



**Quadro Blindado Isolado a Ar
tipo LSC2B**

MCset 4

Especificação Técnica

Índice

	Pág.
1. Apresentação	1
2. Normas	1
3. Características Técnicas	1
4. Quadros Blindados de Isolamento a Ar	2
5. Unidades Funcionais	2
6. Celas	3
6.1. Dimensões	3
6.2. Performance	3
6.3. Arquitectura e Invólucro	4
6.4. Grau de Protecção	4
6.5. Resistência ao Arco Interno	5
6.6. Compartimentos	5
6.6.1. Compartimento do Barramento	6
6.6.2. Compartimento do Órgão de Corte	6
6.6.3. Compartimento de Baixa Tensão	6
6.6.4. Compartimento de Cabos	6
6.7. Circuito de Potência	6
6.7.1. Barramento	7
6.7.2. Ligação do Barramento	7
6.7.3. Tomadas	7
6.7.4. Terminais de Ligação dos Cabos	7
6.8. Circuito de Terra	7
6.8.1. Colector de Terra Principal	8
6.8.2. Collectores de Terra Secundários	8
6.8.3. Seccionador de Terra	8
6.8.4. Ligação do Barramento à Terra	9
7. Órgão de Corte	9
7.1. Disjuntor Extraível, Tecnologia «SF6 ou Vácuo»	9
7.2. Seccionador de Terra Extraível	10
8. Sistema de Protecção e Controlo	11
8.1. Unidade de Protecção e Controlo	11
8.2. Protecção	12
8.3. Medida	12
8.4. Operação	13
8.5. Controlo e Supervisão	13
8.6. Comunicação	13

8.7. Fiabilidade e Operação	13
8.8. Comissionamento	14
8.9. Manutenção	14
8.10. Referências	14
8.11. Serviços	14
8.12. Tecnologia Web	14
9. Transformadores de Corrente	15
10. Transformadores de Tensão	15
11. Interface do Mecanismo Eléctrico de Operação	16
12. Contactos Auxiliares	16
13. Componentes de Baixa Tensão	16
14. Utilização	17
14.1. Mecanismo de Operação	17
14.2. Guia de Operação	17
14.3. Equipamentos Mecânicos de Segurança	17
15. Instalação e Comissionamento	18
15.1. Transporte	18
15.2. Manipulação e Armazenamento	18
15.3. Instalação	19
15.4. Ligação dos Cabos	19
15.5. Ligação do Barramento	19
15.6. Ligação do Colector de Terra	19
15.7. Ligações dos Circuitos de Baixa Tensão	19
15.8. Comissionamento	20
15.8.1. Parametrização	20
15.8.2. Ensaaios	20
16. Manutenção	20
16.1. Manutenção das Celas	21
16.2. Manutenção do Órgão de Corte	21
16.3. Manutenção do Sistema de Protecção e Controlo	21
16.4. Apoio às Acções de Manutenção	21
17. Condições Comerciais	21
17.1. Oferta	22
17.2. Fabrico e Entrega	22
17.3. Ensaaios	23
17.3.1. Ensaaios Tipo	23
17.3.2. Ensaaios Série	23

1. Apresentação

O objectivo do presente documento é apresentar uma descrição de Quadros Blindados Isolados a Ar de Média Tensão, concebidos para serem utilizados em instalações AT/MT, MT/MT ou MT/BT de elevada potência.

Os Quadros Blindados deverão ser projectados por forma a minimizar o risco de ocorrência de curto-circuitos e a assegurar a segurança do pessoal e do processo de operação, sob quaisquer condições de exploração, inspecção e manutenção.

Todos os materiais deverão ser apropriados para a operação contínua do Quadro à sua carga nominal por um período nunca inferior a 30 anos.

2. Normas

Os Quadros Blindados Isolados a Ar deverão respeitar as recomendações constantes nas edições mais recentes das seguintes normas IEC :

- IEC 60694 «Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards»
- IEC 62217-200 «High-voltage switchgear and controlgear – part 200 : AC metal - enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1kV and up to and including 52kV»
- IEC 62271-100 «High-voltage alternating-current circuit breakers»
- IEC 62271-102 «High-voltage switchgear and controlgear – part 102 : Alternating current disconnectors and earthing switches»
- IEC 60265-1 «High voltage alternating current switches»
- IEC 60801 «Monitoring and control»
- IEC 60529 «Degree of protection provided by enclosures»
- IEC 60044-1 «Current transformers»
- IEC 60044-2 «Voltage transformer»

3. Características Técnicas

Os Quadros deverão ser concebidos e testados em conformidade com as seguintes características eléctricas:

- Tensão nominal : 24 kV, trifásico
- Tensão de operação : 24 kV
- Frequência : 50 Hz / 60 Hz.
- Nível de isolamento : 50 kV - 50 Hz, 1 min
125 kV - 1,2/50 μ s
- Corrente nominal do barramento : 2500 A
- Corrente de curto-circuito : 25 kA - 3 s
31,5 kA - 1 s
- Resistência ao arco interno : 25 kA - 1 s
31,5 kA - 0,15 s

4. Quadros Blindados de Isolamento a Ar

Os Quadros deverão satisfazer os critérios para instalação interior, isolamento a ar e invólucro metálico, estabelecidos pela norma IEC 62271-200.

As condições normais de serviço deverão ser:

- Altitude máxima : 1000 m
- Temperatura ambiente máx. / min. : -5°C / +40°C.
- Humidade relativa máxima : inferior a 90 %, aos 20 °C
inferior a 50 %, aos 40 °C

Os Quadros deverão ser modulares e extensíveis na própria instalação.

Os Quadros deverão conter Unidades Funcionais de acordo com o estabelecido pela norma IEC 62271-200 : «part of metal-enclosed switchgear including all the main circuit and auxiliary circuit equipment that contributes to the performance of the same function».

A Unidade Funcional poderá ser, a título de exemplo, uma Cella de entrada de transformador, etc.

As Unidades Funcionais deverão poder ser associadas no local de instalação.

O Quadro deverá ser construído de forma a não requerer o acesso à sua parte posterior, para efeitos de instalação ou operação, sendo instalado a uma distância de 15 cm, ou menos, da parede localizada atrás deste.

