
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas
	Construtivas	

SUMÁRIO


PARTE 1 – INTRODUÇÃO	3
1 FINALIDADE	3
2 ÂMBITO DE APLICAÇÃO	3
3 CONCEITOS BÁSICOS	4
3.1 Condições Normativas	4
3.2 Proposta Técnica de Fornecimento.....	4
3.3 Fabricação e Garantia.....	6
3.4 Documentos para Aprovação	7
3.5 Inspeção e Ensaios.....	10
3.6 Aceitação e Rejeição	12
3.7 Embalagem e Transporte.....	13
3.8 Instruções Técnicas de Treinamento	14
3.9 Montagem, Energização e Acertos no Local de Instalação	15
4 MEIO AMBIENTE.....	15
4.1 Condições dos Locais de Instalação	15
4.2 Características Elétricas dos Sistemas	15
5 REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS	17
PARTE 2 – CONCEPÇÃO BÁSICA GERAL.....	20
PARTE 3 – SETOR DE ALTA TENSÃO.....	23
1 ALTERNATIVA: SUBESTAÇÃO BLINDADA EM GÁS (GIS).....	23
1.1 Descrição Resumida das Instalações.....	23
1.2 Defeitos Internos.....	24
1.3 Dutos	24
1.4 Grau de Estanqueidade	25
1.5 Pressão ou Densidade do Gás SF ₆	25
1.6 Pureza do Gás SF ₆	25
1.7 Dispositivos de Monitoramento do Gás SF ₆	26
1.8 Tratamento e Armazenagem de Gás SF ₆	26
1.9 Compatibilidade Eletromagnética.....	27
1.10 Sistema de Monitoramento de Descargas Parciais	27
1.11 Dispositivos para Movimentação.....	27
1.12 Requisitos Gerais.....	28
2 ALTERNATIVA: SUBESTAÇÃO HÍBRIDA (MÓDULOS COMPACTOS)	28
PARTE 4 – TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA	30
PARTE 5 – SETOR DE MÉDIA TENSÃO.....	31
1 ALTERNATIVA: CONJUNTO BLINDADO COMPACTO UNITÁRIO.....	31
1.1 Características Gerais do Eletrocentro.....	31
1.2 Base e Piso.....	32
1.3 Paredes	33
1.4 Telhado.....	33

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	1 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

1.5	Portas de Acesso	33
1.6	Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio	33
1.7	Sistema de Climatização e Condicionamento de Ar	34
1.8	Sistema de Pressurização Interna.....	34
1.9	Sistema de Iluminação, Aquecimento e Tomadas.....	35
1.10	Sistema de Aterramento e Equipotencialização	35
1.11	Proteção e Controle	35
1.12	Fiação de Circuitos Auxiliares	37
1.13	Compartimentos Blindados	38
1.14	Equipamentos e Componentes	39
1.15	Transformadores de Serviços Auxiliares	41
1.16	Acabamento e Pintura.....	42
1.17	Placas de Identificação	43
2	ALTERNATIVA: CONJUNTO DE CUBÍCULOS BLINDADOS JUSTAPOSTOS	48
	PARTE 6 – REGISTROS E ANEXOS	50
1	REGISTRO DE REVISÃO.....	50
2	ANEXOS	50

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinícius S Malagoli	20/12/2016	2 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 1 – INTRODUÇÃO

1 FINALIDADE

A presente Especificação Técnica estabelece os requisitos que deverão ser atendidos para a escolha e o fornecimento de alternativas aqui descritas e denominadas compactas de subestação transformadora de distribuição, para instalação nos sistemas elétricos das Distribuidoras da CPFL Energia, a saber:

- CPFL Paulista (Companhia Paulista de Força e Luz)
- CPFL Piratininga (Companhia Piratininga de Força e Luz)
- CPFL Santa Cruz (Companhia Luz e Força Santa Cruz)
- CPFL Jaguari (Companhia Jaguari de Energia)
- CPFL Leste Paulista (Companhia Paulista de Energia Elétrica)
- CPFL Mococa (Companhia Luz e Força de Mococa)
- CPFL Sul Paulista (Companhia Sul Paulista de Energia)
- RGE (Rio Grande Energia)
- RGE Sul (Rio Grande Energia Sul)

Estas Distribuidoras são neste documento referidas apenas e coletivamente como CPFL e, quando for necessário ao correto entendimento e aplicação técnica, as diferenças inerentes a cada uma serão explicitadas.

As alternativas de subestação compacta indicadas nesta Especificação Técnica, em seus setores constituintes, têm uma descrição em termos eminentemente construtivos e funcionais, com um caráter mais genérico e, quando necessário, também mais específico naquilo que importa à CPFL ver como requisito ou condição incorporada.


A CPFL indicará, quando preciso e demandado para cada caso específico, quais detalhes deverão ser considerados para a alternativa a ser cotada de subestação compacta, conforme a aplicação pretendida. Isto será feito por meio do seu documento denominado “Descritivo Técnico de Obra”.

A CPFL poderá, ainda, a seu exclusivo critério, quando do ato de cotar no mercado os serviços de projeto e aquisição correlata de materiais, equipamentos e sistemas, além da execução da construção, ampliação ou reforma em si de subestações ditas convencionais (*air-insulated substations* – AIS), requerer que as propostas de fornecimento considerem opções como as descritas na presente Especificação Técnica para soluções compactas (*compact solutions*), mesmo que restritas a determinadas partes ou setores dessas subestações. Como mencionado no parágrafo precedente, isto estará expresso no Descritivo Técnico de Obra. Contudo, a aceitação e escolha de qualquer alternativa caberá unicamente à CPFL.

2 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Diretoria de Engenharia; Diretoria de Operações da Distribuição; Diretoria de Suprimentos; Gerências de Gestão de Ativos; Gerências de Serviços da Transmissão; Fornecedores.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	3 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

3 CONCEITOS BÁSICOS

3.1 Condições Normativas

A subestação compacta, seus sistemas supervisórios, equipamentos, componentes, partes, dispositivos, acessórios e materiais constituintes deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as principais Normas Técnicas brasileiras e/ou internacionais aplicáveis, em suas últimas revisões, dentre ABNT, IEC, ANSI, IEEE, ISO, BS, DIN, VDE e outras, exceto quando estabelecido de outra forma nesta Especificação Técnica. Caso ocorram itens conflitantes nas Normas mencionadas, prevalecerá aquele que assegurar qualidade superior, ou outro, mediante decisão da CPFL.

Todos os documentos e desenhos referentes à subestação compacta e suas alternativas aqui especificadas, utilizados na interação com a CPFL com vistas ao seu fornecimento, deverão fazer uso do Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Decimal). Se outro sistema de unidades for usado, a conversão para o Sistema Internacional deverá ser indicada ao lado.

3.2 Proposta Técnica de Fornecimento


A Proposta Técnica de Fornecimento e as alternativas que dela fizerem parte deverão sê-lo no contexto indicado em cada Descritivo Técnico de Obra. Assim, a presente Especificação Técnica trata apenas dos itens e funcionalidades que, com relação à Proposta, estão cobertos pelo que se descreve nas **PARTES 3, 4 e 5** à frente, além dos **Anexos** na **PARTE 6**.

A Proposta Técnica de Fornecimento, bem como todos os documentos e anexos que dela fizerem parte, deverão ser redigidos em português ou inglês. Deverá estar claramente indicada a normalização técnica que se aplica à subestação compacta ofertada, incluindo suas alternativas. Todo e qualquer erro de redação cometido pelo Proponente que possa afetar a interpretação da Proposta Técnica será de inteira responsabilidade do mesmo, que se sujeitará às penalidades que do erro advenham.

A Proposta Técnica, e suas alternativas, deverá obrigatoriamente conter as informações solicitadas nas folhas de dados que tipicamente compõem conjuntos de características e parâmetros pertinentes aos equipamentos e sistemas que formam a subestação compacta ofertada e suas variações. As especificações técnicas elaboradas pela CPFL para estes equipamentos costumam ter itens detalhados para tanto, em geral denominados “Características Técnicas por Ocasão da Oferta”, que deverão ser completamente preenchidas e assinadas pelo Proponente responsável. Após a confirmação do Contrato de Fornecimento, não serão aceitas alterações de tipo e/ou fabricante declarados sem análise e aprovação prévia da CPFL. O Proponente deverá anexar folhas separadas contendo quaisquer respostas que, pela sua extensão, não possam ser inseridas nessas folhas de dados padronizadas (a elas referindo-se claramente), ou que incluam quaisquer outras informações de real interesse para a perfeita caracterização de partes, sistemas, equipamentos, componentes, acessórios, instrumentos, dispositivos, aparelhos e demais itens ofertados.

Os sistemas, equipamentos, componentes, dispositivos, instrumentos, acessórios, etc. que farão parte da subestação compacta proposta, e suas alternativas, deverão, quando for o caso, ser dos tipos e fabricantes indicados nesta Especificação Técnica. A utilização destes não isenta o Proponente de todas as responsabilidades sobre eles. O Proponente poderá, no entanto, utilizar alternativos, desde que o motivo da inadequação dos especificados pela CPFL

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	4 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

seja explicitado e que sejam mantidas a qualidade, as funções e as características técnicas aqui especificadas, bem como sua utilização tenha sido aprovada pela CPFL antes da sua aplicação. Tudo o que for necessário ao pleno funcionamento da subestação compacta, e suas alternativas, deverá ser fornecido, mesmo quando não explicitamente especificado.

A Proposta Técnica (e suas alternativas) deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:


- Diagrama unifilar, funcional e operativo;
- Desenho do aspecto externo da subestação compacta e seus setores, indicando entradas e saídas de energia (alta e média tensão), conexão entre os componentes, serviços auxiliares em corrente alternada e contínua, dimensões principais, acessos e movimentação externa, pesos, componentes, partes, acessórios, etc.;
- Desenho das bases e estruturas de suporte para fixação e chumbamento às fundações de concreto, com detalhes para que estas possam ser avaliadas e posteriormente preparadas pela CPFL ou empresa por esta contratada;
- Desenho do arranjo interno da solução compacta de cada setor da subestação, indicando as dimensões, espaçamentos, acessos e movimentação interna, posicionamento de equipamentos, blindagens, componentes, partes, dispositivos e acessórios, com detalhes de itens de segurança, ventilação, sinalização visual e sonora, combate a incêndio, etc.;
- Uma cópia dos desenhos ou catálogos dos equipamentos, componentes, partes, dispositivos, instrumentos, aparelhos e acessórios a serem utilizados;
- Lista de material completa do fornecimento, incluindo sobressalentes recomendados e ferramentas especiais e instrumentação para montagem e manutenção eventualmente necessários;
- Esquema detalhado dos processos de tratamento, acabamento e pintura das partes a serem pintadas;
- Uma cópia dos relatórios de ensaios de tipo e especiais já realizados, em laboratórios independentes, no tipo ou modelo de alternativa da solução compacta ora ofertada e seus principais equipamentos e componentes constituintes;
- Lista contendo as quantidades adquiridas por outros clientes, seus nomes e datas de compra de tipo ou modelo de alternativa da solução compacta ora ofertada;
- Toda e qualquer informação adicional que o proponente julgar importante ou necessária ao pleno esclarecimento dos detalhes que incorporar à Proposta e/ou suas alternativas.

A CPFL poderá solicitar quaisquer outras informações que julgar necessárias para o perfeito entendimento das características técnicas do tipo ou modelo de solução compacta ofertada.

O Proponente deverá, também, cotar itens relativos a componentes de reserva ou sobressalentes recomendados, devendo ser idênticos, em todos os aspectos, aos correspondentes dos originais aqui especificados e cobrindo um período de operação de pelo menos 5 anos. Eles poderão ser submetidos a inspeção e ensaios, a critério da CPFL.

Ainda, o Proponente deverá cotar itens relativos a quaisquer dispositivos, instrumentos, aparelhos, licenças de *software* ou aplicativos computacionais e ferramentas especiais necessárias à montagem, operação e manutenção da solução compacta e suas partes, equipamentos, sistemas supervisórios, componentes e acessórios, não usualmente encontradas no mercado brasileiro. Elas poderão ser submetidas a inspeção e ensaios, a

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	5 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

critério da CPFL.

A embalagem e o transporte de componentes de reserva, ou sobressalentes, e de ferramentas e instrumentação ou dispositivos especiais deverão ser feitos levando-se em consideração o estabelecido no **Sub-Item 3.7 – Embalagem e Transporte**, desta Especificação Técnica.

Caso seja necessário dispositivo, instrumentação e ferramenta que se comprove ser especial para montagem, operação e manutenção da solução compacta e não tenha sido incluído na Proposta, o Fornecedor será obrigado a supri-lo sem ônus, na quantidade indicada pela CPFL.

3.3 Fabricação e Garantia

Nenhuma alteração poderá ser feita pelo Fornecedor aos termos, valores e unidades adotados por esta Especificação. No caso de detalhes não mencionados, o Fornecedor deverá satisfazer ao que de melhor existir em trabalho no gênero. Quando forem adquiridas mais de uma unidade dos mesmos tipos ou modelos de soluções para os setores da subestação compacta sob o mesmo Contrato de Fornecimento, todas elas deverão possuir o mesmo projeto e ser essencialmente iguais, sendo intercambiáveis todos os equipamentos, peças e acessórios de mesmas funcionalidades correspondentes que as constituem.

Qualquer modificação do projeto original, que por razões de ordem técnica se tornar necessária, deverá ser antecipadamente comunicada e somente poderá ser realizada com a aprovação formal da CPFL.


A subestação compacta, bem como suas partes, componentes, equipamentos, sistemas supervisórios e acessórios, deverá ser coberta por uma garantia contra quaisquer defeitos decorrentes de projeto, fabricação e acabamento pelo prazo mínimo de 36 meses após a entrega no ponto de destino citado no Contrato de Fornecimento ou 30 meses após a entrada em operação.

Durante o período de garantia, o Fornecedor deverá substituir ou reparar, atendendo no menor prazo possível a solicitação da CPFL, qualquer acessório, dispositivo, instrumento, componente, parte ou peça que apresente defeito, falha ou falta oriundas da fabricação, emprego de materiais inadequados ou acabamento, conforme o caso. Se após ser notificado o Fornecedor se recusar a efetuar os reparos ou substituições solicitados, a CPFL reserva-se o direito de executá-los e cobrar seus custos do Fornecedor, sem que isto afete a garantia da subestação compacta.

No caso de haver reparo ou substituição de dispositivos, peças, partes, componentes, equipamentos ou mesmo de toda a solução compacta, a garantia deverá, conforme o caso, ser renovada e entrar em vigor a partir da data de reentrada em operação. Após os devidos reparos na unidade pelo Fornecedor, novos ensaios determinados pela CPFL deverão ser a ela aplicados, se ela assim julgar necessário, sem quaisquer ônus adicionais.

Após o término do prazo de garantia o Fornecedor deverá responder pela subestação compacta e seus equipamentos, componentes, partes, sistemas supervisórios, dispositivos, instrumentos e acessórios, sem quaisquer ônus à CPFL, em caso de falha ou defeito que se constate ser decorrente de projeto ou fabricação, qualquer que seja a origem ou fornecedor dos mesmos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	6 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

3.4 Documentos para Aprovação

Os requisitos a serem atendidos quanto à documentação técnica a ser aprovada pela CPFL, após a assinatura do Contrato de Fornecimento, referem-se à subestação compacta descrita por esta Especificação Técnica. Caso os documentos solicitados envolvam dados considerados comprovadamente confidenciais pelo Fornecedor, este não será obrigado a fornecê-los. Contudo, a CPFL poderá consultá-los, desde que julgue isso necessário e conveniente para acompanhar e controlar a qualidade da fabricação.

A aprovação dos documentos não eximirá o Fornecedor de suas responsabilidades no projeto e fabricação da subestação compacta, que deverá estar de acordo com esta Especificação Técnica e cumprir perfeitamente sua finalidade. Ele poderá remeter todo e qualquer documento que julgar necessário, além daqueles mencionados nesta Especificação. Também a CPFL, a qualquer tempo e se assim o entender, poderá solicitar *a posteriori* do Fornecedor todo e qualquer documento ou descrição de qualquer item, componente, parte, acessório, instrumento, aparelho ou material da subestação compacta.

Todos os documentos solicitados para aprovação neste **Sub-Item 3.4** deverão estar em português, ser fornecidos em um único conjunto e ser elaborados de preferência com recursos computacionais. Eles deverão estar enquadrados nos formatos de papéis padronizados para desenho conforme a normalização técnica ABNT (A0, A1, A2, A3 e A4), para futura impressão ou plotagem. Não deverão ser utilizados tamanhos obtidos pela conjugação de formatos iguais ou consecutivos dos citados.

Ao final do processo de aprovação, esta documentação deverá, obrigatoriamente, estar em meio digital para inclusão no acervo eletrônico da CPFL, para o que os *softwares* aplicativos indicados a seguir devem ser utilizados, todos executáveis no Sistema Operacional *Windows 7*. Qualquer outro aplicativo não citado deverá ser objeto de acordo entre as partes:


- Textos, planilhas, apresentações e bancos de dados: *Microsoft Office 2003*;
- Imagens: padrão *.TIF*;
- Cronogramas: *Microsoft Project 98*;
- Desenhos: *AutoDesk AutoCAD Version 2004*, devendo ser criadas camadas de modo a separar e identificar as principais partes, peças ou materiais indicados no desenho.

Adicionalmente, cada um desses documentos definitivamente aprovados deverá ter uma versão em formato PDF (*portable document file*) para também ser entregue à CPFL e para ser rodado no aplicativo *Adobe Acrobat Reader*.

Assim, essa documentação poderá ser enviada à CPFL (e por ela devolvida) por meios eletrônicos (*e-mail*), ou por disquetes. Alternativamente, poderão ser enviadas 4 vias impressas do conjunto de todos os desenhos e documentos da subestação compacta. De qualquer forma, o Fornecedor deverá providenciar a documentação para aprovação da CPFL no prazo de até 30 dias após a confirmação do Contrato de Fornecimento e antes do início da fabricação. Todos os documentos deverão possuir uma legenda contendo as seguintes informações:

- Nome **CPFL**;
- Nome e tipo/modelo da subestação compacta e seu fabricante;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	7 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Número e data do Contrato de Fornecimento;
- Título, número sequencial e escala;
- Número ou números de série de fabricação referente ao Contrato de Fornecimento.

Após a verificação pela CPFL dos documentos enviados, o que se dará num prazo de até 30 dias contados do recebimento à expedição por esta, uma cópia de cada será devolvida ao Fornecedor, estando enquadrados em uma das seguintes possibilidades:


- Documento aprovado, o qual recebeu um “carimbo” da CPFL com a inscrição *APROVADO PARA CONSTRUÇÃO*, ou;
- Documento aprovado com restrições, o qual recebeu um “carimbo” da CPFL com a inscrição *APROVADO COM RESTRIÇÕES* e contendo anotações que deverão ser atendidas pelo Fornecedor, ou;
- Documento reprovado, o qual recebeu um “carimbo” da CPFL com a inscrição *REPROVADO*. As eventuais anotações deverão ser atendidas pelo Fornecedor.

Depois de executar as instruções requeridas o Fornecedor deverá reenviar o documento modificado à CPFL para nova aprovação, repetindo-se as possibilidades supracitadas até a aprovação em definitivo. Quaisquer modificações posteriores só poderão ser executadas mediante prévia aprovação por parte da CPFL.

