

Cubículo de média tensão (CMT)

Especificação Técnica Unificada

ETU - 146

Versão 0.0 - Novembro / 2019



Apresentação

Esta especificação estabelece as características elétricas e mecânicas dos cubículos de média tensão.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta especificação técnica é a versão 0.0, datada de novembro de 2019.

João Pessoa - PB., novembro de 2019.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Engapl - Engenharia de Aplicação

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





Equipe técnica de elaboração

Anderson Paiva de Figueiredo

Grupo Energisa

Marlon Torres Salmeirão

Energisa Tocantins

Dario Marinho

Energisa Tocantins

Werneck Lebre Dias

Energisa Tocantins

Lucas Leandro Muller

Energisa Tocantins



Aprovação técnica

Ademário de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Alessandro Brum

Energisa Tocantins

Tercius Cassius Melo de Moraes

Energisa Mato Grosso

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVO.....	9
1.2	CÓDIGOS E EQUIPAMENTOS	9
2	NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS.....	12
2.1	NORMA DE SAÚDE, SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE	13
2.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA	13
2.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	14
2.4	NORMAS TÉCNICAS GRUPO ENERGISA	15
3	UNIDADES E IDIOMAS.....	16
4	ENVIO E ENTREGA DE DOCUMENTAÇÃO E EQUIPAMENTO.....	16
4.1	DOCUMENTAÇÃO	16
4.2	EQUIPAMENTOS	16
4.3	EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO	17
5	PROCEDIMENTOS GERAIS	18
5.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO	18
5.2	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	19
5.2.1	Tensões auxiliares disponíveis	20
5.3	INTERCAMBIALIDADE	20
5.4	DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÕES TÉCNICAS	20
5.4.1	Documentação e características técnicas - proposta comercial.....	20
5.4.2	Documentos e informações técnicas - após a adjudicação do contrato ..	21
5.4.3	Recomendações para o manual de instruções.....	22
6	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	23
6.1	INFORMAÇÕES GERAIS	23
6.2	ESCOPO DO FORNECIMENTO.....	24
6.2.1	Condição de interligação das unidades funcionais	27
6.2.2	Dispositivo para extração e transporte (carrinho suporte para disjuntor extraível) 28	
6.2.3	Equipamentos de proteção e medição	28
6.3	REQUISITOS CONSTRUTIVOS	29
6.3.1	Requisitos estruturais e de segurança	29
6.3.2	Invólucros.....	30
6.3.3	Compartimentação.....	31
6.3.4	Sistema de supervisão do conjunto de manobra em invólucro metálico .	31
6.3.5	Requisitos de arco interno	32
6.3.6	Acessibilidade	34

6.3.7	Aspectos ambientais	35
6.3.8	Proteção anticorrosiva e pintura	36
6.3.9	Cabos e conexões.....	37
6.3.10	Buchas das unidades funcionais.....	37
6.4	IDENTIFICAÇÃO E SINALIZAÇÃO	38
6.4.1	Placas de identificação	39
6.5	BARRAMENTOS	40
6.5.1	Requisitos gerais dos barramentos e conexões.....	40
6.5.2	Requisitos do isolamento de barramentos e conexões.....	41
6.5.2.1	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo.....	41
6.5.2.2	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás.....	41
6.6	EQUIPAMENTOS AUXILIARES	42
6.7	FIAÇÃO, BLOCOS DE CONEXÃO, TERMINAIS E DIAGRAMAS	43
6.7.1	Fiação	43
6.7.2	Blocos de conexão e terminais	43
6.8	TRANSFORMADORES DE CORRENTE	45
6.9	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.....	46
6.9.1	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo.....	46
6.9.2	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás.....	48
6.10	DISJUNTORES	48
6.11	CHAVE DE ATERRAMENTO	49
6.12	SECCIONADORA DE TRÊS POSIÇÕES	50
6.13	ATERRAMENTO	51
6.13.1	Aterramento transformadores para instrumentos.....	51
6.14	INTERTRAVAMENTOS.....	52
6.14.1	Intertravamentos mecânicos para proteger os operadores contra descargas acidentais de energia armazenada	52
6.14.2	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo	52
6.14.2.1	Intertravamento do disjuntor.....	52
6.14.2.2	Intertravamento da chave de aterramento.....	53
6.14.3	CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás	54
6.14.3.1	Intertravamento da seccionadora de três posições.....	54
7	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 15 KV.....	55
7.1	QUADRO: REQUISITOS GERAIS DAS UNIDADES FUNCIONAIS E SEUS COMPONENTES.....	55
7.2	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS DISJUNTORES - CORRENTE NOMINAL	56
7.3	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DA UNIDADE FUNCIONAL TRANSIÇÃO BARRA/BARRA OU BARRA/CABO.....	56
7.4	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO	57
8	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 24 KV.....	57
8.1	QUADRO: REQUISITOS GERAIS DAS UNIDADES FUNCIONAIS E SEUS COMPONENTES.....	57

8.2	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS DISJUNTORES - CORRENTE NOMINAL	58
8.3	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DA UNIDADE FUNCIONAL TRANSIÇÃO BARRA/BARRA OU BARRA/CABO.....	58
8.4	REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO ..	59
9	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 36 KV	59
9.1	QUADRO: REQUISITOS GERAIS DAS UNIDADES FUNCIONAIS E SEUS COMPONENTES.....	59
9.2	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS DISJUNTORES - CORRENTE NOMINAL	60
9.3	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DA UNIDADE FUNCIONAL TRANSIÇÃO BARRA/BARRA OU BARRA/CABO.....	60
9.4	QUADRO: REQUISITOS ESPECÍFICOS DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO	61
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	61
10.1	REQUISITOS GERAIS.....	62
10.2	ENSAIOS DE ROTINA	63
10.2.1	Inspeção	63
10.2.2	Unidades funcionais	64
10.2.3	Disjuntores	65
10.2.4	Transformadores de corrente	65
10.2.5	Transformadores de potencial	65
10.2.6	Seccionadora de três posições	66
10.2.7	Ensaio após montagem no campo	66
10.3	ENSAIOS DE TIPO	66
10.3.1	Geral	66
10.3.2	Unidades funcionais montadas	67
10.3.3	Disjuntores	68
10.3.4	Transformadores de corrente	69
10.3.5	Transformadores de potencial	69
10.3.6	Chave de aterramento	70
10.3.7	Seccionadora de três posições	70
10.4	PROGRAMA DE ENSAIOS DE TIPO.....	71
10.5	TREINAMENTO.....	72
11	FALHAS NO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS.....	72
12	PEÇAS SOBRESSALENTES, CONSUMÍVEIS E FERRAMENTAS ESPECIAIS.....	73
13	GARANTIAS DE DESEMPENHO PARA O FORNECIMENTO E PENALIZAÇÕES	74
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	75
15	VIGÊNCIA	75
16	ANEXOS	76
	ANEXO A - Unidade funcional	76



ANEXO B - Disjuntor	78
ANEXO C - Transformadores de potencial	82
ANEXO D - Transformadores de corrente	85
ANEXO E - Seccionadora de três posições	88

1 INTRODUÇÃO

Definir os requisitos técnicos gerais que deverão constar na proposta de fornecimento às empresas do grupo Energisa, dos cubículos de média tensão de 11,4 até 36 kV.

1.1 Objetivo

Esta especificação apresenta as exigências gerais, para o projeto, fabricação, montagem na fábrica, ensaios de rotina e de tipo, montagem em obra, comissionamento, e ensaios em campo do conjunto de manobra em invólucro metálico isolados a ar com dispositivos de interrupção à vácuo ou em gás SF₆ de 15 kV, 24 kV e 36 kV.

1.2 Códigos e equipamentos

Esta ETU tem também a finalidade de definir o código de compra apropriado para cada equipamento conforme segue:

Tipo/Código	Descrição
TR 13,8 kV - 2.500 A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 1600/1800/2600-5A - 2x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - TP 13800/√3-115-115/√3 - 2x0,3P75 - PR - Barramento 2.500 A - Saída/Entrada de Cabos
AL 13,8 kV - 630 A - A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 2.500 A - Saída/Entrada de Cabos
BC 13,8 kV - 630 A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20 - PR - Barramento 2.500 A - Saída/Entrada de Cabos

Tipo/Código	Descrição
TAux 13,8 kV - 630 A - A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - Fusível 16A - PR - Barramento 2.500 A - Saída/Entrada de Cabos
TAux 13,8 kV - 630 A - B	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Chave seccionadora fusível 16A - PR - Barramento 2.500 A
TIE 13,8 kV - 2.500 A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 1600/1800/2600-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 2.500 A - Saída/Entrada de Cabos
IB 13,8 kV - 2.500 A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 1600/1800/2600-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 2.500 A
Subida/Descida de barra 13,8 kV	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Subida/Descida do barramento - Conexão por barramento interno ao CMT
TR 13,8 kV - 630 A	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 2x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - TP 13800/√3-115-115/√3 - 2x0,3P75 - PR - Barramento 630 A - Saída/Entrada de Cabos
AL 13,8 kV - 630 A -B	Coluna de MT 13,8 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 630 A - Saída/Entrada de Cabos
TR 22 kV - 1.250 A	Coluna de MT 22 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 600/1200-5A - 2x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - TP 22000/√3-115-115/√3 - 2x0,3P75 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
AL 22 kV - 630 A - A	Coluna de MT 22 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos

Tipo/Código	Descrição
BC 22 kV - 630 A	Coluna de MT 22 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TAux 22 kV - 630 A - A	Coluna de MT 22 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - Fusível 16A - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TAux 22 kV - 630 A - B	Coluna de MT 22 kV composto por: - Chave seccionadora fusível 16A - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TIE 22 kV - 1.250 A	Coluna de MT 22 kV composto por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 600/1200-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
IB 22 kV - 1.250 A	Coluna de MT 22 kV composto por: Primeira composta por: - Disjuntor 2.500 A 25 kA - TC 600/1200-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 1.250 A
Subida/Descida de barra 22 kV	Coluna de MT 22 kV composto por: - Subida/Descida do barramento - Conexão por barramento interno ao CMT
TR 34,5 kV - 1.250	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 1.250 25 kA - TC 600/1200-5A - 2x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - TP 34500/√3-115-115/√3 - 2x0,3P75 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
AL 34,5 kV - 630 A - A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos

Tipo/Código	Descrição
BC 34,5 kV - 630 A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TAux 34,5 kV - 630 A - A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - Fusível 16A - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TAux 34,5 kV - 630 A - B	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Chave seccionadora fusível 16A - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
TIE 34,5 kV - 1.250 A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 1.250 25 kA - TC 600/1200-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 1.250 A - Saída/Entrada de Cabos
IB 34,5 kV - 1.250 A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: Primeira composta por: - Disjuntor 1.250 25 kA - TC 600/1200-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 2.500 A
Subida/Descida de barra 34,5 kV	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Subida/Descida do barramento - Conexão por barramento interno ao CMT
ENTRADA 34,5 kV - 630 A	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Subida de cabos - PR - Barramento 630 A - Saída/Entrada de Cabos
TR 34,5 kV - 630 A -B	Coluna de MT 34,5 kV composto por: - Disjuntor 630 A 25 kA - TC 400/600/800-5A - 1x50VA 10P20+1x50VA 0,3 - PR - Barramento 630 A - Saída/Entrada de Cabos

2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para

referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

2.1 Norma de saúde, segurança e meio ambiente

- NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 17 - Ergonomia;
- NR 12 - segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

2.2 Norma técnica brasileira

- ABNT NBR 6323 - galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - especificação
- ABNT NBR 6855 - transformador de potencial indutivo - especificação
- ABNT NBR 6856 - transformador de corrente - especificação
- ABNT NBR 7289 - cabos de controle com isolamento sólida, extrudada com polietileno (PE) ou cloreto de polivinila (PVC), para tensões até 1 kV - especificação
- ABNT NBR 7398 - produtos de aço ou ferro fundido - verificação do revestimento de zinco - verificação da aderência - método de ensaio
- ABNT NBR 7399 - produtos de aço ou ferro fundido - verificação do revestimento de zinco - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - método de ensaio
- ABNT NBR 7400 - produtos de aço ou ferro fundido - verificação do revestimento de zinco - verificação da uniformidade do revestimento - método de ensaio
- ABNT NBR 7571 - seccionadores - características técnicas e dimensionais

- ABNT NBR 10020 - transformadores de potencial de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - características elétricas e construtivas
- ABNT NBR 10021 - transformadores de corrente de tensão máxima de 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV - características elétricas e construtivas
- ABNT NBR 10443 - tintas e vernizes - determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - método de ensaio
- ABNT NBR 11003 - tintas - determinação da aderência - método de ensaio
- ABNT NBR 11835 - acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV
- ABNT NBR 11902 - hexafluoreto de enxofre - especificação
- ABNT NBR 14643 - corrosão atmosférica - classificação da corrosividade de atmosferas
- ABNT NBR IEC 60529 - grau de proteção para invólucros de equipamentos elétricos - especificação
- ABNT NBR IEC 60694 - especificações comuns para as normas de equipamentos de manobra de alta tensão e mecanismo de comando - especificação
- ABNT NBR IEC 62271-102 - equipamentos de alta tensão parte 102 - seccionadores e chaves de aterramento - especificação
- ABNT NBR IEC 62271-200 - conjunto de manobra e controle de alta-tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até 52 kV - especificação

2.3 Norma técnica internacional

- ANSI/IEEE 386 - separable insulated connectors systems for power distribution systems above 600v

- ASTM A123/A123M - standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
- ASTM D2472 - standard specification for hexafluoride
- CENELEC EN 50089 - cast resin partitions for metal enclosed gas filled high-voltage swiTCgear and controlgear
- DIN 42600 - instrument transformers for 50 Hz, insulation class 0,5 to 45 n (highest system voltages 0,6 to 52 kV) - general directions
- IEC 62271-103 - high-voltage swiTCgear and controlgear - part 103: swiTChes for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- ISO 2409 - paints and varnishes - cross-cut test
- 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
- NEMA SG1 - electric power connectors

2.4 Normas técnicas grupo Energisa

- Norma de relé de proteção - Energisa
- ETU 102 transformador de instrumentos de se - especificações gerais
- ETU 103 disjuntor de se - especificações gerais;
- Norma de transformadores para instrumentos de média tensão - Energisa

NOTAS:

- I. As normas da Energisa devem prevalecer sobre as demais em caso de conflito.

- 
- II. Caso seja utilizado normas distintas das citadas acima para o projeto e/ou fabricação dos equipamentos, eles serão aceitos desde que os requisitos utilizados sejam, pelo menos, iguais aos requisitos das normas acima. Em caso de divergências das notas acima, só será aceito em caso de acordo prévio com a Energisa.
 - III. No local da inspeção, devem estar à disposição do inspetor da Energisa todos os documentos solicitados por esta norma.

3 UNIDADES E IDIOMAS

As unidades de medidas do sistema internacional de unidades serão usadas para as referências da proposta, inclusive na descrição técnica, especificações, desenhos e quaisquer documentos ou dados adicionais. Qualquer valor indicado, por conveniência, em outro sistema de medidas, deverá ser indicado também em unidades do sistema internacional de unidades.