Os circuitos de potência das Unidades Funcionais deverão ser interligados através de um barramento preparado para veicular as correntes nominais máximas do Quadro.

Os circuitos de ligação à terra das Unidades Funcionais deverão ser interligados através de um colector de terra em cobre, com capacidade para veicular as correntes de curto circuito nominais.

5. Unidades Funcionais

Cada Unidade Funcional deverá possuir todos os elementos necessários à realização da sua função.

As Unidades Funcionais deverão ser constituídas por:

- um invólucro metálico para utilização interior, isolado a ar;
- um órgão de corte em SF6 , extraível, selado para a vida;
- um relé digital de protecção e controlo.

Cada Unidade Funcional deverá ser identificada por intermédio de uma placa, que indique de forma clara a função e características eléctricas da Unidade.

As Unidades Funcionais deverão ser as seguintes:

- Cella de Entrada de Linha Aérea : por disjuntor
- Cella de Entrada de Transformador : por disjuntor
- Cella de Entrada de Gerador : por disjuntor
- Cella de Acoplamento de Quadros : por disjuntor
- Cella de Acoplamento da Subestação : por disjuntor

- Cella de Medida de Tensão do Barramento
- Cella de Ligação à Terra do Barramento
- Cella de Saída para Linha Aérea : por disjuntor
- Cella de Saída para Cabo Subterrâneo : por disjuntor
- Cella de Saída para Transformador : por disjuntor

6. Celas

O termo “Celas” designa todos os componentes das Unidades Funcionais, com a exceção do órgão de corte e do sistema de protecção e controlo, nomeadamente:

- o invólucro metálico;
- os diversos compartimentos;
- o circuito de potência;
- o circuito de terra.

6.1. Dimensões

A dimensão de cada Cella não deverá ser maior que :

- Altura : 2325 mm
- Profundidade : 1750 mm
- Largura : 900 mm

6.2. Performance

Os valores apresentados nas tabelas seguintes são para condições normais de serviço, de acordo com o definido pelas normas IEC 62271-200 e IEC 60694.

Tensão Nominal (kV rms)		
		24
Nível de Isolamento Nominal		
à frequência industrial - 50 Hz /1 min	(kV rms)	50
ao choque atmosférico - 1,2/50 s	(kV pico)	125
Corrente Nominal e Corrente Nominal de Curta Duração Admissível ⁽¹⁾		
corrente nominal de curta duração admissível - I _{th} máx.	(kA rms/3 s)	16
		25
	(kA rms/1 s)	31,5
corrente nominal - I _n	(A rms)	630
		1250
		2000
		2500
Resistência ao Arco Interno (Valor Máximo)		
	(kA/1 s)	25

Grau de Protecção Standard		
invólucro		IP3X
entre compartimentos		IP2X
Barramento		
corrente nominal máxima - In	(A rms)	1250
		2000
		2500
Disjuntor		
Poder de corte nominal - Isc	(kA rms)	16
		25
		31,5

6.3. Arquitectura e Invólucro

As Celas deverão ser do tipo “metal-enclosed switchgear”, de acordo com a definição estabelecida pela norma IEC 62271-200.

O invólucro exterior deverá ser metálico e possuir terminais para ligação à terra.

Todas as separações deverão ser metálicas (classe PM de acordo com a norma IEC 62271-200). Todas as separações e barreiras entre compartimentos deverão ser ligadas à terra.

Cada invólucro deverá possuir uma estrutura constituída por placas de aço. Estas, naturalmente deverão estar protegidas contra a corrosão, sem necessidade da adopção de tratamentos adicionais.

Uma vez que as placas de aço constituem a parte visível do Quadro, deverão ser pintadas.

Por norma, a tinta utilizada é de cor cinzento claro (RAL 9002).

6.4. Continuidade de Serviço

O Quadro tem que ser concebido por forma a permitir a máxima continuidade de serviço da rede durante o acesso aos compartimentos deste.

Quando um compartimento acessível de uma Unidade Funcional está aberto, as restantes Unidades Funcionais deverão permanecer em serviço e a funcionar normalmente. Constituí excepção ao referido o compartimento do barramento de média tensão, uma vez que este impede a continuidade do serviço quando aberto. O compartimento de entrada de cabos também deverá permanecer em tensão quando qualquer outro compartimento da Unidade Funcional se encontra aberto.

O Quadro deverá respeitar o definido pela norma IEC 62271-200 (LSC2B).

6.5. Grau de Protecção

A Cella deverá possuir IP3X de acordo com a norma IEC 60529 :

- IP3X : protecção contra corpos sólidos ~ 2.5 mm de diâmetro
- IP2X : protecção entre compartimentos, de acordo com a norma IEC 62271-200. Contra a penetração de corpos estranhos. Uma esfera com 12,5 mm de diâmetro não deve passar. Para a protecção de pessoas, uma sonda com 12 mm de diâmetro não poderá penetrar mais de 80 mm de profundidade

6.6. Resistência ao Arco Interno

A protecção contra os arcos internos deverá ser testada de acordo com a norma IEC 62271-200.

O nível de acessibilidade requerido é do tipo A (restringido ao pessoal autorizado), com acesso a todos os lados (parte frontal, lateral e posterior). No entanto, a folha técnica do equipamento poderá acautelar outras situações.

A duração do ensaio de resistência ao arco interno deverá ser de pelo menos 1 segundo.

Os ensaios deverão ser realizados de acordo com o anexo A, em cada compartimento que contenha componentes do circuito principal, estando a porta do compartimento de baixa tensão fechada.

6.7. Compartimentos

As Celas deverão ser constituídas por quatro compartimentos electricamente independentes, de acordo com o estabelecido pela norma IEC 62271-200 para Quadros Blindados.

