


SUMÁRIO

	Pág
1 Objetivo	2
2 Referências	2
3 Condições Gerais	3
4 Requisitos Técnicos Gerais	4
5 Aplicações	11
6 Ensaios	13
7 Inspeção	17
8 ANEXOS	18

PÚBLICO	a	FCS 57045		12/2019			Companhia Energética de Minas Gerais				
	GEDEX										
	b	FCS 57045		10/2020		<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA SUBESTAÇÃO BLINDADA METÁLICA PARA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÉDIA TENSÃO</b>			Nº		
	GEDEX										02.111 AD/ES- 40b
	FEITO	VIS TO	DATA	APRO V.							
Classificação						PROJ. FCS	CONF. WPO	APROV. CAML	Folha 28		
						DES.	VISTO	DATA 10/2020			

---

## **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA SUBESTAÇÃO BLINDADA METÁLICA PARA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÉDIA TENSÃO**

### **1 Objetivo**

Esta Especificação Técnica (ET) estabelece os critérios e exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de subestação blindada metálica, utilizada em padrão de entrada em média tensão (13,8 kV, 23,1 kV e 34,5 kV), a ser adquirida pelos clientes da CEMIG ou pela própria CEMIG.

### **2 Referências**

2.1 ABNT NBR IEC 62271-200: Conjunto de manobra e controle de alta tensão. Parte 200: Conjunto de manobra e controle de alta tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 36kV

2.2 ABNT NBR IEC 60694: Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta-tensão e mecanismos de comando

2.3 ABNT NBR IEC 62271-102: Equipamentos de alta-tensão. Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento

2.4 Norma CEMIG ND-5.3: Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão

2.5 Resolução Normativa ANEEL Nº 414

2.6 Quando não citada a versão de algum documento técnico, considera-se a versão mais atual.

2.7 Deve-se considerar as normas em suas versões mais atuais.

---

### 3 Condições Gerais

3.1 A subestação blindada metálica deve:

3.1.1 Ser projetada conforme a ABNT NBR IEC 62271-200.

3.1.2 Ser projetada para operar nas condições previstas nas normas de fornecimento da CEMIG (ND 5.3, ND 5.31, etc.).

3.1.3 Garantir segurança às pessoas que executem manutenção, operem ou estejam próximas.

3.1.4 Ser fornecida pronta para uso, com todos seus elementos testados e comissionados em fábrica (exceto os de responsabilidade da CEMIG, como TC de medição, TP de medição e medidor), sob responsabilidade do fabricante.

3.2 A condição de uso interno ou externo é extremamente relevante para se definir a especificação da subestação, principalmente em relação ao ensaio de arco interno, que tem requisitos diferentes para cada aplicação.

3.3 Aprovação

3.3.1 Somente podem ser utilizadas nos padrões de entrada de unidades consumidoras da CEMIG e nas instalações próprias da CEMIG subestações que tenham sido previamente aprovadas.

3.3.2 A subestação blindada metálica deve ser homologada, conforme o procedimento de homologação descrito no documento 02.111 PA/EA - 58 - RTHP (Requisitos técnicos para homologação e pré-homologação para subestação blindada metálica).

3.4 Garantia

3.4.1 O fabricante deve dar garantia mínima de 60 meses, a partir da data de instalação na unidade consumidora, contra qualquer defeito de material ou fabricação da subestação blindada metálica adquiridos pela CEMIG ou por seus clientes.

3.4.2 Ocorrendo defeito conforme item acima, o fabricante responsabiliza-se pela manutenção ou reposição da unidade defeituosa por unidade nova.

3.5 Meio Ambiente

O fabricante deve atender, onde aplicável, as exigências do procedimento 02.118-CEMIG-760.

## 4 Requisitos Técnicos Gerais

4.1 A subestação blindada metálica deve ser projetada conforme a ABNT NBR IEC 62271-200 e suportar todos os ensaios exigidos na referida norma.

4.2 A subestação metálica deve ser projetada conforme a aplicação:

Aplicação	Subestação (ND 5.3)	UC	Demanda (kVA)	Uso
1	SE nº 8	Individual	Até 300	Interno
2	SE nº 8	Individual	Até 300	Externo
3	SE nº 4	Individual	Até 2500(*)	Interno
4	SE nº 4	Individual	Até 2500(*)	Externo
5	SE nº 4	Compartilhada	Até 2500(*)	Interno
6	SE nº 4	Compartilhada	Até 2500(*)	Externo
7	SE nº 4	Individual	Até 2500(*)	Interno e com proteção de sincronismo
8	SE nº 4	Individual	Até 2500(*)	Externo e com proteção de sincronismo
9	SE nº 4	Compartilhada	Até 2500(*)	Interno e com proteção de sincronismo
10	SE nº 4	Compartilhada	Até 2500(*)	Externo e com proteção de sincronismo

(\*) – Em casos específicos, previstos na ND 5.3, esta demanda pode ser superior.

4.3 A cada aplicação corresponde os respectivos requisitos, o respectivo diagrama unifilar e a respectiva tabela de características técnicas, conforme itens a seguir.

4.4 Quando isolada a ar, o dimensionamento e as distâncias entre os barramentos dentro da subestação blindada devem ser conforme a ABNT NBR 14039 (Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0kV a 36,2kV), em sua versão atualizada.

4.5 Não é permitido o uso de para-raios no interior da subestação.

4.6 Requisitos Técnicos Gerais – Componentes

Seguem requisitos aplicáveis a todas as soluções de subestação metálica, nos casos em que os componentes listados abaixo forem aplicáveis.

#### 4.6.1 Módulos (Cubículos/Baias)

4.6.1.1 Todos os módulos da subestação deverão ser dotados de dispositivos para instalação de lacre padrão CEMIG (furo mínimo 2,5 mm). A quantidade de dispositivos para lacre deve ser tal que impeça a abertura das portas ou tampas sem rompimento de algum lacre.

4.6.1.2 Os módulos que demandem operação por parte da concessionária (cubículo de medição, cubículo que contenha o fusível HH, etc.) devem permitir a operação através de alguma das ferramentas padronizadas, listadas no item 4.6.3, e de maneira ergonomicamente adequada.

#### 4.6.2 TC e TP de Medição

4.6.2.1 Estes equipamentos serão fornecidos e instalados pela CEMIG.

4.6.2.2 Os suporte e acessórios que forem necessários para a instalação destes equipamentos devem permitir a operação através de alguma das ferramentas padronizadas, listadas no item 4.6.3, e de maneira ergonomicamente adequada.