Todas as instruções escritas, dizeres em desenhos definitivos e relatórios dos ensaios apresentados pelo fornecedor serão redigidos em português. Serão aceitos em português, inglês ou espanhol, folhetos, artigos, publicações e catálogos.

4 ENVIO E ENTREGA DE DOCUMENTAÇÃO E EQUIPAMENTO

4.1 Documentação

Toda documentação técnica a ser enviada pelo fornecedor para a Energisa, deverá ser através de meio magnético, em extensão que possa ser utilizada pelo Autocad da Autodesk, Word / Excel / Ms Project da Microsoft, Acrobat e em outra extensão, desde que aceita pelas empresas do grupo Energisa, sob consulta.

4.2 Equipamentos



Os equipamentos devem ser adequadamente acondicionados para transporte salvaguardando a integridade física e funcional deles.

Para equipamentos que contenham painéis elétricos com dispositivos de desumidificação, o fornecedor deverá prover na embalagem um ponto elétrico para alimentação do respectivo dispositivo, devendo inclusive informar a tensão de alimentação.

Após a embalagem do equipamento, caso haja necessidade de acondicionamento em vários volumes, deverá ser disponibilizado um romaneio contendo a descrição e quantidade de acessórios existentes em cada volume, sendo encaminhado em conjunto com a documentação de informações técnicas solicitadas.

Todo equipamento e/ou acessórios deverão ser enviados pelo fornecedor para o destino, contendo, em local externo e visível da embalagem as seguintes informações:

- Número da Ordem de Compra de Materiais (OCM);
- Número da nota fiscal;
- Número de série dos equipamentos;
- Obra de destino em destaque;
- Número sequencial da caixa ou peça;
- Peso bruto e líquido.

4.3 Embalagem e armazenamento

O método de embalagem deve: facilitar as operações de forma segura para os operadores e equipamentos, ser fechada e adequada para o armazenamento ao tempo e movimentação por meio de içamento e empilhadeiras, proteger o conteúdo contra danos e quebra durante o embarque, desembarque e transporte da fábrica ao local de instalação. As embalagens devem ser robustas e com absorvedores de



umidade. Elas devem ser apropriadas para transporte rodoviário em estradas não pavimentadas.

As embalagens, se aplicável, devem possuir uma tomada para ligação das resistências de aquecimento. Essa tomada deve possuir identificação com potência e tensão.

No interior e no exterior da embalagem deve conter um exemplar do romaneio em invólucro plástico lacrado e resistente a intempéries. Deve ser possível a conferência nos transportes e armazenamentos durante todo o transporte. Adicionalmente, cada embalagem deve conter identificação de face superior, símbolo de içamento, centro de gravidade, símbolo de proteção contra umidade, símbolo de frágil e número de remontagens permitidas.

Deve ser embalado de maneira individual cada cubículo com todos os seus pertences. Caso tenha algum componente que possa ser danificado se transportados montados, eles devem ser embalados separadamente e identificados.

Todas as pequenas peças, bem como chaves, ferramentas, terminais etc., devem ser acondicionados em caixas lacradas, protegidas com papel impermeabilizado ou equivalente e reforçadas com tiras de aço.

Devem ser compridas, rigorosamente, todas as legislações aplicáveis ao transporte. Dentre as normas, ressaltamos a legislação ambiental brasileira e demais legislações estaduais e municipais.

5 PROCEDIMENTOS GERAIS

5.1 Condições de serviço

Os equipamentos abrangidos por esta especificação deverão ser adequados para as seguintes condições de serviço:

- Altitude: não superior a 1000 metros acima do nível do mar;
- Clima: tropical;

- Velocidade máxima de vento: 130 km/h;
- Temperatura ambiente: +5 a +40 °C;
- Máxima temperatura média 24 horas: 40 °C;
- Umidade relativa: até 100 %;
- Nível de poluição: não inferior ao nível II - médio;

Os equipamentos serão instalados em ambiente internos.

Caso o fornecimento especifique que a aplicação será na Energisa Sergipe ou Energisa Paraíba, cuidados especiais deverão ser considerados pelo fornecedor, pois o equipamento será instalado no litoral, região com grau de salinidade extremamente elevado

5.2 Características do sistema

Ressaltamos que os cubículos de média tensão possuem tensão nominal inferior a 34,5 kV.

Dados técnicos	Valores de referência						
Tensão máxima eficaz	15	24,2	36,2	52	72,5	92,4	145
Tensão nominal eficaz	11,4 / 13,8	22	34,5	40	69	88	138
Número de fases	3						
Frequência nominal	60 Hz						
Neutro	Aterrado sem eficácia garantida						
Tensão suportável à frequência industrial 60 Hz - 1 min - kV	34	50	70	95	140	180	275
Tensão induzida - kV	34	50	70	95	140	180	275
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno - kV crista	110	150	200	250	350	450	650
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico cortado - kV crista	121	165	220	275	385	495	715

5.2.1 Tensões auxiliares disponíveis

Tensões auxiliares de corrente alternada:

- 220 v ± 10 %, 60 Hz, trifásico a quatro fios, neutro aterrado para as empresas Energisa Minas Gerais, Nova Friburgo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Borborema, Sergipe e Sul Sudeste;
- 380 V ± 10 %, 60 Hz, trifásico a quatro fios, neutro aterrado para a Energisa Tocantins;

Tensão auxiliar de corrente contínua:

- 125 v $+10$ % - 20 % para todas as empresas.

5.3 Intercambialidade

Os equipamentos do mesmo tipo e mesmas características eletromecânicas nominais deverão ser intercambiáveis física e eletricamente.

Os equipamentos serão projetados e construídos de modo a permitir a intercambialidade de suas partes com unidades similares.

5.4 Documentação e informações técnicas

A documentação técnica fornecida relacionada a esta ETU deverá estar em língua portuguesa e deverá utilizar o sistema métrico de unidades internacional. Os desenhos devem apresentar, pelo menos: dados característicos (potência, corrente, tensão, peso, modelo, classe etc.), identificando os equipamentos, componentes e subcomponentes das unidades funcionais.

5.4.1 Documentação e características técnicas - proposta comercial

No pedido de compra será definido quais dos documentos abaixo são obrigatórios para cada processo.

- a) Relatórios de ensaios de tipo;

- 
- b) Deverá ser fornecido o arranjo proposto do CMT em corte e planta. O desenho deverá indicar todos os componentes, transições de saídas de todas as colunas (alimentadores, serviço auxiliar, banco de capacitor, transformador de força, interligação de barramento...), dispositivos de alívio de pressão, sistema de aterramento, blocos de terminais da fiação acessórios. Além das informações acima, deve ser indicado: pesos e dimensões de todos os componentes do CMT;
- c) Os procedimentos e cuidados para prevenção de riscos ao pessoal e ao meio ambiente, quando do manuseio do gás SF₆ e seus subproduto. As vedações e os materiais aplicados no conjunto de manobra devem ser inertes ao gás e seus subprodutos. (apenas em caso de fornecimento de CMT com sistema de interrupção isolado a gás SF₆)
- d) Anexos A, B, C, D, E e F preenchidos;
- e) Lista de referências.

5.4.2 Documentos e informações técnicas - após a adjudicação do contrato

Deverá ser fornecido a documentação abaixo completa após a adjudicação do contrato. Além dos documentos abaixo, poderá ser solicitado desenhos e dados complementares, caso se identifique necessário ao longo da avaliação/aprovação da documentação ou após aprovação (em casos de esclarecimentos adicionais).

- Dados técnicos garantidos;
- Diagrama unifilar e trifilar do CMT. Diagramas de iluminação interna do cubículo, esquemáticos dos cubículos de controle local, sinalização, aquecimento e demais diagramas de todos os disjuntores e seccionadoras, com os intertravamentos e limites de bloqueio em função da pressão;
- Desenhos dimensionais (incluindo dimensional para transporte). Faz parte dos desenhos dimensionais os desenhos de contorno e vistas longitudinais e transversais do CMT e das unidades funcionais, mostrando dimensões,



localização dos acessórios de supervisão e enchimento do gás SF₆ (caso aplicável), dispositivos de alívio de sobrepressão, materiais usados, dispositivos indicadores das posições dos contatos principais e de aterramento etc.; além dos desenhos do CMT deverá ser fornecido desenho de contorno e dimensões, cortes longitudinais e transversais dos terminais de média tensão da transição de saída das unidades funcionais;

- Diagramas esquemáticos e de fiação;
- Descritivo funcional;
- Lista de componentes elétricos e mecânicos;
- Lista de documentos e fornecimentos;
- Lista completa de peças de reserva;
- Relatórios de ensaios de tipo;
- Roteiro de montagem no campo;
- Programa de ensaios de tipo (se aplicável);
- Manual de instruções geral do CMT;
- Desenhos, catálogos e manuais de instruções do dispositivo de manuseio, tratamento e enchimento de SF₆ das unidades funcionais;
- Roteiros de inspeção e ensaios de rotina na fábrica, ensaios de tipo, vídeo mostrando detalhes de desmontagem, montagem e procedimentos de ajustes, manutenção e operação.
- Programa de treinamento (se aplicável).
- Plano de comissionamento e ensaios no campo;

5.4.3 Recomendações para o manual de instruções

Deverão ser fornecidos o manual de instruções (versão final) e os desenhos aprovados para cada equipamento com a devida aprovação da Energisa.

O manual de instruções deve conter informações completas sobre manuseio, montagem, testes no campo, orientações de operação e manutenção do equipamento, transporte, armazenamento e demais informações importantes para o equipamento. Além disso ele deve conter o manual dos principais componentes do cubículo (transformadores, disjuntores, chaves e seccionadora), além do manual do conjunto completo.

6 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

6.1 Informações gerais

Os conjuntos de manobra em invólucro metálico para subestações devem ser de uso interno, autoportante, tipo LSC2A ou LSC2B conforme classe de tensão (vide tabela abaixo), isolados a ar com dispositivos de interrupção à vácuo ou a gás SF₆, extraíveis ou desconectáveis, com barramentos ou cabos isolados nas entradas/saídas, conforme pedido de compra.

Dados técnicos	Valores exigidos		
Tensão máxima eficaz	15	24,2	36,2
Tensão nominal eficaz	11,4 - 13,8	22	34,5
Classe de divisão	PM*	PM	PM
Categoria de perda de continuidade de serviço (LSC*)	LSC2B	LSC2A / LSC2B	LSC2A / LSC2B
Classe de arco interno IAC	IAC A FLR	IAC A FLR	IAC A FLR
Disjuntor	Extraível	Desconectável / Extraível	Desconectável / Extraível

- PM: compartimentado usando divisórias metálicas
- LSCB (Loss of Service Continuity) perda de continuidade de serviço IEC 62271-200: esta categoria define a possibilidade de manter outros compartimentos energizados (em serviço) ao abrir um compartimento do circuito principal.



Os requisitos construtivos e elétricos aqui descritos devem ser atendidos. No projeto do CMT deve ser atendido o arranjo final da instalação do conjunto de manobra conforme descrito no pedido de compra e especificações técnicas da Energisa.

Em outras palavras, para fins de previsão de espaço e arranjo do conjunto de manobra na sala da subestação, deverá ser considerado a etapa final da subestação, cujo quantitativo será definido no pedido de compra e especificações técnicas da Energisa.

As subestações podem contemplar, conforme diagrama unifilar básico constante no pedido de compra, as seguintes unidades funcionais:

Os CMT's podem conter as seguintes unidades funcionais:

- Unidade funcional de entrada de transformador;
- Unidade funcional de saída de alimentador da rede de distribuição;
- Unidade funcional de saída do banco de capacitores;
- Unidade funcional de saída do transformador de serviço auxiliar;
- Unidade funcional de interligação do barramento;
- Unidade funcional de transição barra/cabo ou barra/barra para interligação de seções de barramento;
- Unidade funcional de proteção e medição.

No unifilar do pedido de compra ou especificação técnica é indicado quais unidades funcionais devem ser fornecidas.

6.2 Escopo do fornecimento

Faz parte do escopo de fornecimento:

- Projeto;

- Fabricação;
- Montagem e teste em fábrica;
- Ensaios de rotina;
- Comissionamento (caso solicitado pela Energisa);
- Ensaios de campo (caso solicitado pela Energisa);
- Montagem na obra (caso solicitado pela Energisa);
- Ensaios de tipo e ensaios especiais (caso solicitado pela Energisa);
- Todo e qualquer equipamento e serviço, mesmo que não descrito aqui, a fim de garantir o perfeito funcionamento do CMT;

A tabela abaixo apresenta os equipamentos/ componentes mínimos que cada unidade funcional deve possuir.

Descritivo dos componentes das unidades funcionais		
Item	Unidade funcional	Equipamentos principais
1	Transformador de força (entrada ou saída)	Disjuntor a vácuo ou isolado a SF6
		Transformadores de potencial para proteção e medição
		Transformadores de corrente para proteção e medição
		Chave de aterramento / Seccionador de três posições
2	Saída de Alimentador	Disjuntor a vácuo ou isolado a SF6
		Transformadores de corrente para proteção e medição
		Chave de aterramento / Seccionador de três posições
3	Saída do Banco de Capacitor	Disjuntor a vácuo ou SF6 para manobra e proteção de bancos de capacitores
		Transformadores de corrente para proteção
		Chave de aterramento/ Seccionador de três posições
4	Saída do Transformador de Serviço Auxiliar	Ou disjuntor a vácuo ou isolado a SF6 com fusível de proteção Ou chave fusível

Descritivo dos componentes das unidades funcionais		
Item	Unidade funcional	Equipamentos principais
		Chave de aterramento/ Seccionador de três posições
5	Interligação do Barramento	Disjuntor a vácuo ou isolado a SF6
		Transformadores de corrente para proteção
		Chave de aterramento/ Seccionador de três posições
6	Transição Barra/Cabo ou Barra/Barra para interligação de seções de barramento	Transformador de potencial protegido por fusíveis por seção de barra / Transformador de potencial por seção de barra
		Transformadores de corrente (se aplicável)
7	Proteção e Medição do barramento	Transformador de potencial
		Transformadores de corrente para proteção (se aplicável)

Os acessórios e sistemas que também devem compor o fornecimento estão indicados a seguir:

Os requisitos construtivos e elétricos de cada unidade funcional do CMT estão descritos abaixo.

Faz parte do fornecimento do CMT os acessórios e sistemas indicados a seguir.

- a) Sistemas de proteção e medição;
- b) Sistemas elétricos locais completos de: supervisão, controle, sinalização, alarme, iluminação, aquecimento e aterramento, para as unidades funcionais.

As unidades funcionais devem ser fornecidas com o gás com a pressão nominal de trabalho;

Deve ser possível visualizar de forma clara na parte frontal das unidades funcionais a posição do tipo (aterrado, aberto, fechado) do conjunto de manobra (seccionadoras e disjuntores)

Faz parte do fornecimento todos os componentes e peças solicitados, descritos explicitamente ou subentendidos, para completar o fornecimento descrito nesta



especificação. Todos os itens e componentes que não forem especificamente mencionados, mas que sejam usuais ou necessários para uma operação eficiente do equipamento objeto do fornecimento, devem ser considerados incluídos nesta especificação e devem ser fornecidos pelo proponente sem custos adicional.