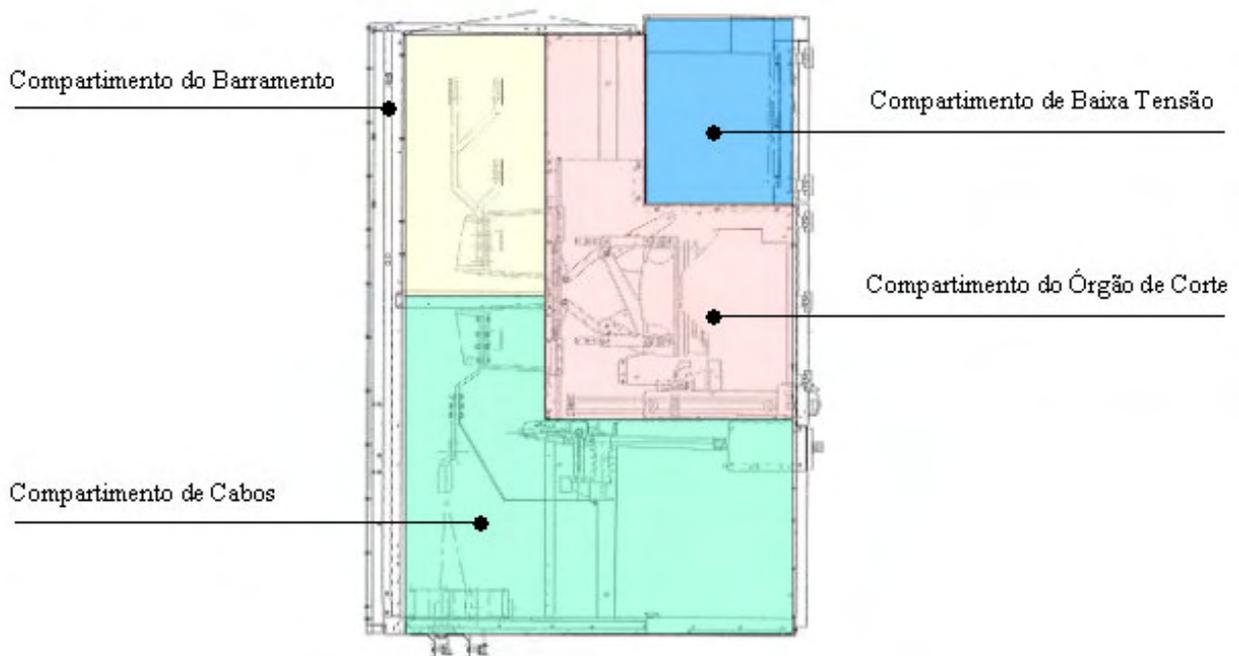
Todas as separações deverão ser metálicas (classe PM de acordo com a norma IEC 62271-200 Todas as separações e barreiras entre compartimentos deverão ser ligadas à terra.

Por forma a garantir o nível máximo de segurança para o utilizador, é imperativo que as persianas amovíveis que asseguram a separações entre compartimentos sejam metálicas e estejam ligadas à terra.

Todos os compartimentos deverão ser acessíveis a partir da face frontal da Cela. O acesso ao compartimento do barramento e ao compartimento de entrada dos cabos de média tensão deverá ser possível pela parte posterior da Cela.

O acesso aos compartimentos deverá ser condicionado por intermédio de mecanismos de segurança e encravamentos.

A Cela deverá ser constituída pelos seguintes compartimentos:



6.7.1. Compartimento do Barramento

O compartimento do barramento deverá ser acessível a partir da face posterior da Cela, ou da parte superior da mesma, através da remoção de placas aparafusadas.

O compartimento deverá possuir persianas na sua parte superior para protecção contra sobrepressões.

6.7.2. Compartimento do Órgão de Corte

Este compartimento não se deverá localizar na parte inferior da Cela, uma vez que:

- o órgão de corte extraível não deverá rolar sobre o chão;
- na remoção e inserção do órgão de corte deverá ser utilizado um acessório, para manobra do órgão, que se adapte à superfície do chão.

O compartimento deverá ser acessível a partir da face frontal da Cela, por intermédio de uma porta que poderá ser munida de fechadura.

Apenas deverá ser possível abrir a porta de acesso a este compartimento quando o órgão de corte não se encontrar na posição de serviço.

O compartimento deverá ser dotado de persianas que assegurem o isolamento entre compartimentos, quando o disjuntor não se encontrar na posição de serviço.

As persianas deverão ser mecanicamente operadas pelo movimento do órgão de corte.

Quando o disjuntor não se encontrar na posição de serviço, as persianas deverão estar fechadas e serem bloqueadas mecanicamente.

As persianas deverão poder ser bloqueadas individualmente por intermédio de um cadeado.

6.7.3. Compartimento de Baixa Tensão

Este compartimento deverá localizar-se na parte superior das Celas, sendo acessível a partir da face frontal destas.

O compartimento deverá ser acessível, mesmo estando a Cela em serviço, por intermédio de uma porta que poderá ser munida de fechadura.

6.7.4. Compartimento de cabos

De acordo com as Unidades Funcionais, este compartimento deverá estar equipado com: terminais para ligação dos cabos ou barramentos; seccionador de terra; transformadores de corrente e transformadores de tensão.

O compartimento deverá ser acessível a partir da face frontal da Cela, através da remoção de painéis aparafusados.

6.8. Circuito de Potência

O circuito de potência, também designado por circuito principal, é formado pelo conjunto de componentes, que constituindo a Cela, participam no transporte de energia (com a excepção do órgão de corte, que será discutido numa secção específica deste documento)

O circuito de potência é formado por:

- barramento;
- ligações;
- tomadas para ligação do órgão de corte;
- terminais para ligação dos cabos.

O meio utilizado para isolar o circuito de potência será o ar ambiente (tipo AIS).

6.8.1. Barramento

Um barramento em cobre assegurará o fluxo de energia no interior do Quadro. As barras, que formam o barramento, deverão ser: lisas ; paralelas e idênticas em todas as Celas.

O barramento de cada Cella, de um Quadro, deverá ser aparafusado aos demais barramentos no local de instalação.

Por forma a reforçar-se o isolamento do barramento deverão ser fornecidas mangas de isolamento.

6.8.2. Ligação do Barramento

As interligações entre os principais componentes (barramento, órgão de corte) constituintes do circuito de potência são designadas de ligações.