#### 4.6.3 Ferramentas padronizadas

4.6.3.1 Os componentes da subestação que requerem operação da concessionária devem permitir a operação através de algumas das seguintes chaves padronizadas na Cemig:

4.6.3.1.1 Chave canhão: 3/8" e 7/16".

4.6.3.1.2 Chave de fenda: 6,5 x 150 mm; 3 x 100 mm e 5,5 x 150 mm.

4.6.3.1.3 Chave allen (mm): 8; 6; 5; 4; 3; 2,5 e 2.

4.6.3.1.4 Chave allen (polegadas): 1/4; 7/32; 3/16; 5/32; 9/64; 1/8; 7/64; 3/32 e 5/64.

#### 4.6.4 Infraestrutura para medição

4.6.4.1 A SE deve permitir a instalação de medição convencional e medições especiais (ACL, Geração Distribuída, etc.).

4.6.4.2 Quando a infraestrutura para medição (caixas de medição, caixa de equipamentos auxiliares, etc.) for parte integrante da SE (fixada diretamente na SE), a SE deve apresentar infraestrutura especial para medição.

4.6.4.3 Infraestrutura especial para medição: uma caixa de medição CM-4 Especial; uma caixa CM-4 Convencional; uma caixa para equipamentos auxiliares (nobreak, comunicação, etc.); cabo(s)

---

blindado(s) para conectar os TC e TP até a caixa de medição e interligação entre as caixas. Detalhes no item 8.5.

4.6.4.3.1 As caixas de medição devem permitir a instalação das placas de medição padronizadas para SMF (Sistema de Medição de Faturamento). A entrada dos condutores nas caixas não deve impedir a instalação das placas, assim, deve-se atentar para esta condição principalmente quando a entrada dos condutores for realizada pela parte traseira das caixas.

4.6.4.3.2 Alternativamente à utilização de caixas citadas, pode ser apresentada para avaliação solução com caixas desenvolvidas pelo próprio fabricante da SE, desde que as mesmas apresentem no mínimo as mesmas dimensões internas que as caixas requeridas, permitam a entrada dos condutores sem impedir a instalação das placas de medição, conforme item 4.6.4.3.1, e apresentem dispositivo para lacre padrão CEMIG (furo mínimo 2 mm de diâmetro)

4.6.4.3.3 O(s) cabo(s) blindado(s) deve(m) apresentar as seguintes características: vias de 2,5 mm<sup>2</sup>, classe 2, cobre nu, com isolamento de PVC; blindagem metálica; cobertura ST1; 0,6/1kV; ET-02118-CEMIG-380B.

4.6.4.3.4 Devem ser previstas 4 vias entre as proximidades do local de instalação dos TC de medição e as caixas de medição. Estas vias devem integrar o mesmo cabo blindado e serem disponibilizadas na caixa CM-4 Especial.

4.6.4.3.5 Devem ser previstas 4 vias entre as proximidades do local de instalação dos TP de medição e as caixas de medição. Estas vias devem integrar o mesmo cabo blindado e serem disponibilizadas na caixa CM-4 Especial.

4.6.4.3.6 Devem ser previstas outras 2 vias entre as proximidades do local de instalação dos TP de medição e as caixas de medição. Estas vias devem integrar o mesmo cabo blindado e serem disponibilizadas na caixa CM-4 Convencional. Estas vias podem integrar o mesmo cabo blindado das vias citadas no item 4.6.4.3.5.

4.6.4.3.7 As vias citadas nos itens 4.6.4.3.4, 4.6.4.3.5 e 4.6.4.3.6 acima, podem integrar o mesmo cabo blindado. Por exemplo, pode ser utilizado um único cabo blindado com 10 ou mais vias.

4.6.4.3.8 O(s) cabo(s) blindado(s), deve(m) ser instalado(s) em fábrica. Quando a SE estiver em operação, o usuário não deve ter acesso a este(s) cabo(s) sem romper lacres.

#### 4.6.5 Chave seccionadora

4.6.5.1 A chave seccionadora deve atender a norma ABNT NBR IEC 62271-102.

4.6.5.2 A chave seccionadora deve ser parte integrante da subestação. O cliente deverá receber a subestação com este equipamento instalado e pronto para uso.

4.6.5.3 A instalação da chave seccionadora deve ser feita de forma a impedir seu fechamento pela ação da gravidade. Ou seja, a abertura da faca deve se dar para baixo, de forma que a gravidade tenda a mantê-la aberta.

4.6.5.4 A chave seccionadora deve permitir a abertura tripolar e sob carga do circuito.

4.6.5.5 As características elétricas nominais da chave seccionadora devem ser compatíveis com as características nominais da subestação como um todo e da aplicação.

#### 4.6.6 Fusível

4.6.6.1 Os fusíveis utilizados devem ser do tipo “limitadores primários”, tipo “HH”, atender a IEC 60282-1, com corrente nominal dimensionada conforme ND 5.3 e tensão nominal compatível com a tensão de fornecimento.

4.6.6.2 Segue resumo das tabelas da ND 5.3:

Potência Nominal Transformador (kVA)	Corrente nominal do fusível em 15 kV (A)	Corrente nominal do fusível em 25 kV (A)	Corrente nominal do fusível em 35 kV (A)
75	6	4	4
112,5	8	6	4
150	10	8	6
225	16	10	8
300	25	16	10

#### 4.6.7 Disjuntor de média tensão

4.6.7.1 O disjuntor pode apresentar diferentes tecnologias de isolamento e interrupção (ar, SF6, etc.), desde que corretamente dimensionado para a operação.

4.6.7.2 O disjuntor deve ser parte integrante da subestação. O cliente deverá receber a subestação com este equipamento instalado e pronto para uso.

4.6.7.3 As características nominais do disjuntor devem ser compatíveis com as características nominais da subestação como um todo e da aplicação.

4.6.7.4 A capacidade de interrupção do disjuntor (em kA) deve superior ao nível de curto-circuito previsto para a aplicação.

4.6.7.5 As características elétricas mínimas são as seguintes:

Características Elétricas	Tensão de fornecimento		
	13,8 kV	23,1 kV	34,5 kV
Tensão nominal (kV)	15	25	35
Frequência nominal (Hz)	60	60	60
Corrente nominal mínima (A)	350	350	600
Capacidade de interrupção simétrica mínima (kA)	12,5	12,5	12,5

#### 4.6.8 TC de Proteção

4.6.8.1 Os transformadores de corrente (TC) de proteção devem atender à ABNT NBR 6856 e a ND 5.3.

4.6.8.2 Os TC de proteção devem ser parte integrante da subestação. O cliente deve receber a subestação com estes equipamentos instalados e prontos para uso.

4.6.8.3 Ligação ao secundário dos TC de proteção: no mínimo deverão ser conectadas as 3 fases e o neutro, sendo recomendável especial atenção à polaridade dos TC para que a proteção possa atuar da forma correta.