É o propósito desta especificação, que os equipamentos, componentes, subcomponentes e acessórios auxiliares a serem fornecidos sejam, tanto quanto possível, de projeto padronizado e da linha normal de fabricação, sujeitos a um rígido controle e garantia de qualidade e de desempenho.

A fim de minimizar a necessidade de peças de reserva, todas as partes de um mesmo tipo de componente dos equipamentos a serem fornecidos devem ser idênticas e intercambiáveis entre si.

Somente serão aceitas unidades funcionais que possam ser adequadamente mantidas em serviço, sem incorrer em alto custo de estocagem de peças sobressalentes ou a inconveniência de interrupção do serviço dos equipamentos devido a inexistência/falta de peças sobressalentes disponíveis no fabricante.

6.2.1 Condição de interligação das unidades funcionais

As saídas/entradas dos CMT (alimentadores, banco de capacitores, serviços auxiliares ou transformador de força), devem ser com cabos isolados, localizadas na parte inferior destas unidades funcionais. Os cabos utilizados devem seguir as orientações do pedido de compra e especificações técnicas da Energisa.

Caso solicitado no pedido de compra, a interligação do circuito primário dos transformadores de força poderá ser realizada por meio de barramentos, no entanto, deve-se sempre que possível utilizar cabos isolados.

A interligação das extremidades dos barramentos e as transições (barra/cabo ou barra/barra) do conjunto de manobra podem ser realizadas através de cabos isolados ou barramentos em dutos. Para o caso de cabos o dimensionamento deve considerar um fator de 1,5 vezes a corrente de um barramento de cobre nu. Todas as terminações e ligações devem ser executadas pelo proponente. Em caso de



barramentos, da mesma forma que as unidades funcionais, seu invólucro deve ser a prova de arco interno e deve ser demonstrada a eficiência do projeto para essa suportabilidade.

6.2.2 Dispositivo para extração e transporte (carrinho suporte para disjuntor extraível)

- Para disjuntores de entrada de transformador e disjuntor de interligação (se aplicável);
- Para disjuntores de saída dos alimentadores, bancos de capacitores e serviço auxiliares;
- Para os transformadores de potencial e seus fusíveis.

A quantidade destes dispositivos está definida no pedido de compra, sendo no mínimo 1 (um) para cada um dos itens acima.

Caso o carrinho de extração do disjuntor seja o mesmo da sua estrutura suporte, o fornecedor deve garantir que sua retirada seja segura, devendo ser fornecido rampa embutida na própria unidade funcional.

6.2.3 Equipamentos de proteção e medição

Caso requerido no pedido de compra, as unidades funcionais devem ser fornecidas completas englobando os equipamentos de proteção (relés, chaves de aferição, botões de comando, e demais acessórios) e de medição (medidores, concentrador de comunicação, conversores e chaves de aferição).

Deve ser previsto espaço adequado no conjunto de manobra e controle para os equipamentos citados neste item, incluindo o seu cabeamento (cabos de controles, fibra ótica, dados etc.).

As informações técnicas sobre os equipamentos de proteção e medição constam nas especificações técnicas específicas deste escopo e demais especificações técnicas anexas ao pedido de compra.

6.3 Requisitos construtivos

O conjunto de manobra em invólucro metálico deve ser construído de acordo com a norma ABNT NBR IEC 62271-200 e ter as características construtivas abaixo especificadas.

6.3.1 Requisitos estruturais e de segurança

- a) O conjunto ais deve ter grau de proteção IP-3X.
- b) A estrutura do conjunto deve ser formada por placas metálicas de espessura mínima de 2 mm
- c) Deve-se reforçar as placas de aço das paredes, portas articuladas e painéis removíveis a fim de prevenir empenamento e vibração excessiva. Aplicado apenas aso paineis de placas de aço;
- d) Os compartimentos devem ser separados por barreiras metálicas e fechada em sua parte inferior, conforme ABNT NBR 62271-200;
- e) Quando indicado no pedido de compra, o CMT deverá ser projetado de tal forma que permita a ampliação a fim de se adequar ao arranjo futuro. A documentação técnica fornecida deve retratar a situação de expansão máxima, em caso de ser previsto mais de uma expansão.
- f) Os CMT's devem ter dimensões condizentes com a área destinada à sua aplicação, sendo esta área apresentada no projeto civil ou eletromecânico proposto na fase de proposta;
- g) A fim de evitar movimentação dos cabos e danos aos equipamentos e sustentação mecânica, deve ser previsto fixação por presilhas devidamente projetadas.
- h) A unidade funcional com disjuntor do tipo extraível, deve ser equipada com obturadores automáticos para abrirem e fecharem na posição de ensaio

(teste), protegendo os contatos principais. A extração do disjuntor pode ser por meios manuais ou motorizados.

- i) A unidade funcional com disjuntor do tipo extraível, deve ser fornecida com descanso/suporte para cada tomada multipolar utilizada, quando desconectada;

6.3.2 Invólucros

A superfície interna dos invólucros deve ser lisa, sem rebarbas, pontas e outras imperfeições. Devem ser capazes de suportar a pressão de enchimento, a máxima pressão de operação e a pressão de projeto sem deformações permanentes, mesmo sob vácuo.

Para os CMT com dispositivos de operação (seccionadora e disjuntor) isolados à SF₆, a resistência à pressão suportável do invólucro deve ser determinada por ensaios de pressão de ruptura de acordo com as normas internacionais aplicáveis. A pressão de ruptura do invólucro deve ser informada na proposta, devendo o proponente indicar os fatores de segurança em relação à pressão de projeto. A pressão de projeto é a pressão sob condições normais de operação à temperatura ambiente máxima com corrente nominal circulando no condutor principal.

Para os CMT com compartimentos isolados a SF₆, a retirada de produtos tóxicos resultantes da decomposição do SF₆ pelo arco elétrico deve ser feita com segurança tanto para o pessoal quanto para a instalação.

A rigidez dielétrica do conjunto de manobra deve ser tal que se tenha uma perfeita coordenação de isolamento de forma a garantir a aplicação das tensões de ensaios especificadas sem falhas.

Os invólucros devem resistir aos esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito do sistema.

Todas as partes pressurizadas devem ser certificadas quanto a:

- Materiais utilizados;

- Ensaaios de pressão hidrostática nos compartimentos;
- Processos apropriados de solda, inclusive qualificação dos soldadores por entidades oficiais às expensas do fornecedor.

Os certificados acima referidos, juntamente com os relatórios de ensaios respectivos devem ser fornecidos ao inspetor credenciado pela Energisa.

6.3.3 Compartimentação

Para os CMT com dispositivos de interrupção (seccionadora e disjuntor) isolados à SF₆, a divisão das unidades funcionais em compartimentos deve assegurar que:

- A perda de gás SF₆ seja menor que 1 % ao ano em peso do conteúdo total do gás por compartimento e que a estanqueidade entre compartimentos adjacentes seja imune a diferença de pressão entre as divisórias;
- Após a montagem a identificação da sequência de fases deve ser realizada de forma a indicar claramente a posição da mesma;
- Os invólucros resistam aos esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito do sistema.

As conexões entre os compartimentos dos invólucros devem ser feitas por meio de flanges aparafusadas. As gaxetas de vedação dos flanges não devem se deformar devido à pressão de aperto de forma a garantir um perfeito acoplamento e estanqueidade entre os flanges. As juntas de expansão, se aplicadas, devem ser convenientemente localizadas. A dilatação dos invólucros não deve transmitir esforços inadmissíveis aos isoladores internos. Para evitar que sejam transmitidos esforços não admissíveis às estruturas suporte dos invólucros, devem ser utilizados, onde necessário, suportes do tipo deslizantes.

6.3.4 Sistema de supervisão do conjunto de manobra em invólucro metálico



O sistema de supervisão próprio dos compartimentos dos componentes deve ser o mais simples, eficiente e confiável possível.

Para os CMT com dispositivos de interrupção (seccionadora e disjuntor) isolados à SF₆, cada compartimento da unidade funcional isolada a gás deve ser provido dos seguintes dispositivos e/ou sistema:

- Válvula para enchimento e drenagem de SF₆;
- Medidor de densidade do gás SF₆ para supervisão contínua do gás, provido de contatos elétricos independentes para alarme e desligamento, instalado de tal maneira que sua manutenção não prejudique as condições de vedação do compartimento. O 1º nível de alarme deve sinalizar a reposição do gás e bloquear o disjuntor no estado em que se encontra. É desejável que a unidade funcional possua um 2º nível para a função de bloqueio do disjuntor. O fabricante deve declarar o valor da pressão em que ocorre o alarme/bloqueio;
- Disco de ruptura ou válvula de alívio de sobre pressão do compartimento para operar no caso de elevação súbita de pressão devida a arco de potência interno, provida de um defletor convenientemente localizado de forma que a emissão de gases e fragmentos liberados com a ruptura do disco ou a operação da válvula não atinja as pessoas que possam eventualmente estar nas proximidades dos referidos dispositivos;
- Os equipamentos de manobra, tais como disjuntor e seccionadora devem possuir dispositivos indicadores das posições dos contatos principais e de aterramento, de fácil visualização, de forma a indicar claramente a posição dos mesmos.

Além dos dispositivos acima especificados o fornecedor é livre para propor outros tipos de supervisão de forma a melhorar o sistema de monitoramento das unidades funcionais tais como, por exemplo, sensores de desgaste de contatos de disjuntor etc.

6.3.5 Requisitos de arco interno

- 
- a) O conjunto de manobra em invólucro metálico deve ter classificação IAC (Internal Arc Classification) tipo AFLR;
- b) Cada unidade funcional deve ser projetada para que, na ocorrência de um evento, os compartimentos e unidades adjacentes não sejam danificados, garantindo continuidade de serviço e a proteção da equipe de operação e manutenção;
- c) Cada unidade funcional deve ser equipada com dispositivo que permita de forma segura, o alívio de sobrepressões devidas a arco interno;
- d) As aberturas para passagem de cabos de potência de MT, cabos de controle e força de BT devem possuir sistema de selos de vedação antichama em material não combustível, para impedir a transferência de gases, calor, chamas e propagação de incêndio (referência: selos de vedação Roxtec). O sistema de selos antichama deve:
- Possuir garantia de 2 (duas) horas de proteção contra incêndio;
 - Possuir garantia de estanqueidade à passagem de gases, fumaça e água;
 - Garantir no mínimo o grau de proteção do conjunto de manobra ou do ambiente em que estiver instalado o que for maior;
 - Possuir vida útil compatível com o cabo e demais componentes do ambiente em que estiver instalado;
 - Permitir a passagem de novos cabos sem que a aplicação já efetuada seja afetada;
 - Permitir identificação e a retirada ou introdução de novos cabos sem a necessidade de ferramentas/equipamentos especiais;
 - Permitir identificação dos cabos;
 - Dispensar manutenção periódica;

- Ser isento de solventes inflamáveis e tóxicos e que não produzam gases inflamáveis ou tóxicos;
 - Possuir baixa condutividade térmica;
 - Possuir vida útil compatível com o cabo e demais componente;
 - Ser resistente a raios ultravioleta (UV) e intempéries;
 - Ser flexível;
 - Não provocar aquecimento nos cabos não afetar o desempenho operacional do cabo.
- e) Caso requerido no pedido de compra, deve ser provido de sistema de dutos de escape de gases, interligando todos os cubículos de potência de MT, de forma a direcionar para o ambiente externo (onde não haja circulação de pessoas) todos os gases gerados nos casos de arco elétrico. Esse sistema de dutos deve possuir meios que permitam a interligação temporária entre cubículos, garantindo a integridade e eficiência do sistema de alívio de gases, sempre que houver necessidade de retirada de um ou mais cubículos para fins de manutenção. O duto deve ser direcionado para local apropriado, livre de equipamentos, onde haja a menor circulação de pessoas, preservando a condição de segurança de pessoas e demais equipamentos da subestação. O duto deve possuir sistema que garanta a estanqueidade do invólucro em condição normal de operação, impedindo a entrada de água, poeira, insetos e pequenos animais. A operação de alívio de pressão de gases deve ocorrer de forma automática por acionamento de flaps.

6.3.6 Acessibilidade

- a) O conjunto de manobra deve ser projetado de forma que a operação e manutenção de qualquer equipamento ou componente interno atenda aos requisitos mínimos de ergonomia e segurança definidos nas normas regulamentadoras nº 10 - segurança em instalações e serviços em eletricidade

- 
- e n.º 12 - segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, e n.º 17 - ergonomia;
- b) As superfícies externas das partes condutoras de barramentos e conexões devem ser isoladas. A acessibilidade dos compartimentos deve ser de tal maneira a prevenir qualquer risco de contato acidental, particularmente quando a porta ou tampa de um compartimento estiver aberta;
 - c) As portas devem ser construídas de forma a abrir não menos que 105 graus em relação à posição totalmente fechada. Caso não atenda a abertura mínima deve ser demonstrado no fornecimento que não há restrição para retirada dos componentes internos e acesso atendendo os requisitos mínimos de ergonomia;
 - d) As portas devem ser equipadas com maçaneta, tranca e facilidades para uso de cadeado;
 - e) Para os CMT isolados a ar: as partes traseiras devem ter painéis removíveis. Caso o acesso a algum compartimento posterior seja feito pela frente, através do compartimento do disjuntor, as divisórias de acesso devem permitir ser (em) retiradas com a (s) outra (s) unidades funcionais adjacente(s) energizada(s). Os cubículos devem ser identificados também em sua parte posterior, a fim de evitar aberturas de tampas indevidas. Para os CMT isolados a SF₆, as unidades funcionais devem apenas ser identificadas também em sua parte posterior, a fim de evitar aberturas de tampas indevidas;
 - f) Cada unidade funcional, se possuir entrada ou saída de cabos de média tensão, deve ter previsão de espaço para instalação de cabos com terminações/muflas (CMT isolado a ar) ou seus plugues desconectáveis (CMT isolado a SF₆), em sua parte posterior e flange no piso, para a passagem desses cabos;
 - g) Para o acesso ao compartimento de cabos, devem ser previstas aberturas com portas ou tampas aparafusadas.

6.3.7 Aspectos ambientais

- 
- a) Os aspectos ambientais do fornecimento e projeto do conjunto de manobra devem atender a especificação as especificações técnicas do edital;
 - b) O conjunto de manobra e seus dispositivos de interrupção, exceto durante operação de abertura e fechamento, não devem produzir ruídos em condição de operação normal;

6.3.8 Proteção anticorrosiva e pintura

Abaixo seguem os requisitos mínimos exigidos.

