alívio de pressão | 12) Válvula de drenagem |
| 4) Bloco de passagem do terminal | 13) Base para instalação plataforma |
| 5) Para-raios proteção by-pass | 14) Visor do nível do óleo |
| 6) Isolador tipo bucha | 15) Radiador tipo tubo elíptico |
| 7) Olhal para suspensão da parte ativa | 16) Terminal de aterramento |
| 8) Indicador mecânico de posições | 17) Cabo de interligação |
| 9) Gancho de suspensão total | |

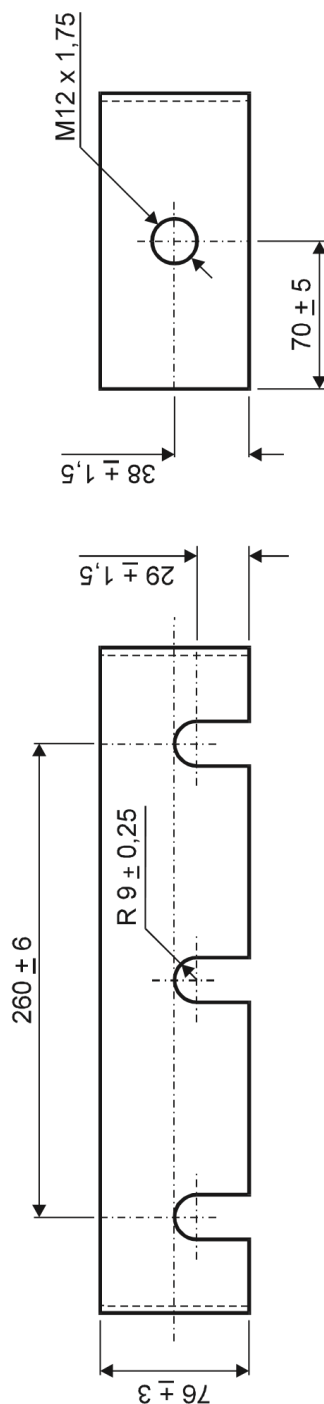
		Dimensões		
		15,0 kV	24,2 kV	36,2 kV
		(mm)		
Cotas orientativas	A	2.200	2.400	2.400
	B	800	850	900
	C	1.300	1.450	1.450
	D	670	720	770
	E	770	820	870
	L	1.300	1.550	1.550

NOTAS:

- II. O indicador de posição digital poderá, opcionalmente, ficar dentro da caixa de controle;
- III. Pequenas variações serão aceitas.

DESENHO 2 - Suporte para fixação dos reguladores no poste

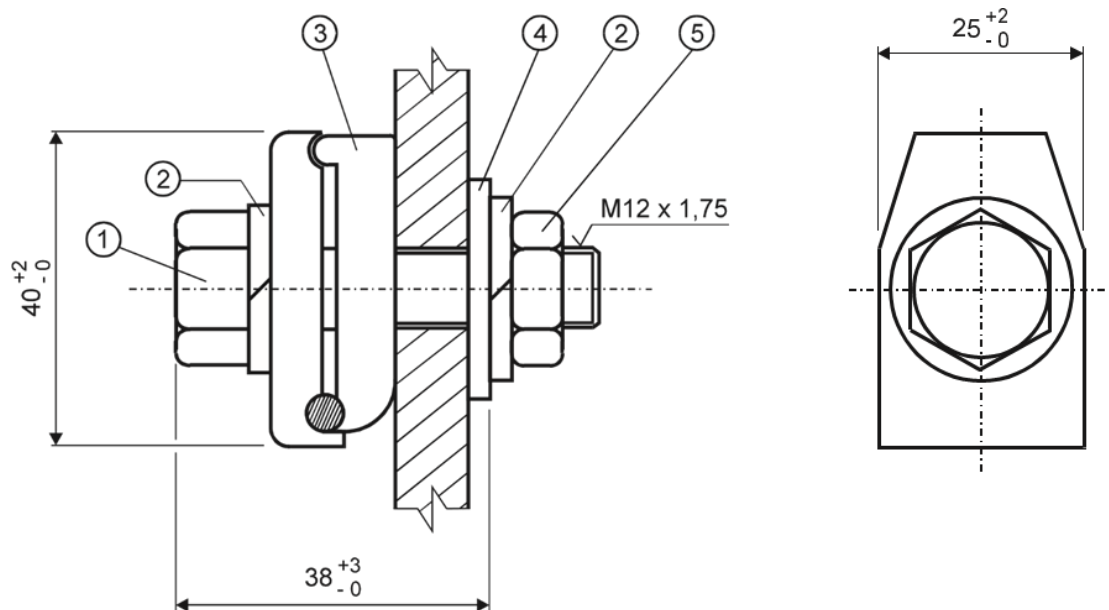
Suporte superior e inferior



NOTA:

- I. Outros dimensionais poderão ser utilizados, desde que, previamente aprovado pela Energisa.