#### 4.6.8.4 Características Elétricas dos TC de proteção

Características Elétricas	Tensão de fornecimento
	13,8 kV ou 23,1 kV ou 34,5 kV
Corrente primária:	especificação do fabricante, considerando Icc e IN
Corrente secundária	5 A
Frequência nominal	60 Hz
Cargas nominais (mínima)	12,5 VA
Classe de exatidão (mínima)	10P20
Fator térmico	especificação do fabricante
Tipo de aterramento do sistema	neutro aterrado
Classe de temperatura dos materiais isolantes:	A (105° C)



4.6.8.4.1 As demais características elétricas devem ser compatíveis com as características nominais da subestação como um todo e da aplicação.

#### 4.6.9 TP de Proteção

4.6.9.1 Os transformadores de potencial (TP) de proteção devem atender à ABNTNBR 6855 e a ND 5.3.

4.6.9.2 Estes equipamentos devem ser parte integrante da subestação. O cliente deve receber a subestação com estes equipamentos instalados e prontos para uso.

#### 4.6.9.3 Características Elétricas dos TP de Proteção

Características Elétricas	Tensão de fornecimento
	13,8 kV ou 23,1 kV ou 34,5 kV
Tensão primária:	conforme tensão de fornecimento
Tensão secundária	115 V +/- 15%
Frequência nominal	60 Hz
Cargas nominais	especificação do fabricante, considerando o nobreak e as demais cargas auxiliares
Classe de exatidão (mínima)	0,6P75
Fator de sobretensão	mínimo 1,2
Tipo de aterramento do sistema	neutro aterrado
Classe de temperatura dos materiais isolantes:	A (105° C)
Potência térmica (mínima)	400 VA

4.6.9.3.1 As demais características elétricas devem ser compatíveis com as características nominais da subestação como um todo e da aplicação.

#### 4.6.10 Relé de proteção secundária

4.6.10.1 O relé pode ser parte integrante da subestação (responsabilidade do fabricante da subestação) ou ser instalado em caixa padronizada próxima a subestação (quando a SE for de uso interno, sob responsabilidade do cliente, via responsável técnico), conforme ND 5.3.

4.6.10.2 O relé deve ser instalado em ambiente sem acesso ao cliente, de modo que o mesmo não possa, sem o rompimento de lacres, ligar ou desligar este equipamento, ou desconectar condutores a este conectados.

4.6.10.3 O relé deve apresentar dispositivo para lacre padrão CEMIG ou estar em caixa que permita a colocação de lacre padrão CEMIG, de modo que, após lacrado, permita apenas o acionamento do botão de “RESET”, sem permitir nenhum ajuste de parâmetros.

4.6.10.4 Nenhum tipo de acesso a portas de dados ou similares pode ser possível sem o rompimento de lacres.

4.6.10.5 É necessária a utilização de fonte auxiliar para alimentação do relé. Este dispositivo deve ser um sistema nobreak, de forma que não haja interrupção na alimentação do relé.

4.6.10.6 As funções de proteção devem ser garantidas na falta de energia por uma fonte de alimentação reserva, com autonomia mínima de 2 h, que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.

4.6.10.7 Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva, associada a outra fonte de alimentação auxiliar.

4.6.10.8 Em qualquer caso deve existir um contato auxiliar do disjuntor, do tipo NA (normalmente aberto, ou seja, aberto com disjuntor aberto e fechado com disjuntor fechado) que será ligado em série com a bobina de trip para impedir o que se chama “bombeamento”, que é a manutenção de tensão na bobina mesmo após a abertura do disjuntor.

#### 4.6.11 Nobreak

4.6.11.1 O nobreak deve atender as características exigidas na ND 5.3.

4.6.11.2 O nobreak pode ser parte integrante da subestação (responsabilidade do fabricante da subestação) ou instalado em caixa padronizada próxima a subestação (quando a SE for de uso interno, sob responsabilidade do cliente, via responsável técnico) conforme ND 5.3.

4.6.11.3 O nobreak deverá ser instalado em ambiente sem acesso ao cliente, de modo que o mesmo não possa, sem o rompimento de lacres, ligar ou desligar este equipamento, ou desconectar outros equipamentos a este ligados.

4.6.11.4 Ao cliente deverá ser disponibilizado apenas contato visual com os leds indicativos de funcionamento do nobreak, de modo que o cliente possa constatar o bom funcionamento ou a necessidade de manutenção (para a qual necessitará acionar a CEMIG).

4.6.11.5 Deve existir de comutação para acionar a alimentação via nobreak no caso de falta de tensão do sistema elétrico, conforme estabelecido na ND 5.3.

## 5 Aplicações

### 5.1 Subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora até 300 kVA - SEBS

5.1.1 A subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora até 300 kVA é chamada de Subestação Blindada Simplificada (SEBS) na ND 5.3.

5.1.2 A SEBS deve atender ao diagrama unifilar do item 8.1.

5.1.3 A SEBS para uso interno deve atender ao item 8.6.

5.1.4 A SEBS para uso externo deve atender ao item 8.7.

5.1.5 A SEBS deve ser expansível até o limite de potência de 300 kVA, de modo a permitir que o responsável pela unidade consumidora efetue aumento de demanda até esse valor (com a substituição apenas dos equipamentos necessários).

5.1.6 A SEBS deve apresentar disjuntor de baixa tensão (BT) com bobina de trip. Deve ser instalado circuito adequado entre o disjuntor e a caixa de medição, e o mesmo deve estar acondicionado em eletroduto, sem acesso ao cliente.

5.1.6.1 Sugere-se a utilização de chave seccionadora com “microswitch”, para intertravar o acionamento da chave com o disjuntor de BT, através do acionamento da bobina de trip do disjuntor.

5.1.7 O transformador deve ser instalado em baia exclusiva para o mesmo.

5.1.8 A SEBS deve apresentar bacia de contenção de óleo como parte integrante da SE ou possibilitar que seja implementada a bacia de contenção no local de aplicação.

5.1.9 Na SEBS de uso externo deve existir caixa adicional já incorporada à SE (com dispositivo para instalação de lacre padrão CEMIG de 2 mm de diâmetro), que permita a instalação de três TC

de proteção de BT, relé de proteção secundária e nobreak, para implementar funções de proteção para geradores, conforme ND 5.3 e ND 5.31. Os equipamentos a serem instalados nesta caixa adicional não precisam ser fornecidos aos clientes que não apresentem geradores.