Os documentos deverão ser no mínimo aqueles listados abaixo, com as informações mencionadas e demais detalhes considerados importantes:

- Diagramas unifilares e operativos de cada setor da subestação compacta;
- Diagramas funcionais dos sistemas de supervisão, controle, comando, sinalização, proteção, medição, automação e comunicação de cada setor da subestação compacta;
- Desenho de contorno de cada setor da subestação compacta, constituído de planta, perfil, vistas laterais, cortes e legendas, indicando a localização de todos os equipamentos, componentes, partes, dispositivos, acessórios, dimensões, pesos e esforços;
- Desenho das bases e estruturas suportes, inclusive chumbadores e fixações, com detalhes suficientes para preparação das fundações e bases de concreto, para cada setor da subestação compacta;
- Desenho detalhado dos terminais de alta e média tensão (entradas e saídas de energia);
- Desenho discriminando o acabamento e pintura de cada equipamento, componente e setor da subestação compacta;
- Desenhos detalhados de acionamentos utilizados em equipamentos e componentes dos setores da subestação compacta, como:
 - dimensional, vista frontal, planta, perfil e vistas laterais;
 - vista interna mostrando a localização de todos os acessórios, dispositivos e componentes e respectivas identificações;
 - detalhes dos mecanismos de acionamento propriamente ditos;
 - painéis de comando, controle e sinalização mostrando a localização dos acessórios, dispositivos, instrumentos, componentes e respectivas identificações;
- Diagrama de ligações elétricas entre os equipamentos, componentes, partes, dispositivos e acessórios que compõem os setores da subestação compacta (topográfico de fiação) e

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	8 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- esquemas funcionais de comando, controle, sinalização, proteção, medição, automação e comunicação de cada constituinte da mesma, inclusive com programação das chaves, contatos, botoeiras, disparadores, alarmes, bloqueios, transferências, intertravamentos, etc.;
- Desenho dos blocos de terminais de cada equipamento, componente, parte, dispositivo, instrumento e acessório de cada setor da subestação compacta, indicando as respectivas numerações, bem como a identificação da fiação que chega a estes blocos;
 - Desenhos das placas de identificação dos equipamentos, componentes, partes, dispositivos e acessórios que compõem os setores da subestação compacta;
 - Lista de materiais de cada setor da subestação compacta, contendo descrição, tipo, características e quantidades dos componentes, dispositivos e acessórios utilizados em todos os equipamentos, sistemas de supervisão e controle e partes, bem como a sua localização nos esquemas funcionais;
 - Desenhos ou catálogos e folhetos de todos os componentes, instrumentos, aparelhos, dispositivos e acessórios utilizados;
 - Tabela ou diagrama dos valores de atuação dos densímetros de gás SF₆, sistemas de detecção e alarme de ocorrências, sistemas de alívio de sobrepressão, atuação de sistemas de climatização e sensores em geral;
 - Lista de etiquetas de identificação dos equipamentos, componentes, dispositivos, aparelhos, instrumentos e acessórios;
 - Lista de ferramentas especiais, componentes de reserva, instrumentação, licenças de aplicativos computacionais, etc.;
 - Manual de Instruções;
 - Plano de Controle da Qualidade;
 - Cronograma de Fabricação.

O Manual de Instruções deverá ser elaborado de forma a satisfazer pelo menos os seguintes requisitos:

- Conter um capítulo com informações das particularidades de cada setor da subestação compacta fornecida;
- Possuir um índice com as seções, itens, tópicos e anexos, numerados de forma a facilitar seu referenciamento;
- Conter em detalhes, para cada setor da subestação compacta, todas as instruções relativas e necessárias ao manuseio, armazenagem, montagem, colocação em serviço, operação e manutenção dos equipamentos, componentes, partes, dispositivos, instrumentos, aparelhos, sistemas, acessórios e materiais;
- Abordar os aspectos relacionados aos testes e ensaios de checagem, ajustes e calibrações, limpeza e lubrificação, frequência das verificações, içamento e movimentação, ensaios no campo, instrumentação e aparelhagem utilizada, etc.;
- No caso de existirem ferramentas especiais para montagem e manutenção dos equipamentos, componentes, partes e acessórios da subestação compacta, as mesmas deverão ser informadas no Manual, conforme o uso;
- Deverá possuir uma capa com as seguintes informações:
 - Nome do Fornecedor;
 - Nome e tipo ou modelo de solução compacta de cada setor da subestação;
 - Número e data do Contrato de Fornecimento;
 - Título e número ou código para referência.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	9 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

O Plano de Controle da Qualidade deverá conter todos os ensaios e verificações no recebimento da matéria-prima, na fabricação e nos ensaios finais. Deverão também ser relacionados, no mínimo, os correspondentes métodos de ensaio, normas técnicas utilizadas e locais de realização dos eventos.

O Cronograma de Fabricação será devolvido ao Fornecedor com eventuais modificações ou sugestões que se fizerem necessárias até 15 dias após ter sido recebido pela CPFL. Qualquer alteração após o mesmo ter sido aprovado deverá ser antecipadamente comunicada à CPFL para sua análise e aprovação, acompanhada das razões e motivos que a justificarem. O Cronograma deverá atender os seguintes requisitos:


- Técnica de elaboração: *Critical Path Method (CPM)* – tempo;
- Evento início: confirmação do Contrato de Fornecimento ou outra indicação documentada por parte da CPFL;
- Evento fim: entrega na obra após recebimento e aceitação de fábrica pela CPFL;
- Retratar todos os principais eventos que envolvam cada etapa do projeto, provisionamento de matéria-prima de fabricação entregue na fábrica e montagem de cada sistema, equipamento, componente, parte, dispositivo, peça e acessório de cada setor da subestação compacta, contendo no mínimo os seguintes tópicos:
 - Processamento de pedido;
 - Projeto;
 - Análise dos desenhos;
 - Compra de materiais;
 - Compra de material importado;
 - Montagem e ligações elétricas;
 - Testes e ensaios de fabricação;
 - Inspeção e ensaios finais;
 - Pintura;
 - Embalagem;
 - Transporte.

3.5 Inspeção e Ensaios

Cada setor da subestação compacta, seus equipamentos, componentes, partes, dispositivos, sistemas supervisórios de comando, controle, sinalização, proteção, medição, automação e comunicação, acessórios e a matéria-prima para fabricação dos mesmos deverão ser submetidos a todos os ensaios indicados no Plano de Controle da Qualidade aprovado para o fornecimento. A CPFL reserva-se o direito de acompanhar os ensaios e realizar inspeções em quaisquer das etapas do fornecimento, designando seus Inspetores para tanto e seguindo o Cronograma de Fabricação aprovado. Incluem-se aí os componentes de reserva e as ferramentas especiais. Os testes e ensaios a serem executados durante a fabricação deverão ter a data de sua realização comunicada à CPFL com pelo menos 10 dias de antecedência.

Outrossim, a CPFL deverá ser comunicada pelo Fornecedor, com pelo menos 10 dias de antecedência, da data em que os itens da subestação compacta estiverem prontos para a inspeção final, completos com todos os seus equipamentos, componentes, partes, sistemas, dispositivos, acessórios e fiação acabada. Para tanto, deverá ser enviado um Plano de

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	10 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Inspeção e Testes contendo as datas de início de realização de todos os ensaios, indicando os locais de realização e a duração prevista de cada um deles.

São de inteira responsabilidade do Fornecedor as providências para realização das inspeções e ensaios, mesmo que não haja o acompanhamento direto da CPFL, mormente no tocante a: cumprimento das determinações legais aplicáveis; segurança; capacidade e adequação das instalações próprias ou de terceiros; qualificação dos profissionais envolvidos; utilização de métodos, atividades e práticas para execução dos trabalhos requeridos; pertinência ou veracidade das informações necessárias; documentação associada. Ainda, o Fornecedor também é responsável pela recomposição ou reposição de unidades ensaiadas, quando isso for necessário, antes da entrega à CPFL.

No caso de falha em quaisquer dos ensaios, a CPFL deverá ser imediatamente comunicada e deverá ser determinada a causa do evento. No prazo máximo de 10 dias o Fornecedor deverá enviar um relatório da ocorrência à CPFL, que analisará a amplitude e implicações do defeito antes de determinar a sequência e os tipos de ensaios a serem requeridos em prosseguimento, sem quaisquer ônus para ela. Esse relatório deverá conter:

- Tipo do defeito ou falha;
- Causa do mesmo;
- Correção a ser adotada;
- Referências do objeto do ensaio, conforme aplicável (número e data do Contrato de Fornecimento, denominação do objeto do ensaio, número de série de fabricação, etc.);
- Outras informações julgadas necessárias.


O disposto no **Sub-Item 3.6 – Aceitação e Rejeição** – desta **PARTE 1 – INTRODUÇÃO** – desta Especificação Técnica poderá ser aplicado ao fornecimento, quando da ocorrência de falhas ou defeitos nos ensaios.

Os ensaios a serem considerados, sejam de rotina como de tipo ou especial, tanto para informação na Proposta Técnica de Fornecimento quanto para inclusão ou não no Contrato de Fornecimento (o que será estritamente tratado na ocasião de firmá-lo), deverão ser pelo menos aqueles constantes nas Normas Técnicas aplicáveis. Outros ensaios não constantes nas Normas Técnicas, mas que forem usuais para o tipo ou modelo, bem como da alternativa, do objeto dos ensaios ofertado, também deverão ser realizados. A dispensa da realização de qualquer ensaio de tipo, ou especial, é de exclusiva decisão da CPFL, após analisar as cópias dos certificados fornecidos à época da Cotação e em função do desempenho operacional do tipo ou modelo (e alternativa) do setor, parte, componente, equipamento, dispositivo, sistema, etc., do item então considerado da subestação compacta.

Independentemente do aqui estabelecido e do eventual acompanhamento pela CPFL de quaisquer ensaios, de tipo ou rotina, deverão ser entregues uma cópia dos certificados e/ou relatórios dos seguintes itens que tenham sido executados e/ou verificados pelo fornecedor adjudicado, conforme seu próprio plano de controle da qualidade, durante a fabricação das partes constituintes da subestação compacta e sua inspeção final, antes da entrega:

- Visual e dimensional externo e interno
- Galvanização (eletrolítica e a fogo)

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	11 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Pintura
- Estanqueidade a vazamentos de gás em compartimentos blindados
- Descargas parciais elétricas em compartimentos blindados
- Detecção de tensão elétrica em compartimentos blindados
- Sistema de climatização e condicionamento de ar
- Sistema de pressurização interna
- Sistema de detecção e combate a incêndio
- Painéis de serviços auxiliares em corrente alternada e contínua
- Funcionais elétricos (inclusive continuidade, resistência de isolamento, resistência de contatos e tensões suportáveis)
- Relações de tensões em transformadores de corrente, de potencial e de serviços auxiliares
- Acessórios (lista de material com quantitativo)
- Embalagem e identificação

Os relatórios de inspeção e ensaios deverão conter as informações necessárias a sua perfeita identificação e rastreabilidade com o fornecimento dos itens ensaiados da subestação compacta, tais como:

- Identificação técnica do item (nome, tipo, número de série, composição, características dos equipamentos, componentes, sistemas, etc.);
- Número e data do Contrato de Fornecimento correspondente;
- Descrição detalhada da inspeção ou ensaio;
- Esquemas, cálculos, croquis, resultados, curvas, tabelas, gráficos e oscilogramas;
- Valores garantidos para cada inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do Inspetor presente à inspeção ou ensaio;
- Nome e assinatura do supervisor do laboratório, bem como sua declaração atestando a exatidão dos dados e resultados da inspeção ou ensaio;
- Local e data da realização da inspeção ou ensaio.


Num prazo de 20 dias após a realização da inspeção a CPFL deverá receber os relatórios de ensaios, podendo ser por meios eletrônicos, como já informado no **Sub-Item 3.4 – Documentos para Aprovação** – acima. Alternativamente e no mesmo prazo, poderão ser enviadas 4 vias impressas dos relatórios.

3.6 Aceitação e Rejeição

A aceitação dar-se-á com a realização de, pelo menos, os eventos a seguir:

- Emissão do correspondente Boletim de Inspeção pela CPFL, após a aprovação do item da subestação compacta em todos os ensaios a que for submetido;
- Relatórios da Inspeção e Ensaios completos e recebidos pela CPFL;
- Atendimento integral, por parte do Fornecedor, do **Sub-Item 3.4 – Documentos para Aprovação** desta **PARTE 1 – INTRODUÇÃO** – desta Especificação Técnica;
- Recebimento físico no local de entrega e conferência de todas as partes, equipamentos, peças, acessórios, componentes, dispositivos, instrumentos, aparelhos, sistemas, aplicativos computacionais, ferramentas especiais e componentes de reserva que pertençam ao fornecimento, comprovando a quantidade conforme o respectivo Contrato e o perfeito estado dos mesmos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	12 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

A inspeção ou sua omissão, bem como a aceitação da subestação compacta e seus itens pela CPFL, não eximirão de modo algum o Fornecedor de sua responsabilidade em supri-la em plena concordância com o Contrato de Fornecimento e esta Especificação Técnica, nem tão pouco invalidarão ou comprometerão qualquer reclamação posterior que a CPFL venha a fazer baseada na existência de itens, equipamentos, componentes, dispositivos, instrumentos, partes, acessórios, sistemas, etc., inadequados ou defeituosos.

A rejeição da subestação compacta, ou qualquer parte ou pertence dela, em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios, ou de sua discordância com o Contrato de Fornecimento, ou com esta Especificação Técnica, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade quanto ao fornecimento. Se na opinião da CPFL a natureza da rejeição tornar impraticável a entrega pelo Fornecedor na data contratada, ou se tudo indicar que o Fornecedor seja incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos, a CPFL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte. Neste caso, o Fornecedor será considerado infrator do Contrato de Fornecimento e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

3.7 Embalagem e Transporte

Ao término da inspeção final e liberação da subestação compacta e seus componentes, o Fornecedor poderá iniciar o processo de acondicionamento e embalagem para posterior transporte à obra. A embalagem e a preparação para embarque é de exclusiva responsabilidade do Fornecedor, estando sujeita à aprovação da CPFL.


O processo de embalagem deverá ser realizado obedecendo fundamentalmente os seguintes princípios:

- O acondicionamento da subestação compacta e suas partes, equipamentos, componentes, dispositivos, aparelhos e acessórios é efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições, inclusive ambientais;
- A embalagem possui indicações de posicionamento dos pesos de modo a garantir a estabilidade de cada item e pertences a serem transportados;
- A embalagem é projetada de modo a suportar e facilitar as operações de embarque, desembarque, manuseio e posicionamento na obra, sem prejuízo à segurança dos operadores e à integridade dos itens da subestação compacta e seus componentes;
- Todos os equipamentos, componentes, partes, peças, dispositivos, instrumentos, aparelhos e acessórios desmontados são numerados, contendo numeração correspondente no local onde serão posteriormente afixados, para facilidade na obra, com correspondência no Manual de Instruções, quando necessário e/ou aplicável.

Cada volume deverá ser identificado indelevelmente e de forma legível, compatível com a lista de embalagem que também deverá ser fornecida, com no mínimo as seguintes informações:

- Nome **CPFL**;
- Nome do Fornecedor;
- Nome e tipo/modelo do item ou parte da subestação compacta;
- Número do Contrato de Fornecimento;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	13 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Número da Nota Fiscal;
- Número de série de fabricação;
- Número seqüencial da caixa ou embalagem;
- Quantidade de peças;
- Peso bruto;
- Peso líquido;
- *PARA CIMA* em um ou mais lados, indicando o topo.

Instruções deverão ser providas para implementação e acionamento de dispositivos que impeçam a condensação indesejada de umidade nos compartimentos e componentes do item ou parte da subestação compacta, se eventualmente se apresentar situação de montagem na obra que promova este risco, inclusive por algum atraso ou espera na energização definitiva.

O processo de embalagem deverá possibilitar a entrega da subestação compacta com todos os seus itens de equipamentos, componentes, partes, peças, dispositivos, instrumentos, aparelhos e acessórios pertinentes a sua montagem, energização e operação no endereço de destino indicado no Contrato de Fornecimento. Qualquer dano decorrente de embalagem inadequada ou defeituosa será de responsabilidade do Fornecedor, que se obrigará a substituir o que for danificado, sem quaisquer ônus para a CPFL.

No caso de serem adquiridos componentes de reserva, estes deverão ser embalados em caixas totalmente fechadas. Estas caixas deverão ser identificadas conforme descrito acima e marcadas com as palavras *COMPONENTES DE RESERVA*. O mesmo se aplica, quando for o caso, às ferramentas e instrumentação ou aparelhagem especiais.


3.8 Instruções Técnicas de Treinamento

Deverá estar prevista na Proposta Técnica de Fornecimento a apresentação de instruções técnicas de treinamento para o pessoal indicado pela CPFL a respeito da montagem, operação e manutenção da subestação compacta e todos os seus itens constituintes. Esta apresentação deverá ser organizada pelo Fornecedor e ser ministrada, em português, por um ou mais supervisores qualificados do mesmo, quando da instalação na obra, em local e data a serem definidos de comum acordo com a CPFL.

Tal treinamento deverá abordar:

- Instruções completas do manuseio, ajustes, testes mecânicos, elétricos e eletrônicos, substituição de itens, equipamentos, componentes, partes, peças e acessórios, com utilização de gabaritos, manuais, instrumentos, desenhos, aplicativos computacionais, etc.;
- Instruções sobre a lógica de funcionamento dos sistemas, equipamentos e dos circuitos supervísórios de controle, comando, sinalização, proteção, medição, automação e comunicação, quando for o caso, baseadas nos desenhos e manual de instruções aprovados, mormente a interação com os demais componentes e partes;
- Identificação das peças, partes e componentes que deverão ser checados quanto aos limites e tolerâncias operacionais, por meio de *checklist*, relacionando tudo às periodicidades operacionais e de manutenção previstas;
- Relação completa de todas as partes, peças e componentes, incluindo nomes, descrições, números de catálogos, quantidades utilizadas e identificações nos desenhos e instruções;

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	14 de 63

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Subestação
	Título do Documento: Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Instruções completas para instalação e manuseio de todos os componentes, acessórios, instrumentos, dispositivos, sistemas, etc. (inclusive de climatização e detecção de situações emergenciais, inclusive incêndios).
- Todo e qualquer item cuja instalação, ajuste, verificação, registro e análise, inclusive ao longo da vida operacional, seja fundamental ou importante para o correto desempenho de qualquer parte, equipamento, sistema ou componente da subestação compacta.

3.9 Montagem, Energização e Acertos no Local de Instalação

Quando o Fornecedor for contratado para a montagem, ele deverá indicar pessoal, ferramental, instrumentação e aparelhagem de ensaios necessários, em prazo tecnicamente recomendável. Portanto, deverá fazer parte da Proposta Técnica de Fornecimento um item para serviços de montagem e comissionamento. Tais serviços serão sempre acompanhados pela CPFL.

A CPFL poderá, se assim julgar necessário durante os trabalhos de montagem e/ou quando da energização da subestação compacta, determinar a execução de acertos, ajustes, reparos e testes sob a inteira responsabilidade do Fornecedor.

4 MEIO AMBIENTE

4.1 Condições dos Locais de Instalação

A subestação compacta, seja a versão construída ao tempo, seja a versão abrigada, deverá ser adequada para utilização em clima tropical, atendendo ainda as seguintes condições ambientais:


- Altitude em relação ao nível do mar: até 1000 m;
- Temperatura máxima: +50 °C;
- Temperatura mínima: -10 °C;
- Temperatura média máxima em qualquer período de 24 horas: +35 °C;
- Umidade relativa do ar: 80 a 100 %;
- Velocidade do vento: 110 km/h;
- Pressão do vento: não maior que 700 Pa (71,4 kgf/m²);
- Grau de poluição: não inferior ao nível II (nível médio) – Norma Técnica IEC 60815:2008.

4.2 Características Elétricas dos Sistemas

Os sistemas elétricos nos quais a subestação compacta estará instalada possuem as características gerais listadas abaixo. Os valores de tensões e correntes elétricas são sempre eficazes, a menos que explicitamente indicados de modo diferente. A frequência nominal é 60 Hz e o neutro é sempre eficazmente aterrado.