As ligação deverão ser realizadas em cobre estanhado, e terem capacidade de veicular correntes nominais entre os 630 A e os 2500 A.

6.8.3. Tomadas

As tomadas de ligação do órgão de corte deverão ser produzidas em cobre, com uma camada de prata.

6.8.4. Terminais de Ligação dos Cabos

Os terminais de ligação dos cabos deverão localizar-se na parte inferior da Cella.

Os terminais deverão ser fabricados em cobre.

Deverá ser possível ligar até 4 cabos XLPE por fase, com secções até 240 mm², para cabos tripolares, e 630 mm², para cabos monofásicos.

Os cabos deverão ser ligados por intermédio de parafusos.

O acesso ao compartimento de cabos só deverá ser possível após o fecho do seccionador de terra.

6.9. Circuito de Terra

O circuito de terra de uma Unidade Funcional é formado pelo conjunto de componentes que asseguram a ligação à terra do equipamento, nomeadamente:

- o colector de terra principal;
- os colectores secundários;
- o seccionador de ligação dos cabos à terra;
- o equipamento de ligação do barramento à terra.

O barramento poderá ser ligado à terra de duas formas distintas:

- através de um carro ligação à terra extraível, a ser inserido no compartimento do órgão de corte;
- através de uma Unidade Funcional especialmente dedicada à realização desta função.

6.9.1. Colector de Terra Principal

O colector de terra principal deverá ser de cobre, e possuir a sua resistência aos curto-circuitos verificada de acordo com a norma IEC 62271-200.

A secção do colector de terra principal deverá ser de 300 mm².

Os colectores de todas as Unidades Funcionais deverão ser interligados, e ligados ao circuito de terra da instalação.

A barra de terra deverá ser instalada na parte inferior do compartimento.

6.9.2. Colectores de Terra Secundários

Todas as partes metálicas das Unidades Funcionais deverão ser ligadas ao colector de terra principal, quer por intermédio da continuidade das placas metálicas, quer através da utilização de colectores secundários, feitos em cobre.

As partes metálicas nunca deverão apresentar flutuações de potencial.

6.9.3. Seccionador de Terra

Os cabos de Média Tensão deverão ser ligados à terra com a intervenção de um seccionador de terra.

Os seccionadores de terra têm de suportar correntes de valor anormal, tais como correntes de curto-circuito, durante intervalos de tempo específicos. A corrente de curto-circuito admissível e o tempo de duração deverão ser adequados, atendendo à corrente de curto-circuito nominal do Quadro.

O seccionador de terras deverá possuir o poder de fecho máximo (2.5 vezes a corrente térmica de curto-circuito para a qual a Cella foi concebida), de acordo com a norma IEC 62271-102.

Deverá existir um encravamento mecânico que impossibilite a manobra do seccionador de terra, a menos que o órgão de corte principal não se encontre na posição de serviço. Este encravamento não poderá ser substituído por nenhuma outra solução, nomeadamente: a utilização de cadeados ; bloqueios eléctricos ou fechaduras.

O mecanismo de manobra do seccionador de terra deverá ser de tipo rápido, e independente do operador.

O seccionador de terra deverá ser dotado de um dispositivo que impeça a sua abertura, imediatamente após ter sido fechado, devido a uma acção reflexiva.

Deverá existir um dispositivo, localizado nas proximidades do seccionador de terra, que permita ao operador saber se os cabos se encontram em tensão (VPIS - Sistema Indicador de Presença de Tensão). Este dispositivo deverá ser constituído por lâmpadas de néon (uma por fase), alimentadas por isocondensadores ligados aos terminais de ligação dos cabos de média tensão.

Deverá ser possível utilizar uma fechadura, ou um sistema de cadeado, para bloquear o seccionador de terra na posição de aberto ou fechado.

Do ponto de vista mecânico, a vida útil do seccionador de terra deverá ser de pelo menos 1000 ciclos de manobra, sem nenhuma manutenção (classe M0 de acordo com a norma IEC 62271-102).

Do ponto de vista eléctrico, o seccionador de terra deverá ter capacidade de por duas vezes ser fechado em curto-circuito (classe E1 de acordo com a norma IEC 62271-102).

6.9.4. Ligação do Barramento à Terra

Para a ligação do barramento à terra, um carro extraível especialmente desenhado para a realização desta função poderá ser utilizado.

O carro de ligação à terra deverá inserir as tomadas de terra através das persianas de inserção, localizadas junto ao barramento.

O carro de ligação à terra deverá possuir poder de fecho em curto-circuito.

O carro de ligação à terra deverá ser ligado ao circuito de terra da instalação, através do colector de terra concebido para estar normalmente em contacto com o colector de terra do órgão de corte extraível.

Nas situações em que a utilização do carro de ligação do barramento à terra se revelar impraticável, deverá ser utilizada uma Unidade Funcional especialmente concebida para o efeito. Esta unidade deverá possuir poder de fecho em curto-circuito.

7. Órgão de Corte

No interesse da eficiência e fiabilidade do equipamento, é imperativo que os órgãos de corte que equipam as Unidades Funcionais sejam fabricados pelo fornecedor do Quadro, ou por uma entidade pertencente ao mesmo.

Nenhuma solução que inclua órgãos de corte adquiridos a fornecedores exteriores deverá ser aceite.

As Celas deverão equipadas com os órgãos de corte extraíveis, nomeadamente:

- disjuntor extraível;
- carro extraível de ligação do barramento à terra;
- seccionador de terra extraível.

O processo de colocação, e retirada, do órgão de corte na posição de serviço, deverá ser executado com a porta do compartimento fechada.

O órgão de corte deverá ser montado sobre o mecanismo de extracção/inserção de forma a tornar-se inseparável deste em condições normais de operação.

7.1. Disjuntor Extraível

O disjuntor deverá ser concebido de acordo com a norma IEC 62271-100.

Deverá ser certificado por relatórios de teste emitidos por laboratórios reconhecidos internacionalmente.

O meio de corte adoptado deverá ser o SF6.

O disjuntor deverá poder ser comandado localmente, e também à distância.

A vida útil, a nível mecânico, do disjuntor deverá ser de pelo menos 10000 ciclos de manobra sem ser necessário proceder a manutenções significativas (classe M2 de acordo com a norma IEC 62271-100).