## **5.2 Subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora - Subestação nº 4 Individual**

5.2.1 A subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora é chamada de “Subestação nº 4” na ND 5.3.

5.2.2 A SE nº 4 deve atender ao diagrama unifilar do item 8.2.

5.2.3 A SE nº 4 para uso interno deve atender ao item 8.6.

5.2.4 A SE nº 4 para uso externo deve atender ao item 8.7.

5.2.5 Cada subestação deve permitir, no mínimo, a instalação dos seguintes equipamentos, conforme a norma CEMIG ND-5.3 e diagrama unifilar:

- a) 3 (três) TC e 3 (três) TP de medição para faturamento, a serem fornecidos pela CEMIG.
- b) 3 (três) TC e 3 (três) TP de proteção, a serem fornecidos pelo fabricante.
- c) 1 (um) nobreak, a ser fornecido pelo fabricante ou pelo responsável técnico do cliente.
- d) 1 (uma) chave seccionadora, a ser fornecida pelo fabricante.
- e) 1(um) disjuntor de média tensão, a ser fornecido pelo fabricante.
- f) 1(um) relé de proteção secundária, a ser fornecido pelo fabricante ou pelo responsável técnico do cliente.

## **5.3 Subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora - Subestação nº 4 Individual com proteção de sincronismo**

5.3.1 A subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora é chamada de “Subestação nº 4” na ND 5.3 e a proteção de sincronismo é exigida em casos específicos na ND 5.31. Assim, uma Subestação nº 4 Individual com proteção de sincronismo será necessária para contemplar as exigências das duas normas ND 5.3 e ND 5.31.

5.3.2 A SE nº 4 com proteção de sincronismo deve atender ao diagrama unifilar do item 8.3.

5.3.3 A SE nº 4 com proteção de sincronismo para uso interno deve atender ao item 8.6.

5.3.4 A SE nº 4 com proteção de sincronismo para uso externo deve atender ao item 8.7.

5.3.5 Cada subestação deve permitir, no mínimo, a instalação dos seguintes equipamentos, conforme a norma CEMIG ND-5.3 e diagrama unifilar:

- g) 3 (três) TC e 3 (três) TP de medição para faturamento, a serem fornecidos pela CEMIG.
- h) 3 (três) TC e 6 (três) TP de proteção, a serem fornecidos pelo fabricante.
- i) 1 (um) nobreak, a ser fornecido pelo fabricante ou pelo responsável técnico do cliente.
- j) 1 (uma) chave seccionadora, a ser fornecida pelo fabricante.
- k) 1(um) disjuntor de média tensão, a ser fornecido pelo fabricante.
- l) 1(um) relé de proteção secundária, a ser fornecido pelo fabricante ou pelo responsável técnico do cliente.

#### **5.4 Subestação blindada metálica para atendimento compartilhado a mais de uma unidade consumidora – SE nº 4 Compartilhada**

5.4.1 A subestação blindada metálica para atendimento a mais de uma unidade consumidora é chamada de “Subestação nº 4 Compartilhada” na ND 5.3.

5.4.2 A SE nº 4 Compartilhada deve atender à um dos diagramas unifilar do item 8.4.

5.4.2.1 Complementarmente, a SE nº 4 Compartilhada deve atender à um dos diagramas unifilar dos itens 8.2 ou 8.3.

5.4.3 A SE nº 4 Compartilhada para uso interno deve atender ao item 8.6.

5.4.4 A SE nº 4 Compartilhada para uso externo deve atender ao item 8.7.

5.4.5 A SE nº 4 Compartilhada deve permitir o seccionamento individual de cada cliente. A baia utilizada para a individualização, ou o equipamento utilizado para este fim, deve permitir a utilização de lacres padrão CEMIG (furo mínimo de 2,5 mm de diâmetro), de forma que se evidencie qualquer tentativa do cliente de operar o seccionamento individual.

## **6 Ensaios**

6.1 A subestação blindada metálica deve ser projetada de forma que atenda aos ensaios de rotina e de tipo que constam na ABNT NBR IEC 62271-200.

6.2 Os ensaios de tipo e de rotina e o protótipo devem ser para cada nível de tensão. Por exemplo, se os ensaios de tipo e de rotina foram realizados para 35kV não significa que, automaticamente, o modelo para 15kV está homologado pela CEMIG.

### 6.3 Ensaios de Rotina

6.3.1 Estes ensaios devem ser realizados nas instalações no Brasil do fabricante responsável pela subestação como um todo.

6.3.2 Antes de iniciar os ensaios, deve-se verificar se a subestação sob análise possui projeto pré-aprovado e se foi implementada conforme o mesmo. Caso negativo, a subestação está reprovada.

6.3.3 Antes de iniciar os ensaios, deve-se verificar se os critérios do item 4 (Requisitos Técnicos Gerais) e item 5 (Aplicações) são atendidos. Caso negativo, a subestação está reprovada.

6.3.4 Os ensaios devem ser realizados conforme a ABNT NBR IEC 62271-200.

6.3.5 Os ensaios de rotina e a exigência da CEMIG seguem:

Ensaio	Item da Norma 62271-200	Requisito CEMIG
Dielétrico no circuito principal	7.1	Obrigatório
Ensaio em circuitos auxiliares e de controle	7.2	Obrigatório
Medição da resistência do circuito principal	7.3	Obrigatório
Estanqueidade	7.4	Obrigatório quando a SE apresentar isolamento que não seja o ar
Verificações visual e de projeto	7.5	Obrigatório
Medição de descargas parciais	7.101	Opcional
Operação mecânica	7.102	Obrigatório
Pressão de compartimentos preenchidos a gás	7.103	Obrigatório quando a SE apresentar isolamento que não seja o ar
Dispositivos auxiliares elétricos, pneumáticos e hidráulico	7.104	Obrigatório
Ensaio depois da montagem no local	7.105	Obrigatório
Medição da condição do fluido depois do preenchimento no local	7.106	Obrigatório quando a SE apresentar isolamento que não seja o ar

\*Os valores numéricos do “Item da Norma” podem alterar caso a mesma seja revisada. Deve-se considerar o valor da versão mais atual.

## 6.4 Ensaios de Tipo

6.4.1 Estes ensaios devem ser realizados em laboratórios acreditados e o fabricante responsável pela subestação como um todo deve constar nos certificados e relatórios como o solicitante dos ensaios.