Cuidado deve ser dado ao significado de classe de tensão, que aqui segue as definições normativas da ABNT NBR 6939:2000 – Coordenação do Isolamento – como sendo a máxima tensão de funcionamento dos equipamentos (e, portanto, de operação do sistema elétrico), bem como da NBR IEC 60694:2006 – Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta tensão e mecanismos de comando. Assim, valores como 25,8 e 38 kV passam a ser descritos como abaixo mostrado, uma vez que a suportabilidade dielétrica é idêntica (impulso atmosférico e frequência industrial), garantindo o desempenho em serviço.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	15 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

4.2.1 Classes de Tensão

- Classe 15 kV:
 - Tensões de operação nominais: 11,4 – 11,9 – 13,8 kV, conforme a localidade
 - Tensão máxima: 15 kV
 - Nível básico de isolamento: 110 kV
- Classe 24,2 kV
 - Tensão de operação nominal: 23,1 kV
 - Tensão máxima: 24,2 kV
 - Nível básico de isolamento: 150 kV
- Classe 36,2 kV
 - Tensões de operação nominais: 33 – 34,5 kV, conforme a localidade
 - Tensão máxima: 36,2 kV
 - Nível básico de isolamento: 170 kV
- Classe 72,5 kV
 - Tensões de operação nominais: 66 – 69 kV, conforme a localidade
 - Tensão máxima: 72,5 kV
 - Nível básico de isolamento: 350 kV
- Classe 92,4 kV
 - Tensão de operação nominal: 88 kV
 - Tensão máxima: 92,4 kV
 - Nível básico de isolamento: 450 kV
- Classe 145 kV
 - Tensão de operação nominal: 138 kV
 - Tensão máxima: 145 kV
 - Nível básico de isolamento: 650 kV

Observação:

Algumas distribuidoras da CPFL possuem partes de seus sistemas com tensões nominais de operação diferentes das acima listadas, como 6,6 kV na CPFL Leste Paulista, 44 kV na RGE, 230 kV na CPFL Piratininga e CPFL Santa Cruz, e 345 kV na CPFL Piratininga.


A aplicação dos preceitos da presente Especificação Técnica para tais casos deverá ser objeto de tratativa especial com a *Diretoria de Engenharia* da CPFL, que decidirá sobre os procedimentos e detalhes a serem seguidos.

4.2.2 Serviços Auxiliares

Todos os equipamentos, componentes, partes, dispositivos, instrumentos, acessórios e sistemas de supervisão, controle, comando, proteção, medição, automação e comunicação deverão ser projetados considerando-se que no local de instalação estará disponível tensão de alimentação auxiliar com as seguintes características:

a) Em Corrente Alternada (CA):

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	16 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Sistema: trifásico a 4 fios;
- Frequência: 60 Hz;
- Tensão entre fases: $220 \pm 10\%$ volts;
- Tensão fase-neutro: $127 \pm 10\%$ volts.

b) Em Corrente Contínua (CC):

- Tensão máxima: $125 + 10\%$ volts;
- Tensão mínima: $125 - 20\%$ volts.

Observação:

Atenção deve ser dada ao fato de que, como descrito no **Item 1 – Finalidade** – desta **PARTE 1**, a CPFL poderá utilizar a presente Especificação Técnica para aplicação parcial em subestações já existentes nas suas distribuidoras, com vistas a sua ampliação ou reforma.

Então, é importante para os respectivos “Descritivos Técnicos de Obras”, e consequentes ofertas em cotações colocadas ao mercado, saber que em algumas subestações o serviço auxiliar em corrente contínua (CC) terá:

- Tensão máxima: $48 + 10\%$ volts;
- Tensão mínima: $48 - 20\%$ volts.


5 REQUISITOS TÉCNICOS GERAIS

As alternativas que poderão ser propostas e escolhidas para o fornecimento da subestação compacta, conforme descritas nas **PARTES 3, 4 e 5** desta Especificação Técnica, deverão necessariamente levar em conta os requisitos específicos no respectivo Descritivo Técnico de Obra, como mencionado acima no **Item 1 – Finalidade**.

Dentre outros requisitos, tais Descritivos de Obra especificam as funcionalidades indicadas a seguir, tendo em conta que fará parte da subestação o denominado Sistema Secundário Digital, especificado no documento da CPFL GED nº 6204, integrando tais funcionalidades, prevendo o protocolo de comunicação da Norma Técnica IEC 61850:

- Painel de proteção, medição, comando e controle de cada circuito de entrada de linha de transmissão de 138 kV.
- Painel de proteção, medição e controle dos disjuntores de 145 kV dos transformadores de potência; como se verá à frente, em cada uma das duas saídas da alternativa de subestação blindada (GIS), ou da alternativa em cada módulo híbrido compacto, conectado a cada um dos dois transformadores de potência.
- Painel de proteção de cada um dos dois transformadores de potência.
- Painel de proteção diferencial das barras de 145 kV.
- Painel de medição.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	17 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Painel de serviços auxiliares de corrente contínua (CC).
- Painel de serviços auxiliares de corrente alternada (CA).
- Painel de proteção, medição, comando e controle de equipamentos de manobra de média tensão, sejam os módulos gerais, os de serviços auxiliares e os de saídas de circuitos alimentadores (15 ou 24,2 kV). Tais módulos estão no lado de média tensão dos transformadores de potência, tanto, como se verá à frente, para a alternativa de conjunto blindado compacto unitário de cubículos (tipo sala elétrica ou eletrocentro), como da alternativa de conjunto de cubículos blindados justapostos, isolados em gás e/ou no ar.

Todas as funcionalidades pertinentes e alocadas nos painéis acima deverão ser previstas para a implantação dos denominados esquemas de alívio (ERAC) e de recomposição (ERRC) de carga, para permitir a adequada operação da subestação quando da ocorrência de manobras e contingências no sistema elétrico, com visão a partir do Centro de Operação da CPFL.


As funcionalidades também deverão prever a transferência automática entre os circuitos de linha de transmissão e a transferência automática entre os transformadores de potência para alimentação do setor de média tensão, de forma também supervisionada e comandada pelo Centro de Operação (por exemplo, dependente do carregamento em cada trafo e em cada saída de alimentador).

O proponente da subestação compacta deverá ofertar, nas alternativas que apresentar e tendo em conta a conceituação de setores indicada na **PARTE 2 – CONCEPÇÃO BÁSICA GERAL** – a seguir, a solução, ou soluções, que concebe para reunir fisicamente as funcionalidades acima e painéis que as contenham de modo minimamente compatível com o que ele próprio já possui desenvolvido, configurado e padronizado, para avaliação e deliberação da CPFL. Essas funcionalidades deverão ter acesso remoto, local e localíssimo, conforme aplicável, e a subestação compacta deverá possuir uma sala de controle que concentrará essas facilidades.

A seguir, vai uma lista de outros requisitos típicos previstos nos Descritivos Técnicos de Obras e que devem ser considerados na oferta da subestação compacta, modificáveis e aplicáveis conforme a alternativa concebida e proposta:

- Aterros, taludes, divisas, cercas, muros, calçadas, acessos e portões.
- Obras civis, edificações, fundações, bases, estruturas de sustentação, suporte e fixação, paredes corta-fogo, canaletas de cabos, dutos e caixas de passagem.
- Setor de comando: ver comentário na **PARTE 2** desta Especificação Técnica, a seguir.
- Sistemas de drenagem de águas pluviais, suprimento de água e afastamento de esgoto.
- Sistema de contenção (bacia), drenagem e separação de óleo isolante.
- Sistema de aterramento elétrico.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	18 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Sistema de proteção e blindagem contra descargas atmosféricas.
- Sistema de iluminação.
- Sistema de supervisão, alarme e proteção patrimonial.
- Sistema de telecomunicações.
- Sistema de proteção e combate ao fogo.

Os Descritivos Técnicos de Obras também detalham sobre a contratação e execução de serviços afeitos à construção da subestação, bem como providências e cuidados associados, inclusive legais e regulatórios. Isso não é objeto da presente Especificação Técnica.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinícius S Malagoli	20/12/2016	19 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 2 – CONCEPÇÃO BÁSICA GERAL

A subestação compacta é basicamente composta de quatro setores:

- Setor de alta tensão
- Setor de transformadores de potência
- Setor de média tensão
- Setor de comando

Outrossim, a subestação compacta poderá ter alternativas para uso ao tempo e abrigada, bem como que as entradas de linhas de transmissão, no setor de alta tensão, e as saídas de circuitos alimentadores da rede primária de distribuição, no setor de média tensão, deverão ter alternativas para conexão a redes aéreas e subterrâneas.

Os diagramas unifilares previstos deverão ser, em princípio, os mostrados nas **PARTES 3 e 5** a seguir. Porém, espera-se que sejam ofertadas variações nos diferentes setores acima citados em função de especificidades das alternativas apontadas à frente e das soluções de cada proponente, bem como por questões de confiabilidade e custo-benefício. A CPFL poderá, também, determinar que unifilares diversos sejam adotados para os casos que ela assim decidir, indicando isto no Descritivo Técnico de Obra. A aceitação ou não de alternativas e suas variações é de exclusiva competência da CPFL, que não está obrigada à adoção de nenhuma delas em particular, e apontará a que julgar apropriada a cada caso.

O setor de alta tensão poderá ser atendido por duas alternativas:

- Subestação blindada e isolada em gás (*gas-insulated substation – GIS*)
- Associação de módulos híbridos compactos de manobra (*hybrid substation*)

Maiores detalhes estão especificados na **PARTE 3** deste documento, mas uma observação importante cabe aqui. Cada entrada de circuito de linha de transmissão deverá ser provida de para-raios adequadamente especificados, instalados entre a chegada da linha e a solução compacta.


No setor dos transformadores de potência, estes deverão ser em duas unidades de idêntica capacidade, sendo suas especificações técnicas as já existentes e elaboradas pela CPFL, a saber:

- GED nº 6160 – Transformador Regulador Trifásico de 30/40 MVA, 138 kV
- GED nº 12353 – Transformador Regulador Trifásico 30/40 MVA, 88 e 138 kV

Maiores detalhes estão especificados na **PARTE 4** deste documento.

Como se pode depreender, a CPFL deseja plena liberdade na eventual substituição ou troca destes transformadores, até principiando com potências mais baixas e indo às maiores, conforme listado e compatível com as tensões de operação, por razões de expansão do sistema elétrico, por remanejamento de carregamento entre diversas subestações numa mesma área de atendimento, por restrições operativas, por situações emergenciais, etc.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	20 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Assim, os transformadores de potência serão convencionais, demandando conexões aéreas entre suas buchas de passagem e as soluções compactas da subestação, tanto no lado do setor de alta tensão como no setor de média tensão. Exceção se faz às buchas de neutro e de fechamento de enrolamentos terciários, quando houver, do próprio transformador.

Ainda, as ligações aéreas entre cada transformador de potência e as respectivas soluções compactas no setor de alta tensão, como no setor de média tensão, deverão ser concebidas de forma a facilitar, em termos eletromecânicos e quando necessário, a troca de conexão para subestações móveis ou transformadores móveis da CPFL, em substituição à unidade transformadora original, em ambos os lados da subestação compacta, de modo totalmente seguro.

Por fim, mas não menos importante, é quanto à utilização de para-raios tipo estação adequados à proteção dos transformadores acima indicados. Assim, conforme ilustram os diagramas unifilares, para instalação tanto na conexão aérea entre o setor de alta tensão e o transformador, quanto na conexão entre este e o setor de média tensão, o proponente deverá especificar para-raios que lidem correta e seguramente com as sobretensões oriundas inclusive das manobras dos equipamentos da subestação compacta.

Deverão ser entregues, juntamente com as propostas de fornecimento da subestação compacta, para quaisquer alternativas, memoriais de cálculo que demonstrem a suficiência das características ofertadas desses para-raios, inclusive em termos de coordenação do isolamento com os demais elementos constituintes da subestação. O mesmo se aplica aos para-raios nas entradas de linha de transmissão e nas saídas de cada circuito alimentador da rede de distribuição, sejam ou não internos nos compartimentos blindados das soluções compactas.

O setor de média tensão poderá ser atendido por duas alternativas:


- Conjunto blindado compacto unitário de cubículos, tipo sala elétrica ou eletrocentro.
- Conjunto de cubículos blindados justapostos, isolados em gás e/ou no ar.

Maiores detalhes estão especificados na **PARTE 5** deste documento.

O setor de comando é aqui genericamente definido como sendo o conjunto de recursos que existirão na subestação compacta com a finalidade de prover supervisão, controle e comando, propriamente dito, no sentido de que as funcionalidades especificadas estarão sendo monitoradas e exercidas em regime normal de operação e carregamento das várias partes das instalações da subestação, com sua natural variabilidade, bem como, ante situações anormais, disparando ações necessárias de proteção e registro, além de reporte ao Centro de Operação, visando tomada de decisões, conforme os impactos locais e sistêmicos.

Não é escopo da presente Especificação Técnica entrar nos detalhes do setor de comando, mas de realçar as principais funcionalidades que deverão estar contempladas para a subestação compacta, com prevalência dos aspectos construtivos. Os setores já acima indicados da subestação compacta também mencionarão aspectos que contemplarão o setor de comando.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	21 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Assim, conforme a solução ou alternativa adotada, bem como tendo em conta se a subestação compacta será ao tempo ou abrigada, deverá existir uma casa ou sala de controle que concentre as funcionalidades para o comando, cumprindo os requisitos do já citado Sistema Secundário Digital (documento GED nº 6204), inclusive conexão para comunicação remota com o Centro de Operação da CPFL.

As definições e detalhes para o setor de comando da subestação compacta deverão estar no pertinente Descritivo Técnico de Obra.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	22 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 3 – SETOR DE ALTA TENSÃO

1 ALTERNATIVA: SUBESTAÇÃO BLINDADA EM GÁS (GIS)

Esta alternativa provê a máxima compactação para uma subestação, com o uso de isolamento em gás SF₆ (hexafluoreto de enxofre), demandando a menor área possível para sua implantação. Ela compõe-se de módulos pré-fabricados e testados, conectados entre si conforme as funcionalidades especificadas e ilustradas no diagrama unifilar do **Anexo A (A.1 e A.2)**.

A área ocupada no setor de alta tensão por uma subestação blindada em gás (GIS) é de cerca de apenas 10% da área que seria necessária a uma subestação convencional isolada no ar (AIS) com as mesmas funcionalidades operativas.

Deverão ser atendidos os requisitos de especificação, projeto e ensaios previstos na Norma Técnica IEC 62271-203:2011 – *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*, ou na Norma Técnica IEEE C37.122.1-2014 – *Guide for Gas-Insulated Substations Rated Above 52 kV*, em complementação aos estabelecidos na presente Especificação Técnica.

Os **Anexos A (A.3 e A.4)** e **C** também ilustram soluções típicas, ao tempo e abrigadas, de instalações compactas utilizando subestações blindadas em gás.

1.1 Descrição Resumida das Instalações

O conjunto completo da subestação blindada em gás SF₆ compreenderá os seguintes elementos principais:


- Módulos de vão de entrada de linha de transmissão.
- Módulos de vão de conexão de transformador de potência.
- Módulos de vão de barramentos de 145 kV.
- Painéis de controle.

Os módulos acima, compreendendo as funcionalidades de equipamentos conforme descrição detalhada à frente, deverão possuir compartimentação interna. Na oferta a ser apresentada deverão ser descritos todos os compartimentos que comporão cada módulo da blindada, com o detalhamento dos elementos principais e indicação do volume de gás em cada compartimento, no vão completo e na subestação blindada completa.

Esta divisão em compartimentos deverá permitir:

- A identificação externa por meio de pintura diferenciada nos anéis de junção dos limites de cada compartimento.
- A limitação do volume de gás liberado no caso de intervenção em algum elemento, sem afetar aos compartimentos vizinhos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	23 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Limitar os efeitos do arco interno para um único compartimento.
- A localização rápida dos vazamentos de gás.
- Que os invólucros metálicos suportem a pressão interna, nominal e transitória, durante qualquer tipo de operação normal ou anormal. Os invólucros deverão ser projetados e fabricados de acordo com as normas relevantes de forma a garantir segurança e confiabilidade do material, da construção, da tecnologia de solda e dos testes.
- Que os invólucros metálicos sejam projetados de modo a evitar vibrações e ruídos sob todas as condições de operação e limitem as deflexões a valores seguros, em caso de curto-circuito em qualquer das fases.
- Que o projeto considere a possibilidade futura de expansão da subestação blindada, com o acréscimo de módulos para mais dois vãos de circuito de linha de transmissão e mais dois vãos de conexão de transformador de potência. Assim, deverão ser previstos flanges nas extremidades dos barramentos, que possam servir de futuro acoplamento aos novos módulos.

Os seccionadores de manutenção deverão permitir que, em condições normais, um determinado compartimento seja colocado fora de serviço com o restante em operação.

1.2 Defeitos Internos

Os equipamentos nos módulos fornecidos deverão possuir meios que limitem os efeitos do arco interno ao compartimento ou seção em que ocorrer a falta ou falha. Uma vez isolado o compartimento ou a seção, deverá ser possível o restabelecimento do serviço do resto da instalação.

O sistema a ser utilizado para tanto deverá ser comprovado por meio de documentação relativa a testes executados. Será aceitável o uso de dispositivos de descarga de pressão para o exterior, desde que a liberação de gás e/ou partículas de material sólido e aquecido seja controlada. Se dispositivos de descarga de pressão forem usados, deverão ser dados detalhes da localização dos mesmos, grau de proteção para o pessoal técnico autorizado e os valores de pressão de trabalho.


1.3 Dutos

Os dutos dos invólucros, incluindo as flanges de acoplamento, deverão ser em liga 100% de alumínio anticorrosivo de alta densidade, devendo ser indicada o tipo da liga utilizada. Outros materiais de desempenho equivalente ou superior poderão ser propostos, com obrigatória e exclusiva aprovação ou não da CPFL.

A espessura deverá ser adequada para minimizar as perdas causadas pela circulação de corrente e não deverá permitir a ruptura causada por sobrepressão de gás SF₆. Deverão ser instaladas em pontos convenientes válvulas de descarga que limitem a pressão do SF₆, principalmente de enchimento máxima.

O aterramento dos dutos deverá ser feito diretamente com a blindagem metálica da

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	24 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

subestação. A conexão elétrica entre os módulos e compartimentos individuais deverá ser garantida com conexões aparafusadas, de acordo com as respectivas Normas Técnicas IEC. Os pontos de aterramento deverão possuir clara e indelével identificação externa.

O fabricante deverá apresentar garantias quanto à não perfuração do duto em caso de defeito interno com corrente de curto-circuito especificada em 25 kA, valor eficaz, e uma duração de defeito de 200 ms. Caso ele não possua essa garantia, pela apresentação de cópia de ensaios de tipo, deverá incluir em sua proposta de fornecimento o valor para realização do ensaio de tipo para comprovação da não perfuração do duto, ensaio este que deverá ser realizado antes da entrega.

1.4 Grau de Estanqueidade

Todas as vedações de gás deverão ser feitas de tal forma que os vazamentos sejam mantidos em quantidade mínima sob pressão, temperatura, carga elétrica e condições de falhas normais. Na proposta devem ser indicados os valores garantidos para as seguintes condições:

- A taxa de vazamento de gás SF₆ no vão deverá ser inferior a 0,5% em volume ao ano.
- No primeiro ano após a colocação em operação, não deverá ocorrer, em qualquer compartimento, qualquer alarme de queda de pressão ou densidade do gás SF₆.