O disjuntor deverá ser equipado com um mecanismo de operação eléctrico que permita a abertura e fecho rápido do órgão, independente do operador, através de um sistema de armazenamento de energia.

O mecanismo de operação deverá ser equipado com:

- botão de pressão, para a abertura e o fecho do órgão;
- indicador mecânico da posição do disjuntor "Aberto - Fechado";
- alavanca de arme da mola de disparo;
- indicador de posição da mola "Carregada - Descarregada";
- sistema para descarregar automaticamente a mola, quando o disjuntor for extraído;
- unidades do disparo e contactos auxiliares;
- motorização.

Os encravamentos mecânicos que deverão existir entre o disjuntor e a Cela, são descritos na secção "dispositivos de segurança mecânicos".

Os componentes que contenham gás SF6 deverão estar em conformidade com a definição "pressure-sealed systems", apresentada na norma IEC 62271-100.

Nenhuma manipulação do gás será aceitável durante a vida útil de serviço do equipamento, que deverá ser de pelo menos 30 anos.

Disjuntores que requeiram a manutenção dos contactos ou a reposição de gás durante a vida útil de serviço não são aceitáveis.

A pressão relativa de enchimento do gás SF6 deverá ser igual ou inferior a 3,5 bar.

O disjuntor deverá ter sido testado com o SF6 à pressão atmosférica. Sob estas condições, deverá assegurar:

- resistência à tensão de operação;
- poder de corte da corrente nominal.

O disjuntor deverá poder ser equipado com um sistema de supervisão da pressão do SF6, que sinalize decréscimos de pressão.

O disjuntor deverá ser equipado com um dispositivo para evacuação de sobrepressões internas. Este dispositivo consistirá numa janela de evacuação calibrada para abrir quando a pressão interna exceder 3.5 vezes a pressão normal de operação.

7.2. Seccionador de Terra Extraível

O dispositivo que equipa as Unidades Funcionais para ligação à terra da mesma, será do tipo "withdrawable bus riser".

O seccionamento é realizado por um carro equipado com seccionador de terra que é colocado no local, e em substituição do aparelho de corte. A manobra de introdução/ extracção do carro do seccionador de terra poderá ser encravada por chave com a posição de outros equipamentos.

8. Sistema de Protecção e Controlo

O termo "Sistema de Protecção e Controlo" designa todos os elementos incluídos:

- no sistema de protecção:
 - sensores de corrente e tensão;
 - relés e dispositivos de automação;
 - unidades de disparo e contactos auxiliares.
- no sistema de controlo:
 - dispositivos de medida e contagem;
 - dispositivos de supervisão e diagnóstico,
 - dispositivos de comunicação para integração num sistema remoto de supervisão e controlo.

8.1. Unidade de Protecção e Controlo

O fabricante do Quadro e do disjuntor também deverá ser o fabricante da unidade de protecção e controlo.

As Unidades Funcionais deverão ser equipadas com unidades digitais de protecção e controlo, que incluam funções: de protecção; automação; medida; contagem; supervisão; diagnóstico e comunicação.

Funções adicionais poderão, no entanto, ser fornecidas por dispositivos complementares.

Uma vez que a unidade de protecção e controlo é integrada no compartimento de baixa tensão, esta deverá satisfazer as seguintes normas internacionais :

- os pontos da norma IEC 60255 relativos a :
 - características eléctricas;
 - compatibilidade electromagnética;
 - robustez mecânica;
 - segurança eléctrica.
- os pontos da norma IEC 61000 relativos a :
 - compatibilidade electromagnética.
- os pontos da norma IEC 60068 relativos a :
 - robustez mecânica;
 - resistência climatérica.
- os pontos da norma IEC 60529 relativos a :
 - segurança mecânica.
- os pontos da norma IEC 60695 relativos a :
 - resistência ao fogo.
- os pontos da norma IEC 60364 relativos a :
 - instalação de baixa tensão (compartimento de baixa tensão).
- os pontos da norma IEC 61508 relativos a :
 - sistema electrónico de segurança.
- Certificação CE, CSA e UL.

A temperatura de operação deverá estar compreendida entre os -25°C e os +70°C.

A unidade de protecção e controlo deverá ser projectada, por forma a ser compatível com:

- tensões auxiliares de alimentação de 24, 48, 127, 220 Vcc;
- todos os transformadores de intensidade de 1 A , 5 A e CSP;

- e transformadores de tensão 100 V, 110 V, $100/\sqrt{3}$ V, $110/\sqrt{3}$ V.

O processo de fabrico deverá estar certificado segundo a norma ISO 9001:2000.

A unidade deverá ser removível, por forma a facilitar operações de substituição.

Deverá ser possível retirar os conectores associados aos transformadores de intensidade sem necessidade de, previamente, curto-circuitar os terminais destes.

Deverá ser possível ligar aos conectores da unidade fios de 6 mm^2 , para os circuitos de corrente, e de $2,5 \text{ mm}^2$ para os restantes circuitos.

O contacto de saída para comando do órgão de corte deverá ser capaz de suportar uma corrente de 30 A durante 200 ms, e 2000 ciclos, de acordo com a norma ANSI 37.90 - artigo 6.7.

Os contactos de saída, para indicação, deverão ser capazes de suportar uma corrente constante de 8 A.

As entradas lógicas, que deverão ter a mesma tensão nominal que a tensão auxiliar de alimentação, deverão respeitar a norma IEC 60011-32.

8.2. Protecção

Cada unidade de protecção e controlo deverá conter todas as funções de protecção necessárias, dependendo o número e tipo destas, da aplicação considerada.

Cada unidade de protecção deverá possuir escalas de configuração abrangentes, em particular para as protecções de corrente, fornecendo uma escolha alargada de tipos da curva - DT e IMDT (SIT, VIT, EIT, UIT) - e temporizações desde 50 ms (instantânea) a 300 s, pelo menos.

A actuação da detecção de falha poderá atingir os 100 mA.

A unidade deverá poder ser utilizada em esquemas de selectividade lógica, mesmo em sistemas que utilizem curvas de protecção IDMT.