DESENHO 3 - Dispositivo de aterramento



Legenda:

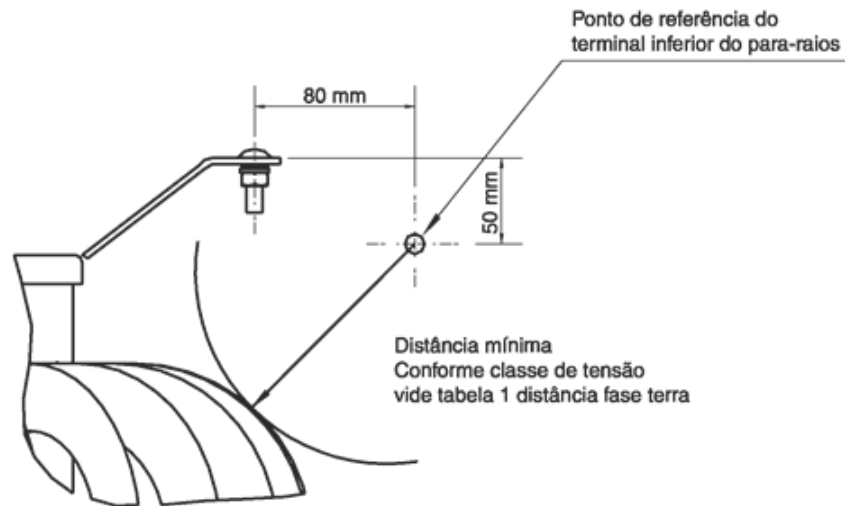
- 1) Parafuso de cabeça sextavada: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre;
- 2) Arruelas de pressão: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou bronze fosforoso;
- 3) Conector: liga de cobre com teor de cobre superior a 85 %, teor de zinco inferior a 6,0 %, condutividade elétrica mínima de 25 % IACS a 20 °C e estanhagem com espessura mínima da camada de estanho de 8,0 µm;
- 4) Arruela lisa: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre;
- 5) Porca sextavada: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre.

NOTAS:

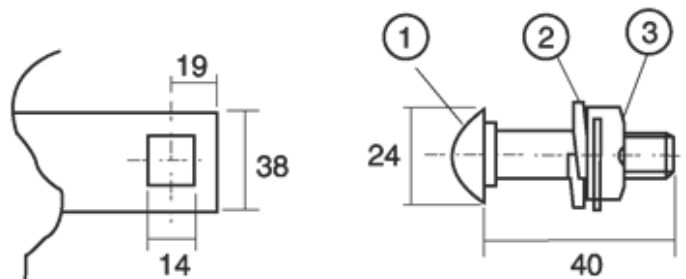
- I. As características mecânicas devem estar conforme a ABNT NBR 5370.
- II. O conector deve permitir a colocação e a retirada do condutor de maior seção sem a necessidade de desmontá-lo.