1.5 Pressão ou Densidade do Gás SF₆

Nos manuais deverão ser indicados os valores nominais de pressão ou densidade do SF₆ de serviço e mínimos de operação, para cada um dos compartimentos da subestação blindada (valores relativos a 20 °C).

Em todos os compartimentos deverá existir um densostato com dois contatos elétricos para supervisão de níveis de baixa pressão ou densidade do SF₆, sendo um para alarme e outro para desligamento. Deverão estar indicados os valores correspondentes a estes níveis. No caso de ser atingido o estágio de desligamento, o comando de manobra do disjuntor deve ser automaticamente bloqueado para que este permaneça na posição em que se encontrar.

O projeto do equipamento deve evitar ao máximo o uso de sistema de tubos para ligação dos densostatos, diminuindo com isso o risco de vazamentos de gás.


Todos os densostatos devem estar interligados a um painel central de monitoramento que, por meio do sistema digital de supervisão e controle da subestação, possa enviar ao Centro de Operação da CPFL alarmes de baixa pressão ou densidade de gás em qualquer compartimento da blindada, além da sinalização local.

1.6 Pureza do Gás SF₆

O procedimento de operação para manuseio do gás SF₆ deverá estar de acordo com as recomendações das seguintes Normas Técnicas:

- ABNT NBR 11902:2011 – Hexafluoreto de enxofre – Especificação.
- IEC 60376:2005: *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF₆) for use in electrical equipment.*

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	25 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- IEC 60480:2004: *Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its reuse.*

Nos manuais deverá estar indicado o teor máximo de umidade admitido nos compartimentos e os dispositivos para seu controle. Também deverão ser informados os meios necessários para absorção da umidade residual e dos produtos de decomposição do gás SF₆ em presença de arco voltaico nos compartimentos.

1.7 Dispositivos de Monitoramento do Gás SF₆

Os equipamentos deverão possuir sensores de densidade de gás SF₆ compensados por temperatura para o monitoramento contínuo e automático de cada compartimento individual que contenha o gás. Estes sensores darão advertência e, além desta, deverão possuir dispositivo adicional de regulagem de disparo de alarme com as seguintes características:


- Serem monitorados os estágios de "alarme" e "bloqueio" e os compartimentos ou módulos isolados deverão possuir algum recurso que permita a rápida identificação de onde provém o alarme.
- Possuírem advertência avançada, disparada quando a densidade ou pressão do gás for reduzida a um nível inaceitável.
- Com o sinal de alarme, os disjuntores devem ser automaticamente bloqueados na posição em que se encontram, para não efetuarem manobras e, assim, ficarem protegidos.

1.8 Tratamento e Armazenagem de Gás SF₆

Juntamente com o fornecimento dos módulos isolados em gás SF₆, deverá ser fornecido um equipamento para tratamento, armazenagem, análise e detecção deste gás, o qual deverá ter as seguintes características e funções:

- Máquina de retirada, enchimento, recuperação e armazenamento (temporário) de gás SF₆, com sistema de alta pressão, com compressor totalmente livre de óleo, vazão de 5,7 m³/h a pressão de 50 bar, vácuocompressor de 5,2 m³/h e vácuo de 50 mbar, bomba de vácuo de 40 m³/h, vácuo final menor que 1 mbar, com controle elétrico automático, evaporador, filtro de secagem, filtro de partículas, instrumentos de indicação, balança de pesagem de SF₆ e que permita a liquefação do gás SF₆, até mesmo nos climas tropicais, e com sistemas de filtragem de contaminantes até 0,1 µm, purificação e secagem do gás SF₆, evacuação de gás e repressurização de equipamentos compatível com a blindada adquirida.
- Esta máquina deverá ser móvel, montada em um carrinho equipado com pneus para maior facilidade de movimentação na subestação, acoplada com reservatório com capacidade para armazenar no mínimo o gás SF₆ de um pólo de disjuntor e com dispositivo de acoplamento para reservatórios ou garrafas externas. A máquina deverá permitir reunir restos de gás SF₆ de vários cilindros em apenas um único.
- A tensão de alimentação disponível para os circuitos de comando, controle e de motores e compressores, bomba de vácuo e demais dispositivos é trifásica, 220/127 V, ±10%, 60 Hz.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	26 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Deverá possuir os seguintes acessórios:

- O necessário em termos de aranhas, conexões, mangueiras, manômetros, etc.
- Peças de reposição e de uso comum, como filtros e um *kit* de manutenção de compressor e bomba de vácuo.
- Um medidor de ponto de orvalho eletrônico.
- Um detector de vazamento de gás SF₆.
- Um analisador de gás SF₆ para medição de contaminação, umidade e conteúdo de gás.
- Manual de instruções, para operação e manutenção.

Deverá ser fornecido treinamento para esta máquina de tratamento de acordo com o **Sub-Item 3.8 da PARTE 1 – INTRODUÇÃO** – desta Especificação Técnica, conforme aplicável.

1.9 Compatibilidade Eletromagnética

O fabricante deverá assegurar que seu equipamento possui recursos e cuidados com relação à compatibilidade eletromagnética, considerando que o controle e proteção serão digitais, baseados em microprocessadores, com as seguintes características:

- A rigidez dielétrica será de 2 kV, 60 Hz, 1 minuto e o nível de impulso de 5 kV, forma de onda 1,2x50 µs, energia de 0,5 J, de acordo com Norma Técnica IEC 255-5.
- O nível de proteção contra interferências de alta frequência será de classe III, de acordo com Norma Técnica IEC 255-22-1 (2,5 kV em modo comum e 1 kV em modo diferencial).
- O nível de proteção contra descargas eletrostáticas será de classe III, de acordo com Norma Técnica IEC 255-22-2 (8 kV).
- O nível de proteção contra radiointerferências será de classe III, de acordo com Norma Técnica IEC 255-22-3.
- O nível de proteção contra transitórios será de classe III, de acordo com Norma Técnica IEC 255-22-4, (4 kV na fonte de alimentação e 2 kV no resto dos circuitos).

1.10 Sistema de Monitoramento de Descargas Parciais


Deverão ser instalados sensores fixos de descargas parciais, no mínimo de acordo com o diagrama unifilar acima mencionado.

Está excluído do fornecimento qualquer equipamento ou *software* de avaliação de descargas parciais, mas a proposta ou qualquer alternativa deverá indicá-los, para que a CPFL posteriormente considere sua aquisição para fins de acompanhamento de desempenho em serviço.

1.11 Dispositivos para Movimentação

Deverão ser fornecidos, montados externamente nas partes da subestação blindada, meios e dispositivos para movimentação, içamento e transporte, de acordo com a recomendação do seu fabricante, para permitir a montagem ou retirada dos módulos e compartimentos, podendo

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	27 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

ser por ponte rolante, grua, guindauto ou qualquer outro equipamento com que se possa executar essas operações com total segurança e praticidade.

1.12 Requisitos Gerais

Informações sobre as características da subestação blindada a gás SF₆:

- Diagrama unifilar: ver o **Anexo A (A.1 e A.2)** desta Especificação Técnica.
- Instalação: exterior (ao tempo) ou interior (abrigada), conforme o Descritivo Técnico de Obra
- Temperatura ambiente: -10 °C a +50 °C
- Frequência nominal: 60 Hz
- Classe de tensão: 145 kV
- Tensões nominais de operação: 88 e 138 kV
- Tensão nominal de impulso atmosférico: 650 kV (750 kV para seccionamentos)
- Tensão suportável de frequência nominal: 275 kV (315 kV para seccionamentos)
- Corrente nominal: 1250 A
- Corrente suportável nominal de curta duração: 40 kA por 3 segundos
- Valor de crista da corrente suportável: 104 kA
- Configuração: barra dupla com 3 chaves
- Fases por duto (encapsulamento): trifásico
- Conexão de entradas e saídas: conforme o Descritivo Técnico de Obra
- Terminação de cabos isolados: conforme o Descritivo Técnico de Obra
- Tensões de serviço auxiliar: ver acima o **Sub-Item 4.2 da PARTE 1 – INTRODUÇÃO**.
- Características elétricas dos transformadores de corrente e de potencial: referir-se ao indicado a seguir no **Item 2** desta **PORTE 3**, para a alternativa com módulos compactos, bem como às definições dos respectivos Descritivos Técnicos de Obras.

2 ALTERNATIVA: SUBESTAÇÃO HÍBRIDA (MÓDULOS COMPACTOS)


Esta alternativa possibilita uma boa compactação em relação a uma subestação convencional isolada no ar (AIS), sem prover, no entanto, a redução máxima que seria obtida com uma subestação blindada em gás (GIS). A vantagem é que seu custo é inferior à GIS e, comparativamente, sem muito acréscimo no tempo de ensaios em fábrica e montagem em campo.

A subestação híbrida também se compõe de módulos pré-fabricados e testados, conectados entre si conforme as funcionalidades especificadas e ilustradas no diagrama unifilar do **Anexo B (B.1 e B.2)** desta Especificação Técnica.

A área ocupada no setor de alta tensão por uma subestação com módulos híbridos compactos é de cerca de 30% da área que seria necessária a uma subestação convencional no ar com as mesmas funcionalidades operativas.

Os módulos compactos que comporão a subestação híbrida, em número de quatro, deverão seguir estritamente a Especificação Técnica da CPFL GED nº 15690 – Módulo Híbrido Compacto de Manobra de 72.5 e 145 kV – devendo ser utilizada somente a opção de tensão nominal 145 kV, corrente nominal 1200 A e capacidade de interrupção simétrica 40 kA. Eles estarão conectados entre si e aos demais componentes da subestação conforme mostrado no citado **Anexo B (B.1 e B.2)**.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	28 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Como se poderá observar, há a exceção do compartimento do transformador de potencial, para proteção e medição, que será necessário nos dois módulos compactos nas entradas de circuito de linha de transmissão, não necessários na Especificação Técnica da CPFL indicada no parágrafo precedente. Assim, para as características elétricas do transformador de potencial deverá ser seguida a Especificação Técnica da CPFL GED nº 2050 – Transformador de Potencial para Subestações, com detalhes definidos no Descritivo Técnico de Obra para cada subestação (por exemplo, relações de tensão, classes de exatidão e cargas nominais).


Deverão ser atendidos os requisitos de especificação, projeto e ensaios previstos na Norma Técnica IEC 62271-205:2008 – *High-voltage switchgear and controlgear – Part 205: Compact switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV*, em complementação aos estabelecidos na citada Especificação Técnica GED nº 15690.

Em termos de posicionamento na subestação, bem como prevendo as necessárias movimentações para carga, descarga e intervenções de manutenção, a concepção da solução compacta deverá reservar espaços suficientes ao redor das unidades de módulos híbridos compactos, inclusive para eventuais conexões temporárias, ao redor de qualquer uma delas, de equipamentos convencionais de manobra, para situações de emergência.

Os **Anexos B (B.3 e B.4)** e **C** também ilustram soluções típicas, ao tempo e abrigadas, de instalações compactas utilizando módulos híbridos compactos.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	29 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 4 – TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

O setor dos transformadores de potência, conforme já observado anteriormente, deverá ser concebido para que seja totalmente possível a utilização das unidades especificadas e padronizadas pela CPFL para as suas subestações convencionais ao tempo (AIS), seja no denominado padrão eletromecânico metálico ou em concreto.

Assim, as propostas, e suas alternativas, de fornecimento da subestação compacta deverá considerar necessária e integralmente as seguintes Especificações Técnicas da CPFL de transformadores de potência:

- GED nº 6160 – Transformador Regulador Trifásico de 30/40 MVA, 138 kV
- GED nº 12353 – Transformador Regulador Trifásico 30/40 MVA, 88 e 138 kV

Em termos de posicionamento na subestação, bem como prevendo as necessárias movimentações para carga, descarga e intervenções de manutenção, a concepção da solução compacta deverá reservar espaços suficientes ao redor das duas unidades transformadoras, inclusive para conexões temporárias, ao lado de qualquer uma delas, de transformador móvel, ou subestação móvel, para situações de emergência.


Deverá ser previsto o uso de paredes corta-fogo entre os dois transformadores de potência, e eventualmente outras partes da subestação, para auferir ganho máximo em termos de compactação, dimensionadas adequadamente para prover a necessária segurança em termos mecânicos, térmicos e de isolamento elétrico, bem como ante contingências extremas de falha catastrófica de qualquer das unidades, impedindo a propagação de eventual incêndio. Deverão ser atendidas todas as exigências normativas para tanto.

Como já anteriormente especificado, cada transformador deverá ser ladeado por para-raios tipo estação, seja no lado de alta tensão, seja no de média tensão, num arranjo eletromecânico similar ao que a CPFL já pratica para suas subestações convencionais ao tempo. O Proponente deverá indicar como concebe conectar eletromecanicamente as soluções compactas a estes para-raios, em ambos os lados. Ele também será responsável pela especificação dos conjuntos de para-raios, apresentando à CPFL, para aprovação desta, as características e parâmetros com demonstração de atendimento aos requisitos de coordenação do isolamento e transitórios de tensão e corrente passíveis de ocorrência na subestação.

O acima explanado também deverá ser aplicado às unidades transformadoras quando a subestação compacta for abrigada, mesmo que parcialmente (por alternativa de proposta ou por determinação do Descritivo Técnico de Obra da CPFL), cabendo ao Proponente demonstrar como atende a esses requisitos.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	30 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 5 – SETOR DE MÉDIA TENSÃO

1 ALTERNATIVA: CONJUNTO BLINDADO COMPACTO UNITÁRIO

Esta alternativa prevê o uso, associado aos dois transformadores de potência, de um conjunto blindado compacto, comumente denominado “sala elétrica” ou “eletrocentro” (*powerhouse*, em inglês, numa terminologia de mercado), exclusivamente para instalação ao tempo (uso exterior), nas classes de tensão 15 kV ou 24,2 kV (conforme o local de aplicação no sistema elétrico da CPFL), com seus equipamentos, componentes, acessórios, dispositivos e partes constituintes, inteiramente novos e sem uso anterior, que fará parte integrante da subestação compacta descrita nesta Especificação Técnica.

Deverão ser atendidos os requisitos de especificação, projeto e ensaios previstos na Norma Técnica IEC 62271-200:2011 – *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*, bem como as demais normalizações técnicas aplicáveis aos componentes necessários a uma instalação com a concepção de um eletrocentro, em complementação aos estabelecidos na presente Especificação Técnica.

1.1 Características Gerais do Eletrocentro


Conjunto blindado trifásico compacto com barra simples, para instalação ao tempo, completamente fechado com chapas metálicas em todos os lados, exceto nas aberturas para ventilação do sistema de climatização, de alívio de pressão e exaustão de gases oriundos de eventual incêndio ou falha de interrupção de arco elétrico, e para os terminais de entradas e saídas de cabos isolados de alta tensão e de alimentação dos circuitos auxiliares em baixa tensão.

O **Anexo D (D.1 e D.2)** desta Especificação Técnica mostra o diagrama unifilar requerido para o eletrocentro, com suas características básicas em conformidade ao local de instalação no sistema elétrico da CPFL, ressaltando-se que quando a classe de tensão for 15 kV a corrente nominal do barramento principal, ao qual conectam-se os secundários dos transformadores de potência, deverá ser 3150 A, e quando a classe de tensão for 24,2 kV a corrente nominal do barramento principal deverá ser 1600 A.

O eletrocentro montado será um único conjunto monometálico compacto, completo com todas as paredes, teto, piso, escadas, porta de acesso de operadores e porta de acesso de equipamentos, situados num plano elevado em relação ao solo, suportado por estruturas metálicas próprias para fixação em bases de concreto preparadas por empresa contratada por sua execução (quando de posse dos desenhos detalhados, constando pesos, esforços e momentos mecânicos estáticos e dinâmicos de projeto).

O plano elevado terá altura suficiente em função do requisito de serem as entradas e saídas de energia em média tensão (15 ou 24,2 kV), feitas por baixo do piso, com dutos, leitos, estantes e terminais apropriados para cabos isolados oriundos do transformador de potência da subestação compacta, de um lado, bem como os de saída para os circuitos alimentadores na via pública junto à divisa da subestação, do outro lado, seja até a posteação a partir da qual a rede segue no padrão aéreo, seja até as caixas de passagem para conexão com a rede subterrânea de distribuição.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	31 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

O espaço embaixo do eletrocentro assim provido deverá permitir a execução adequada das tarefas de instalação, inspeção e manutenção desses terminais e cabos, muito embora deva ser protegido contra acesso indevido ou não autorizado, bem como das intempéries.

O eletrocentro é constituído por um ou mais módulos independentes e transportáveis, posteriormente montados e integrados numa única entidade. Cada módulo tem sua estrutura formada por um conjunto de perfis metálicos soldados, com soldas inspecionadas em fábrica e certificadas quanto à qualidade. As paredes, formadas por módulos de chapas de aço galvanizado, compõem a estrutura vertical do eletrocentro. Estes módulos, preenchidos com material isolante, são projetados de acordo com as dimensões e características da instalação específica. O telhado também é formado por chapas de aço galvanizado, presas à estrutura formada pelas paredes. O espaço entre o forro e o telhado também é preenchido por material isolante. Assim, a estrutura é completamente fechada, conferindo mínimo grau de proteção IP-55.

A compactação deverá permitir que o eletrocentro seja idealmente transportado como uma única peça, ou em módulos construtivos, desde a fábrica até o local de destino, com as operações de embarque, locomoção e desembarque efetuadas por meios adequados e com as devidas autorizações ou licenças exigíveis. O transporte é tipicamente por carretas rebaixadas, sendo a base do eletrocentro dotada de olhais de içamento para cargas tipicamente até 400 kgf/m². Desta forma, ele já sairá de fábrica totalmente testado, ensaiado e pré-comissionado, ainda que em módulos.

Estão inclusas no escopo do fornecimento todas estas atividades e viabilizações para a entrega e instalação no local da subestação compacta da CPFL, bem como a montagem e fixação dos módulos contrutivos entre si, inclusive os componentes, equipamentos e partes internas.


O **Anexo D (D.3)** também ilustra soluções típicas de instalações compactas utilizando eletrocentros.

1.2 Base e Piso

O acesso ao plano elevado do piso do eletrocentro será por escadas e plataformas diante das portas para operadores e para os equipamentos, adequadamente posicionadas e com dimensões e suportabilidades mecânicas suficientes às movimentações previstas. Estas escadas e plataformas podem ser módulos separados, do tipo para montagem e fixação posterior à instalação da peça principal do eletrocentro, permitindo que sejam remetidas separadamente, algo que pode facilitar ou até tornar factível o transporte e movimentação da peça principal. Assim, seguindo este mesmo critério, outras partes do eletrocentro podem ser separadamente transportadas e instaladas, como módulos construtivos, com eventuais ganhos em termos de pesos e dimensões para transporte e movimentação.

A base do eletrocentro no plano elevado é construída com perfis soldados de aço estrutural (tipicamente ASTM-572), que formam um quadro para atender a capacidade de carga do piso estipulada no projeto (tipicamente 1200 kgf/m²). Estes elementos metálicos passam por processo de jateamento e neles é aplicada uma camada de tinta de fundo para pintura. E sobre esta estrutura são aparafusadas chapas de aço carbono de 1/4", liso ou corrugado, que formam o piso.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	32 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

1.3 Paredes

As paredes do eletrocentro são formadas por painéis modulares, preenchidos com lã de rocha que proporciona isolamento térmico e acústico. Tais módulos são constituídos por chapas de aço galvanizado em ambos os lados, projetados para suportar uma carga de ventos de 100 km/h. Para garantir a resistência à carga de ventos podem ser providenciados reforços, caso equipamentos internos sejam fixados junto às paredes. Tipicamente, os painéis utilizados nessas paredes têm espessura total de 75 mm.