O disparo da protecção deverá ser sinalizado na face frontal da unidade, através de uma lâmpada indicadora, e uma mensagem indicando a causa do defeito apresentada.

8.3. Medida

Cada unidade de protecção e controlo deverá incluir as medidas necessárias à operação e comissionamento, isto é, pelo menos as seguintes:

- corrente de fase e residual;
- pico de corrente e corrente média requerida;
- tensão e frequência;
- potência activa, reactiva e aparente;
- factor de potência;
- pico de consumos;
- energia;
- temperaturas

A precisão da medida deverá ser 1% (de acordo com a norma IEC 60255-4).

8.4. Operação

A unidade de protecção e controlo deverá possuir um display alfanumérico que permita visualizar:

- medidas;
- mensagens de operação;
- mensagens de manutenção;
- posição do órgão de corte (Aberto - Fechado), indicada na face frontal da unidade através de duas lâmpadas indicadoras;
- deverá ser possível proceder à configuração da unidade através da utilização de um software de utilização convivial.

8.5. Controlo e Supervisão

A unidade de protecção e controlo deverá incluir as entradas e saídas necessárias ao controlo do órgão de corte e à interacção com os equipamentos da instalação considerados, compreendendo pelo menos os seguintes:

- ordem de abertura e fecho, independentemente do tipo de bobina de disparo;
- indicação do órgão na posição de serviço;
- indicação do seccionador de terra na posição fechado;
- bloqueio do órgão na posição aberto devido à ocorrência de um defeito;
- supervisão do mecanismo de operação e circuito de disparo do disjuntor;
- detecção dos equipamentos ligados à unidade;
- contador de manobras e contador de disparos originados por defeitos;
- somatório dos kA^2 cortados;
- armazenamento de informação (em memória não volátil).

8.6. Comunicação

A unidade de protecção e controlo deverá poder ser dotada de diferentes interfaces e protocolos de comunicação, nomeadamente:

- rede RS485 ou fibra óptica em Modbus;
- rede Ethernet TCP-IP 10/100 Mbits/s em Modbus;
- rede RS485 ou fibra óptica em IEC 870-5-103;
- rede RS485 ou fibra óptica em DNP3;
- rede Ethernet TCP-IP 10/100 Mbits/s em IEC 61850.

A unidade deverá datar os eventos, com precisão até aos milissegundos, possuindo uma entrada disponível para a sincronização remota do relógio.

8.7. Confiabilidade de Operação

O fabricante do Quadro e da unidade de protecção e controlo deverá fornecer um relé concebido com base em estudos de confiabilidade, em particular:

- fiabilidade: determinar as taxas MTTF e λ de falhas durante a vida útil do relé;
- disponibilidade: configurar os relés correctamente para evitar disparos desnecessários;
- manutenção: política de manutenção e reposição de peças de reserva;

- segurança: de acordo com o padrão definido pela norma IEC 61508, sem baixar contudo a disponibilidade do processo.

A unidade de protecção e controlo deverá incluir:

- um mecanismo interno de auto-monitorização, que active pelo menos um (idealmente 2) contacto de cão de guarda;
- um dispositivo automático que comute a unidade para a posição de serviço em segurança, inibindo as saídas de comando, quando um defeito interno é detectado;
- indicação na face frontal da unidade, através de leds e mensagens, do resultado do auto-teste.

8.8. Comissionamento

A unidade de protecção e controlo deverá ser entregue pronta a ser utilizada.

Somente o ajuste de parâmetros específicos da aplicação necessitarão de ser executados no local de instalação. No entanto, a unidade deverá ter capacidade de adaptação e personalização.

8.9. Manutenção

Após a configuração do equipamento base, o sistema proposto entrará em funcionamento sem requerer nenhum ajuste ou uso do equipamento especial.

Os parâmetros de configuração deverão ser guardados num equipamento extraível que seja parte da unidade.

8.10. Referências

O fornecedor da unidade de controlo e protecção deverá possuir um número alargado de referências internacionais, nomeadamente no que respeita ao fornecimento de equipamentos a indústrias e empresas eléctricas conceituadas.

A lista das referências deverá acompanhar a proposta.

8.11. Serviços

Quando requerido, o fornecedor deverá apoiar, através do aconselhamento, a concepção do sistema de protecção, e realizar estudos da coordenação da rede (incluindo o fornecimento de tabelas de configuração) de acordo com as práticas correntes.

O serviço pós venda deverá ser prestado pelo fabricante, pelo que deverá possuir uma estrutura adequada e competente, assim como o equipamento necessário para a realização, em tempo útil, de diagnósticos precisos.

8.12. Tecnologia Web

O Quadro deverá integrar dispositivos, produzidos pelo mesmo fabricante das Celas, que possuam a capacidade de comunicar através da tecnologia. Desta forma, através da criação de uma rede ethernet local as equipas de operação e manutenção passam a poder aceder às informações principais sobre a instalação, através da utilização de um PC com Internet Explorer™ instalado.

A instalação eléctrica, através da utilização desta tecnologia, fica sob vigilância permanente, permitindo:

- para reduzir os custos de exploração através de um histórico com os consumos de energia verificados em meses anteriores;
- antecipar a paragem da produção através da interpretação da evolução das medidas eléctricas principais;
- otimizar a operação através da operação remota do equipamento.

9. Transformadores de Corrente

Os transformadores de corrente deverão satisfazer o disposto na norma IEC 60044-1.

Os transformadores de corrente poderão ser de dois tipos de acordo com a aplicação:

- transformadores de corrente convencionais, que satisfaçam as normas internacionais DIN;
- para as funções de protecção e medida que envolvam correntes superiores a 200 A, deverão ser utilizados transformadores do tipo “LV core”.

Com vista a facilitar os trabalhos de instalação e manutenção, a utilização de transformadores de corrente especialmente desenhados para serem associados aos órgãos de corte e que não satisfaçam as normas internacionais, não é aceitável.

Os transformadores de corrente deverão possuir as mesmas características de resistência a curto-circuitos e sobretensões que as Celas.

Os transformadores deverão ser fabricados em resina epoxy moldada e etiquetados individualmente.