DESENHO 4 - Suporte para fixação de para-raios

Suporte para fixação de para-raios



Componentes do suporte de para-raios



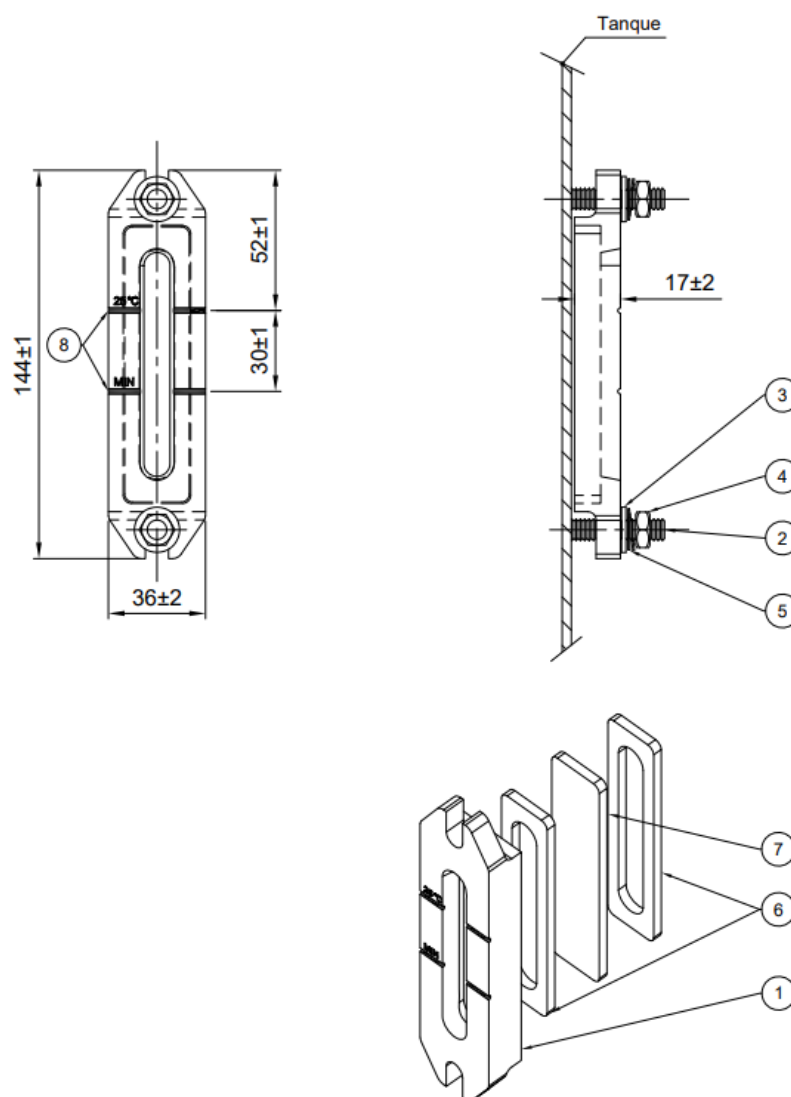
Legenda

- 1) Parafuso de cabeça abaulada, pescoço quadrado M12 x 1,75 com 40 mm de comprimento, em aço-carbono, revestido de zinco por imersão a quente;
- 2) Arruela de pressão de aço-carbono, zincada por imersão a quente;
- 3) Porca sextavada, rosca M12, aço-carbono, zincada por imersão a quente.

NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 5 - Visor de nível de óleo



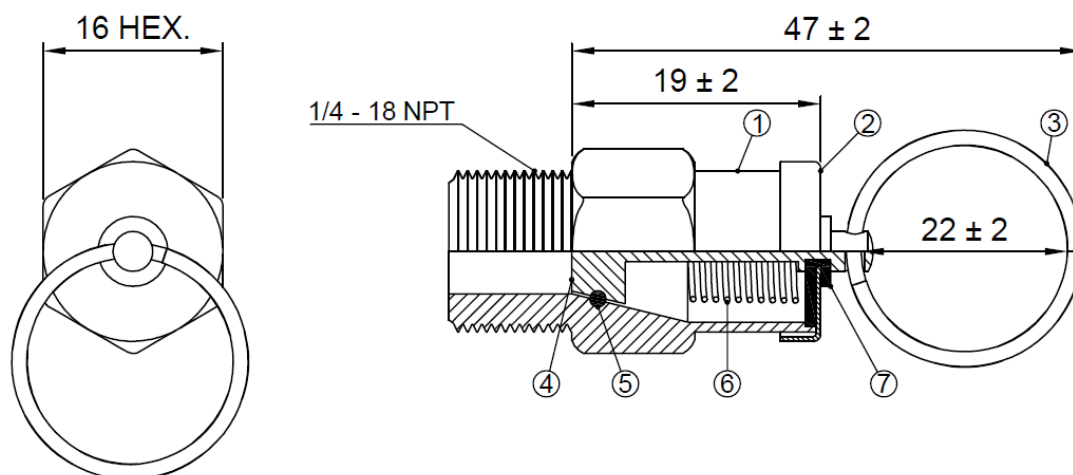
Legenda:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Corpo em alumínio; | 5. Arruela pressão bronze fosforoso M8; |
| 2. Prisioneiro inox M8 x 30 mm; | 6. Junta de borracha; |
| 3. Arruela lisa latão M8; | 7. Vidro temperado; |
| 4. Porca sextavada latão M8; | 8. Marcação dos níveis. |

NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 6 - Dispositivo de alívio de pressão



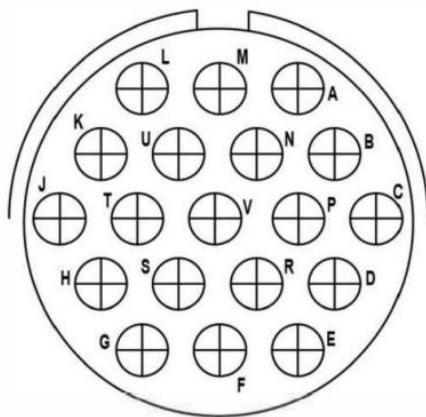
NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

Legenda

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Corpo em latão | 5. Anel interno em borracha nitrílica |
| 2. Disco externo de vedação | 6. Mola interna em aço inoxidável |
| 3. Anel externo para acionamento manual | 7. Guia em aço inoxidável |
| 4. Êmbolo em latão | |

DESENHO 7 - Detalhe do soquete/pino para interface universal do painel de controle

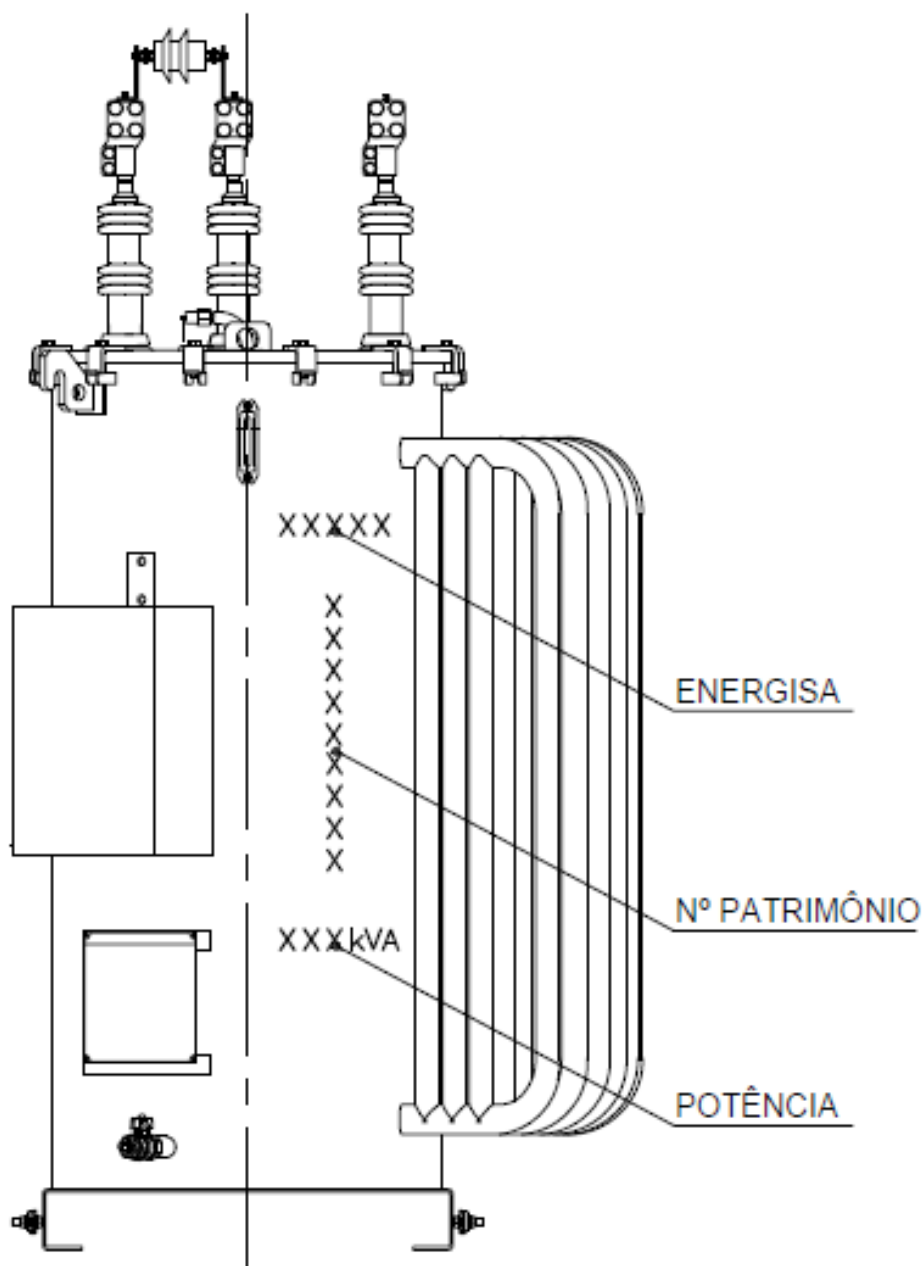


Pino	Função	Pino	Função
A	Neutro	L	Reset dos ponteiros de arraste do indicador externo de posições
B	Contato do contador de operações com acionamento para neutro	M	Circuito de feedback dos circuitos de elevação e descida do motor do comutador de derivação
C	Contato do interruptor de luz neutra com acionamento para neutro	N	Contato do interruptor de luz neutra fechando para fase