1.4 Telhado

O telhado do eletrocentro é constituído por chapas de aço galvanizado que são dobradas para suportar uma carga mínima de 150 kgf/m² e ventos de 100 km/h. O telhado fornece a queda necessária para escoamento da água da chuva e o seu padrão construtivo garante a perfeita estanqueidade da sala. As calhas de águas pluviais são localizadas na periferia do telhado e o escoamento se dá por meio de calhas verticais que disponibilizam uma conexão a um sistema de drenagem externo.

1.5 Portas de Acesso

As quantidades de portas de acesso ao interior deverão sempre respeitar as normas de segurança e versatilidade das rotas de acessos e fugas eventuais de operadores e de transporte de equipamentos, separando as para pessoas das demais. As portas para acesso de pessoas e rotas de fuga são equipadas com barras antipânico e estão localizadas de modo a garantir que um operador no interior do eletrocentro nunca tenha que percorrer distância maior que 15 metros para sair. As portas destinadas à passagem de equipamentos não precisam de barra antipânico, podendo ser abertas apenas internamente.


Todas as portas são construídas em estrutura de aço e painéis modulares de aço com preenchimento de material isolante, sendo o revestimento interno e externo feito em chapa de aço pintada. Acima de todas as portas são fixadas calhas de alumínio para proteção de operadores e equipamentos contra águas pluviais verticais.

1.6 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

O eletrocentro deverá ser provido com um sistema de detecção, alarme e combate manual de incêndio, inclusive previsto para supervisão remota, dispondo de atuações de desenergização automática instantânea das entradas e saídas de energia e possibilidade de outros intertravamentos funcionais. Deverá ser composto por um ou mais painéis de controle, sensores de fumaça do tipo fotoelétricos, sirenes, lâmpadas de sinalização e botoeiras para sinalização manual de alarme, atendendo a normalização técnica aplicável (tipicamente ABNT NBR 13859 e/ou recomendações da americana NFPA – *National Fire Protection Association*). Os painéis são tipicamente construídos em caixas metálicas, de acesso frontal, com condições de alarme visíveis por mostrador gráfico colorido e alarme sonoro diferenciado para falha e o próprio alarme. O combate será por extintores apropriados, devidamente localizados.

Além do manual, deverá haver um sistema de combate automático por meio de aerossol, direcionado às partes críticas no interior do eletrocentro, no sentido de que a imediata atuação pode prevenir e deter com mais sucesso a propagação do fogo. Os materiais e compostos utilizados nas partes, componentes, dispositivos e acessórios internos, bem como de toda a fiação utilizada, deverão ser do tipo anti-chama ou auto-extinguível.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	33 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

1.7 Sistema de Climatização e Condicionamento de Ar

Em função da compactação desejada e necessária, o eletrocentro deverá ser equipado com sistema de climatização interna suficiente para arrefecer a carga térmica gerada em seu interior, inclusive na presença por tempo indeterminado de no mínimo dois operadores, com redundância para permitir a perda de qualquer unidade de condicionamento de ar necessária à manutenção de uma temperatura máxima aceitável à plena carga prevista para o conjunto, para que não haja limitação da energia a ser trafegada pelo eletrocentro, mesmo ante sobrecargas de emergência (já previstas em função da corrente nominal especificada para as barras principais em média tensão).

As unidades de condicionamento de ar são tipicamente do tipo para fixar em parede (*wall-mounted*), de expansão direta, e a temperatura no interior do ambiente não deverá exceder os 25 °C, mesmo considerando uma maior capacidade de refrigeração e vazão de ar em função do alto calor dissipado em eletrocentros. Condicionadores do tipo *wall-mounted* possuem gabinetes fabricados em aço galvanizado, submetidos a tratamento superficial e pintura epóxi própria para alta durabilidade em ambientes sujeitos a intempéries. São dotados de compressor de alta durabilidade e eficiência (do tipo *scroll*), assim como de pressostato de controle da pressão de condensação, permitindo que o condicionador opere normalmente em períodos de baixa temperatura do ar externo.

Todos os condicionadores de ar saem de fábrica completamente montados e testados. Com esse tipo de equipamento, o transporte do eletrocentro também é facilitado, pois possibilita remoção e uma posterior fixação em campo no local de instalação (montagem tipo *plug-in*).


1.8 Sistema de Pressurização Interna

Também em função da compactação requerida, deverá haver um sistema de pressurização do ambiente interno do eletrocentro projetado e instalado para que a pressão seja suficientemente elevada, em relação à atmosfera externa (manutenção de um diferencial interno *versus* externo), para prevenir o ingresso de gases, fuligem, poeiras, partículas e até pequenos insetos que prejudiquem a eficiência térmica, dielétrica e funcional dos componentes e partes críticas responsáveis pela condução elétrica em alta tensão, e mesmo de sistemas auxiliares e dispositivos eletroeletrônicos em baixa tensão.

Tipicamente, o pressurizador é composto de um ventilador que insufla o ar externo para o interior do eletrocentro, prévia e devidamente filtrado por dois conjuntos de filtros. O pré-filtro, tipo grosso, possui classificação G3 (ABNT), com eficiência gravimétrica média de 90 %. Após, o ar vindo do exterior transpassa um filtro tipo bolsa, que se destina à filtração de partículas finas de 0,4 µm, de categoria F6 (ABNT) e eficiência gravimétrica de 80 %. O diferencial de pressão deve ser obtido na ordem de 25 Pa (2,5 mmca) em relação ao exterior. Desta forma, é de extrema importância que os filtros de ar sejam regular e devidamente limpos ou substituídos. Do contrário, o sistema de pressurização fica prejudicado, pois a perda de carga em filtros impregnados aumenta substancialmente, diminuindo a vazão de ar de insuflamento e, conseqüentemente, o nível de pressão no interior do eletrocentro.

Os sistemas de climatização e pressurização interna deverão ser projetados para trabalho ótimo conjugado, com dispositivos de filtração, prevenção de condensação de umidade, supervisão, redundância e sensoramento de irregularidades funcionais que permitam a

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	34 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

maximização da compactação do eletrocentro e sua operação segura ao longo de sua vida útil.

1.9 Sistema de Iluminação, Aquecimento e Tomadas

O eletrocentro deverá possuir iluminação interna eficiente e econômica, em 220 VCA, permitindo perfeita visualização e segurança no trabalho normal de operadores que ali estiverem, em todos os acessos previstos e nos compartimentos de equipamentos e dispositivos funcionais. Os acionamentos deverão ter fácil acesso, internamente, junto às portas de acesso de operadores. Outrossim, deverá haver um sistema de iluminação de emergência independente, com luminárias com baterias internas que proporcione autonomia mínima 2 horas, acionado quando da eventual perda de alimentação no sistema principal.

Também deverão existir tomadas auxiliares em corrente alternada de 2 polos mais terra, dentro de condutores, regularmente espaçadas e em número de duas por ponto, sendo uma em 127 V (fase-neutro) e outra em 220 V (fase-fase).

Por fim, cada compartimento blindado deverá possuir seus recursos, conforme necessário, para prevenir a condensação de umidade nos locais indesejados, com acionamento conjugado ao sistema de climatização, provendo eficiência global ao conjunto e, simultaneamente, prevenindo variações térmicas bruscas.

1.10 Sistema de Aterramento e Equipotencialização

O eletrocentro deverá possuir um robusto sistema de aterramento interno para todos os seus compartimentos, equipamentos, componentes, dispositivos e acessórios, inclusive tendo em conta sua modularidade na montagem, para os quais é fundamental garantir a segurança funcional e a manutenção dos corretos potenciais elétricos, prevenindo situações perigosas e inaceitáveis, tanto em regime quanto transitórias. Potenciais de toque e passo, bem como de cargas eletrostáticas, deverão seguir estritos limites normalizados e tecnicamente adequados, mormente para os operadores e pessoal autorizado, onde quer que estejam.


Outrossim, terminais externos para aterramento eficaz deverão existir no eletrocentro, distribuídos ao longo de sua extensão e superfície, acessíveis de sua base e onde for necessário para igualmente prover a correta equipotencialização, em regime e transitória, tanto para as condições normais de operação quanto perante ocorrências de sobrecargas, curtos-circuitos, faltas, sobretensões sustentadas, descargas atmosféricas, etc. Exige-se perfeita conexão elétrica entre os sistemas de aterramento interno e externo, principalmente para dispositivos de atuação transitória (como os para-raios de média tensão, por exemplo). As portas de acesso, as escadas, as plataformas e os pontos de fixação de dispositivos de passagem exterior-interior (dos sistemas de climatização e pressurização, por exemplo) são pontos de atenção neste aspecto, para prevenir partes eletricamente flutuantes.

Assim, o eletrocentro deverá ser concebido, fabricado e ensaiado de forma que todos os seus componentes que operem em média e baixa tensão, seja em corrente alternada ou contínua, bem como os que compõem os sistemas de aterramento, resultem em soluções eletromagneticamente compatíveis, livres de interferências danosas a sua correta operação.

1.11 Proteção e Controle

A proteção, comando, controle, medição, comunicação, indicação de estado e registro dos vários dados, informações e estados no eletrocentro deverão ser realizados por relés, e/ou

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	35 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

conjunto de dispositivos digitais apropriados a estas funções, integrados entre si, conforme as características e requisitos estabelecidos para uma operação correta em regime e para as ocorrências possíveis na rede elétrica, externa e internamente ao eletrocentro. Deverá ser considerado o protocolo de comunicação da Norma Técnica IEC 61850 para integração com o Centro de Operação da CPFL, além de funcionalidades compartilhadas e coordenadas com os setores do transformador de potência e de alta tensão da subestação compacta.

O Fornecedor deverá implementar as funcionalidades requeridas, em sua totalidade, pelos relés ou conjunto de dispositivos integrados digitais de proteção, comando, controle, medição, automação e comunicação, com interface frontal para ações de comando, parametrização, recuperação de dados operativos, etc., inclusive prevendo interface de intercâmbio remoto com o Centro de Operação da CPFL.

Os circuitos de tensão auxiliar em corrente contínua que alimentam os relés e/ou conjunto integrado digital deverão ser protegidos contra transitórios e surtos por meio de varistores e dispositivos de supressão adequados, tendo-se a tensão de alimentação auxiliar em 125 VCC oriunda do próprio eletrocentro (banco de baterias).

Os circuitos que alimentam os mecanismos de acionamento dos disjuntores deverão ser supervisionados individualmente por dispositivos (tipicamente por energia acumulada em capacitores) que permitam a abertura de cada um quando da falta de corrente contínua nos respectivos circuitos de comando. A energia armazenada deverá ser suficiente para a atuação num período de no mínimo 6 horas. Deverá haver chaves de bloqueios destes dispositivos.

Deverá haver um ou mais painéis, conforme conveniente, com indicação clara de estado (aberto ou fechado) dos equipamentos de manobra (disjuntores, seccionadores e seccionadores de aterramento), bem como de atuação de função, ou funções, de proteção que os levaram à posição final de bloqueio.


Para os disjuntores que protegem as saídas dos circuitos alimentadores de média tensão (15 ou 24,2 kV), requer-se que o tempo de rearme após o último religamento executado pelo relé ou controle deverá ser de no mínimo 30 segundos, num tempo de ciclo mínimo. A partida do religamento deverá ser supervisionada pelo comando do interruptor e pelas funções de proteção de sobrecorrente que são requeridas, isto é, ANSI 50/51 VABN, 51GS, e 46.

A função de auto-religamento nos disjuntores dos alimentadores deverá possibilitar a seleção de sua operação pela atuação da unidade instantânea (função ANSI 50 VABN) no primeiro, segundo ou terceiro religamento.

Após o fechamento manual elétrico local ou remoto, o religamento deverá automaticamente ficar fora de operação durante 60 segundos. Se após este intervalo de tempo o disjuntor permanecer fechado, a função de auto-religamento deverá entrar automaticamente em serviço no início do seu ciclo.

Deverá ser possível o bloqueio do religamento automático (função 79CO), com clareza nas indicações do tipo “RELIGAMENTO AUTOMÁTICO” e “SEM RELIGAMENTO”. O fechamento do disjuntor não deverá ser condicionado ao desligamento da função de religamento por meio deste bloqueio (79CO).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	36 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Também deverão existir e ser claramente indicadas as funções para ativar-desativar proteções de sobrecorrente de terra (GCO), de seleção de comando local-remoto (43LR) e comando abertura-fechamento (52CS) dos disjuntores.

A função GCO compreende os bloqueios das proteções de sobrecorrente de falta à terra (funções ANSI 50/51 N), sobrecorrente sensível de terra (função ANSI 51GS) e sobrecorrente de sequência negativa (funções ANSI 46>, 46>>), de modo a tornar possível a colocação e retirada do disjuntor da situação de *by-pass* sem desenergizar a rede por ele protegida.

Assim, por motivo de segurança operativa, para cada disjuntor deverão existir alarmes intermitentes, um luminoso e outro sonoro, os quais deverão atuar durante todo o período em que as proteções mencionadas estejam bloqueadas pela função GCO.

Ainda, deverão ser propostas e existir as funcionalidades de proteção diferenciais, prevendo os enlaces topológicos no eletrocentro em relação a sua conexão aos dois transformadores de potência da subestação e os dois trechos de barras principais associadas a cada um, tendo em conta as possíveis configurações operativas e esquemas de transferência.

Deverão ser previstos blocos de testes para que se permita executar verificações e ensaios nas funcionalidades das proteções com o disjuntor em serviço e os sinais remotos, sem necessitar a desconexão ou retirada de dispositivos dos circuitos ou compartimentos. Se necessário, deverá ser fornecido com cada disjuntor um pente de teste de cada tipo. Todas as alimentações de circuitos de corrente dos componentes e acessórios que não permitam a introdução de um pente de teste deverão ser ligadas através desses blocos de testes. Os blocos de testes abrigados deverão ser do tipo *FMS*, da *States*, ou similares aprovados pela CPFL.


Os relés e/ou conjunto de dispositivos integrados de proteção e controle digital e os demais componentes deverão estar montados em painéis apropriados para permitir pleno acesso frontal e também de modo a facilitar as ações de verificações, ajustes e manutenção.

1.12 Fiação de Circuitos Auxiliares

Toda a fiação dos circuitos auxiliares de comando, controle, sinalização, proteção, medição, automação, etc. do eletrocentro, associada a seus acessórios, dispositivos, instrumentos e componentes, inclusive transformadores de corrente (TCs) e de potencial (TPs), bem como a que provém ou se destina a circuitos externos, deverá ser feita entre terminais ou acabar em blocos de terminais.

Os blocos de terminais deverão ser próprios para receberem terminais de fiação do tipo olhal, ou de outro tipo melhorado, com um excedente de 10 % do total de cada tipo usado, como adicionais livres, num mínimo de 4 terminais por bloco. O projeto dos circuitos deverá ser tal que não existam mais de 2 extremidades de fio conectadas ao mesmo terminal do bloco, bem como dos dispositivos ou acessórios. Os blocos de terminais deverão ter uma capacidade de condução de corrente mínima de 15 A e ter isolamento para 750 V no mínimo. Além disso, deverão ser de tipo curto-circuitável para permitir a troca em carga das relações dos transformadores de corrente.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	37 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Exceto para os circuitos provenientes dos secundários dos TCs, a CPFL poderá aceitar, como alternativa, blocos de terminais que não do tipo olhal, desde que seja garantida a perfeita conexão da fiação frente às severas condições de vibração durante a operação normal do equipamento ao longo da vida útil, bem como sejam atendidas as demais características aqui especificadas.

A fiação dos circuitos auxiliares deverá ser executada com cabos que suportem com ampla margem de segurança as máximas correntes de carga e nunca com bitolas inferiores a 2,5 mm² (12 AWG), para os TCs, e 1,5 mm² (14 AWG) para os demais dispositivos. Não deverão ser feitas emendas ou derivações nos condutores. Todas as extremidades dos condutores deverão ser providas de terminais apropriados ao tipo de blocos utilizados (olhal ou não), para conexão por meio de parafusos, e possuir etiquetas de identificação imperecíveis. Tanto quanto possível, os condutores da fiação deverão ser agrupados de modo a formarem chicotes, amarrados e fixados por meio de braçadeiras de plástico de maneira elegante e funcional.

Todos os blocos de terminais, acessórios e dispositivos associados à fiação dos circuitos auxiliares deverão ser identificados por meio de legendas, de preferência em etiquetas de plástico preto com caracteres gravados em branco, convenientemente fixadas. Os caracteres usados deverão ser da língua portuguesa. Alternativamente, estas legendas podem ser gravadas ou estampadas de forma indelével e bem visível no próprio bloco, acessório ou componente. Ainda, cada terminal de cada bloco deverá ser identificado por caracteres da língua portuguesa, gravados ou estampados de forma indelével e bem visível no próprio bloco.


Os blocos de terminais, os terminais dos acessórios e dispositivos e a fiação deverão ser visíveis e de fácil acesso, além de previstos de maneira a não interferirem ou serem danificados quando o equipamento estiver em operação ou sofrendo inspeção ou manutenção, com a movimentação de partes ou peças e destes acessórios e componentes.

1.13 Compartimentos Blindados

O eletrocentro deverá conter internamente, em compartimentos blindados de média tensão (15 ou 24,2 kV) exclusivos e justapostos (tipo *metal-clad*, na terminologia normativa internacional), equipamentos de interrupção, transformadores de corrente e de potencial, para-raios, barramentos, condutores, conexões, buchas de passagem e respectivas estruturas de suporte e isolamento, assim como os dispositivos, componentes e acessórios necessários ao correto e seguro funcionamento. De forma similar, também deverá haver partes compartimentadas em baixa tensão para os sistemas de proteção, medição, controle, supervisão, sinalização, sensoramento e alimentação auxiliar em corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC), com os respectivos acessórios, dispositivos e instrumentos em geral, com todas as estruturas de fixação e suportes próprios.

Os compartimentos blindados de média tensão deverão ser acessíveis no mínimo pelas partes frontal e traseira, para fins de inspeção, verificação, manutenção, consulta de estado operativo e dispositivos com informações de parâmetros e grandezas, ou mesmo para comandos, manobras e acionamentos (funcionalidades de proteção, medição, automação e comunicação). Para isto, os compartimentos deverão respeitar as exigências normativas de segurança requerida ante a ocorrência de arco elétrico em seu interior, possuindo suficiente resistência mecânica e com os necessários dispositivos para alívio de pressão e exaustão de gases para

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	38 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

fora do eletrocentro.

Em função do grau de compactação requerido para o eletrocentro, que limita espaços das instalações internas e movimentação inclusive de operadores, requer-se como segurança adicional a existência de detetores de presença de tensão, com indicação de fácil visualização, nos compartimentos com equipamentos de interrupção e manobra (seccionadores, disjuntores e fusíveis), quando de ações de operação e manutenção que os envolvam.

Outrossim, em compartimentos blindados compactos é normal a utilização do gás hexafluoreto de enxofre (SF₆) para conquistar a redução de volume físico e dimensões de isolamento elétrico, com ganhos também em peso, de forma que é necessária a supervisão da pressão (densidade) deste gás, bem como da existência de dispositivos de atuação de emergência e/ou bloqueios operativos ante níveis inadequados, qualquer que seja a causa (tipicamente, perda de estanqueidade). Devem existir dispositivos para sinalização local e remota destes eventos.

Particular atenção requer o compartimento blindado onde se prevê a instalação de para-raios (entrada de energia proveniente do setor do transformador de potência da subestação e saídas dos circuitos alimentadores), uma vez que eles podem ser atuados na operação do sistema ou por transitórios previstos na normalização técnica, inclusive alívio de sobrepressão ao descarregar os surtos, ou até por causas endógenas.

Ainda, cuidado adicional é necessário no que se refere às conexões entre todos esses componentes, devido à compactação requerida e a dificuldade de acesso resultante, principalmente tendo-se em conta o uso de cabos isolados e outros acessórios típicos de redes subterrâneas. Conexões com o uso destas soluções necessitam atenção quanto a pontos quentes, blindagem eletrostática e aterramento.