10. Transformadores de Tensão

Os transformadores da tensão deverão respeitar o disposto na norma IEC 60044-2.

Com vista a facilitar os trabalhos de instalação e manutenção, os transformadores de tensão especialmente desenhados para serem associados aos órgãos de corte, e que não satisfaçam as normas internacionais, não deverão ser utilizados.

Os transformadores da tensão deverão possuir as mesmas características de resistência a sobretensões que as Celas. Estes deverão ser fabricados em resina epoxy e etiquetados individualmente.

Quando justificado pelas condições de operação, os transformadores da tensão deverão ser separados do circuito de potência através do isolamento destes.

O isolamento será assegurado pelo utilização de fusíveis extraíveis de protecção dos transformadores de tensão.

Com esta configuração, o acesso aos transformadores da tensão apenas será permitido após os fusíveis terem sido retirados. Esta função será assegurada por um bloqueio mecânico. Soluções que recorram a fechaduras não serão aceitáveis.

11. Interface do Mecanismo Eléctrico de Operação

O disjuntor extraível deverá ser operado por um mecanismo que inclua as seguintes funções:

- selecção do estado de operação do relé (local, remoto);
- representação da posição do órgão de corte, através de um diagrama mímico animado;
- manobra local do equipamento através do relé.

Este mecanismo deverá estar incorporado no relé ou ser instalado na parte dianteira do compartimento da baixa tensão, e na proximidade da unidade da protecção e controlo.

12. Contactos Auxiliares

O disjuntor deverá estar equipado com contactos auxiliares de indicação. Estes deverão ser ligados, em fábrica, às réguas de bornes.

As réguas de bornes, que recebem os contactos auxiliares disponíveis, deverão estar localizadas no compartimento da baixa tensão.

Os contactos auxiliares disponíveis deverão ser os seguintes:

- indicações do disjuntor;
- indicações do seccionador de terra.

13. Componentes de Baixa Tensão

O sistema da protecção e controlo deverá ser equipado com:

- caixas de testes, para a injeção de correntes ou tensões nos circuitos secundários dos transformadores, instaladas na face frontal do compartimento da baixa tensão:
 - 1 caixa para tensão;
 - 1 caixa para os circuitos de medida de corrente;
 - 1 caixa para o circuito de protecção de corrente;
 - 1 caixa para o circuito unipolar de corrente.
- disjuntores de protecção de baixa tensão, situados no compartimento da baixa tensão. Não será aceitável a utilização de fusíveis;
- um comutador "local/remoto", no caso das Celas serem integradas num sistema de supervisão e controlo remoto;

Os componentes da baixa tensão deverão satisfazer o definido pela norma IEC 62271-200.

A tensão de alimentação auxiliar deverá estar compreendida entre os 24 Vcc e os 220 Vcc, com uma gama permissível de variação de -15% a +10%.

Os cabos da baixa tensão deverão ser ignífugos, com 750 V de classe de isolamento.

Ambas as extremidades dos cabos deverão ser identificadas para facilitar a verificação durante as operações de manutenção.

Para os circuitos de corrente, a secção dos cabos deverá ser de 2,5 mm². Para os restantes circuitos a secção deverá ser de 1 mm².

14. Utilização

A fim de tornar a utilização das Unidades Funcionais simples e segura, as seguintes exigências de construção devem ser respeitadas.

14.1. Mecanismo de Operação

Todos os mecanismos de operação e pontos de acesso deverão estar localizados na parte dianteira das Unidades Funcionais.

Particularmente, a realização de ligações de cabos e barramentos deverá ser possível através da parte frontal.

As acções de colocação na posição de serviço, e na posição de ensaio, do órgão de corte deverão ser realizadas com a porta fechada.

A porta deverá incluir janelas de inspecção para a confirmação inequívoca da posição do órgão de corte (em serviço ou em posição de ensaio).

Em nenhum caso será admissível a visualização dos contactos de abertura.

As diferentes operações deverão ser validadas, uma vez terminadas, por um interruptor especial que possa ser bloqueado por intermédio de fechadura ou cadeado.

14.2. Guia de operação

Os procedimentos usuais de operação deverão estar descritos na face frontal de cada Unidade Funcional:

- abertura/fecho do órgão de corte;
- inserção/extracção do órgão de corte;
- abertura/fecho do seccionador de terra;
- inserção/extracção dos fusíveis de protecção do transformador de tensão.

Estes procedimentos deverão ser descritos exclusivamente na forma de símbolos e códigos de cor explícitos.

Guias de instrução que usem texto não são aceitáveis.

14.3. Equipamentos Mecânicos de Segurança

As Unidades Funcionais deverão possuir um número alargado de dispositivos mecânicos de segurança que garantam o normal funcionamento do equipamento, nomeadamente:

- a impossibilidade de ligar os cabos de média tensão à terra a menos que o órgão de corte não se encontre na posição de serviço;
- impossibilidade de inserir e extrair o órgão de corte com o seccionador de terra fechado;
- impossibilidade de extrair o órgão de corte quando fechado;

- impossibilidade de abrir a porta do compartimento do órgão de corte a menos que este não se encontre na posição de serviço;
- impossibilidade de aceder ao compartimento dos cabos de média tensão quando o seccionador de terra se encontra aberto;
- impossibilidade de aceder aos transformadores da tensão e aos seus fusíveis de protecção a menos que os fusíveis tenham sido retirados;
- impossibilidade de extrair o órgão de corte da Cela a menos que o carrinho de extracção se encontre solidamente ligado à Cela;
- impossibilidade de desbloquear o carrinho de extracção a menos que o órgão de corte se encontre ligado ao carrinho ou na Cela;
- fixação do órgão de corte ao carrinho de extracção quando este se encontra desligado da Cela.

Nenhuma destas medidas de segurança podem ser asseguradas pelo uso de fechaduras ou de cadeados.

15. Instalação / Comissionamento

As Celas deverão ser instaladas por pessoal qualificado.

O fornecedor do equipamento deverá ser capaz de fornecer todos os serviços necessários, desde a formação de pessoas à instalação e comissionamento, quando solicitado.