D	TC secundário (polaridade)	P	Alimentação de tensão (bucha "S")
E	TC secundário	R	Alimentação de tensão CA auxiliar
F	Alimentação de tensão (bucha "L")	S	Aberto
G	Circuito do motor do comutador "Elevar"	T	Aberto
H	Circuito do motor do comutador "Abaixar"	U	Aberto
J	Circuito do capacitor do motor do comutador "Elevar"	V	Aberto
K	Circuito do capacitor do motor do comutador "Abaixar"		

NOTA:

- I. Pinos abertos estão disponíveis para circuitos adicionais entre o aparelho e o controle especificado pelo comprador. Os circuitos devem ser documentados e a compatibilidade com outros controles ou aparelhos é verificada.

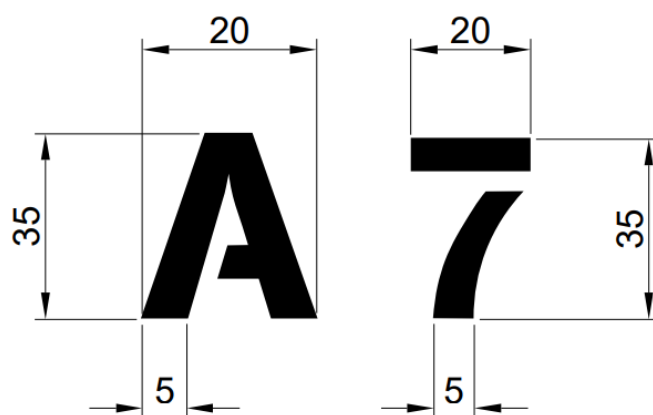
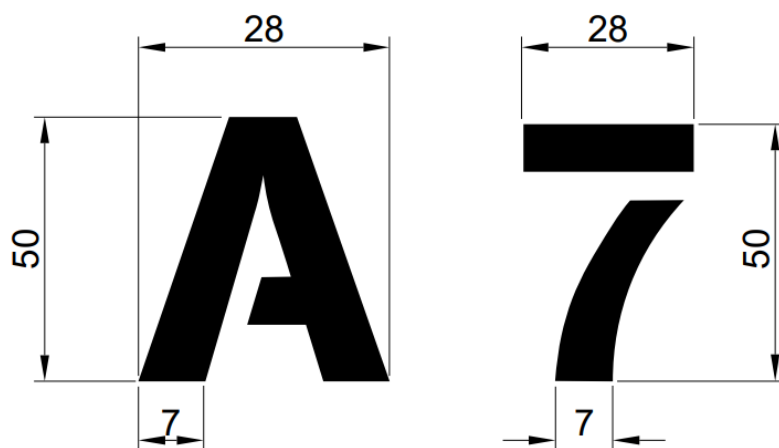
DESENHO 8 - Codificação do regulador



NOTAS:

- I. O nome ENERGISA, o N.º PATRIMÔNIO e a POTÊNCIA deve ser pintado com tinta indelével na cor preta notação Munsell N1;
- II. Caso não for possível pintar na vertical por falta de espaço, pintar na horizontal em local visível.