6.4.2 Os ensaios devem ser realizados conforme a ABNT NBR IEC 62271-200.

6.4.3 Os ensaios e a exigência da CEMIG seguem:

	Ensaio	Item da Norma 62271-200	Requisito CEMIG
Obrigatórios	Nível de isolamento do equipamento	6.2 (6.2.6.1 e 6.2.6.2)	Obrigatório
	Elevação de temperatura de qualquer parte do equipamento e medição da resistência dos circuitos	6.5 e 6.4	Obrigatório
	Corrente de crista nominal e à corrente suportável nominal de curta duração	6.6	Obrigatório
	Capacidade de estabelecimento e interrupção dos dispositivos de manobra incluídos	6.101	Obrigatório
	Operação satisfatória dos dispositivos de manobra e das partes removíveis incluídos	6.102	Obrigatório
	Proteção de pessoas contra acesso às partes perigosas e a proteção do equipamento contra penetração de objetos sólidos estranhos (grau IP)	6.7	Obrigatório
Obrigatórios quando aplicáveis	Verificar a proteção de pessoas contra efeitos elétricos perigosos	6.104	Obrigatório
	Verificar a resistência mecânica dos compartimentos preenchidos a gás	6.103	Obrigatório
	Estanqueidade de compartimentos preenchidos a gás ou líquido	6.8	Obrigatório
Obrigatório para dispositivos classe IAC	Efeitos de um arco devido a uma falha interna	6.106	Obrigatório

	Ensaio	Item da Norma 62271-200	Requisito CEMIG
Opcionais	Ensaio de compatibilidade eletromagnética (CEM)	6.9	Opcional
	proteção do equipamento contra efeitos externos devido a intempéries	6.105	Opcional
	proteção do equipamento contra impacto mecânico	6.7	Opcional
	isolação do equipamento pela medição de descargas parciais	6.2.9	Opcional
	poluição artificial	6.2.8	Opcional
	dielétricos nos circuitos dos cabos	6.2.101	Opcional

\*Os valores numéricos do “Item da Norma” podem alterar caso a mesma seja revisada. Deve-se considerar o valor da versão mais atual.

6.4.4 Para se validar os ensaios de tipo para arranjos semelhantes, deve-se considerar os critérios da ABNT NBR IEC 62271-200.

6.4.5 O ensaio de arco interno, classe IAC, avalia a eficácia do projeto para proteção de pessoas no caso de um arco interno. Ao se avaliar este ensaio, deve-se atentar para as condições de execução do mesmo (ambiente interno ou externo, utilização de duto de exaustão de gases, posição do teto, etc.), conforme a ABNT NBR IEC 62271-200 (principalmente no Anexo A), e para as condições mecânicas dos módulos (dimensões, volume interno, componentes instalados, etc.). Estas condições devem ser mantidas nas situações de aplicação, variações nas mesmas exigem novo ensaio.

6.4.5.1 A aprovação em ensaio de arco realizado em condição de uso externo não valida a classe IAC e a consequente aplicação da subestação para o uso interno. Já a aprovação em ensaio de arco realizado em condição de uso interno (condição mais rigorosa) valida a classe IAC e a consequente aplicação da subestação para o uso externo, conforme item A.3.2, do Anexo A, da ABNT NBR IEC 62271-200.

6.4.5.2 As condições normais de operação devem ser reproduzidas durante o ensaio. Consideram-se condições normais de operação as condições necessárias para realizar operações como abrir ou fechar dispositivos de conexão de MT, leitura de instrumentos de medição, monitoramento de equipamentos, etc. Então, se para executar quaisquer das tais operações tem que ser removida qualquer cobertura e/ou ser aberta qualquer porta, o ensaio deve ser realizado com a porta e/ou coberturas removidas.

6.4.5.3 Para o ensaio de uso interno, deve-se avaliar as condições da sala utilizada durante o ensaio (distância das paredes, do teto, utilização de dutos de exaustão, fosso para exaustão dos gases, etc.). A subestação só poderá ser aplicada em condições semelhantes.



6.4.5.4 Para o ensaio de uso externo, deve-se avaliar as condições do ensaio (utilização de abrigo, tipo de acesso, etc.). A subestação só poderá ser aplicada em condições semelhantes.

6.4.5.5 Os componentes utilizados durante a realização do ensaio devem ser os mesmos nas aplicações. Por exemplo, deve-se manter a mesma especificação das chapas de aço, dos parafusos, dos eletrodutos (entre o módulo e as caixas de medição), etc.

6.4.5.6 Os módulos sob ensaio devem estar equipados com os componentes que serão utilizados na aplicação, ou devem ser utilizados modelos de tamanho real destes componentes, conforme item A.3.1, a ABNT NBR IEC 62271-200.

6.4.5.7 Para se validar o ensaio de arco interno para arranjos semelhantes, deve-se considerar os critérios do item A.3 da ABNT NBR IEC 62271-200.

## **7 Inspeção**

7.1 A inspeção compreende a verificação, por parte da CEMIG, do atendimento dos requisitos da especificação técnica, a execução dos ensaios de rotina e, quando exigidos pela CEMIG, de ensaios de tipo.

7.2 Realiza-se a inspeção quando ocorre recebimento de materiais comprados, processo de homologação ou quando exigido pela CEMIG para acompanhamento da qualidade do fornecimento ao mercado.

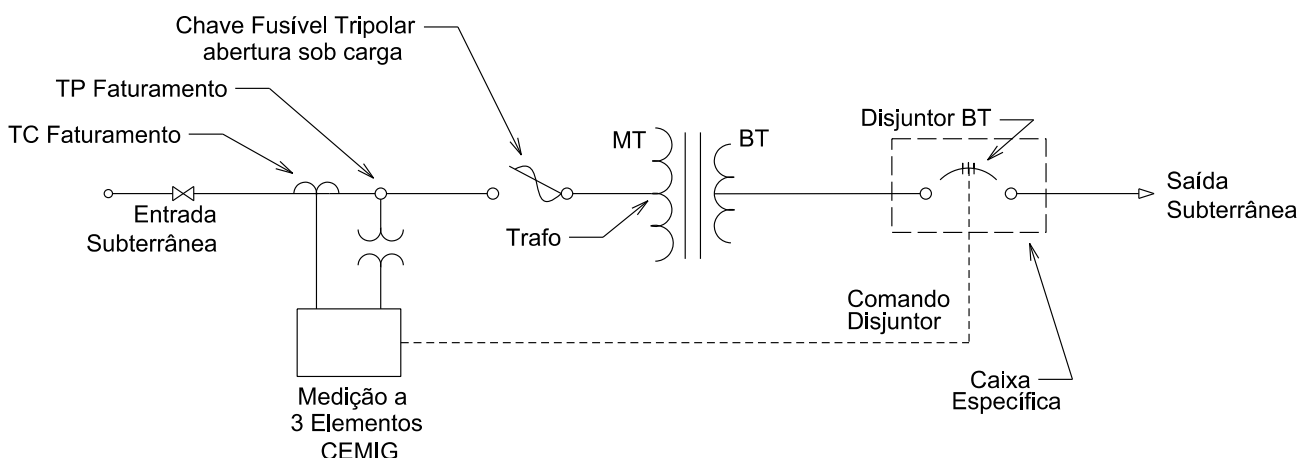
7.3 A inspeção deve ser realizada em SE previamente aprovada pela CEMIG (exceto quando tratar-se de processo de homologação). Caso não exista a aprovação, o equipamento deve ser rejeitado.

7.4 Caso julgue necessário, a CEMIG pode solicitar ensaios adicionais para comprovar os requisitos desta Especificação.

7.5 Os equipamentos utilizados na realização dos ensaios devem ser calibrados. Os certificados de calibração devem ser emitidos por órgão homologado pelo INMETRO, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa calibração deve ser de um ano.