- a) Classificação de corrosividade, conforme ABNT NBR 14643:
 - A proteção anticorrosiva (interna e externa) devem atender, no mínimo, a categoria C3 de corrosividade da atmosfera;
- b) As superfícies externas do conjunto de manobra e dos seus invólucros:
 - Devem receber em cima da pintura de base, duas demãos de tinta própria para interiores ou exteriores, conforme descrito no pedido de compra, na cor cinza claro Munsell N6.5 ou Ral 7035 com espessura mínima total da película seca acabada de 60 micrometros. A aderência à pintura deve ser grau GR-1, de acordo com a ABNT NBR 11003;
- c) As superfícies internas do conjunto de manobra e dos seus invólucros não pintadas:
 - Devem ser tratadas com zincagem eletrolítica e/ou cromatização com espessura mínima de 50 micrometros;
- d) Todos os materiais ferrosos, exceto os de aço inoxidável (estruturas suporte, bases, cunhas, calços de nivelamento, parafusos, porcas e arruelas):
 - Devem ser zincados por imersão a quente de acordo com a ABNT NBR 6323 ou ASTM A239, com uma espessura mínima da camada de zinco de 50 micrometros;

e) Parafusos, porcas e arruelas com diâmetro menor que 10 mm:

- Caso não atendam a alínea 'b', devem ser bicromatizados, de cromatização trivalente ou passivados (se de aço inoxidável) com espessura mínima de 30 micrometros;

f) O fornecedor deve disponibilizar a tinta necessária para retoques no local de entrega.

6.3.9 Cabos e conexões

As saídas de cabos de média tensão deve ser fornecidas conforme norma ANSI/NEMA CC1. A quantidade de cabos para cada unidade funcional deve ser conforme pedido de compra.

- a) As unidades funcionais de interligação de barras, de transição barra/cabo e de entrada do transformador devem ser adequadas para suportar a conexão de cabos isolados, de alumínio, com bitola adequado ao valor de corrente nominal CMT, com conectores do tipo 4 ou 2 furos padrão ANSI/NEMA. Deve-se priorizar o uso de conectores 2 furos padrão ANSI/NEMA;
- b) As unidades funcionais dos alimentadores, do serviço auxiliar e do banco de capacitores devem ser adequadas para suportar a conexão de cabos isolados, de alumínio, com bitola adequado ao valor de corrente nominal CMT, com conectores do tipo 4 ou 2 furos padrão ANSI/NEMA CC1. Deve-se priorizar o uso de conectores 2 furos padrão ANSI/NEMA.

6.3.10 Buchas das unidades funcionais

Requisitos das buchas das unidades funcionais:

- A entrada ou saída de cabos deve ser feita pela parte inferior dos compartimentos;

- Devem ser compatíveis com terminais básicos blindados (TBB), 600A ou 900A, conforme a norma ABNT NBR 11835, de acordo com os requisitos técnicos do pedido de compra;
- Devem ainda suportar as correntes de curto-circuito do conjunto de manobra;
- As buchas das unidades funcionais de interligação de barras, de transição barra/cabo e de entrada do transformador devem ser adequadas para suportar a conexão de cabos isolados, de alumínio, com bitola adequada;
- As buchas das unidades funcionais dos alimentadores, serviço auxiliar e banco de capacitores devem ser adequadas para suportar a conexão de cabos isolados, de alumínio, com bitola adequada;
- Devem ser fornecidos todos os materiais para conexão elétrica das unidades funcionais sem custos para a Energisa.

6.4 Identificação e sinalização

- a) A organização, sinalização e identificação das unidades funcionais e seus componentes devem ser conforme especificação técnica aplicáveis;
- b) As unidades funcionais devem ter placa em acrílico com diagrama sinóptico dos componentes principais fixada externamente na parte frontal. A cor do diagrama sinóptico deve ser amarela para a tensão de 15 kV e branca para as tensões de 24 e 36 kV.
- c) Os dispositivos de interrupção devem possuir rastreabilidade através identificação indelével. Os seus números de série devem constar nessa identificação e nos relatórios de ensaios de rotina do equipamento;
- d) Os barramentos devem ser identificados nas cores vermelha, azul e branca conforme arranjo final da subestação de aplicação;
- e) Deve ser possível verificar as seguintes condições através de sinaleiros ou leds dos relés de proteção:

- Posição do disjuntor: serviço (inserido) ou ensaio (teste);
 - Estado das molas do mecanismo de acionamento;
 - Estado dos contatos principais do disjuntor;
 - Estado dos contatos da chave de aterramento.
 - Estado dos contatos da seccionadora.
- f) Os números do contador de operação devem ser visualizados claramente com disjuntor em serviço;
- g) A unidade funcional, se possuir chave de aterramento, deve ser equipada com detector de tensão, de forma a assegurar ao operador, por sinalização visual, a presença ou ausência de tensão, indicando se o aterramento pode ser realizado.

6.4.1 Placas de identificação

- a) As unidades funcionais devem ser identificadas por placa acrílica instalada na parte superior frontal e parte superior traseira, com dimensões aproximadas de 250 mm por 60 mm. As inscrições nessas placas com marcação indelével serão definidas posteriormente;
- b) As unidades funcionais devem ter uma placa de identificação em aço inoxidável, alumínio anodizado ou latão niquelado, colada, fixada externamente na parte superior da porta. As placas devem conter, além do exigido na ABNT NBR IEC 62271-200, no mínimo, as seguintes informações:
- Nome e endereço do fabricante;
 - Data de fabricação;
 - Número de série de fabricação;
 - Nome da subestação;

- Grau de proteção;
 - Dimensões;
 - Massa da unidade funcional;
 - O número do contrato/pedido de compra;
 - Espaço livre de 1,5 x 4,0 cm para uso da Energisa.
- a) Cada disjuntor deve ter placa de identificação conforme especificação técnica da Energisa e IEC 62271-100;
- b) Cada chave de aterramento/ seccionadora deve ter placa de identificação conforme ABNT NBR IEC 62271-102, acrescida das suas características nominais e sua classe de operação;
- c) Cada transformador de corrente deve ter uma placa de identificação conforme especificação técnica da Energisa. Na placa deve constar a norma aplicável ao transformador de corrente;
- d) Cada transformador de potencial deve ter uma placa de identificação. Na placa deve constar a norma aplicável ao transformador de potencial.

6.5 Barramentos

6.5.1 Requisitos gerais dos barramentos e conexões

- a) Os barramentos devem apresentar, pelo menos, as características elétricas especificadas nos itens desta norma;
- b) Os barramentos e as conexões do conjunto de manobra devem ser de cobre com as bordas arredondadas. Ambas as superfícies de contato em cada junção de barra ou terminação devem ser prateadas e fortemente aparafusadas usando-se arruelas de alta pressão para assegurar o máximo de condutividade. Os valores dos torques de aperto destes parafusos devem constar no manual de instruções.

6.5.2 Requisitos do isolamento de barramentos e conexões

6.5.2.1 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo

- a) Deve ser aplicado isolamento de polietileno reticulado termo contrátil nos barramentos, para a tensão nominal do sistema;
- b) Os isolamentos devem ser constituídos de polietileno, para temperatura em regime permanente do barramento, resistente aos agentes atmosféricos e químicos, ao calor e à absorção de umidade;
- c) O termo contrátil deve ser contínuo, uniforme, homogêneo, contrátil e aderente aos barramentos e, após a aplicação no barramento, deve apresentar superfície lisa, isenta de materiais estranhos, lascas, rachaduras, bolhas, irregularidades e falhas;
- d) Nas conexões são aceitas coberturas/placas isolantes removíveis de polietileno, não propagantes de chamas. Todas estas coberturas/placas devem constar explicitamente na documentação. As conexões de saída ou entrada de cabos não necessitam de coberturas, porém devem ser instaladas placas isolantes entre as fases. Não é permitido o uso de acrílico;
- e) Caso solicitado pelo inspetor da Energisa, as coberturas isolantes/termo contrátil/boots, devem ser ensaiados durante a inspeção por amostragem a ser definida pelo inspetor da Energisa. O ensaio deve ser realizado em cada uma das 3 (três) fases com a utilização de papel alumínio envolvendo a cobertura isolante/termo contrátil/boots e sendo aplicado 10 kVca (fase/terra) por 1 (um) minuto. O ensaio deve ser considerado satisfatório se não houver dano ou perfuração da cobertura isolante/termo contrátil/boots.

6.5.2.2 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás

- a) Os materiais isolantes usados nas divisórias dos compartimentos, suporte dos barramentos e dos demais equipamentos componentes das unidades funcionais não devem apresentar reações adversas com os produtos da



decomposição gerados por descargas no SF₆. Estes materiais devem garantir excelente desempenho aos esforços térmicos, mecânicos e dielétricos resultantes das correntes e tensões em condições normais e de falta e durante os ensaios de rotina e tipo. Devem suportar as pressões normais e transitórias do SF₆ na SE e estar de acordo com o requerido nas normas CENELEC EN 50089;

- b) Os isolamentos devem suportar a temperatura em regime permanente do barramento, resistente aos agentes atmosféricos e químicos, ao calor e à absorção de umidade;
- c) Os isolamentos devem ser contínuos, uniforme, homogêneo, contrátil e aderente aos barramentos e, após a aplicação no barramento, deve apresentar superfície lisa, isenta de materiais estranhos, lascas, rachaduras, bolhas, irregularidades e falhas;
- d) As conexões, que não estão no compartimento do SF₆, devem possuir cobertura isolantes não propagantes de chamas. Todas as coberturas devem constar explicitamente na documentação.

6.6 Equipamentos auxiliares

- a) Cada unidade funcional deve ser fornecida com dispositivos capazes e evitar condensação. Os dispositivos anti-condensação devem ser projetados para funcionar permanentemente com tensão até 10 % acima da nominal. Devem ser controlados por termostato ajustável de 20 a 40 °C. Devem ser instalados na parte inferior do compartimento de baixa tensão, e suas conexões elétricas feitas por baixo para minimizar a deterioração do isolamento da fiação de alimentação. Os aquecedores não devem ser aparafusados diretamente nas chapas de aço das unidades funcionais;
- b) Cada unidade funcional deve possuir, no seu painel frontal, em local de fácil acesso, chaves (ou disjuntores) para desconectar as fontes C.A. e C.C. e o secundário do transformador de potencial. Todos os circuitos devem possuir proteção individual contra sobrecarga e curto-circuito;

- c) Cada unidade funcional deve possuir, em seu compartimento de baixa tensão, lâmpada led comandada por interruptor de porta, com alimentação 127 Vca, soquete e-27.

6.7 Fiação, blocos de conexão, terminais e diagramas

6.7.1 Fiação

- a) Toda fiação deve ser fisicamente bem arranjada e claramente identificada em todos os pontos de conexão, por anilhas, de acordo com o diagrama de fiação;
- b) A fiação deve ser feita com condutores flexíveis, de cobre eletrolítico, têmpera mole (classe 4 ou 5), com seção nominal mínima de 1,5 mm² para circuitos de controle, 2,5 mm² para circuitos de força, e 4,0 mm² para transformador de corrente. A fiação deve ter isolamento para 750 v e 5 a seção nominal mínima dos circuitos dos transformadores de corrente deve ser demonstrada através de memória de cálculo. Temperatura máxima igual ou superior a 70° c de acordo com a ABNT NBR 7289 ou a ABNT NBR 7290, tipo BWF;
- c) A fiação de comando, controle, sinalização deve ser anilhada e possuir identificação, com endereçamento de origem e destino (de/para), conforme figura 1;

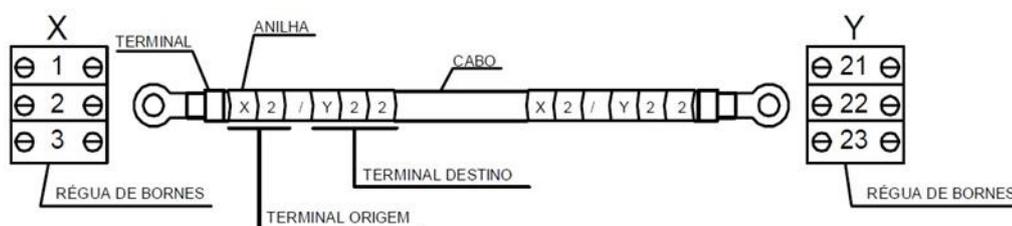


Figura 1 - padrão de anilhamento

- a) Os cabos dos circuitos de controle e auxiliares devem ser na cor preta ou cinza. Os cabos de aterramento devem ser na cor verde listrado de amarelo.

6.7.2 Blocos de conexão e terminais

- 
- a) Os blocos de conexão devem ser do tipo olhal parafusado, para acomodar terminais conectados a cabos flexíveis para circuitos de corrente e força. Os demais terminais podem ser do tipo ilhós. Não serão aceitos blocos de conexão que utilizem mola interna, ferramenta especial para aperto da conexão e/ou com conectores de pressão nos quais a extremidade de um parafuso aplique pressão diretamente sobre os condutores;
- b) Os blocos de conexão devem ser facilmente visíveis, acessíveis e claramente identificados de acordo com o diagrama de fiação. A identificação dos bornes deve ser feita tanto na entrada quanto na saída de cabos. Os blocos de conexão devem ser identificados individualmente na parte superior e devem possuir fechamento de bornes em suas extremidades;
- c) Devem ser fornecidos pelo menos 15 % (quinze por cento) de terminais de reserva;
- d) Os blocos de conexão a serem utilizados, conforme aplicação prevista neste documento, devem ter as seguintes características:
- Bloco de conexão, cabo flexível 0,5-2,5 mm², corrente nominal 26A, tensão nominal 750 Vca, DIN-VDE 0611, conexão por parafuso, termoplástico, poliamida 6.6, grau de antichama V0, temperatura máxima permanente 100 °C, passo máximo 6,2 mm, fixação em trilho de abas iguais em aço TS35, DIN EN 50022, parte condutora cobre ou liga de cobre, conforme portaria 43 do Inmetro;
 - Bloco de conexão, cabo flexível 0,5-4,0 mm², corrente nominal 44A, tensão nominal 750 Vca, DIN-VDE 0611, conexão por parafuso, termoplástico, poliamida 6.6, grau de antichama V0, temperatura máxima permanente 100 °C, passo máximo 8,2 mm, fixação em trilho de abas iguais em aço TS35, DIN EN 50022, parte condutora cobre ou liga de cobre, conforme portaria 43 do Inmetro;
 - Bloco de conexão, tipo olhal, cabo flexível 6,0 mm², corrente nominal 41A, tensão nominal 750 Vca, DIN-VDE 0611, conexão por parafuso, tipo olhal,



com arruelas de pressão, termoplástico, poliamida 6.6, grau de antichama V0, temperatura máxima permanente 100 °C, passo máximo 13 mm, fixação em trilho de abas iguais em aço TS35, DIN EN 50022, parte condutora cobre ou liga de cobre, conforme portaria 43 do Inmetro.

- e) Todos os terminais de equipamento, como chave auxiliar de disjuntor, transformador de corrente, transformador de potencial etc., mesmo quando não utilizados, devem ser levados aos blocos de conexão, permitindo eventuais conexões futuras;
- f) As chaves de aferição devem ser de fabricante e modelo homologados pela Energisa.