DESENHO 9 - Modelo das letras e números

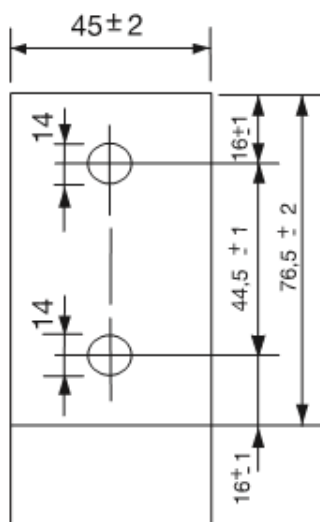


NOTAS:

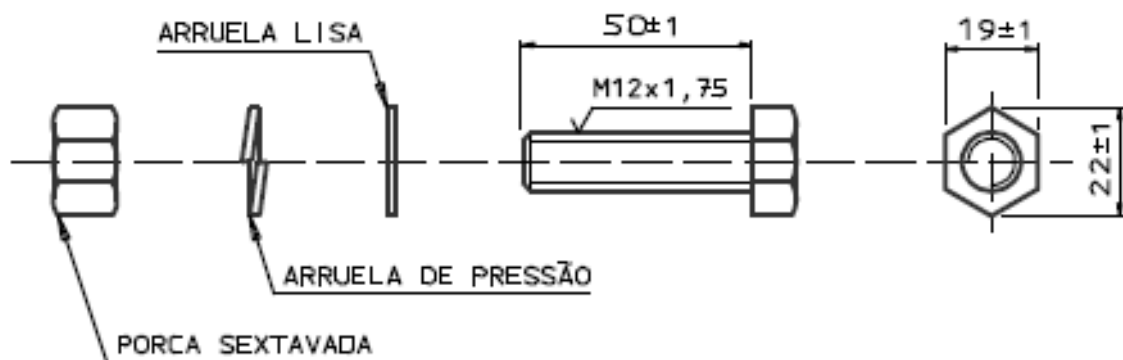
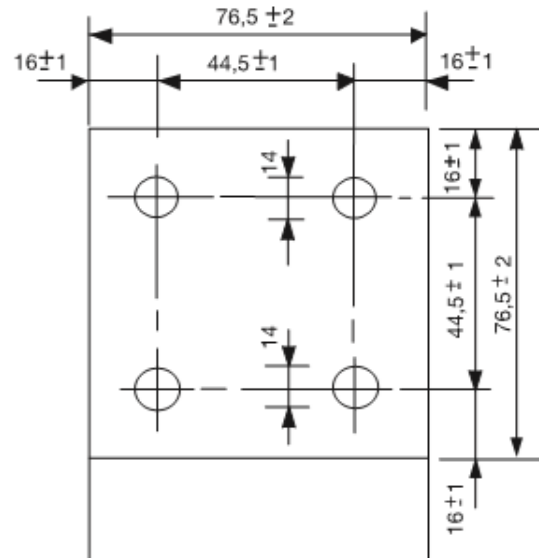
- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Outros modelos de letras e números podem ser aceitos, mediante aprovação previa da Energisa.

DESENHO 10 - Furacão e dimensões da superfície de transferência dos terminais de ligação e parafusos de fixação do conector

Padrão NEMA 2 furos



Padrão NEMA 4 furos



NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 11 - Modelo de etiqueta autoadesiva “ISENTO DE PCB”.