Em síntese, o que se requer é que a solução seja compacta e blindada para prover ganhos de confiabilidade operativa e virtual isenção de manutenção, com segurança ao pessoal e demais instalações circunjacentes, tendo em conta as características dos locais de utilização previstos.

1.14 Equipamentos e Componentes

Conforme já observado acima, o diagrama unifilar do eletrocentro aqui especificado (ver os **Anexos D.1 e D.2**) mostra os equipamentos de média tensão e sua disposição topológica. A classe de tensão (tensão máxima de operação) do eletrocentro depende do local de instalação e estará determinada no Descritivo Técnico de Obra da CPFL, podendo ser 15 kV ou 24,2 kV.

- Eletrocentro de 15 kV:
 - Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, para onda de 1,2×50 µs: 110 kV (valor de crista);
 - Tensão suportável nominal sob frequência industrial a seco, durante 1 minuto: 50 kV;
 - Tensão suportável nominal sob frequência industrial sob chuva, durante 10 segundos: 45 kV;
 - Frequência nominal: 60 Hz;
 - Corrente simétrica suportável nominal de curta duração por 3 segundos: 25 kA;
 - Valor de crista da corrente suportável nominal: 65 kA
- Eletrocentro de 24,2 kV:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	39 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, para onda de $1,2 \times 50 \mu s$: 150 kV (valor de crista);
- Tensão suportável nominal sob frequência industrial a seco, durante 1 minuto: 70 kV;
- Tensão suportável nominal sob frequência industrial sob chuva, durante 10 segundos: 60 kV;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Corrente simétrica suportável nominal de curta duração por 3 segundos: 25 kA;
- Valor de crista da corrente suportável nominal: 65 kA

Os equipamentos que comporão os compartimentos blindados do eletrocentro, para as conexões com os dois transformadores de potência, para as saídas dos circuitos alimentadores, para a interligação entre os trechos da barra associados aos transformadores de potência e para a conexão com os transformadores de serviços auxiliares deverão ter as seguintes especificações mínimas, conforme normalização técnica ABNT:

- Disjuntores:
 - Tensão nominal: 15 ou 24,2 kV
 - Nível de isolamento a impulso atmosférico: 95 ou 125 kV (pico)
 - Tensão suportável sob frequência industrial: 34 ou 50 kV
 - Corrente nominal em serviço contínuo: 630, 1600 ou 3150 A
 - Capacidade de interrupção e estabelecimento simétrica nominal: 25 kA
 - Corrente simétrica suportável de curta duração por 3 segundos: 25 kA
 - Valor de pico da corrente suportável: 65 kA
 - Sequência nominal de operações: O-0,3s-CO-15s-CO
 - Meio de isolamento: compartimento em gás SF₆
 - Meio extintor: vácuo ou gás SF₆
- Seccionadores (inclusive de aterramento):
 - Tensão nominal: 15 ou 24,2 kV
 - Nível de isolamento a impulso atmosférico: 95 ou 125 kV (pico)
 - Tensão suportável sob frequência industrial: 34 ou 50 kV
 - Corrente nominal em serviço contínuo: 630, 1600 ou 3150 A
 - Corrente simétrica suportável de curta duração por 3 segundos: 25 kA
 - Valor de pico da corrente suportável: 65 kA
 - Meio de isolamento: compartimento em gás SF₆
- Transformadores de corrente para proteção:
 - Tipo: solução do proponente (janela, bucha, etc.)
 - Relações nominais:
 - > saída de alimentador: 600-5 A, RM (relações múltiplas)
 - > geral de barra para 15 kV: 3000-5 A, RM (relações múltiplas)
 - > geral de barra para 24,2 kV: 2000-5 A, RM (relações múltiplas)
 - Fator térmico nominal:
 - > saída de alimentador: 1,2
 - > geral de barra para 15 kV: 1
 - > geral de barra para 24,2 kV: 0,8

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	40 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Exatidão e cargas nominais: 10B100
- Transformadores de corrente para medição:
 - Tipo: solução do proponente (janela, bucha, etc.)
 - Relações nominais:
 - > saída de alimentador: 600-5 A, RM (relações múltiplas)
 - > geral de barra para 15 kV: 3000-5 A, RM (relações múltiplas)
 - > geral de barra para 24,2 kV: 2000-5 A, RM (relações múltiplas)
 - Fator térmico nominal:
 - > saída de alimentador: 1,2
 - > geral de barra para 15 kV: 1
 - > geral de barra para 24,2 kV: 0,8
 - Exatidão e cargas nominais: 0,3C25 a 50
- Transformadores de potencial para proteção e medição:
 - Tipo: solução do proponente, extraível
 - Relações nominais para 15 kV: 13.800/11.900-115-115/ $\sqrt{3}$ V
 - Relações nominais para 24,2 kV: 23.000-115-115/ $\sqrt{3}$ V
 - Exatidão e cargas nominais: 0,3P25
- Para-raios:
 - Tipo: óxidos metálicos sem centelhador série, com encapsulamento polimérico
 - Uso: interior
 - Características a cargo do proponente e aprovação pela CPFL:
 - > Tensão nominal
 - > Corrente de descarga nominal (onda 8x20 μ s), com mínimo de 10 kA
 - > Valor máximo da tensão residual de descarga de corrente, para o mínimo de 10 kA
 - > Valor máximo da tensão residual de impulso esarpado (onda 1x13 μ s)
 - > Valor mínimo de tensão de operação contínua, em porcentagem da tensão nominal
 - > Valor mínimo da corrente de curta duração (onda 4x10 μ s)
 - > Valor mínimo da corrente de longa duração (por 2000 μ s)
 - > Capacidade de absorção de energia mínima (kJ/kV)
 - > Classe de alívio de sobrepressão de alta corrente
 - > Classe de alívio de sobrepressão de baixa corrente
- Cabos isolados de potência e respectivos acessórios de conexão: características a cargo do proponente e aprovação pela CPFL, seja para 15 ou 24,2 kV.
- Fusíveis de potência, tipo HH, extraíveis, para proteção dos transformadores de serviços auxiliares especificados a seguir no **Sub-Item 1.15**: características a cargo do proponente e aprovação pela CPFL, seja para 15 ou 24,2 kV.

1.15 Transformadores de Serviços Auxiliares

O eletrocentro deverá possuir dois compartimentos exclusivos para instalação, em cada um, de um transformador trifásico seco que atenda integralmente a Especificação Técnica da CPFL

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	41 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

GED nº 11518 – Transformadores de distribuição a seco - Padronização. O detalhe da conexão dos mesmos encontra-se no diagrama unifilar no **Anexo D (D.1 e D.2)**.

Estes transformadores são destinados ao suprimento de energia para os serviços auxiliares, em corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC), que alimentarão todos os circuitos dos acionamentos, dispositivos, instrumentos e sistemas de supervisão, controle, comando, proteção, medição, automação e comunicação de todos os setores da subestação compacta.

A potência mínima de cada transformador será 150 kVA, o que está indicado por um asterisco e correspondente observação no **Anexo D (D.1 e D.2)** desta Especificação Técnica. O valor adequado da potência é de responsabilidade do Proponente da solução compacta e deverá atender a real demanda prevista pelas características de seu projeto, em termos de atender as funcionalidades especificadas pela CPFL para a subestação compacta.

Outrossim, a potência destes trafos de serviços auxiliares deverá ser dimensionada levando necessariamente em conta que cada um dividirá, idealmente, o atendimento a um dos dois trechos da barra principal do eletrocentro, isto é, as funcionalidades requeridas e correspondentes a um dos transformadores de potência da subestação compacta, mas ao mesmo tempo provendo capacidade de redundância, no caso de ocorrer indisponibilidade de um desses trafos de serviços auxiliares. Tal redundância permitirá que as funcionalidades de ambos os transformadores de potência principais da subestação compacta sejam atendidos.

Outra razão para a redundância acima especificada é que os serviços auxiliares da subestação compacta, em corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC), também alimentarão o setor de alta tensão (**PARTE 3** acima), qualquer que seja a alternativa lá adotada (subestação blindada em gás – GIS, ou com módulos híbridos compactos).

Atenção deve ser dada ao Descritivo Técnico de Obra em termos de definir a tensão do primário dos transformadores de serviços auxiliares, que poderá ser da classe 15 kV ou 24,2 kV, conforme a localidade de instalação da subestação compacta. Independentemente disso, a tensão do secundário será sempre 220/127 V, sendo as conexões dos enrolamentos indicadas no citado **Anexo D.1**.


Por fim, deverá haver no lado de baixa tensão de cada transformador de serviços auxiliares uma chave fusível de manobra em carga (designada CHF no diagrama unifilar do **Anexo D – D.1 e D.2**), também para proteção geral deles, adequadamente dimensionada em função da carga e demanda previstas para a alimentação dos serviços auxiliares.

1.16 Acabamento e Pintura

As partes metálicas deverão receber tratamento externo para resistir às condições ambientais do clima tropical por toda a vida do eletrocentro, eliminando ou reduzindo a um mínimo as manutenções e reparos.

As superfícies externas metálicas ou metalizadas a serem pintadas terão necessariamente a cor cinza *Munsell* N 6.5. Caso tais superfícies sejam de aço-carbono, deverão ser submetidas a desengraxamento, decapagem e fosfatização ou, alternativamente, a jateamento ao metal quase branco (grau Sa 2½ conforme Norma sueca SIS-05 5900).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	42 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

Após um destes dois processos de preparação ter sido executado, as superfícies externas deverão receber duas ou mais demãos de *primer* a base de epóxi-poliâmida, com espessura mínima de 30 µm por demão. O acabamento final compreenderá pelo menos duas demãos de tinta esmalte sintético alquídico ou poliuretano alifático, na cor acima especificada, com espessura mínima de 30 µm por demão. Será aceita, também, pintura a pó a base de poliéster (para uso externo) ou epóxi (para uso interno), sendo que a espessura mínima deverá ser 80 µm, na cor acima especificada.

Caso as superfícies sejam revestidas com zinco, a primeira demão deverá ser de tinta epóxi-isocianato (*shop-primer*) com espessura de 10 µm a 20 µm, após o que receberão pintura conforme descrito anteriormente.

O grau mínimo de aderência final da pintura não deverá ser pior que 1, conforme a Norma Técnica ABNT MB-985/1976. A CPFL poderá aceitar, a seu exclusivo critério, outros esquemas de tratamento, acabamento e pintura que garantam a mesma qualidade e desempenho do acima especificado.

As superfícies internas do eletrocentro deverão ter acabamento na cor branca padrão *Munsell* N 9.5. As chapas do piso interno deverão ter acabamento na cor cinza *Munsell* N 6.5. Os olhais de içamento e as ferragens e partes de guarda-corpos e corrimãos, mesmo internos, deverão ter acabamento na cor amarela *Munsell* 5Y 8/12.

1.17 Placas de Identificação

1.17.1 Geral


As placas de identificação deverão ser de aço inoxidável, com inscrições comprovadamente indelévels. Elas devem estar localizadas no respectivo compartimento ou equipamento e, caso não possam ser vistas facilmente, deve ser instalada uma segunda placa em local visível sem necessidade de remoção de cobertura ou abertura de porta que dá acesso às partes energizadas. As letras e números inscritos na placa deverão apresentar tamanho suficiente para permitir um bom contraste durante a leitura. Os dizeres da placa deverão ser redigidos em português.

Os componentes de controle e proteção do eletrocentro deverão ter a sua função identificada:

- Relés de proteção e auxiliares deverão, frontalmente, ter as suas funções indicadas (ex. 50, 51, 87, etc.) em concordância com os diagramas aprovados e por meio de plaquetas de acrílico gravadas, adequadamente aparafusadas.
- Fusíveis, chaves, pequenos disjuntores etc., deverão ter os seus circuitos identificados (ex: sistema de aquecimento, alimentação CC, etc.) por meio de plaquetas, gravadas como na alínea anterior.

Os componentes instalados nos painéis deverão, no verso destes, ser identificados por placas de acrílico ou alumínio anodizado, gravadas de forma indelével, com a mesma codificação utilizada no diagrama de fiação. Estas placas deverão ser coladas na face posterior dos painéis, o mais próximo possível do equipamento a ser identificado. Os disjuntores de proteção dos circuitos de aquecimento, iluminação etc., além da identificação acima, deverão ser identificados também pela sua função.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	43 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

1.17.2 Placa do Conjunto Blindado Compacto

A placa de identificação do eletrocentro deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- Fabricante
- Designação do tipo ou modelo construtivo
- Número de série
- Número do manual de instruções
- Normas técnicas aplicáveis
- Tensão nominal
- Frequência nominal
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico
- Tensão suportável nominal sob frequência industrial
- Corrente nominal de regime contínuo
- Corrente suportável nominal de curta duração (para o circuito principal e de aterramento)
- Duração nominal de curto-circuito (para o circuito principal e de aterramento)
- Classificação de arco interno (tipo de acessibilidade)
- Ano de fabricação
- Número e data do contrato de fornecimento
- Grau de proteção (IP)
- Tensões de serviços auxiliares (em CA e CC)


1.17.3 Placa de Disjuntores

A placa de identificação de disjuntores deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- Fabricante
- Tipo ou modelo construtivo
- Número de série
- Ano e local de fabricação
- Norma técnica e ano de sua edição
- A expressão “Disjuntor” e o meio de extinção
- Uso (interior ou exterior)
- Número do manual de instruções
- Tensão nominal
- Frequência nominal
- Tensão suportável nominal de frequência industrial
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico
- Pressão nominal do meio de extinção
- Corrente nominal
- Capacidade de interrupção simétrica nominal em curto-circuito
- Tempo de interrupção nominal
- Sequência nominal de operações
- Massa do disjuntor completamente montado
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.4 Placa de Mecanismos de Acionamento de Disjuntores e Seccionadores

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	44 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

A placa de identificação de mecanismo de acionamento de disjuntor e de seccionador deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- Fabricante
- A expressão “Mecanismo de Acionamento”
- Número de série
- Ano e local de fabricação
- Tipo ou modelo construtivo
- Tensão de comando e sua faixa de tolerância
- Tensão de alimentação do motor e sua faixa de tolerância;
- Massa do mecanismo completo
- Número do manual de instruções
- Corrente nominal de partida do motor
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.5 Placa de Seccionadores

A placa de identificação de seccionador deverá possuir no mínimo as seguintes informações:


- Fabricante
- Ano e local de fabricação
- Os dizeres “Seccionador”
- Número de série
- Ano de fabricação
- Tipo ou modelo construtivo
- Norma técnica de projeto e ano de edição
- Tensão nominal
- Frequência nominal
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico
- Tensão suportável nominal sob frequência industrial
- Corrente nominal
- Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração (It/t)
- Valor de crista nominal da corrente suportável (Id)
- Massa do pólo e total
- Número do manual de instruções
- Norma técnica e ano de sua edição
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.6 Placa de Seccionadores de Aterramento

A placa de identificação de seccionador de aterramento deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- Fabricante
- Ano e local de fabricação
- Os dizeres “Seccionador de Aterramento”
- Número de série
- Ano de fabricação

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	45 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Tipo ou modelo construtivo
- Norma técnica de projeto e ano de edição
- Tensão nominal
- Frequência nominal
- Tensão suportável nominal de impulso atmosférico
- Tensão suportável nominal sob frequência industrial
- Corrente suportável nominal de curta duração e tempo de duração (It/t)
- Valor de crista nominal da corrente suportável (Id)
- Massa do pólo e total
- Número do manual de instruções
- Norma técnica e ano de sua edição
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.7 Placa de Transformadores de Corrente

A placa de identificação de transformadores de corrente deverá possuir no mínimo as seguintes informações:


- A expressão "TRANSFORMADOR DE CORRENTE"
- Nome do fabricante
- Ano de fabricação (ANO)
- Número de série (N.º)
- Tipo ou modelo construtivo (TIPO)
- Número do manual de instruções
- Uso interior ou exterior (USO)
- Correntes primária e secundária nominais, em A
- Tensão máxima do equipamento (U_{max}), em kV
- Nível de isolamento (NI ____/____/____), em kV
- Frequência nominal (f), em Hz
- Fator térmico nominal (Ft)
- Classe e carga nominal (EXATIDÃO)
- Corrente suportável nominal de curta duração (It)
- Valor de crista nominal da corrente suportável (Id)
- Massa total (M-total), em kg
- Norma técnica e ano de sua edição (NORMA/ANO)
- Diagrama de ligações
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.8 Placa de Transformadores de Potencial

A placa de identificação de transformadores de potencial deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- A expressão "TRANSFORMADOR DE POTENCIAL"
- Nome do fabricante
- Ano de fabricação (ANO)
- Número de série (N.º)
- Tipo ou modelo construtivo (TIPO)

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	46 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

- Número do manual de instruções
- Uso interior ou exterior (USO)
- Tensões primária e secundária nominais, em V
- Tensão máxima do equipamento (U_{max}), em kV
- Nível de isolamento (NI ____/____/____), em kV
- Frequência nominal (f), em Hz
- Classe e carga nominal (EXATIDÃO)
- Massa total (M-total), em kg
- Norma técnica e ano de sua edição (NORMA/ANO)
- Grupo de ligação
- Diagrama de ligações
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.9 Placa de Para-Raios

A placa de identificação de para-raios deverá possuir no mínimo as seguintes informações:

- Nome do fabricante e ano de fabricação (ANO)
- Número de série de fabricação (Nº)
- Designação do tipo, modelo ou equivalente (TIPO)
- Número do Manual de Instruções (MANUAL)
- Indicação de uso (USO) "INTERIOR"
- Frequência nominal (f)
- Tensão nominal (V_n)
- Tensão de operação contínua (MCOV)
- Corrente de descarga nominal
- Classe de alívio de sobrepressão
- Indicação da massa total (M_{total}), em kg
- Norma técnica de projeto e ensaios e o ano de sua edição
- Número e data do contrato de fornecimento

1.17.10 Placa de Transformadores de Serviços Auxiliares


A placa de identificação dos transformadores de serviços auxiliares deverá ser conforme as prescrições da Norma Técnica ABNT NBR 10295:2011 – Transformadores de potência secos – Especificação.

1.17.11 Placas de Relés de Proteção e Controle

As placas de identificação dos relés deverão conter as informações mínimas exigíveis pela normalização aplicável. O mesmo se aplica quanto ao uso de conjunto de dispositivos digitais que integram as funcionalidades de proteção, comando, controle, medição, atuação e comunicação.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	47 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

2 ALTERNATIVA: CONJUNTO DE CUBÍCULOS BLINDADOS JUSTAPOSTOS

Conjunto de cubículos trifásicos, unidos por justaposição, compacto, com barra simples e compartimentos isolados blindados, em gás SF₆ ou no ar, mas hermeticamente selados, para instalação ao tempo ou abrigada (conforme o pertinente Descritivo Técnico de Obra), completamente fechado com chapas metálicas em todos os lados, exceto nas aberturas para alívio de pressão e exaustão de gases oriundos de eventual incêndio ou falha de interrupção de arco elétrico, e para os terminais de entradas e saídas de cabos isolados de média tensão e de alimentação dos circuitos auxiliares em baixa tensão.

Deverão ser atendidos os requisitos de especificação, projeto e ensaios previstos na Norma Técnica IEC 62271-200:2011 – *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*, bem como outras que forem aplicáveis aos componentes necessários, em complementação aos estabelecidos na presente Especificação Técnica.

O **Anexo D (D.1 e D.2)** desta Especificação Técnica mostra o diagrama unifilar requerido para o conjunto de cubículos blindados, com suas características básicas em conformidade ao local de instalação no sistema elétrico da CPFL, ressaltando-se que quando a classe de tensão for 15 kV a corrente nominal do barramento principal, ao qual conectam-se os secundários dos transformadores de potência, deverá ser 3150 A, e quando a classe de tensão for 24,2 kV a corrente nominal do barramento principal deverá ser 1600 A.