## 8 ANEXOS

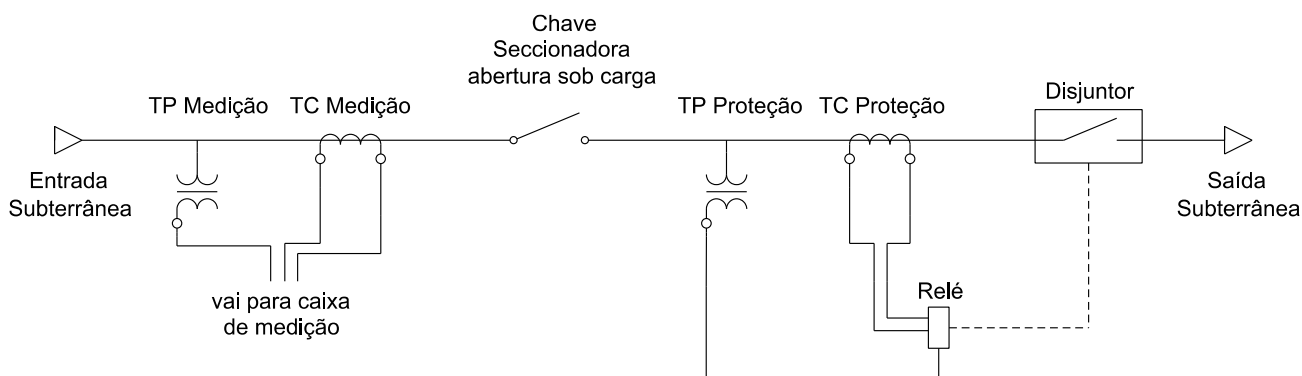
### 8.1 ANEXO 1 - SE para Atendimento a uma Unidade Consumidora até 300 kVA - SEBS



Informações complementares:

1. Alternativamente à utilização de chave fusível, pode-se utilizar chave tripolar de abertura sob carga e fusível à jusante da chave.
2. O transformador deve ser instalado em cubículo exclusivo.
3. O disjuntor de BT deve ser instalado em caixa específica para o mesmo. Esta caixa deve comportar um disjuntor de até 800 A, de um dos modelos aprovados pela CEMIG (que constam no PEC 11). Na SEBS de uso externo, deve existir caixa adicional já incorporada à SE (com dispositivo para instalação de lacre padrão CEMIG de 2 mm de diâmetro), que permita a instalação de três TC de proteção de BT, relé de proteção secundária e nobreak, para implementar funções de proteção para geradores.
4. O cliente deve ter acesso apenas à manopla do disjuntor. Exemplos: o cliente não pode ter acesso a bobina de trip; aos ajustes do disjuntor; ao circuito entre a bobina de trip e a caixa de medição; etc.
5. Considerando visualização frontal da SE, a sequência dos elementos presentes no diagrama pode ser executada da esquerda para a direita (entrada na esquerda e saída à direita) ou da direita para a esquerda (entrada na direita e saída à esquerda).
6. Para a SEBS de uso interno, o transformador pode ser instalado em baia de alvenaria, construída conforme ND 5.3. Assim, poderá existir módulo(s) para a medição e proteção na média tensão, o transformador instalado em baia de alvenaria e a proteção de baixa tensão em caixa de proteção padronizada (CM-9 ou CM-18). Neste caso, esta ET aplica-se ao(s) módulo(s) para medição e proteção na média tensão.

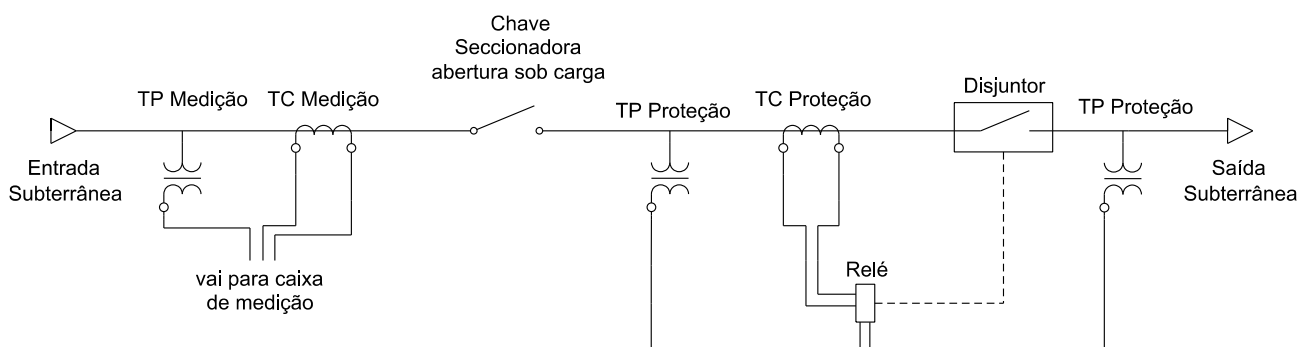
## 8.2 ANEXO 2 – SE para Atendimento a uma Unidade Consumidora – SE nº 4 Individual



Informações complementares:

1. Alternativamente à utilização de chave seccionadora de abertura sob carga, pode-se utilizar chave seccionadora com sistema de intertravamento com o disjuntor, de forma que não seja possível abrir a chave sem primeiro abrir o disjuntor.
2. A chave seccionadora deve permitir que seja realizada manutenção nos TP de proteção, TC de proteção e disjuntor, sem a necessidade de abrir elementos de proteção na rede da CEMIG.
3. Os TC de proteção podem ser instalados antes ou após o disjuntor.
4. Considerando visualização frontal da SE, a sequência dos elementos presentes no diagrama pode ser executada da esquerda para a direita (entrada na esquerda e saída à direita) ou da direita para a esquerda (entrada na direita e saída à esquerda).
5. O módulo para instalação dos TC e TP de medição para faturamento, a serem instalados pela CEMIG, deve ser exclusivo, não podendo conter nenhum outro equipamento. A largura mínima deste cubículo deve ser de 750 mm e o mesmo deve permitir a fácil instalação dos TC e TP.