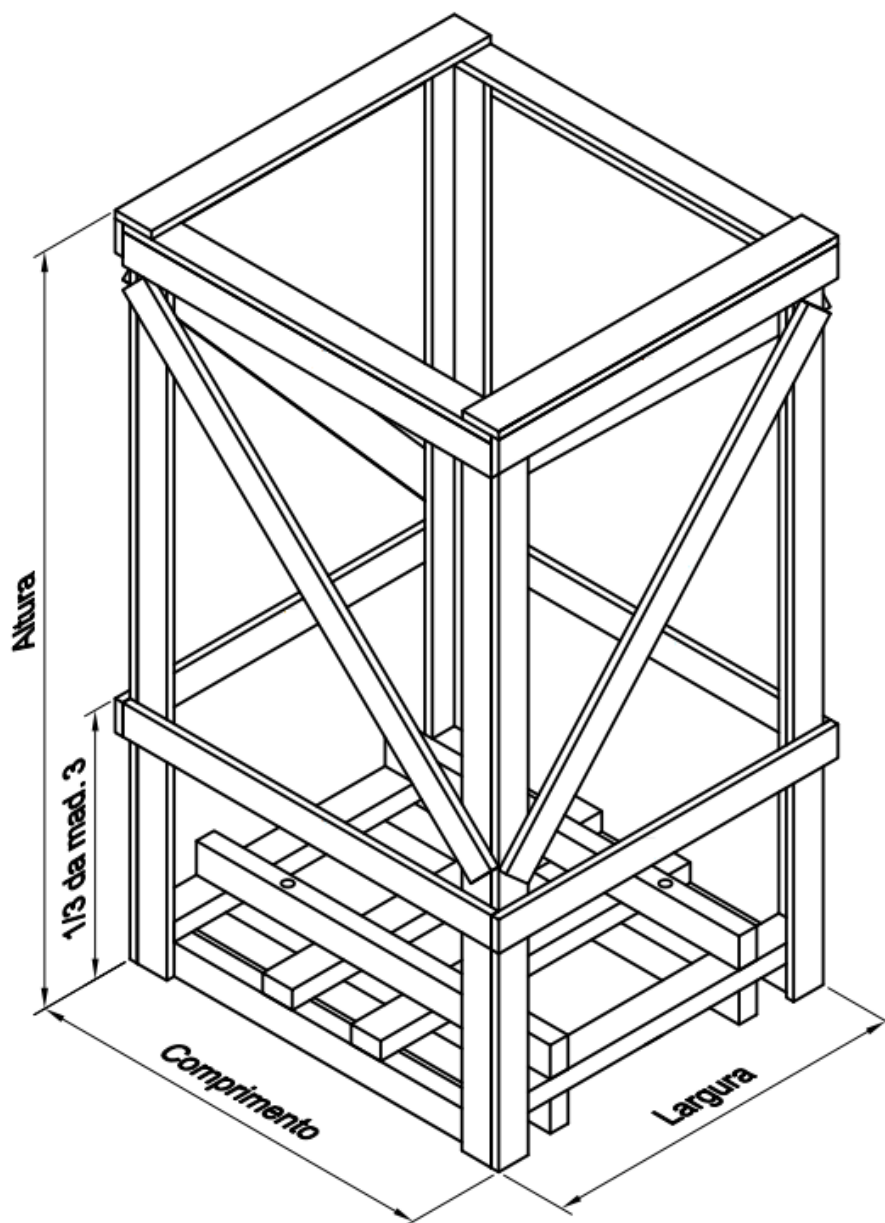


NOTAS:

- I. Medidas em milímetros (mm);
- II. Etiqueta autocolante para uso ao tempo;
- III. Todas as letras são em fonte padrão Arial.

DESENHO 12 - Embalagem de transporte tipo engradado (modelo)

Estrutura da embalagem de transporte com a base



Os dimensionais da embalagem de transporte tipo engradado devem ser conforme projeto do fabricante, admitidos as tolerâncias de ± 50 mm para a largura e comprimento, e ± 25 mm para altura.

A espessura das réguas de madeira utilizadas na confecção da embalagem deve ser, no mínimo, de 25 mm.

21 ANEXOS

ANEXO 1 - Código do relé de controle e proteção (IED)



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Descrição

ANEXO 2 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

REGULADOR DE TENSÃO P/ REDE DISTRIBUIÇÃO ATÉ 36,2 KV

Tipo do Regulador de Tensão:

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo ou modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Potência nominal:	kVA
4	Potência passante:	kVA
5	Níveis de tensão:	
5.1	a) Tensão nominal:	kV
5.2	b) Classe de tensão:	kV
5.3	c) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	
5.3.1	• Onda plena:	kV _{cr}
5.3.2	• Onda plena reduzida:	kV _{cr}
5.3.3	• Onda cortada:	kV _{cr}
5.4	d) Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto:	kV _{ef}
5.5	e) Tensão de curto-circuito a _____ °C:	
5.5.1	• Na base _____ kV:	%
5.5.2	• Na derivação _____ kV:	%
5.6	f) Máxima tensão de rádio interferência:	
6	Perdas máximas referidas a 75 °C:	µV
6.1	a) Em carga:	W
6.2	b) Em vazio:	W