6.8 Transformadores de corrente

- a) Os transformadores de corrente devem ser fabricados de acordo com a especificação técnica da Energisa de transformador de corrente, no que for aplicável a unidade funcional;
- b) Normas aplicáveis - Características elétricas devem atender estar em conformidade com a ABNT NBR 6856;
 - Os dimensionais devem atender a ABNT NBR 10021 ou norma DIN 42600-8;
 - Os terminais primários, preferencialmente devem atender a norma DIN 42600-8.
- c) No caso de conflito entre as especificações técnicas da Energisa, norma ABNT NBR 10021 ou norma DIN 42600-8, prevalecerá as especificações técnicas da Energisa;
- d) Caso necessário, os transformadores de corrente devem utilizar dispositivos limitadores para garantir tensão de circuito aberto inferior a 3.500 V nos terminais secundários. Alternativamente podem ser avaliadas soluções com dispositivo de proteção contra surto (DPS);

- 
- e) As correntes suportáveis de curta duração dos transformadores de corrente não devem ser inferiores aos valores especificados para as unidades funcionais;
 - f) O fator de segurança do enrolamento secundário de medição deve ser declarado pelo fabricante na folha de dados;
 - g) Os terminais secundários do TC e os dispositivos limitadores devem estar em ambiente segregado em relação ao compartimento de média tensão, com grau de proteção mínimo IP21;
 - h) O terminal P1 dos TC's do conjunto de manobra devem ter sua polaridade do mesmo lado do barramento;
 - i) Os TC's devem ser instalados depois do disjuntor e antes da chave de aterramento/chave de três posições;
 - j) Os terminais dos transformadores de corrente devem ser do tipo olhal aparafusado e serem entregues em bloco de conexão. O bloco de conexão deve possuir meios para curto circuitar e aterrar os secundários do TC, conforme especificação técnica de TC da Energisa.
 - Bloco de conexão, tipo olhal, cabo flexível 6,0 mm², corrente mínima de 41A, tensão nominal 750 Vca, DIN-VDE 0611, conexão por parafuso, tipo olhal, com arruelas de pressão, termoplástico, poliamida 6.6, grau de antichama V0, temperatura máxima permanente 100 °C, passo máximo 13 mm, fixação em trilho de abas iguais em aço TS35, DIN EN 50022, parte condutora cobre ou liga de cobre, conforme portaria 43 do Inmetro. Deve permitir o aterramento de qualquer terminal individualmente e grupo de seis terminais equivalente a saída dos TC's de um circuito trifásico.

6.9 Transformadores de potencial

6.9.1 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo

- 
- a) Os transformadores de potencial devem ser protegidos por fusíveis extraíveis e instalados em gavetas extraíveis, dentro das unidades funcionais. Os terminais primários dos transformadores de potencial devem possuir suporte para fusível;
- b) Normas aplicáveis:
- Características elétricas devem atender as especificações técnicas da Energisa e estar em conformidade com a ABNT NBR 6855;
 - Os dimensionais devem atender a ABNT NBR 10020 ou norma DIN 42600-9.
- c) No caso de conflito entre as especificações da Energisa, norma ABNT NBR 10020 ou norma DIN 42600-9, prevalecerá as especificações da Energisa;
- d) A extração e/ou inserção dos fusíveis dos transformadores de potencial devem ocorrer sem necessidade de desligamento do barramento principal ou exposição do operador a qualquer ponto energizado do barramento;
- e) Os transformadores de potencial devem ser fornecidos para cada fase com 2 (dois) enrolamentos secundários e serem fabricados, com relação nominal e tensões, de acordo as especificações de transformador de potencial da Energisa;
- f) O transformador de potencial deve ser dimensionado para suprir a potência nominal dos dois enrolamentos simultaneamente;
- g) O fornecedor deve apresentar memória de cálculo do consumo do transformador de potencial. Caso o consumo calculado seja superior ao especificado, deve ser fornecido transformador de potencial que atenda a potência da memória de cálculo;
- h) As estruturas dos transformadores de potencial extraíveis devem permanecer aterradas em todas as posições, exceto na posição removida (extraído). Deve ser atendido o item 6.10.3 da ABNT NBR 62271-200;
- i) O terminal H2 deve ser, preferencialmente, diretamente conectado à base;

- j) Os fusíveis do enrolamento primário devem ter características nominais adequadas e estar coordenados com a proteção do enrolamento secundário do transformador de potencial.

6.9.2 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás

- a) Normas aplicáveis:
- Características elétricas devem atender as especificações técnicas da Energisa e estar em conformidade com a ABNT NBR 6855;
 - Os dimensionais devem atender a ABNT NBR 10020 ou norma DIN 42600-9.
- b) No caso de conflito entre as especificações da Energisa, norma ABNT NBR 10020 ou norma DIN 42600-9, prevalecerá a especificação técnica ABNT
- c) Os transformadores de potencial devem ser fornecidos para cada fase com 2 (dois) enrolamentos secundários e serem fabricados, com relação nominal e tensões, de acordo com as especificações da Energisa;
- d) O transformador de potencial deve ser dimensionado para suprir a potência nominal dos dois enrolamentos simultaneamente;
- e) O fornecedor deve apresentar memória de cálculo do consumo do transformador de potencial. Caso o consumo calculado seja superior ao especificado, deve ser fornecido transformador de potencial que atenda a potência da memória de cálculo;
- f) O terminal H2 deve ser, preferencialmente, diretamente conectado à base.

6.10 Disjuntores

Os disjuntores devem ser fornecidos completos de acordo com as especificações da Energisa.

- a) Os disjuntores devem ser do tipo classe M1 (2000 ciclos de operação) exceto para os disjuntores para manobra de banco de capacitores, que devem ser

- 
- classe M2 (10000 ciclos de operação), apresentando alta durabilidade mecânica e manutenção reduzida;
- b) Os disjuntores devem ser do tipo classe S2, contemplando sistemas de linhas aéreas;
 - c) Os disjuntores, para a operação de bancos de capacitores, devem ser capazes de interromper correntes capacitivas de banco único ou em contraposição de capacitores em derivação com corrente nominal. Tais disjuntores devem ser do tipo classe C2 (baixíssima probabilidade de reacendimento durante interrupção de corrente capacitiva);
 - d) As chaves de contatos auxiliares dos disjuntores devem operar com grande precisão e sem repiques, uma vez que seus contatos serão eventualmente ligados a circuitos de proteção e religamento com relés digitais;
 - e) Os contatos auxiliares dos disjuntores devem ser conectados aos blocos terminais;
 - f) Para o cmt ais, a estrutura suporte do disjuntor para extração/inserção deve ser de aço, soldada, formando um suporte rígido para o equipamento. Deve ter quatro rodas com rolamentos de esfera e um dispositivo para assegurar o engate com os trilhos quando for inserida na unidade funcional.

6.11 Chave de aterramento

- a) A chave de aterramento deve possuir capacidade de estabelecimento de curto-circuito com duas aplicações, classe E1 (2 operações), conforme item 4.107 da ABNT NBR IEC 62271-102;
- b) A chave de aterramento deve ser classe M0 (1000 operações), conforme item 4.106 da ABNT NBR IEC 62271-102;
- c) Devem ser previstas chaves de aterramento de barra, em todas as seções de barra. A solução do arranjo do aterramento proposto deve ser enviada para avaliação e aprovação da Energisa;

- 
- d) A chave de aterramento, da unidade funcional da saída dos alimentadores da rede, unidade funcional dos serviços auxiliares, unidade funcional dos bancos de capacitores, deve ficar fora da zona de proteção das unidades que permanecem em serviço, evitando atuação indevida. Esta condição normalmente é atendida instalando a chave de aterramento após o disjuntor e o transformador de corrente, ou seja, a chave de aterramento não deve ficar entre o disjuntor e o transformador de corrente;
 - e) A chave de aterramento, da unidade funcional da entrada de transformadores, deve ficar fora da zona de proteção das unidades que permanecem em serviço, evitando atuação indevida. Esta condição normalmente é atendida instalando a chave de aterramento antes do disjuntor e do transformador de corrente, ou seja, a chave de aterramento não deve ficar entre o disjuntor e o transformador de corrente;
 - f) Caso aplicável, a chave de aterramento, da unidade funcional da interligação dos barramentos, deve ficar fora da zona de proteção das unidades que permanecem em serviço, evitando atuação indevida. Esta condição deve ser avaliada através do diagrama unifilar anexo ao pedido de compra.

6.12 Seccionadora de três posições

A seccionadora de três posições deve ser equipada com mecanismo que seja integrada à chave de aterramento (não será permitido o uso de chave de aterramento independente). A posição de aterramento deve ser uma das posições da seccionadora (além da posição abrir e fechar). Não serão aceitos conjuntos de manobra em que a seccionadora de linha seja independente da chave de aterramento. O acionamento para a posição à terra deve ser de ação rápida, independente da ação do operador.

O sinóptico indicador de posição da seccionadora deve fornecer um contato de sinalização de acordo com a recomendação norma IEC 62271-103. Além disso, o fornecedor deve provar a confiabilidade da indicação de acordo com a recomendação da norma ABNT NBR IEC 62271-102.

- 
- a) A chave de aterramento deve possuir capacidade de estabelecimento de curto-circuito com duas aplicações, classe E1 (2 operações), conforme item 4.107 da ABNT NBR IEC 62271-102;
 - b) A seccionadora de três posições deve ser classe M1 (2000 operações), conforme item 4.106 da ABNT NBR IEC 62271-102;
 - c) Devem ser previstas chaves de aterramento de barra, em todas as seções de barra. A solução do arranjo do aterramento proposto deve ser enviada para avaliação e aprovação da Energisa.

6.13 Aterramento

- a) O sistema de aterramento completo, inclusive de cada componente, deve ser dimensionado para suportar corrente suportável nominal de curta duração (1 s);
- b) O aterramento das unidades funcionais deve atender os requisitos da seção 5.3 da ABNT NBR 62271-200;
- c) Todos os aterramentos devem ser ligados diretamente à barra de terra do cubículo (incluindo equipamentos internos, portas e tampas). Os aterramentos não devem ser realizados através da chaparia estrutural, fechamento e da carcaça do cubículo;
- d) A base do disjuntor deve ser aterrada diretamente na barra de terra via cabo, barra ou cordoalha de cobre exclusivo;
- e) As estruturas dos disjuntores extraíveis devem permanecer aterradas em todas as posições, exceto na posição removida (extraído). Deve ser atendido o item 6.10.3 DA ABNT NBR 62271-200. (CMT AIS)
- f) O aterramento das estruturas dos disjuntores deve atender o item 6.10.3 da ABNT NBR 62271-200 (CMT GIS)

6.13.1 Aterramento transformadores para instrumentos

- 
- a) Deve ser possível aterrar os secundários dos transformadores de corrente e transformador de potencial conforme;
 - b) A base dos transformadores de corrente e de potencial devem ser acessíveis para aterramento. A base deve ser aterrada diretamente na barra de terra via cabo, barra ou cordoalha de cobre exclusivo. O aterramento não deve ser realizado através da chaparia estrutural, fechamento e da carcaça do cubículo. Para os cmt ais, as estruturas dos transformadores de potencial extraíveis devem permanecer aterradas em todas as posições;
 - c) Para os cmt ais, as estruturas dos transformadores de potencial extraíveis e seu terminal H2 devem permanecer aterradas em todas as posições, exceto na posição removida (extraído). Deve ser atendido o item 6.10.3 da ABNT NBR 62271-200. As estruturas e o terminal H2 devem ser ligados diretamente à barra de terra. O aterramento não deve ser realizado através da chaparia estrutural, fechamento e da carcaça do cubículo.
 - d) Para os CMT GIS, caso o transformador de potencial possua terminal H2, este deve ser ligado diretamente à barra de terra do cubículo. O aterramento não deve ser realizado através da chaparia estrutural, fechamento e da carcaça do cubículo.

6.14 Intertravamentos

6.14.1 Intertravamentos mecânicos para proteger os operadores contra descargas acidentais de energia armazenada

Deve ser atendido um dos meios de intertravamento mecânico, informado no anexo C.2 da ABNT NBR 62271-200.

6.14.2 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção à vácuo

6.14.2.1 Intertravamento do disjuntor

- 
- a) Não permitir que o disjuntor seja retirado ou inserido, com seus contatos principais fechados;
 - b) Permitir o fechamento do disjuntor apenas quando os contatos primários estiverem totalmente encaixados ou o disjuntor estiver na posição de ensaio (teste);
 - c) Caso a unidade funcional possua disjuntor do tipo extraível, ela deve ser fornecida com previsão da porta do compartimento do disjuntor só permitir ser aberta quando o disjuntor estiver na posição de ensaio (teste) e com os obturadores fechados. Os dispositivos de travamento (bobinas e solenoides) para cumprimento dessa função não devem permanecer continuamente energizados;
 - d) O disjuntor deve possuir sistema de travamento que assegure que este não possa ser movimentado dentro da unidade funcional quando estiver inserido ou na posição de ensaio (teste);
 - e) Impedir que o disjuntor seja inserido sem estar conectado à tomada multipolar de interligação com as fontes auxiliares e circuitos de comando e controle;
 - f) Disjuntor extraível, quando instalado em sua unidade funcional pode ser movimentado da posição de ensaio (teste) para a posição de serviço (operação) utilizando um dispositivo acionado por manivela ou alavanca removível. Este dispositivo deve ser mecanicamente intertravado com o mecanismo de fechamento do disjuntor. O disjuntor não pode ser fechado quando estiver entre a posição de serviço (operação) e a posição de ensaio (teste);
 - g) A intercambialidade de disjuntores entre unidades funcionais só deve ser permitida para aqueles de mesmo tipo e características nominais.

6.14.2.2 Intertravamento da chave de aterramento

- 
- a) Impedir a operação da chave de aterramento, caso exista tensão nesse circuito. É permitida a adoção de meios alternativos para garantir a operação segura da chave de aterramento mediante a aprovação da Energisa;
 - b) A chave de aterramento da unidade funcional de entrada de transformador deve possuir lógica de intertravamento com o disjuntor a jusante (MT) e a montante (AT);
 - c) Deve ser previsto intertravamento da chave de aterramento da unidade funcional de saída do banco de capacitor, considerando o tempo necessário de descarregamento do banco de capacitores;
 - d) A chave de aterramento do barramento deve ser intertravada eletricamente com todos os disjuntores conectados ao barramento. Essa chave somente pode ser operada com os disjuntores abertos. Enquanto a chave estiver fechada os disjuntores não podem ser operados.

6.14.3 CMT isolados à ar com dispositivos de interrupção a gás

6.14.3.1 Intertravamento da seccionadora de três posições

Abaixo estão relacionados os requisitos mínimos: para impedir qualquer erro de manobra durante a sequência de operação do disjuntor e da seccionadora.

- a) Intertravamento mecânico que impeça inserção da manivela de operação da seccionadora quando a seccionadora de linha estiver na posição fechada (energizada) ou vice-versa;
- b) Intertravamento que impeça a abertura das tampas de acesso a cabos se o seccionador não estiver aterrado;
- c) Dispositivo mecânico para bloqueio da seccionadora (cadeado) para as seguintes posições:
 - Seccionadora - Aberta;
 - Seccionadora - Fechada;

- Chave de aterramento - Fechada (aterrada).
- a) Impedir a operação da seccionadora caso exista tensão nesse circuito. É permitida a adoção de meios alternativos para garantir a operação segura do seccionador de aterramento mediante a aprovação da Energisa;
 - b) Demais intertravamentos que impeçam operações não autorizadas, conforme indicações da norma NR-10;
 - c) A seccionadora da unidade funcional de entrada de transformador deve possuir lógica de intertravamento com o disjuntor a jusante (MT) e a montante (AT);
 - d) Deve ser previsto intertravamento da seccionadora da unidade funcional de saída do banco de capacitor, considerando o tempo necessário de descarregamento do banco de capacitores;
 - e) A chave de aterramento do barramento deve ser intertravada eletricamente com todos os disjuntores conectados ao barramento. A chave de aterramento somente pode ser operada com os disjuntores abertos

7 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 15 KV

Os quadros abaixo estão em função da potência de transformação que deve ser definida no pedido de compra.