Dada a quase perfeita similaridade funcional e a grande semelhança física e até construtiva, em alguns aspectos, entre esta alternativa de conjunto de cubículos blindados justapostos e a alternativa do **Item 1** acima, nesta **PARTE 5**, referente ao conjunto blindado compacto unitário (dito eletrocentro ou sala elétrica), os requisitos que lá se descrevem são da mesma forma especificados para a alternativa deste **Item 2**, com as evidentes ressalvas quanto a características que não podem ser similarmente adotadas.


Caberá ao proponente, quando apresentar sua oferta de solução, informar todos os itens que compõem a sua alternativa, e eventuais variações, devendo seguir necessariamente a sub-itemização contida no citado **Item 1** desta **PARTE 5**, mas com conteúdo afeito e compatível ao seu tipo ou modelo de conjunto de cubículos blindados justapostos.

Obviamente, exclusões ou acréscimos existirão, como é o caso do sistema de condicionamento e climatização de ar, necessário somente a um eletrocentro. Outro aspecto digno de nota é que não é exigido que se instale num plano elevado o conjunto de cubículos blindados justapostos, muito embora devam ficar demonstrados os detalhes de acesso, acoplamento e fixação dos cabos que interligam o conjunto de cubículos aos dois transformadores de potência e às saídas de circuitos alimentadores, previstos para serem inferiores.

Outrossim, o sistema de acoplamento e fixação para a justaposição de cada unidade de cubículo blindado, principalmente no que tange aos barramentos isolados, deverá ser tal que não seja necessário desmontar todo o conjunto, ou parte dele (unidades adjacentes), na eventualidade de ser necessária a troca de qualquer das unidades modulares de cubículo.

Conforme já exposto, deverá ser garantida a existência de todos os itens de segurança

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	48 de 63


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

relativos, por exemplo, à detecção de tensão em compartimentos, quando de manobras executadas, ou vazamento do gás SF₆, ou qualquer situação de risco de integridade do isolamento elétrico, que possam ameaçar pessoas ou demais instalações.

O **Anexo D (D.4 e D.5)** também ilustra soluções típicas de instalações compactas utilizando conjunto de cubículos blindados justapostos.

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinícius S Malagoli	20/12/2016	49 de 63

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

PARTE 6 – REGISTROS E ANEXOS

1 REGISTRO DE REVISÃO

Versão anterior	Data da versão anterior	Alterações em relação à versão anterior
—	—	• Emissão inicial.

2 ANEXOS

Fazem parte integrante desta Especificação Técnica os anexos listados abaixo, indicados conforme as **PARTES** a que se referem e nelas indicados.

PARTE 2:

- Especificação Técnica da CPFL GED nº 6204 – Sistema Secundário Digital

PARTE 3:

- Especificação Técnica da CPFL GED nº 15690 – Módulo Híbrido Compacto de Manobra de 72.5 e 145 kV
- Especificação Técnica da CPFL GED nº 2050 – Transformador de Potencial para Subestações
- **Anexo A.1** – Diagrama Unifilar da Subestação Blindada (GIS)
- **Anexo A.2** – Legenda para o Diagrama Unifilar do Anexo A.1
- **Anexo A.3** – Ilustrações Orientativas de Subestação Blindada em Gás (GIS) de 145 kV
- **Anexo B.1** – Diagrama Unifilar da Subestação com Módulos Híbridos Compactos
- **Anexo B.2** – Legenda para o Diagrama Unifilar do Anexo B.1
- **Anexo B.3** – Ilustrações Orientativas de Subestação com Módulos Híbridos Compactos (MHC) de 145 kV
- **Anexo C** – Ilustrações Orientativas de Instalações Abrigadas (mesmo parcialmente): Subestações Blindadas em Gás (GIS); Módulos Híbridos Compactos (MHC)


PARTE 4:

- Especificação Técnica da CPFL GED nº 6160 – Transformador Regulador Trifásico de 30/40 MVA, 138 kV
- Especificação Técnica da CPFL GED nº 12353 – Transformador Regulador Trifásico 30/40 MVA, 88 e 138 kV

PARTE 5:

- Especificação Técnica da CPFL GED nº 11518 – Transformadores de distribuição a seco – Padronização

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	50 de 63

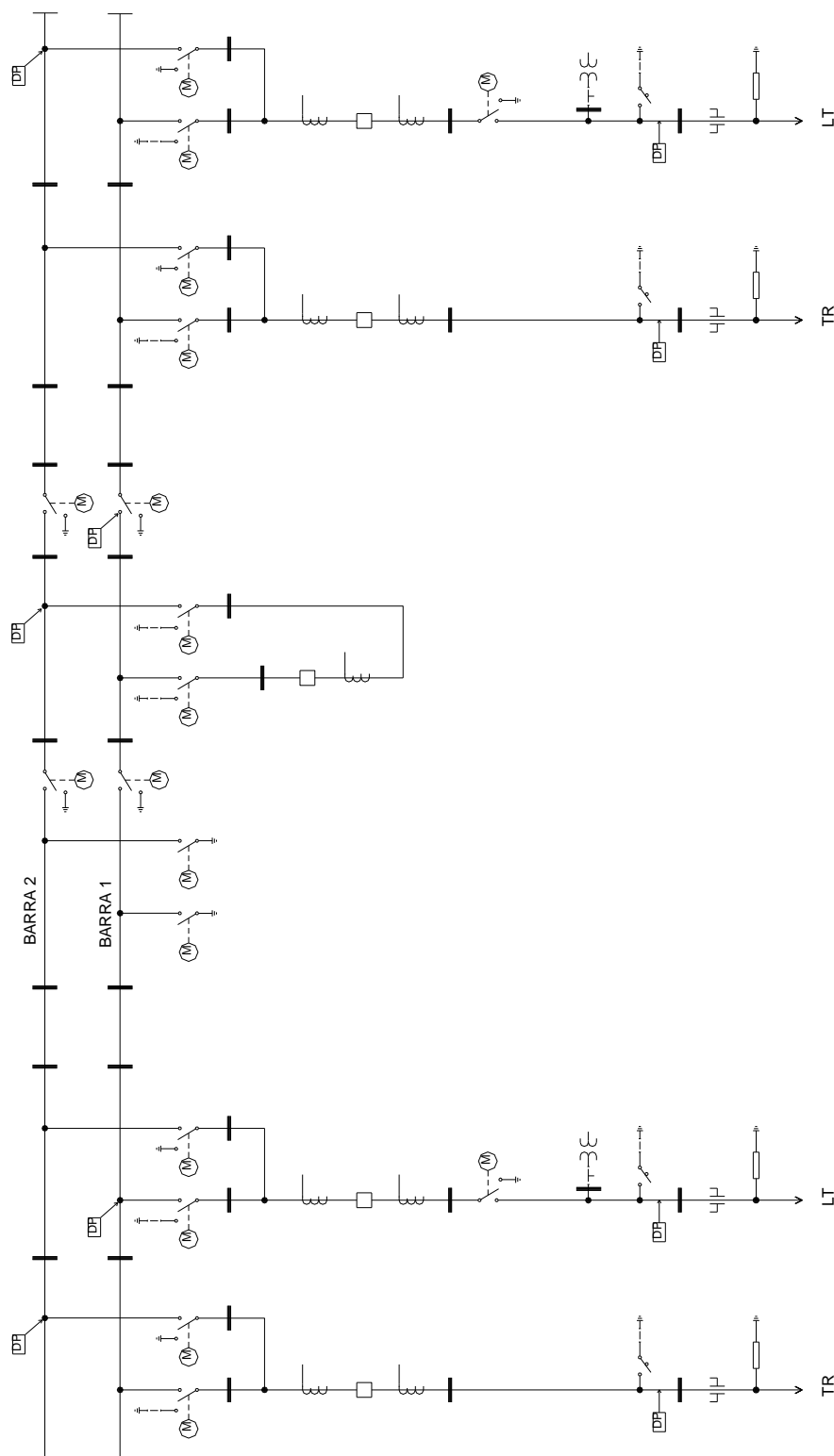
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas


- **Anexo D.1** – Diagrama Unifilar para o Conjunto Blindado Compacto Unitário e para o Conjunto de Cubículos Blindados Justapostos
- **Anexo D.2** – Legenda para o Diagrama Unifilar do Anexo D.1
- **Anexo D.3** – Ilustrações Orientativas de Conjunto Blindado Compacto Unitário (Eletrocentro)
- **Anexo D.4** – Ilustrações Orientativas de Conjunto de Cubículos Blindados Justapostos
- **Anexo D.5** – Ilustrações Orientativas de Instalações Abrigadas (mesmo parcialmente): Conjuntos de Cubículos Blindados e GIS

/



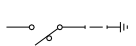
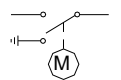
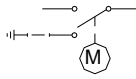

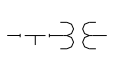




N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinícius S Malagoli	20/12/2016	51 de 63

ANEXO A.1 – Diagrama Unifilar da Subestação Blindada (GIS)



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

ANEXO A.2 – Legenda para o Diagrama Unifilar do ANEXO A.1

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Disjuntor
	Secionador de Aterramento
	Secionador de Aterramento Rápido (Isolado)
	Secionador de Três Posições
	Secionador de Três Posições (Isolado)
	Transformador de Corrente
	Transformador de Potencial com Elo de Isolamento (Mecanismo de Operação Manual)
	Bucha SF ₆ - Ar
	Bucha Estanque ao Gás
	Para-Raios
	Sensor de Descargas Parciais
TR	Conexão a Transformador de Potência
LT	Conexão a Circuito de Linha de Transmissão

/

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	53 de 63

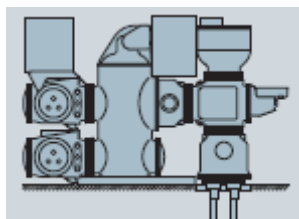
ANEXO A.3 – Ilustrações Orientativas de Subestação Blindada em Gás (GIS) de 145 kV



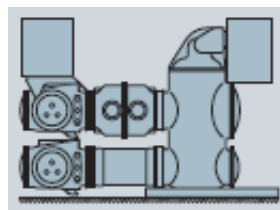
Módulo com barra dupla: perspectiva



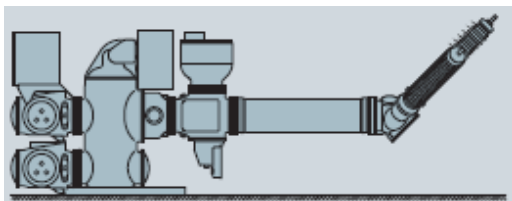
Módulo com barra dupla: perfil



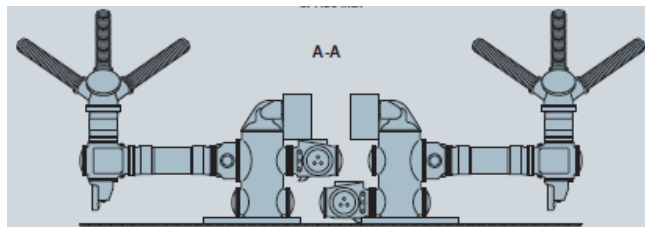
Módulo barra dupla: acesso de cabos



Módulo com barra dupla: interligação



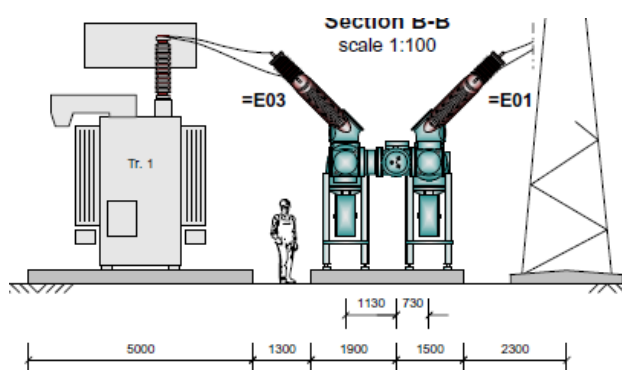
Módulo com barra dupla: acesso aéreo



Módulos de interligação com acesso aéreo

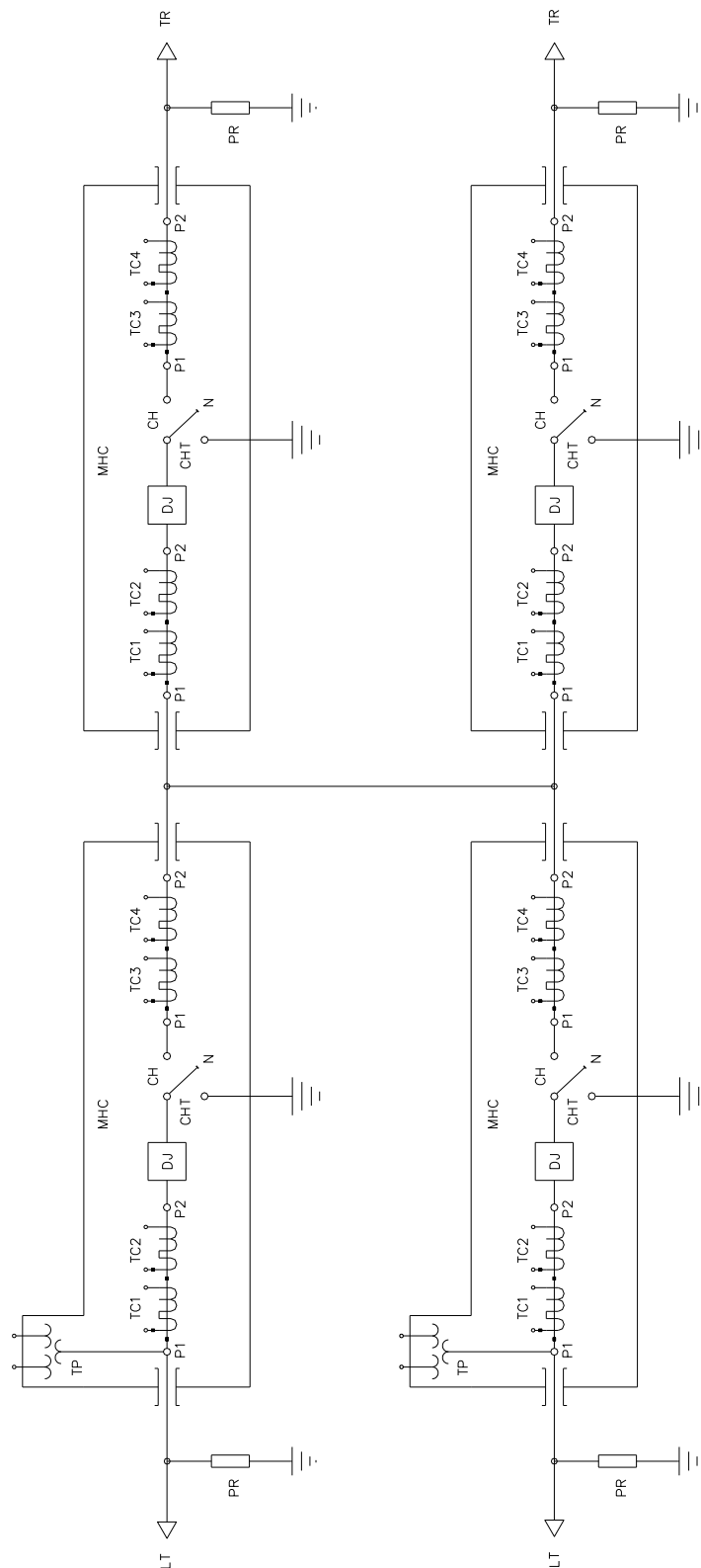



Módulo com barra dupla abrigado



Módulos de interligação aérea ao tempo

ANEXO B.1 – Diagrama Unifilar da Subestação com Módulos Híbridos Compactos



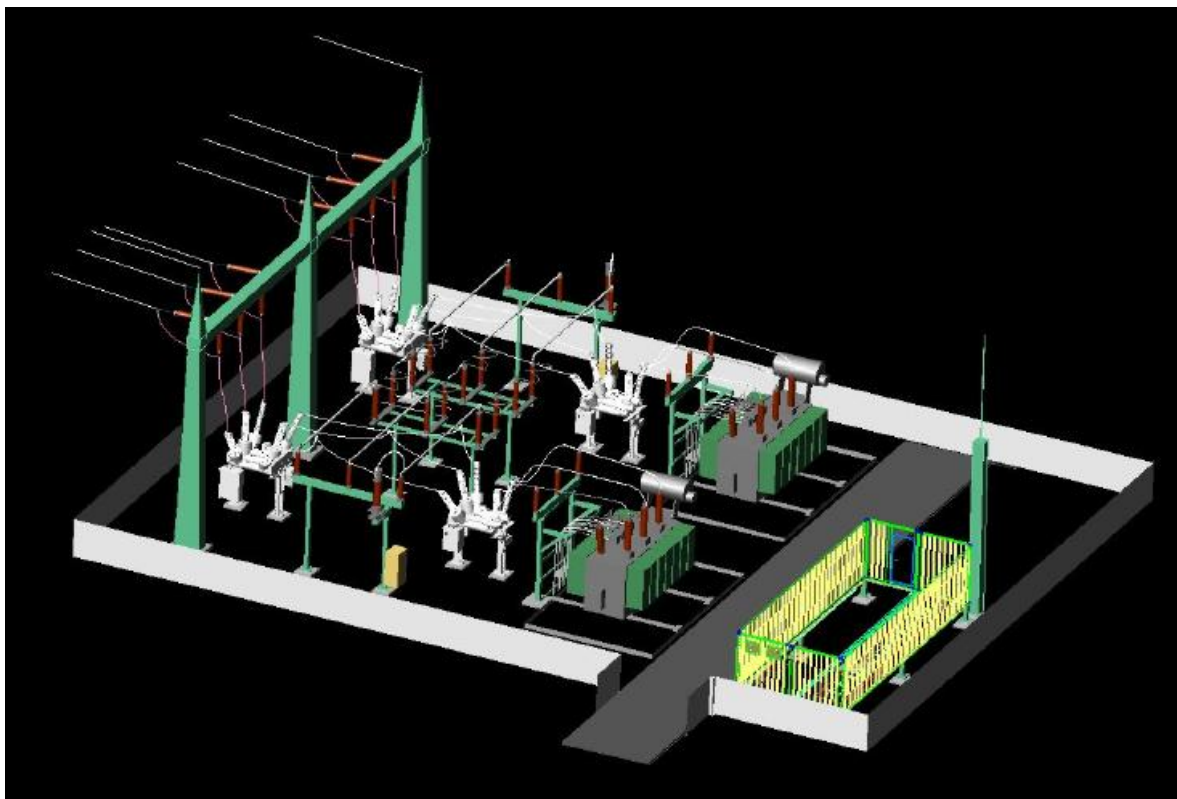
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

ANEXO B.2 – Legenda para o Diagrama Unifilar do ANEXO B.1

SIGLA	DESCRIÇÃO
MHC	Módulo Híbrido Compacto de Manobra de 145 kV, 1200 A e 40 kA
DJ	Compartimento com Funcionalidades do Disjuntor
CH	Compartimento com Funcionalidades da Lâmina Principal do Seccionador
CH+T	Compartimento com Funcionalidades da Chave de Aterramento (Lâmina de Terra)
N	Posição Neutra (Intermediária) da Chave de Aterramento
TC1, TC2 e TC3	Transformadores de Corrente para Proteção
TC4	Transformador de Corrente para Medição
P1, P2	Indicações de Polaridade de Montagem dos Transformadores de Corrente
TP	Transformador de Potencial para Proteção e Medição
PR	Para-Raios
TR	Conexão a Transformador de Potência
LT	Conexão a Circuito de Linha de Transmissão