ANEXO 2 - Quadro de dados técnicos e características garantidas -
Continuação


Item	Descrição	Características / Unidades
6.3	c) Totais:	W
7	Frequência nominal:	Hz
8	Corrente de excitação máxima (% da corrente passante):	%
9	Elevação de temperatura:	
9.1	a) Nos contatos:	°C
9.2	b) No enrolamento:	°C
9.3	c) No óleo próximo à superfície:	°C
10	Isolamento com papel termo estabilizado (sim/não):	
11	Faixa de regulação nominal:	
11.1	a) Assíncrono:	%
11.2	b) Síncrono:	%
13	Nível de ruído:	dB
14	Material:	
14.1	a) Enrolamentos:	
14.2	b) Contatos:	
14.2.1	• Tipo:	
14.2.2	• Material:	
14.3	c) Terminais:	
14.3.1	• Tipo:	
14.3.2	• Material:	
14.4	d) Líquido isolante:	
14.4.1	• Tipo/Designação:	
14.4.2	• Características:	l
14.4.3	• Volume:	
14.5	e) Juntas de vedação:	
15	Chapas - Espessura:	
15.1	a) Tampa:	mm
15.2	b) Corpo:	mm

ANEXO 2 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
15.3	c) Fundo:	mm
15.4	d) Tubos, radiadores ou aletas:	mm
16	Informar o método de preparo da chapa, tratamento anticorrosivo, e esquema de pintura interna e externa a serem utilizados:	
17	Dispositivo de alívio de pressão:	
17.1	a) Pressão de alívio:	kPa
17.2	b) Pressão de vedação:	kPa
17.3	c) Taxa de vazão:	L/s
17.4	d) Taxa de admissão de ar:	
17.5	e) Temperatura de operação:	°C
18	Tipo de resfriamento:	
19	Massas:	
19.1	a) Parte ativa:	kg
19.2	b) Tanque e tampa:	kg
19.3	c) Líquido isolante:	kg
19.4	d) Total:	kg
20	Embalagem:	
20.1	a) Tipo de embalagem:	
20.2	b) Quantidade de unidade:	
20.3	c) Peso da embalagem:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;



ANEXO 2 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

ANEXO 4 - Inspeção geral dos reguladores de tensão

Na inspeção geral dos reguladores devem ser verificados, no mínimo, os aspectos e características apresentados a seguir:

1) Tanque:

a) Parte interna:

- ✓ Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
- ✓ Marcação do nível do óleo isolante;
- ✓ Ausência de sujeiras no fundo do tanque, tais como borra, celulose, limalha, areia etc.;
- ✓ Ausência de ferrugem no tanque e nos radiadores;
- ✓ Ausência de respingos da pintura externa;
- ✓ Inspeção visual da pintura (inclusive radiadores ou tubos)

b) Parte externa:

- ✓ Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura;
- ✓ Marcação dos terminais de primários e secundários, conforme item 12.4;
- ✓ Simbologia dos reguladores, conforme item 12.5;
- ✓ Numeração de patrimônio, conforme item 7.8;
- ✓ Marcação do número de série na alça de suspensão e na tampa.

2) Núcleo:

- a) Ausência de oxidação e borras;
- b) Aterramento;
- c) “Gaps” e empacotamento.

ANEXO 4 - Inspeção geral dos reguladores de tensão - Continuação

3) Bobinas:

- a) Ausência de deformação por aperto excessivo dos tirantes, calços etc.;
- b) Rigidez mecânica das bobinas e dos calços;
- c) Canais para circulação de óleos desobstruídos;
- d) Flexibilidade dos cabos de interligação às buchas do primário;
- e) Verificação do tipo de papel utilizado;
- f) Qualidade do enrolamento: uniformidade, ausência de remonte de espiras, impregnação.

4) Tirantes, barras de aperto e olhais para suspensão:

- a) Inspeção visual da pintura;
- b) Ausência de oxidação nas partes não pintadas;
- c) Rigidez mecânica dos tirantes e barras de aperto;
- d) Qualidade e localização dos olhais para suspensão da parte ativa;
- e) Ausência de isolamento nas áreas de contato de fixação da parte ativa ao tanque;
- f) Marcação do número de série.

NOTA:

- I. Caso haja acompanhamento de fabricação por parte da Energisa, a inspeção visual da parte ativa dos reguladores pode ser realizada durante a fabricação, a critério do inspetor.