7.1 Quadro: requisitos gerais das unidades funcionais e seus componentes

Descritivo	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Corrente nominal do barramento	630 A	2.500 A
Corrente nominal das derivações para alimentadores das RD, banco de capacitores e serviço auxiliar	630 A	
Tensão nominal	15 kV	

Descritivo	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Tensão de operação	13,8 kV	
Frequência nominal	60 Hz	
Tensão suportável de impulso atmosférico 1,2 x 50 us	95 kVcrista	
Tensão suportável a frequência industrial durante 1 minuto	34 kV	
Corrente suportável nominal de curta duração (1s)	25 kAeficaz	
Valor de crista da corrente suportável nominal	52 kAcrista	
Tensão de controle e comando local	125 Vcc	
Tensão do motor	125 Vcc	
Disjuntores número de contatos auxiliares NA+NF	3 + 3	
Disjuntores meio de extinção (*)	Vácuo/SF ₆	

(*) Os disjuntores podem utilizar alternativamente o meio de extinção SF₆.

7.2 Quadro: requisitos específicos dos disjuntores - corrente nominal

Descritivo	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores	630 A	2.500 A
Unidade funcional da interligação dos barramentos		
Unidade funcional da saída dos alimentadores das redes		630 A
Unidade funcional dos serviços auxiliares		
Unidade funcional dos bancos de capacitores (*)		

(*) Capacidade de interrupção nominal de 400 A em banco único ou em contraposição.

7.3 Quadro: requisitos específicos dos transformadores de potencial da unidade funcional transição barra/barra ou barra/cabo

Descritivo (para cada seção de barramento)	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Tensão nominal primária	13800/√3 V	
Tensão nominal secundária dos enrolamentos	~115 / 115/√3 V	
Relação nominal fixa dos enrolamentos 1 e 2	70 / 120:1	

Descritivo (para cada seção de barramento)	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Classe de exatidão do enrolamento 1	0,3P75	
Classe de exatidão do enrolamento 2	0,6P75	
Quantidade de enrolamentos	02	
Carga simultânea	100 VA	

7.4 Quadro: requisitos específicos dos transformadores de corrente de proteção e medição

Descritivo	Unidade (por fase)	Aplicado até	
		15 MVA	40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores (*)	01	400/600/800-5A 50 VA 10P20	1600/1800/2600-5A 50 VA 10P20
Unidade funcional da interligação do barramento	01	FT = 1	FT = 1
Unidade funcional da saída do banco de capacitor (**)	01	400/600/800-5 A 50 VA 10P20 FT = 1,2	
Unidade funcional da saída do transformador de serviço auxiliar (**)	01		
Unidade funcional de saída do alimentador da rede de distribuição (**)	01	400/600/800-5-5A 2,5 a 22,5 VA 0,3 (***) 50 VA 10P20 FT = 1,2	

(*) Estes TC's devem ser instalados na entrada do disjuntor (lado da fonte).

(**) Estes TC's devem ser instalados na saída do disjuntor (lado da carga).

(***) O fabricante deve declarar o fator de segurança (FS) de seu projeto na folha de dados.

8 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 24 KV

Os quadros abaixo estão em função da potência de transformação que deve ser definida no pedido de compra.

8.1 Quadro: requisitos gerais das unidades funcionais e seus componentes

Descritivo	Aplicado até 40 MVA
Corrente nominal do barramento	1.250 A
Corrente nominal das derivações para alimentadores das RD, banco de capacitores e serviço auxiliar	630 A
Tensão nominal	24 kV
Tensão de operação	23,1 kV
Frequência nominal	60 Hz
Tensão suportável de impulso atmosférico 1,2 x 50 us	125 kVcrista
Tensão suportável a frequência industrial durante 1 minuto	50 kV
Corrente suportável nominal de curta duração (1s)	25 kAeficaz
Valor de crista da corrente suportável nominal	52 kAcrista
Tensão de controle e comando local	125 Vcc
Tensão do motor	125 Vcc
Disjuntores número de contatos auxiliares NA+NF	3 + 3
Disjuntores meio de extinção (*)	Vácuo/SF ₆

(*) Os disjuntores podem utilizar alternativamente o meio de extinção SF₆.

8.2 Quadro: requisitos específicos dos disjuntores - corrente nominal

Descritivo	Aplicado até 40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores Unidade funcional da interligação dos barramentos	1.250 A
Unidade funcional da saída dos alimentadores das redes Unidade funcional dos serviços auxiliares Unidade funcional dos bancos de capacitores (*)	630 A

(*) Os capacidade de interrupção nominal de 400 A em banco único ou em contraposição.

8.3 Quadro: requisitos específicos dos transformadores de potencial da unidade funcional transição barra/barra ou barra/cabo

Descritivo (para cada seção de barramento)	Aplicado até 40 MVA
Tensão nominal primária	23000/√3 V
Tensão nominal secundária dos enrolamentos	~115 / 115/√3V
Relação nominal fixa dos enrolamentos 1 e 2	120 / 200:1

Descritivo (para cada seção de barramento)	Aplicado até 40 MVA
Classe de exatidão do enrolamento 1	0,3P75
Classe de exatidão do enrolamento 2	0,6P75
Quantidade de enrolamentos	02
Carga simultânea	100 VA

8.4 Requisitos específicos dos transformadores de corrente de proteção e medição

Descritivo	Unidade (por fase)	Aplicado até 40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores (*)	01	600/1200-5A 50 VA 10P20 FT = 1,2
Unidade funcional da interligação do barramento	01	
Unidade funcional da saída do banco de capacitor (**)	01	400/600/800-5 A 50 VA 10P20 FT = 1,2
Unidade funcional da saída do transformador de serviço auxiliar (**)	01	
Unidade funcional de saída do alimentador da rede de distribuição (**)	01	400/600/800-5-5A 2,5 a 22,5 VA 0,3 (***) 50 VA 10P20 FT = 1,2

(*) Estes TC's devem ser instalados na entrada do disjuntor (lado da fonte).

(**) Estes TC's devem ser instalados na saída do disjuntor (lado da carga).

(***) O fabricante deve declarar o fator de segurança (FS) de seu projeto na folha de dados.

9 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PARA 36 KV

Os quadros abaixo estão em função da potência de transformação que deve ser definida no pedido de compra.

9.1 Quadro: requisitos gerais das unidades funcionais e seus componentes

Descritivo	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Corrente nominal do barramento	630 A	1.250 A
Corrente nominal das derivações para alimentadores das RD, banco de capacitores e serviço auxiliar	630 A	
Tensão nominal	36 kV	
Tensão de operação	34,5 kV	
Frequência nominal	60 Hz	
Tensão suportável de impulso atmosférico 1,2 x 50 us	170 kVcrista	
Tensão suportável a frequência industrial durante 1 minuto	70 kV	
Corrente suportável nominal de curta duração (1s)	25 kAeficaz	
Valor de crista da corrente suportável nominal	52 kAcrista	
Tensão de controle e comando local	125 Vcc	
Tensão do motor	125 Vcc	
Disjuntores número de contatos auxiliares NA+NF	3 + 3	
Disjuntores meio de extinção*	Vácuo ou SF ₆	

(*) Os disjuntores podem utilizar alternativamente o meio de extinção SF₆.

9.2 Quadro: requisitos específicos dos disjuntores - corrente nominal

Descritivo	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores	630 A	1.250 A
Unidade funcional da interligação dos barramentos		
Unidade funcional da saída dos alimentadores das redes		
Unidade funcional dos serviços auxiliares		
Unidade funcional dos bancos de capacitores (*)		

(*) Capacidade de interrupção nominal de 400 A em banco único ou em contraposição.

9.3 Quadro: requisitos específicos dos transformadores de potencial da unidade funcional transição barra/barra ou barra/cabo

Descritivo (para cada seção de barramento)	Aplicado até	
	15 MVA	40 MVA
Tensão nominal primária	34500/√3 V	
Tensão nominal secundária dos enrolamentos	~115 / 115/√3 V	
Relação nominal fixa dos enrolamentos 1 e 2	175 / 300:1	
Classe de exatidão do enrolamento 1	0,3P75	
Classe de exatidão do enrolamento 2	0,6P75	
Quantidade de enrolamentos	02	
Carga simultânea	100 VA	

9.4 Quadro: requisitos específicos dos transformadores de corrente de proteção e medição

Descritivo	Unidade (por fase)	Aplicado até	
		15 MVA	40 MVA
Unidade funcional da entrada de transformadores (*)	01	400/600/800-5A 50 VA 10P20 FT = 1,2	1600/1800/2600-5A 50 VA 10P20 FT = 1,2
Unidade funcional da interligação do barramento	01		
Unidade funcional da saída do banco de capacitor (**)	01		
Unidade funcional da saída do transformador de serviço auxiliar (**)	01		
Unidade funcional de saída do alimentador da rede de distribuição (**)	01	400/600/800-5-5A 2,5 a 22,5 VA 0,3 (***) 50 VA 10P20 FT = 1,2	

(*) Estes TC's devem ser instalados na entrada do disjuntor (lado da fonte).

(**) Estes TC's devem ser instalados na saída do disjuntor (lado da carga).

(***) O fabricante deve declarar o fator de segurança (FS) de seu projeto na folha de dados.

10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

As inspeções serão realizadas em todo o lote de fornecimento, conforme requisitos normativos e especificações, dispensando o envio de plano de inspeção e testes dos ensaios de rotina para análise e aprovação da Energisa.

10.1 Requisitos gerais

É condição para a inspeção o fornecimento integral dos itens objetos da inspeção convocada, com sua respectiva documentação técnica de fornecimento verificada pela Energisa. Não concluído o processo de fornecimento de documentação técnica, o fornecedor pode, a critério da Energisa, ficar impedido no processo de inspeção e no conseqüente embarque dos equipamentos, não lhe cabendo qualquer direito ao pleito de postergação na entrega dos equipamentos e serão de sua total responsabilidade os conseqüentes atrasos.

As inspeções serão realizadas em todo o lote de fornecimento, conforme requisitos das especificações, dispensando o envio de plano de inspeção e testes para ensaios de rotina para análise e aprovação.

A Energisa deve ser convocada para acompanhamento de todas as etapas referentes aos ensaios de rotina, seja no fornecedor ou subfornecedor. Cada cubículo e seus equipamentos internos, devem ser completamente ensaiados na presença do inspetor da Energisa.

Os ensaios de rotina dos equipamentos internos ao cubículo podem ser realizados em seus respectivos subfornecedores.

O inspetor Energisa deve ter assegurado o direito de participação integral na condução da realização dos ensaios de rotina, incluindo, entre outros, comunicação direta com os técnicos dos laboratórios/fábricas, acesso às informações pertinentes aos ensaios, direito a fotografias e filmagens etc. Nesse sentido, o fornecedor/subfornecedor deve incluir tais condições quando da contratação/programação de ensaios de rotina ou comunicar formalmente para o laboratório contratado que o inspetor será também responsável pela supervisão da realização dos ensaios e pelas negociações junto ao laboratório.

Os relatórios de ensaios de rotina devem conter as informações mínimas requeridas pela IEC 62271-200, IEC 62271-100 ABNT NBR 6855 ou ABNT NBR 6856, adicionados dos seguintes itens:

- 
- a) Número do contrato/ empreendimento;
 - b) Número do pedido de compra;
 - c) Normas técnicas e especificações utilizadas;
 - d) Memórias de cálculo;
 - e) Número de série e identificação inconfundível dos equipamentos e mecanismos de operação ensaiados;
 - f) Fotos dos equipamentos ensaiados;
 - g) Datas de início e término;
 - h) Nomes e assinaturas do inspetor Energisa e responsável do fabricante pelos ensaios;

Os relatórios de ensaios de rotina do disjuntor e transformadores de instrumentos devem ser anexados aos relatórios do cubículo.

A conferência da embalagem e romaneio é parte integrante dos ensaios de rotina, devendo sua execução ser considerada na previsão de duração dos ensaios.

10.2 Ensaios de rotina

10.2.1 Inspeção

- a) Inspeção visual: Devem ser realizadas verificações do acabamento, placas de identificação, placas isolantes, rigidez, montagem, instalação dos componentes, organização, montagem etc.
- b) Inspeção dimensional: Devem ser verificadas as principais dimensões de projeto, disposição dos componentes, espessura das chapas de aço dos painéis, espessura de coberturas isolantes, distância entre polos do disjuntor, dimensões dos barramentos, terminais de conexão etc.

- c) Inspeção completa dos circuitos: Deve ser feita uma verificação completa dos circuitos, fiação e ligações baseada nos diagramas esquemáticos aprovados, de forma a assegurar que os diagramas de fiação sejam a representação fiel do painel. Deve ser realizada verificação de continuidade.
- d) Ensaios funcionais, elétricos e mecânicos: Devem ser realizados ensaios funcionais, elétricos e mecânicos para verificar a correta operação das partes mecânicas, mecanismos de intertravamento, portas, travas, circuitos, resistência de aquecimento etc.

O inspetor da Energisa pode solicitar testes que não estejam contemplados acima e que façam parte dos ensaios funcionais do conjunto de manobra e suas unidades funcionais.

Os ensaios dos relés e demais dispositivos que não constam acima, devem ser relacionados no TAF e TAC.

10.2.2 Unidades funcionais

Os seguintes ensaios de rotina devem ser executados em cada unidade funcional, de acordo com a ABNT NBR IEC 62271-200:

Tabela: ensaios de rotina das unidades funcionais

Ensaio	Referência
Ensaio dielétrico no circuito principal	7.1
Ensaio em circuitos auxiliares e de controle*	7.2
Medição da resistência do circuito principal	7.3
Verificações de projeto e visual	7.5
Ensaio de operação mecânica**	7.102
Ensaio de dispositivos auxiliares elétricos, pneumáticos e hidráulicos	7.104
Ensaio de resistência mecânica da chave de aterramento e seus intertravamentos (***)	E.6.102.3
Ensaio de pintura: aderência	ABNT NBR 11003
Ensaio de pintura: espessura da película seca	ABNT NBR 10443

ABNT NBR IEC 62271-200

Ensaio	Referência
Ensaio de galvanização: aderência	ABNT NBR 7398
Ensaio de galvanização: espessura	ABNT NBR 7399

(*) A tensão aplicada nos circuitos auxiliares deve ser de 2 kVca/1 min item 6.2.10 da ABNT NBR 60694.

(**) A operação mecânica deve ser de 50 operações por unidade funcional típica.

(***) Verificar intertravamentos do disjuntor

Para os CMT GIS, além dos itens acima, deve ser realizado os ensaios abaixo:

Tabela: ensaios de rotina das unidades funcionais (CMT GIS)

Ensaio	Referência
Descargas parciais*	7.101
Pressão interna nos invólucros	7.103
Deteção e de medição de vazamento do gás isolante	7.103

(*) O valor limite de descargas parciais de 10 pC a 1,1 da tensão nominal (Ur) tensão fase-fase (a 1,1 Ur/√3 de tensão fase terra).