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinícius S Malagoli	20/12/2016	56 de 63

ANEXO B.3 – Ilustrações Orientativas de Subestação com Módulos Híbridos Compactos (MHC) de 145 kV



Módulos Híbridos Compactos (MHC) em Arranjo “H” ao Tempo: Perspectiva

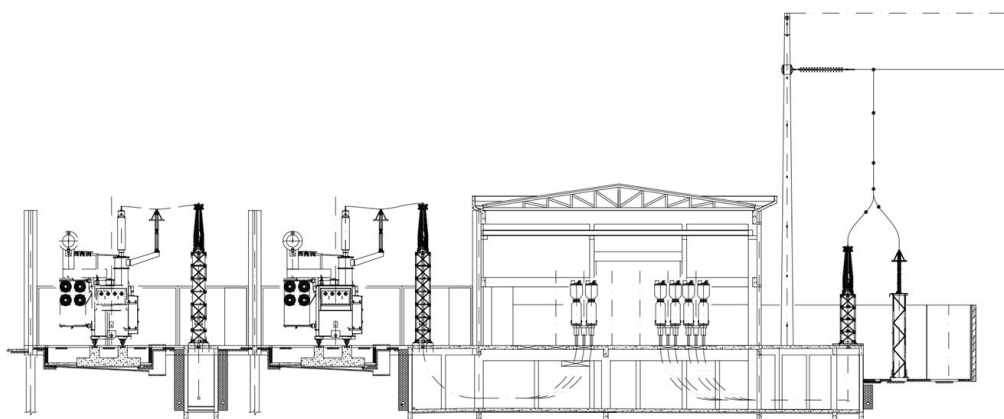


Módulo Híbrido Compacto (MHC)

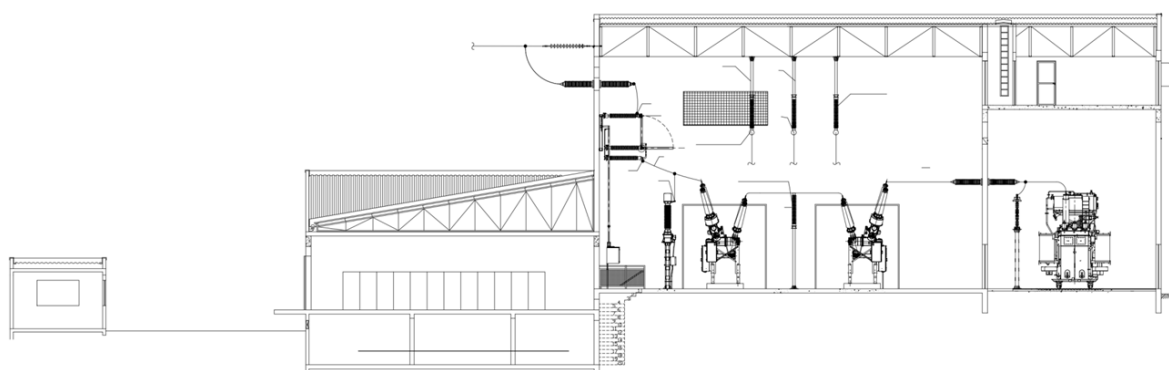


MHC em Instalação ao Tempo: Vista de Obra

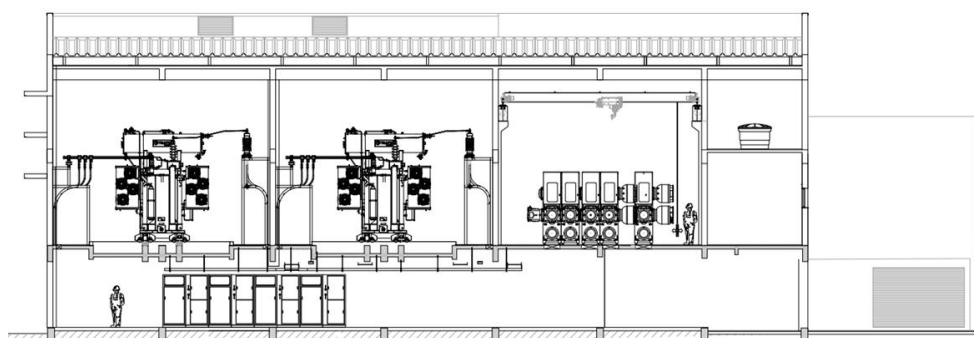
ANEXO C – Ilustrações Orientativas de Instalações Abrigadas (mesmo parcialmente): Subestações Blindadas em Gás (GIS); Módulos Híbridos Compactos (MHC)



Transformadores e Entrada de Linha ao Tempo; GIS Abrigada

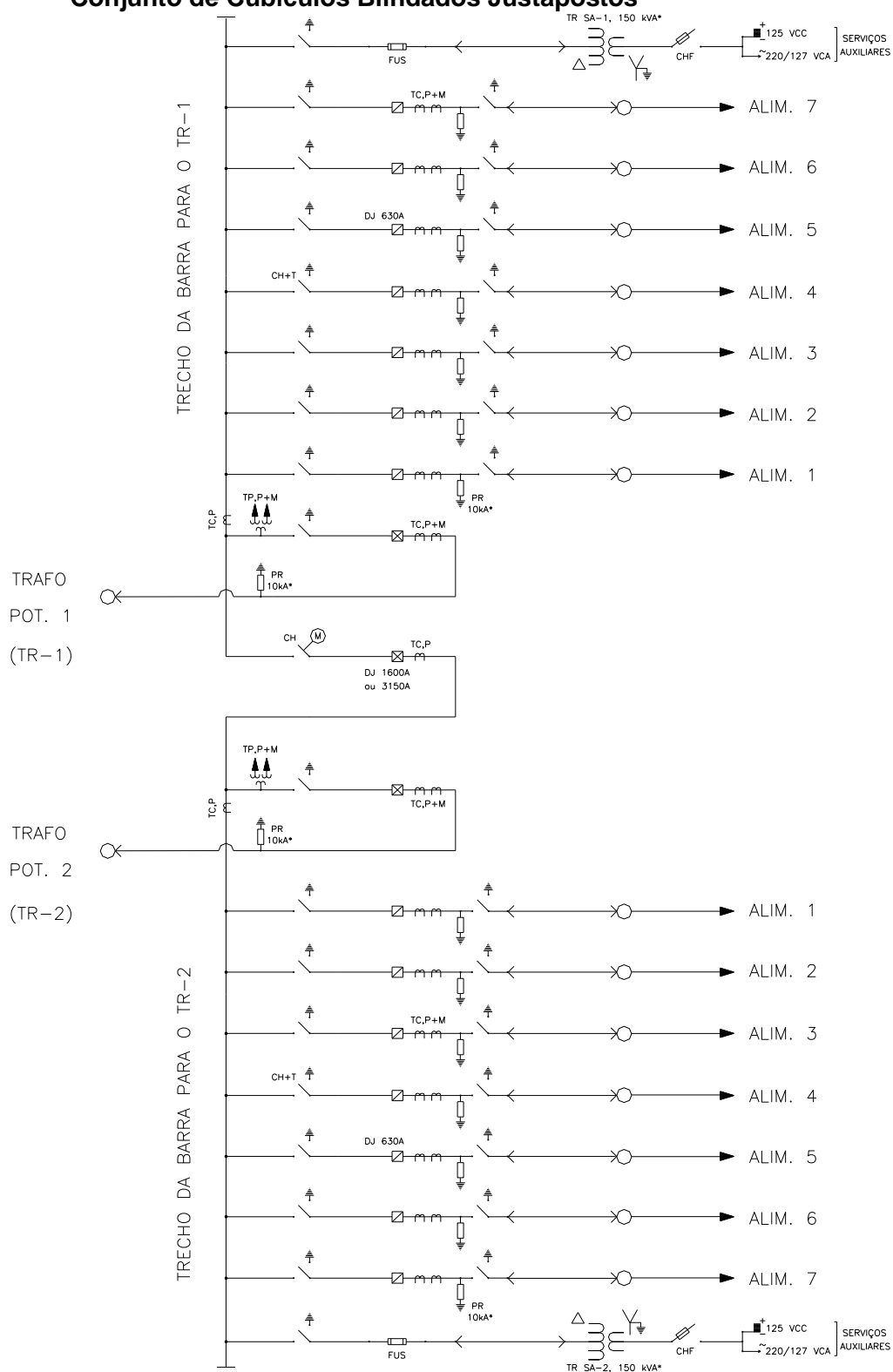



Entrada de Linha ao Tempo; Transformadores e MHC Abrigados; Cubículos Blindados Abrigados; Saída de Alimentadores Subterrânea



Transformadores e GIS Abrigados; Cubículos Blindados Abrigados; Entrada de Linha e Saída de Alimentadores Subterrâneas

ANEXO D.1 – Diagrama Unifilar para o Conjunto Blindado Compacto Unitário e para o Conjunto de Cubículos Blindados Justapostos



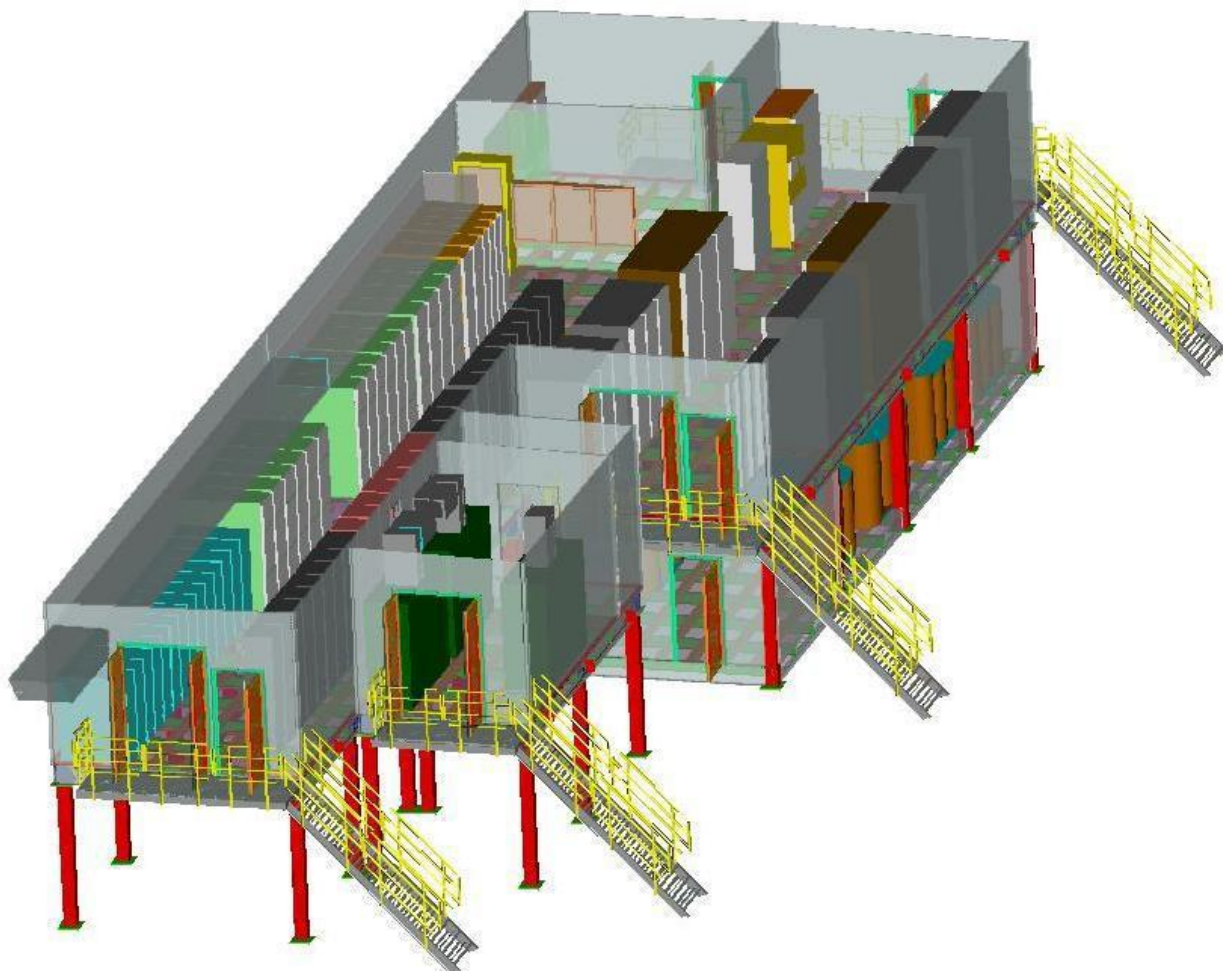
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Subestação
	Título do Documento:	Subestações Compactas: Requisitos para Alternativas Construtivas

ANEXO D.2 – Legenda para o Diagrama Unifilar do ANEXO D.1

SÍMBOLO	SIGLA	DESCRIÇÃO
	DJ	Disjuntor Geral e de Interligação de Barras: 3150 A p/ 15 kV ou 1600 A p/ 24,2 kV
	DJ	Disjuntor de Saída de Alimentador: 630 A p/ 15 kV e p/ 24,2 kV
	CH+T	Chave seccionadora de 3 posições: Fechada, Aberta, Aterrada
	CH MOT	Chave seccionadora motorizada de 2 posições: Fechada, Aberta
	FUS	Fusível de Alta Tensão (15 ou 24,2 kV): Proteção do Trafo de Serviços Auxiliares
	CHF	Chave Fusível de Baixa Tensão (220 V): Proteção do Trafo de Serviços Auxiliares
	TC,P+M	Transformador de Corrente de 2 Secundários: Proteção e Medição
	TC,P	Transformador de Corrente de Proteção
	TP,P+M	Transformador de Potencial de 2 Núcleos: Proteção e Medição
	PR*	Para-Raios a Dimensionar conforme Alternativa de Blindado; Asterisco Indica Valor Mínimo
	TR SA*	Trafo de Serviços Auxiliares a Dimensionar conforme Alternativa de Blindado; Asterisco Indica Valor Mínimo
	CB/BUS	Cabo ou Barramento Isolado, conforme a Alternativa de Blindado

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17039	Manual	1.0	Caius Vinicius S Malagoli	20/12/2016	60 de 63

ANEXO D.3 – Ilustrações Orientativas de Conjunto Blindado Compacto Unitário (Eletrocentro)



Perspectiva de Eletrocentro ao Tempo, instalado em Plano Elevado; Acesso de Cabos Inferior



Vista Interna de Eletrocentro

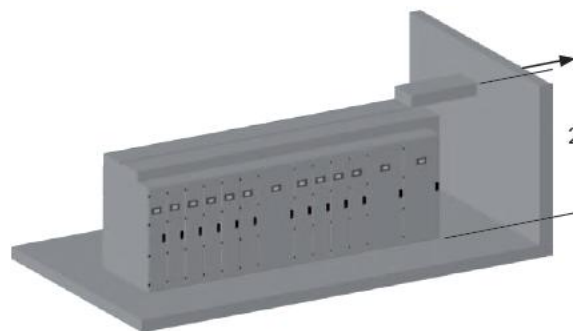


Vista Interna de Eletrocentro

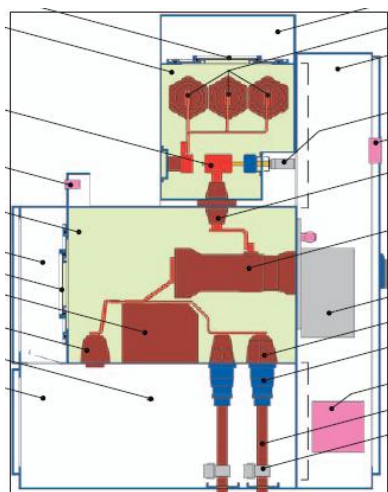
ANEXO D.4 – Ilustrações Orientativas de Conjunto de Cubículos Blindados Justapostos



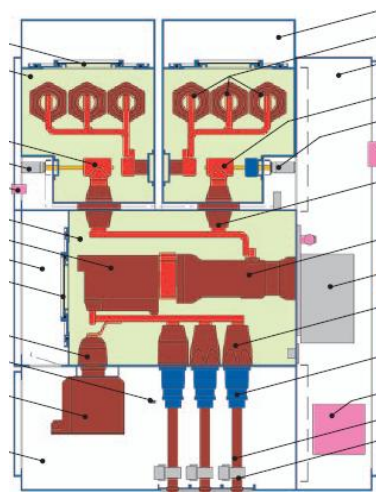
Parte de Conjunto Blindado em Perspectiva



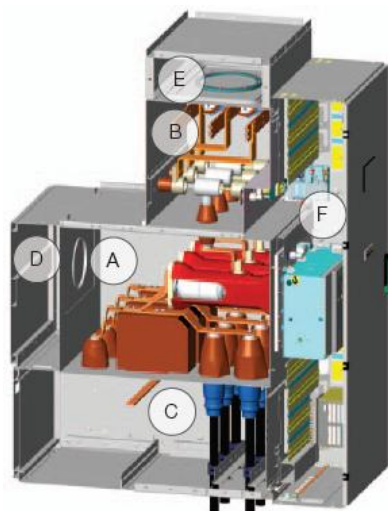
Conjunto Blindado: Saída de Gases de Arco



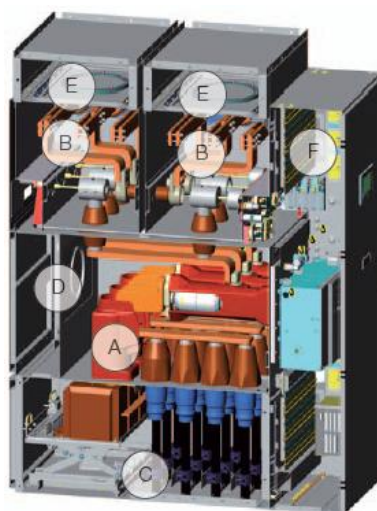
Módulo de Cubículo: Barra Simples



Módulo de Cubículo: Barra Dupla

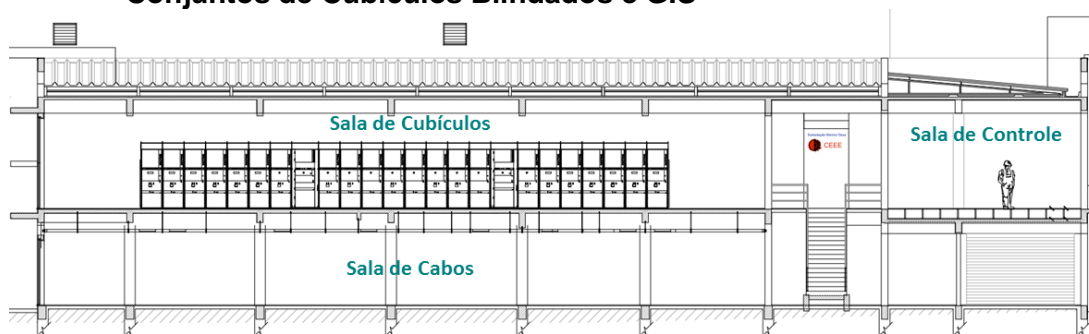


Vista em Corte: Cubículo Barra Simples



Vista em Corte: Cubículo Barra Dupla

ANEXO D.5 – Ilustrações Orientativas de Instalações Abrigadas (mesmo parcialmente): Conjuntos de Cubículos Blindados e GIS



Conjunto de Cubículos Blindados Abrigados; Acesso Subterrâneo de Cabos



Vistas de Conjuntos de Cubículos Blindados Abrigados



Solução Abrigada: Conjunto de Cubículos Blindados e GIS, com Painéis de Controle ao Fundo