### 8.3 ANEXO 3 – Subestação blindada metálica para atendimento a uma única unidade consumidora - Subestação nº 4 Individual com proteção de sincronismo

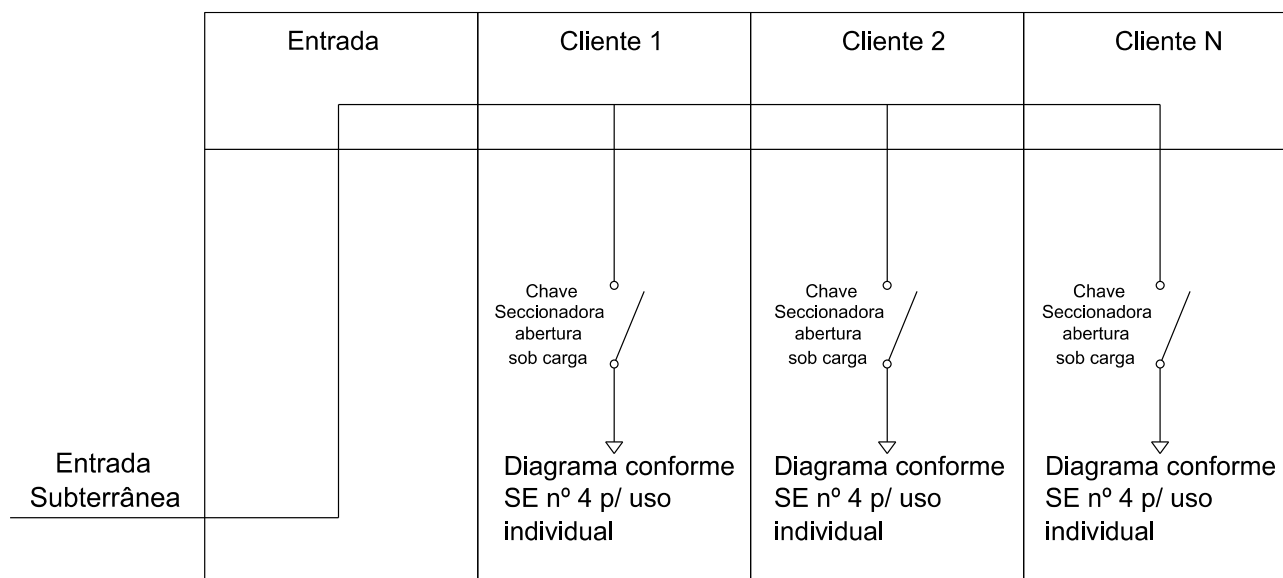


Informações complementares:

1. Todas as definições da SE nº 4 Individual, conforme 8.2 – Anexo 2, são aplicáveis.

## 8.4 ANEXO 4 – SE para Atendimento a mais de Unidade Consumidora – SE nº 4 Compartilhada

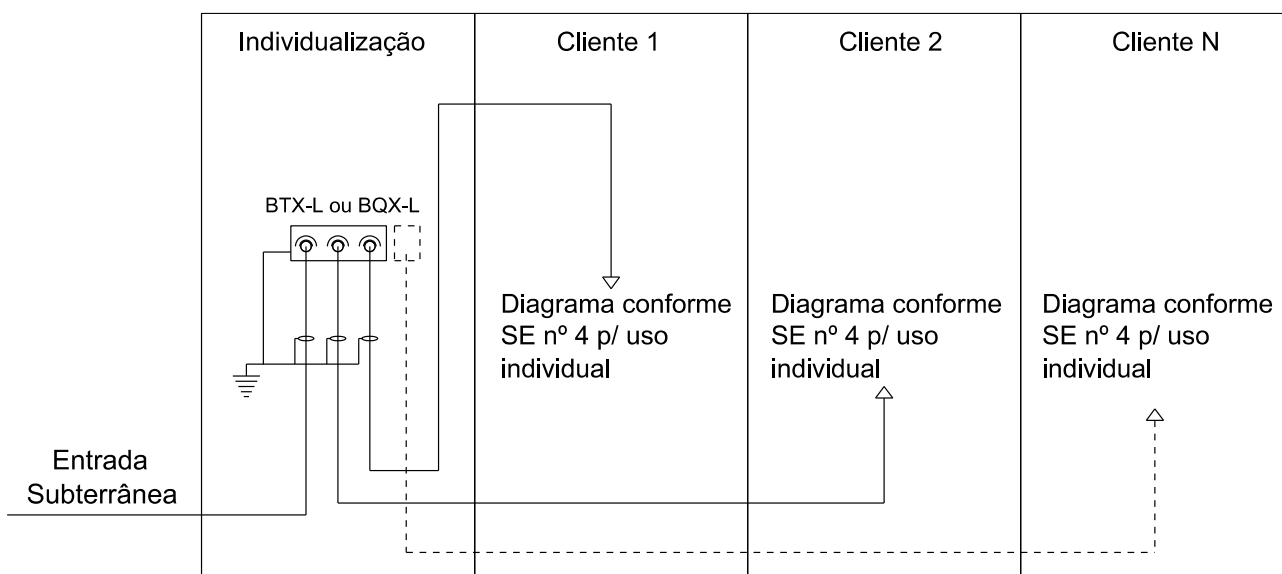
Alternativa 1:



Informações complementares:

1. Deve existir uma baia exclusiva para a entrada subterrânea dos condutores na SE.
2. A chave seccionadora utilizada para permitir a seccionamento individual de cada cliente deve possibilitar o bloqueio da mesma através da utilização de lacre padrão CEMIG.
3. Considerando visualização frontal da SE, a sequência dos elementos presentes no diagrama pode ser executada da esquerda para a direita (entrada na esquerda e saída à direita) ou da direita para a esquerda (entrada na direita e saída à esquerda).

## Alternativa 2:



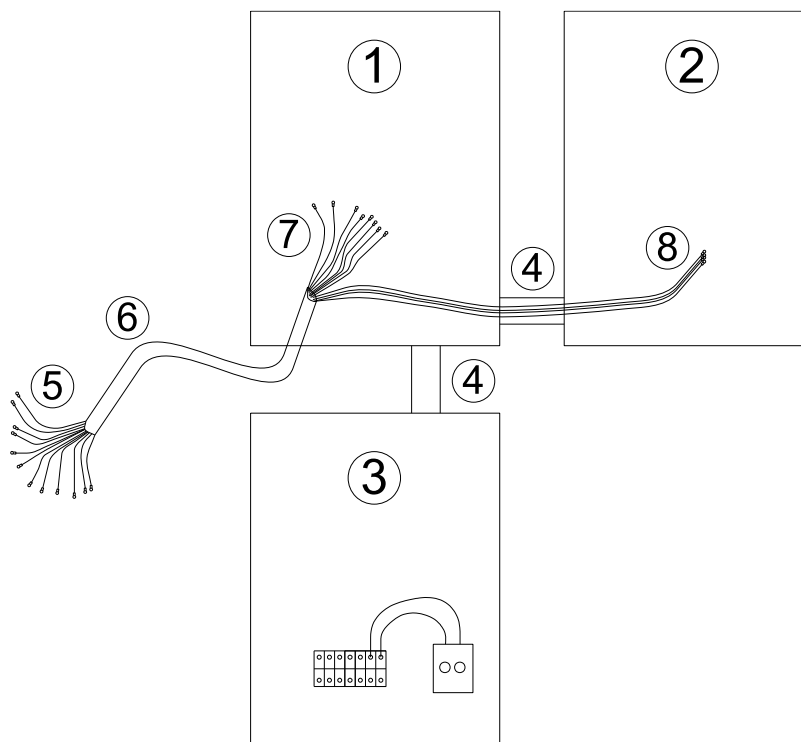
## Informações complementares:

1. Os barramentos BTX-L ou BQX-L devem estar em uma baia exclusiva (sem a presença de outros elementos), onde é feita a entrada subterrânea dos condutores. Esta baia deve ser de acesso exclusivo da concessionária e o acesso à mesma controlado por dispositivos de lacre padrão CEMIG.
2. Considerando visualização frontal da SE, a sequência dos elementos presentes no diagrama pode ser executada da esquerda para a direita (entrada na esquerda e saída à direita) ou da direita para a esquerda (entrada na direita e saída à esquerda).