10.2.3 Disjuntores

Os disjuntores devem ser ensaiados conforme norma IEC 62271-100, em sua última revisão. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso

10.2.4 Transformadores de corrente

Os transformadores de corrente devem ser ensaiados conforme norma ABNT NBR 6856. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

A Energisa pode solicitar a realização de ensaio para confirmação do valor declarado do fator de segurança.

10.2.5 Transformadores de potencial

Os transformadores de potencial devem ser ensaiados conforme norma ABNT NBR 6855, em sua última revisão. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

10.2.6 Seccionadora de três posições

As seccionadoras de três posições devem ser ensaiadas conforme item 7 da norma ABNT NBR 62271-102 em sua última revisão. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

10.2.7 Ensaios após montagem no campo

Os ensaios após a montagem no campo devem ser feitos conforme a ABNT NBR 62271-200 e ABNT NBR 60694 acrescidos dos itens abaixo:

Tabela 2 - ensaios de rotina após montagem das unidades funcionais em campo

Ensaio	Referência	
Pressão interna nos invólucros	7.103	ABNT NBR IEC 62271-200
Detecção e de medição de vazamento do gás isolante	7.103	
Ensaios dielétricos no circuito principal	7.1	
Ensaios em circuitos auxiliares e de controle	7.2	
Medição da resistência do circuito principal	7.3	
Ensaios de operação mecânica	7.102	
Ensaios de dispositivos auxiliares elétricos, pneumáticos e hidráulicos	7.104	

10.3 Ensaios de tipo

10.3.1 Geral

Os ensaios de tipo devem ser realizados em amostras adicionais ao lote de fornecimento e idênticas aos equipamentos. As unidades funcionais devem estar equipadas com todos os respectivos equipamentos internos.

Ensaios de rotina devem ser realizados na amostra antes de qualquer ensaio de tipo.



A Energisa deve ser convocada para acompanhamento de todas as etapas referentes aos ensaios de tipo. O inspetor Energisa deve ter assegurado o direito de participação integral na condução da realização dos ensaios de tipo, incluindo, entre outros, comunicação direta com os técnicos dos laboratórios/fábricas, acesso às informações pertinentes aos ensaios, direito a fotografias e filmagens etc. Nesse sentido, o fornecedor/subfornecedor deve incluir tais condições quando da contratação/programação dos ensaios de tipo ou comunicar formalmente para o laboratório contratado que o inspetor será também responsável pela supervisão da realização dos ensaios e pelas negociações junto ao laboratório.

As versões definitivas dos relatórios de ensaios devem ser enviadas para avaliação da Energisa em até 60 dias após sua realização e conter as informações mínimas requeridas pela IEC 62271-200, IEC 62271-100, ABNT NBR 6856 ou ABNT NBR 6855, adicionados dos seguintes itens:

- Número de série e identificação inconfundível dos equipamentos e mecanismos de operação ensaiados, dados técnicos garantidos e desenhos com detalhes dos equipamentos, incluindo dimensional;
- Fotos dos equipamentos ensaiados.

10.3.2 Unidades funcionais montadas

Os ensaios de tipo dos componentes internos poderão ser realizados em conjunto com os da unidade funcional, desde que seja para reduzir o número de ensaios e aprovado pela Energisa.

Os cubículos devem ser ensaiados conforme norma ABNT NBR IEC 62271-200, em sua última revisão, e conforme esta especificação. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso. A tabela 2 apresenta os ensaios de tipo obrigatórios em caso de fornecimento para a Energisa, seguindo as orientações do pedido de compra.

Tabela: ensaios de tipo das unidades funcionais

Ensaio de tipo	Referência		
Ensaio dielétricos nos circuitos principais e de controle	Dielectric tests	6.2	IEC 62271-200
Ensaio de elevação de temperatura	Temperature rise tests	6.5	
Ensaio de corrente suportável de curta duração e de crista	Short-time withstand current and peak withstand current tests	6.6	
Verificação da proteção	Verification of the protection	6.7	
Ensaio de operação mecânica	Mechanical operation tests	6.102	
Ensaio de arco interno	Internal arc test	6.106	

A Energisa pode solicitar o ensaio de grau de proteção conforme ABNT NBR 60529, caso identifique a necessidade da comprovação do grau de proteção.

10.3.3 Disjuntores

Os disjuntores devem ser ensaiados conforme norma IEC 62271-100, em sua última revisão, e conforme especificações da Energisa. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

Os ensaios de tipo devem ser executados para cada variação de disjuntor a ser fornecido.

Tabela 3 - ensaios de tipo dos disjuntores

Ensaio de tipo	Referência		
Ensaio de durabilidade mecânica (*)	Endurance Test	6.101.2.3 e 6.101.2.4	IEC 62271-100
Estabelecimento e interrupção em curto-circuito (Classe S2 - 60 Hz)	Short-circuit current making and breaking tests	6.102	
Ensaio de manobra de corrente capacitiva (Classe C2) (**)	Capacitive current switching tests	6.111.5.1 e 6.111.5.2	

(*) Classe M2 para disjuntores de manobra de banco de capacitores. Classe M1 para demais disjuntores.

(**) Ensaio de manobra de banco de capacitores único e em contraposição são aplicáveis apenas a disjuntores de manobra de banco de capacitores

10.3.4 Transformadores de corrente

Os transformadores de corrente devem ser ensaiados conforme norma ABNT NBR 6856, em sua última revisão e especificação da Energisa. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

Os ensaios de tipo devem ser executados para cada variação de transformador de corrente a ser fornecido. Caso seja fornecido o mesmo modelo para TC's com características diferentes, deverá ser ensaiado apenas o equipamento de variação mais complexa.

Tabela: ensaios de tipo dos transformadores de corrente

Ensaio de tipo	Referência	
Tensão suportável de impulso atmosférico	12.3	ABNT NBR 6856
Elevação de temperatura	12.1	
Corrente suportável nominal de curta duração	12.2	
Valor de crista nominal da corrente suportável	12.2	
Tensão de circuito aberto	14.5	

10.3.5 Transformadores de potencial

Os transformadores de potencial devem ser ensaiados conforme norma ABNT NBR 6855, em sua última revisão e conforme especificação técnica da Energisa. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

Os ensaios de tipo devem ser executados para cada variação de transformador de potencial a ser fornecido.

Tabela 5: ensaios de tipo dos transformadores de potencial

Ensaio de tipo	Referência	
Resistência dos enrolamentos	9.6	ABNT NBR 6855
Corrente de excitação e perdas em vazio	9.7	
Impedância de curto-circuito	9.8	

Ensaio de tipo	Referência
Tensão suportável de impulso atmosférico	9.3
Curto-circuito	9.2
Elevação de temperatura	9.1

10.3.6 Chave de aterramento

As chaves de aterramento devem ser ensaiadas conforme norma item 6 da ABNT NBR 62271-102 em sua última revisão e conforme especificação técnica da Energisa. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

Tabela: ensaios de tipo das seccionadoras

Ensaio de tipo	Referência
Tensão suportável de impulso atmosférico	6.2.5
Resistência ôhmica do circuito	6.4
Elevação de temperatura	6.5
Corrente suportável nominal de curta duração	6.6
Valor de crista nominal da corrente suportável	6.6
Capacidade de estabelecimento em curto-circuito (Classe E1)	6.101
Durabilidade mecânica (Classe M0)	6.102.5

ABNT NBR 62271-102

10.3.7 Seccionadora de três posições

As seccionadoras de três posições devem ser ensaiadas conforme norma item 6 da ABNT NBR 62271-102 em sua última revisão e conforme especificação técnica da Energisa. Em caso de divergência, deve ser adotado o critério de ensaio mais rigoroso.

Tabela 7 - ensaios de tipo das seccionadoras

Ensaio de tipo	Referência
Tensão suportável de impulso atmosférico	6.2.5
Resistência ôhmica do circuito	6.4

ABNT
NBR
62271-
102

Ensaio de tipo	Referência
Elevação de temperatura	6.5
Corrente suportável nominal de curta duração	6.6
Valor de crista nominal da corrente suportável	6.6
Capacidade de estabelecimento em curto-circuito (Classe E1)	6.101
Durabilidade mecânica (Classe M1)	6.102.5

10.4 Programa de ensaios de tipo

Faz parte do fornecimento da documentação técnica, caso aplicável, o programa de ensaios de tipo e especiais. O programa de ensaios deve ser aprovado com antecedência de 60 dias antes da efetiva realização dos ensaios, contendo, pelo menos:

- Detalhamento de todos os pontos em que seja necessário acordo entre as partes;
- Detalhamento dimensional das amostras que serão enviadas para ensaio e dados técnicos pertinentes;
- Aspectos logísticos (laboratórios, quantidade de amostras, período de transporte, ações para mitigação de riscos etc.);
- Cronograma de manutenções e preparativos entre ensaios;
- Relação de todos os ensaios a serem realizados, incluindo local, data e duração;
- Informações sobre o responsável técnico do laboratório onde será realizado o ensaio (nome, e-mail e telefone);
- Descrição sucinta dos procedimentos e circuitos utilizados em cada ensaio, bem como pré-condicionamento de amostras, resultados esperados, verificações, medições e critérios para aceitação final;
- Normas e itens aplicáveis a cada ensaio;

- Valores de corrente e tensão a serem aplicados nos circuitos principal e auxiliar;
- Posições dos equipamentos durante os ensaios.

Um modelo de documento pode ser disponibilizado pela Energisa caso solicitado pelo fornecedor.

10.5 Treinamento

Caso requerido no pedido de compra, deve ser realizado treinamento para permitir que a equipe da Energisa conheça aspectos de fabricação e se capacite para o projeto de aplicação, montagem, operação e manutenção do equipamento.

Devem ser previstos como inclusos no escopo do treinamento: programa de treinamento, local, multimídia, materiais didáticos e equipamentos de treinamento. Todos os custos referentes ao treinamento devem estar embutidos no preço do equipamento.

O treinamento será realizado no local indicado pela Energisa durante 3 (três) dias para, no mínimo, 20 (vinte) pessoas. O programa de treinamento deve ser aprovado pela Energisa. A Energisa marcará a data de realização e comunicará ao fornecedor com 15 (quinze) dias de antecedência.

O treinamento deve ser avaliado pelos participantes e repetido sem custos para Energisa, com as devidas adequações de conteúdo, caso tenha sido considerado insatisfatório pela equipe de treinandos.

11 FALHAS NO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS

Se através dos ensaios de rotina na fábrica ou de testes de campo, vierem a ser detectadas falhas no equipamento e/ou constatado que o equipamento não atende a todas as exigências constantes nessa especificação, os equipamentos serão modificados, reprojutados, refeitos e retestados às custas do fabricante até que as falhas sejam perfeitamente sanadas e/ou todos os requisitos desta especificação

sejam integralmente atendidos, sem custo adicional e/ou extensão do prazo de entrega.

12 PEÇAS SOBRESSALENTES, CONSUMÍVEIS E FERRAMENTAS ESPECIAIS

O proponente deve apresentar listas detalhadas de peças, módulos sobressalentes, materiais de consumo, ferramentas especiais essenciais e não essenciais.

A Energisa não aceitará propostas na qual o preço das peças sobressalentes esteja incluído no preço do equipamento.

Os preços cotados para sobressalentes especificadas, recomendadas e para ferramentas especiais devem observar o especificado para impostos no capítulo - impostos do pedido de compra.

Para atender às necessidades da Energisa, o proponente deve cotar os itens solicitados no capítulo correspondente do pedido de compra - peças de reserva especificadas.

Caso o proponente julgue excessiva ou reduzida a quantidade acima especificada, deve propor na planilha específica para peças sobressalentes recomendadas, também do pedido de compra, a quantidade que julgue conveniente para o fornecimento. Para efeito de avaliação comercial somente a quantidade especificada será considerada. A quantidade recomendada pode ser ou não considerada para colocação do contrato, a critério da Energisa.

Além disto, os seguintes itens devem ser observados:

- a) Todas as peças, componentes e unidades de reposição devem ser da mesma qualidade dos originais e perfeitamente intercambiáveis;
- b) Os consumíveis não incluídos na proposta, mas que forem necessários para o perfeito funcionamento dos equipamentos dentro das especificações, devem



ser supridos pelo fornecedor, sem custos para a Energisa, mesmo que não constem da lista de materiais;

- c) Qualquer peça sobressalente de propriedade da Energisa, utilizada durante a garantia, deve ser substituída sem custos para a mesma e em tempo hábil, de modo a não comprometer a manutenção dos equipamentos e assegurar que, findo o período de garantia, o "kit" esteja completo;
- d) Caso requerido no pedido de compra, na proposta deve constar os preços unitários de cada item ofertado e as especificações técnicas dos componentes;
- e) As ferramentas especiais essenciais ao sistema devem ser cotadas e terem seus preços somados ao total da proposta para efeito de avaliação comercial. Caso estas ferramentas não sejam cotadas e sua falta seja percebida durante a fabricação ou instalação dos equipamentos o proponente deve fornecê-las sem custos para a Energisa;
- f) Caso requerido no pedido de compra, as ferramentas especiais não essenciais, porém que o proponente julgue de interesse da Energisa devem ser cotadas para eventual compra, porém não devem ter seus preços somados ao total da proposta, pois não devem ser consideradas na avaliação comercial.

13 GARANTIAS DE DESEMPENHO PARA O FORNECIMENTO E PENALIZAÇÕES

O fornecedor deverá garantir o fornecimento durante a execução do contrato e durante o período de garantia contra quaisquer defeitos que não possam ser atribuídos a seu uso inadequado.

O período de garantia deverá ser de 18 (dezoito) meses de operação satisfatória, para cada lote do fornecimento, a contar da data de entrada em operação, ou 24 (vinte e quatro) meses a partir da última entrega relacionada com o lote, prevalecendo à data que primeiro ocorrer, exceto quando o fornecimento não entrar em operação nas datas estipuladas pelo comprador por culpa do fornecedor. Em tal

caso, o prazo de 18 (dezoito) meses de operação satisfatória prevalecerá para o lote afetado.

Caso o fornecimento apresente defeitos ou deixe de atender aos requisitos exigidos, o comprador poderá rejeitá-lo e exigir que o fornecedor proceda a sua imediata substituição ou correção, devidamente montado, sem ônus para o comprador. Nesse caso, um novo período de garantia de 18 (dezoito) meses de operação satisfatória deverá entrar em vigor, para o lote em questão.

Caso, depois de notificado pelo comprador, o fornecedor se recusar ou deixar de corrigir ou substituir o fornecimento, o comprador terá direito de efetuar o trabalho de correção por seu próprio pessoal ou por terceiros, conforme julgar necessário, a fim de reparar quaisquer defeitos, e de deduzir os respectivos custos de qualquer crédito devido ao fornecedor ou de iniciar uma ação judicial para reavê-los.

Caso o fornecedor se recuse a efetuar as modificações necessárias, ou se após as modificações ficar evidente a impossibilidade de serem obtidos valores iguais ou superiores a 99 % (noventa e nove por cento) da potência nominal, o fornecimento poderá ser recusado com todas as implicações contratuais.

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/11/2019	0.0	<ul style="list-style-type: none">1ª Edição

15 VIGÊNCIA

Esta especificação entra em vigor na data de 01/11/2019 e revoga as versões anteriores.

16 ANEXOS

ANEXO A - Unidade funcional

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
1	Tipo ou modelo da unidade funcional		
	Proteção anticorrosiva interna e externa (Categoria C3 de corrosividade da atmosfera)		
	Aplicação da unidade funcional (alimentador, interligação, banco etc.)		
	Número de identificação das unidades funcionais		
2	Tensão nominal	kV	
3	Frequência nominal	Hz	
4	Corrente nominal	A	
5	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	kVcrista	
6	Tensão suportável nominal a frequência industrial	kV	
7	Corrente suportável de curta duração (1s)	kA	
8	Valor de crista nominal da corrente suportável	kA crista	
9	Quantidade de unidades funcionais		
10	Massa total	kg	
11	Dimensões LxAxP		
12	a) Na porta	mm	
	b) Na estrutura da unidade funcional	mm	
	c) No painel traseiro	mm	
	d) Nas laterais divisórias	mm	
	e) No teto	mm	
	f) Nos dispositivos de alívio de pressão	mm	
	g) Em outras partes (especificar)	mm	
13	Distância mínima requerida à frente da unidade funcional para retirada do disjuntor	mm	
14	Distância mínima requerida atrás da unidade funcional para retirada da tampa e acesso aos cabos	mm	

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
15	Material de proteção das barras		
16	Espessura de proteção das barras	mm	
17	Material de proteção das conexões		
18	Compartimentos onde existem dispositivos anti-condensação e a potência desses dispositivos		
18.1	a) Disjuntor	w	
	b) Cabos	w	
	c) TP´s	w	
	d) Baixa tensão	w	
	e) Outros a especificar	w	
19	Carga Térmica Gerado por cada Compartimento		
19.1	a) Disjuntor	Btus-w	
	b) Cabos	Btus-w	
	c) Barra	Btus-w	
	d) TP´s	Btus-w	
	e) Baixa tensão	Btus-w	
	f) Outros a especificar	Btus-w	
20	Tensão nominal dos dispositivos anti-condensação	Vca	
21	Isolamento da unidade funcional		
21.1	a) Menor distância fase/fase	mm	
	b) Menor distância fase/terra	mm	
22	Gás (CMT GIS)		
	a) Tipo do gás		
	b) Massa do gás	Kg	
	c) Pressão nominal	kPa	
	d) Pressão mínima para manobra	kPa	
	e) Pressão de alarme	kPa	
f) Pressão de bloqueio	kPa		
23	Pressão de atuação do dispositivo de alívio de pressão	kPa	

ANEXO B - Disjuntor

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
1	Identificação do disjuntor		
1.1	Tipo ou modelo do disjuntor		
2	Número de identificação das unidades funcionais onde serão aplicados		
2	Características elétricas nominais básicas		
2.1	Tensão nominal	kV	
2.2	Frequência nominal	Hz	
2.3	Corrente nominal	A	
2.4	Meio de extinção		
3	Características dielétricas		
3.1	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: À terra	kVcrista	
3.2	Tensão suportável nominal à frequência industrial (durante 1 minuto):	kV	
4	Características relativas à capacidade de estabelecimento e interrupção		
4.1	Classe para a aplicação em sistemas conectados com linhas aéreas ou cabos (IEC 62271-100)		
4.2	Corrente suportável de curta duração (1 s)	kA	
4.3	Valor de crista nominal da corrente suportável	kAcrista	
4.4	Capacidade de interrupção nominal em curto-circuito:		
	a) valor eficaz da componente alternada	kA	
4.5	b) valor máximo da componente contínua expresso em porcentagem do valor eficaz da componente alternada indicada na alínea a	%	
	Máximo fator de sobretensão na interrupção de pequenas correntes indutivas:	p.u.	
4.6	a) valor da corrente na qual ocorre a maior sobretensão	A	
	Capacidade de interrupção nominal de banco de capacitores único ou em contraoposição:	A	
4.6	a) Classe para a probabilidade de reacendimento durante interrupção de corrente capacitiva		
	b) Máximo fator de sobretensão	p.u.	

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
4.7	Capacidade de interrupção nominal de cabos a vazio:	A	
	a) máximo fator de sobretensão	p.u.	
4.8	Sequência nominal de operação		
4.9	Tempo de abertura:		
	a) valor nominal	ms	
	b) valor mínimo	ms	
	c) valor máximo	ms	
4.10	Tempo de fechamento:		
	a) nominal	ms	
	b) mínimo	ms	
	c) máximo	ms	
4.11	Tempo mínimo para religamento	ms	
4.14	Fator de 1° polo considerado em B.4.11	p.u.	
5	Características construtivas		
5.1	Classe aplicada a durabilidade mecânica		
5.2	Resistência das partes condutoras de terminal a terminal, valores máximos aceitáveis:		
	a) para disjuntor novo	$\mu\Omega$	
	b) após ensaio de 10.000 operações	$\mu\Omega$	
5.3	Intervalo de tempo máximo entre a extinção do arco nos contatos da primeira e da última fase a interromper	ms	
5.4	Intervalo de tempo máximo entre a abertura do primeiro contato principal da fase mais rápida e do primeiro contato principal da fase mais lenta	ms	
5.5	Intervalo máximo de tempo entre o fechamento do último contato principal da fase mais rápida e o último contato principal da fase mais lenta	ms	
5.6	Tempo de inserção da bobina de abertura:		
	a) máximo	ms	
	b) mínimo	ms	
5.7	Tempo de inserção da bobina de fechamento:		

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
	a) máximo	ms	
	b) mínimo	ms	
5.8	Tempo de reversão dos contatos auxiliares a partir da energização da bobina de abertura		
	Número de operações de abertura antes de inspeção e manutenção dos contatos:		
	a) com corrente nominal		
	b) com 100% da capacidade de interrupção nominal		
5.9	c) com 80% da capacidade de interrupção nominal		
	d) com 50% da capacidade de interrupção nominal		
	e) com 25% da capacidade de interrupção nominal		
5.10	Distancias entre os contatos abertos dentro da câmara de extinção		
5.11	Material de revestimento dos contatos principais		
5.12	Distância mínima entre as fases	mm	
	Dimensões para transporte, inclusive embalagem:		
5.13	a) altura	mm	
	b) largura	mm	
	c) comprimento	mm	
5.14	Massa para transporte	kg	
6	Mecanismos de operação:		
6.1	Tipo do mecanismo de operação		
6.2	Ciclo de operação sem rearmazenamento de energia		
	Bobina de fechamento:		
6.3	a) resistência ôhmica	Ω	
	b) consumo	W	
	c) tempo de energização	ms	
	Bobina de abertura:		
6.4	a) resistência ôhmica	Ω	
	b) consumo	W	
	c) tempo de energização	ms	

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
6.5	Tensão do motor:		
	a) nominal	Vcc	
	b) máxima admissível	Vcc	
	c) mínima admissível	Vcc	
6.6	Corrente do motor:		
	a) partida	A	
	b) regime permanente	A	
6.7	Chaves auxiliares:		
	a) corrente nominal	A	
	b) capacidade de interrupção a 125 Vcc:		
	b1) circuito resistivo	A	
	b2) circuito indutivo	A	
	b3) relação L/R do circuito indutivo	ms	
	c) número de contatos livres NA		
	d) número de contatos livres NF		
e) tensão suportável por 1 minuto, 60 Hz	V		
6.8	Tempo de comutação dos contatos no fechamento do disjuntor (após a energização da bobina de fechamento):		
	a) contato tipo "a" (NA)	ms	
	b) contato tipo "b" (NF)	ms	
6.9	Tempo de comutação dos contatos na abertura do disjuntor (após a energização da bobina de abertura):		
	a) contato tipo "a" (NA)	ms	
	b) contato tipo "b" (NF)	ms	
7	Dados específicos de mecanismos a mola		
7.1	Tempo para o motor carregar a mola	s	

ANEXO C - Transformadores de potencial

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
1	Identificação		
1.1	Número de Identificação das unidades funcionais onde serão aplicadas		
1.2	Identificação da função dos transformadores de potencial (entrada de Trafo, barramento de interligação etc.);		
2	Tipo/Modelo		
3	Tensão máxima do equipamento (Umáx)	kVeficaz	
4	Tensão primária nominal	kVeficaz	
5	Grupo de ligação		
6	Fatores de sobretensão:		
	- Contínuo - 30 s		
7	Número de enrolamentos secundários:		
8	Número de espiras enrolamento primário:		
8.1	- 1º enrolamento:		
	Nº de espiras enrolamento secundário:		
	Completo Derivação		
8.2	- 2º enrolamento:		
	Nº de espiras enrolamento secundário:		
	Completo Derivação		
9	Tensão secundária:		
	- 1º enrolamento	V	
	- 2º enrolamento	V	
10	Relação nominal:		
	- 1º enrolamento		
	- 2º enrolamento		
11	Classe de exatidão e carga:		
	- 1º enrolamento		

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
	- 2º enrolamento		
	Obs.: A classe de exatidão dos TPIs deve ser garantida para cada enrolamento, estando o TPI energizado com tensão primária entre 90% e 110% da tensão nominal e secundário a vazio		
12	Corrente de excitação	A	
13	Perdas em vazio	W	
14	Resistência dos enrolamentos:		
	- Enrolamento primário		
	- Enrolamentos secundários		
	1º enrolamento:		
	- Enrolamento completo		
	- Derivação secundária		
	2º enrolamento		
	- Enrolamento completo		
- Derivação secundária			
15	Reatância de dispersão		
16	Potência térmica	VA	
17	Carga Simultânea	VA	
18	Nível máximo de descargas parciais	pC	
19	Frequência nominal	Hz	
20	Níveis de isolamento:		
	- Tensão suportável nominal à frequência industrial	kVeficaz	
	- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	kVcrista	
21	Elevação de temperatura para uma operação contínua a plena carga em um ambiente com temperatura de 40 °C	°C	
22	Esforços nos terminais de alta tensão:		
	- Horizontal	kgf.m	
	- Vertical	kgf.m	
	- Transversal	kgf.m	
23	Massas:		

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
	- Total	kg	
	- Aproximada para transporte	kg	
24	Dimensões aproximadas para transporte		
	- Comprimento	mm	
	- Largura	mm	
	- Altura	mm	
25	Fusível Primário (CMT AIS)		
25.1	- Fabricante,		
25.2	- Tipo/modelo		
25.3	- Corrente de atuação	kA	

ANEXO D - Transformadores de corrente

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
1	Identificação		
1.1	Identificação das unidades funcionais onde serão aplicadas		
1.2	Identificação da função dos transformadores de corrente (saída de Trafo, interligação, alimentador, banco de capacitor, serviço auxiliar etc.);		
2	Tipo/Modelo		
3	Tensão máxima do equipamento (Umáx)	kV eficaz	
4	Tensão primária nominal	kV eficaz	
5	Secundário de medição		
5.1	Quantidade de núcleos		
5.2	Quantidade de enrolamentos		
5.3	Corrente secundária:	A	
5.4	Classe de exatidão e carga:		
5.5	Nº total de espiras do secundário		
5.6	Relação nominal		
5.7	Fator de segurança (FS)		
5.8	Densidade da corrente	A/mm ²	
5.9	Resistência ôhmica	Ω	
5.10	Resistência das perdas no ferro		
5.11	Impedância secundária (resistência e reatância)		
5.12	Fator térmico baseado em 30 °C de temperatura ambiente		
5.13	Curva de excitação (V x I): Tensão de excitação na parte de máxima permeabilidade	V	
5.14	Corrente de excitação na parte de máxima permeabilidade	A	
5.15	Indutância de dispersão do enrolamento secundário	H	
5.16	Densidade de fluxo do "knee-point" Obs.: "knee-point é o ponto onde um acréscimo de 10% na tensão produz um acréscimo de 50% na corrente de excitação	klinhas/cm ²	
5.17	Tipo do núcleo		

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
5.18	Área da seção transversal do núcleo	mm ²	
5.19	Comprimento médio do caminho magnético do núcleo	mm	
6	Secundário de proteção		
6.1	Quantidade de núcleos		
6.2	Quantidade de enrolamentos		
6.3	Corrente secundária:		
6.4	Classe de exatidão e carga:		
6.5	Nº total de espiras do secundário		
6.6	Relação nominal		
6.7	Densidade da corrente	A/mm ²	
6.8	Resistência ôhmica	Ω	
6.9	Tensão secundária a 20 x Is	V	
6.10	Tensão secundária de circuito aberto	V	
6.11	Resistência das perdas no ferro		
6.12	Impedância secundária (resistência e reatância)		
6.13	Fator térmico baseado em 30 °C de temperatura ambiente		
6.14	Curva de excitação (V x I): - tensão de excitação na parte de máxima permeabilidade	V	
6.15	- Corrente de excitação na parte de máxima permeabilidade	A	
6.16	Indutância de dispersão do enrolamento secundário	H	
6.17	Densidade de fluxo do "knee-point" Obs.: "knee-point é o ponto onde um acréscimo de 10% na tensão produz um acréscimo de 50% na corrente de excitação	klinhas/cm ²	
6.18	Tipo do núcleo		
6.19	Área da seção transversal do núcleo	mm ²	
6.20	Comprimento médio do caminho magnético do núcleo	mm	
6.21	Comprimento total dos entreferros no núcleo	mm	
7	Características gerais		
7.1	Corrente suportável nominal de curta duração - corrente térmica	kA eficaz	

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
7.2	Valor de crista nominal da corrente suportável - corrente dinâmica	kA crista	
7.3	Nível máximo de descargas parciais	pC	
7.4	Frequência nominal	Hz	
7.5	Níveis de isolamento:		
	- Tensão suportável nominal à frequência industrial	kV eficaz	
	- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	kV crista	
7.6	Elevação de temperatura para uma operação contínua a plena carga em um ambiente com temperatura de 40 °C	°C	
7.7	Esforços nos terminais de alta tensão:		
	- Horizontal		
	- Vertical	kgf.m	
	- Transversal		
7.8	Massas:		
	- Total	kg	
	- Aproximada para transporte	kg	
7.9	Dimensões aproximadas para transporte:		
	- Comprimento	mm	
	- Largura	mm	
	- Altura	mm	
7.10	Densidade de corrente no enrolamento primário	A/mm ²	
7.11	Resistência ôhmica do enrolamento primário		
7.12	Impedância primária (resistência e reatância)		
7.13	Número total de espiras: Enrolamento primário		

ANEXO E - Seccionadora de três posições

Item	Descrição	Unidade	Dado ou quantidade
1	Tipo ou modelo da chave seccionadora		
2	Durabilidade mecânica (Classe M1)		
3	Tensão nominal	kV	
4	Frequência nominal	Hz	
5	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico lâminas abertas	kV	
6	Tensão suportável nominal à frequência industrial	kV	
7	Corrente suportável nominal de curta duração (1s)	kA	
8	Valor de crista da corrente suportável nominal de curta duração	kA crista	
9	Capacidade de interrupção de corrente de cabos a vazio	A	
10	Capacidade de estabelecimento de curto-circuito com duas aplicações (Classe E1)	A	