## 8.5 ANEXO 5 – Infraestrutura para medição

Quando a infraestrutura for parte integrante da SE a mesma deve atender os requisitos da “infraestrutura especial para medição”, conforme abaixo:

Infraestrutura especial para medição:



Legenda:

1 - Caixa CM 4 Especial: deve ser de modelo e fabricante aprovado, que conste no PEC 11. Alternativamente, pode-se considerar o item 4.6.4.3.2.

2 - Caixa CM 4: deve ser de modelo e fabricante aprovado, que conste no PEC 11. Alternativamente, pode-se considerar o item 4.6.4.3.2.

3 - Caixa para equipamentos auxiliares: caixa de material polimérico ou metálico com visor, com dimensões aproximadas de 420x260x180 mm, que possibilite a colocação de lacre padrão Cemig (2 mm de diâmetro).

4 - Eletroduto: deve ser de PVC rígido.

5 - fios de 2,5 mm<sup>2</sup> próximos aos TC e TP de medição: devem apresentar terminal olhal na extremidade, devem estar próximos aos TP e TC de medição e ter comprimento suficiente para conectar o TC ou TP que será instalado mais longe das caixas de medição.

6 - Cabo blindado: este cabo deve ser instalado, entre as proximidades dos TP e TC de medição e o interior das caixas de medição.

7 - Fios de 2,5 mm<sup>2</sup> no interior da caixa CM 4 Especial: 8 fios (vias), devem apresentar terminal olhal na extremidade, devem apresentar sobra de 40 cm.

8 - Fios de 2,5 mm<sup>2</sup> no interior da caixa CM 4: 2-4 fios (vias), devem apresentar terminal olhal na extremidade, devem apresentar sobra de 40 cm após adentrarem a caixa CM 4.

Comentários:

1 – As caixas devem estar próximas (distância máxima 10 cm).

2 – Deve ser possível lançar condutores entre as caixas sem a necessidade de acessar a área interna da SE.



## 8.6 ANEXO 6 – Características técnicas - Subestação para uso interno

Características do conjunto				
Instalação		Interna		
Número de polos		3		
Número de barramentos		3		
Tensão nominal (Ur)		17,5 ou 24 ou 36 kV		
Corrente nominal de regime contínuo (Ir)		Compatível com a demanda máxima		
Frequência nominal		60 Hz		
Nível de isolamento nominal (mínimo)	Tensão suportável nominal à frequência industrial (Ud)	17,5 kV	Valor comum	38 kV
			Entre a distância de seccionamento	45 kV
		24 kV	Valor comum	50 kV
			Entre a distância de seccionamento	60 kV
		36 kV	Valor comum	70 kV
			Entre a distância de seccionamento	80 kV
	Tensão suportável de impulso atmosférico nominal (Up)	17,5 kV	Valor comum	95 kV
			Entre a distância de seccionamento	110 kV
		24 kV	Valor comum	125 kV
			Entre a distância de seccionamento	145 kV
		34,5 kV	Valor comum	170 kV
			Entre a distância de seccionamento	195 kV
Tecnologia de isolamento		ar ou gás		
Corrente suportável nominal de curta duração (Ik) (mínima)		12,5 kA		
Duração nominal do curto-circuito (tk) (mínima)		1 s		
Valor de crista da corrente suportável nominal (Ip)		mínimo 2,5 * Ik		
Aterramento		Neutro solidamento aterrado		
Grau de proteção IP (mínimo)		IP3X		

Compartimentos (medição, proteção, etc.)	Todos os compartimentos devem ser com acesso baseado em procedimento, apresentando no mínimo dois dispositivos para lacre que evidenciem qualquer tentativa de acesso às partes internas (através do rompimento do lacre)
Classificação IAC	ALFR, ALF, BLFR ou BLF (importante: deve-se verificar que o ensaio de arco foi realizado para a condição de uso interno). Para as classes ALF e BLF a SE deverá ser instalada próxima a parede ou serem instalados acessórios, de forma a impedir o acesso às partes traseiras da SE.
Corrente de arco interno (mínima)	12,5 kA
Tempo de duração do arco interno	1 s

## 8.7 ANEXO 7 – Características técnicas - Subestação para uso externo

Características do conjunto				
Instalação		Externa		
Número de polos		3		
Número de barramentos		3		
Tensão nominal (Ur)		17,5 ou 24 ou 36 Kv (NBR) - 13,8 ou 23,1 ou 34,5 kV (ND 5.3)		
Corrente nominal de regime contínuo (Ir)		Compatível com a demanda máxima		
Frequência nominal		60 Hz		
Nível de isolamento nominal	Tensão suportável nominal à frequência industrial (Ud)	17,5 kV	Valor comum	38 kV
			Entre a distância de seccionamento	45 kV
		24 kV	Valor comum	50 kV
			Entre a distância de seccionamento	60 kV
		36 kV	Valor comum	70 kV
			Entre a distância de seccionamento	80 kV
	Tensão suportável de impulso atmosférico nominal (Up)	17,5 kV	Valor comum	95 kV
			Entre a distância de seccionamento	110 kV
		24 kV	Valor comum	125 kV
			Entre a distância de seccionamento	145 kV
34,5 kV	Valor comum	170 kV		
	Entre a distância de seccionamento	195 kV		
Tecnologia de isolamento		ar ou gás		
Corrente suportável nominal de curta duração (Ik) (mínima)		12,5 kA		
Duração nominal do curto-circuito (tk) (mínima)		1 s		
Valor de crista da corrente suportável nominal (Ip)		mínimo 2,6 * Ik		
Aterramento		Neutro solidamento aterrado		
Grau de proteção IP (mínimo)		IP54		

Compartimentos (medição, proteção, transformação, etc.)	Todos os compartimentos devem ser com acesso baseado em procedimento, apresentando no mínimo dois dispositivos para lacre que evidenciem qualquer tentativa de acesso às partes internas (através do rompimento do lacre)
Classificação IAC	ALFR
Corrente de arco interno (mínima)	12,5 kA
Tempo de duração do arco interno	1 s