15.1. Transporte

Cada Unidade Funcional deverá ser colocada sobre um estrado de madeira, e parafusada a este.

As Unidades deverão ser protegidas individualmente contra a chuva e poeiras, devendo para o efeito ser embrulhadas em polietileno. No interior do embrulho deverão ser colocados sacos de sílica para protecção contra a humidade.

Cintas de madeira deverão ser utilizadas para proteger o equipamento de impactos.

De acordo com o destino, 2 tipos de embalagem são propostos: marítimo ou terrestre.

15.2. Manipulação e Armazenamento

O estrado de madeira, a que cada Unidade Funcional se encontra parafusada, deverá permitir a utilização de empilhadoras.

Cada Unidade Funcional deverá ser equipada com quatro anéis de manipulação, aparafusados à parte superior da estrutura, por forma a facilitar o levantamento destas.

Os anéis de manipulação deverão ser de fácil remoção.

Deverá ser possível armazenar o equipamento por tanto tempo quanto o necessário, nas seguintes condições:

- armazém fechado, e com ventilação normal, que proteja o equipamento da acção da água, vento, areia e poluição química;
- níveis de humidade, de acordo com o definido para as condições normais de operação.

15.3. Instalação

O Quadro deverá ficar localizado nas áreas reservadas às instalações eléctricas.

O Quadro deverá ser montado sobre uma estrutura em aço, localizada por cima de um espaço reservado à passagem de cabos.

O espaço máximo a ser disponibilizado ao redor do quadro deverá ser:

- lateral : 500 mm
- atrás do quadro : 150 mm
- na frente do quadro : 2100 mm (para facilitar a substituição de Unidades Funcionais)
- por cima do quadro : 1650 mm (desempenho do ponto de vista do arco interno)

O equipamento deverá poder passar através de uma porta com 2500 milímetros de altura e 1000 milímetros de largura.

15.4. Ligação dos Cabos

As entradas dos cabos devem ser realizadas pelo fundo de cada Unidade Funcional.

As placas inferiores deverão ser pré-perfuradas, e apresentar todos os furos obstruídos por cones passa cabos de plástico.

Os cabos deverão ser ligados através da parte dianteira da Unidade.

As extremidades dos cabos deverão ser aparafusadas aos terminais de ligação.

Quando os cabos se encontram ligados, o chão de cada Unidade Funcional deverá ser fechado por intermédio de um painel não magnético.

15.5. Ligação do Barramento

As ligações do barramento deverão ser efectuadas através da parte dianteira ou superior de cada Unidade Funcional.

As barras deverão ser aparafusadas umas às outras.

15.6. Ligação do colector de terra

O colector de cada Unidade Funcional deverá ser aparafusado ao colector principal do Quadro.

15.7. Ligações dos circuitos de baixa tensão

Os circuitos da baixa tensão de cada Unidade Funcional deverão ser realizados em fábrica.

Somente a alimentação em baixa tensão e os cabos e ligações exteriores às Celas deverão ser realizados no local da instalação.

As entradas de cabos podem ser realizadas pelo fundo de cada Unidade Funcional ou em cada uma das extremidades do Quadro.

As extremidades dos cabos de baixa tensão deverão ser ligadas às réguas de bornes situadas no compartimento da baixa tensão.

O esquema de ligação entre Celas deverá ser fornecido pelo fabricante das Celas.

As ligações deverão ser identificadas por códigos que correspondam às indicações patentes nos diagramas de electrificação enviados pelo fornecedor, juntamente com as Celas.

A fim de facilitar as operações da inspecção e manutenção, a ligação da unidade de protecção e controlo realizada pelo fornecedor em fábrica, deverá ser do tipo "plug-in".

15.8. Comissionamento

O comissionamento da Unidade Funcional deverá ser simples e rápida.

Todos os documentos necessários à operação deverão ser disponibilizados pelo fornecedor do Quadro.

15.8.1. Parametrização

Os únicos ajustes requeridos durante o comissionamento da Unidade Funcional deverão ser a parametrização das protecções e dos alarmes da unidade da protecção e controlo.

Os ajustes deverão ser realizados por intermédio de um interface de comunicação, de fácil utilização, constituído por menus de selecção.

Nenhuma programação deverá ser realizada no local da instalação.

15.8.2. Ensaios

A fim reduzir-se o tempo de comissionamento, o equipamento proposto deverá ser concebido por forma ao comissionamento de cada Unidade Funcional não requerer o ensaio individual de cada função da protecção e medida.

Os ensaios deverão ser limitados à :

- verificação dos parâmetros de configuração através da leitura directa;
- verificação das ligações dos sensores de corrente e tensão pela injeção de sinais no enrolamento secundário destes, através da utilização de unidades de ensaios;
- medida da corrente e tensão residual para as configurações que utilizam estes valores;
- verificação da electrificação das entradas e saídas;
- operação do órgão de corte por intermédio dos botões de pressão;
- teste de ligação do fio piloto;

16. Manutenção

Os órgãos de corte devem ser do tipo de baixa manutenção. O acesso aos contactos de abertura não será aceitável.

Em nenhuma situação o equipamento deverá requer serviços de manutenção programados, a não ser com intervalos anuais.

Operações que requeiram a desmontagem das Celas, para aceder-se ao interior dos compartimentos, deverão ser realizadas com intervalos nunca inferiores a dez anos.

16.1. Manutenção das Celas

As Celas não deverão requerer acções de manutenção em circunstâncias normais de operação.

Os únicos serviços a considerar serão a inspecção visual dos materiais de isolamento, das placas, dos contactos do seccionador de terra, assim como a limpeza da poeira depositada.

Esta operação não deverá ocorrer em intervalos inferiores a dez anos.

16.2. Manutenção do Órgão de Corte

Sendo os órgãos de corte do tipo "pressure-sealed", a manutenção dos contactos de abertura não será necessária.

Os órgãos de corte que utilizam o gás SF6 como meio de isolamento deverão ser enchidos "para a vida", isto é, nenhum enchimento de SF6 deverá ser tolerado durante toda a vida de serviço do equipamento, estimada em 30 anos.

Os mecanismos de operação do órgão de corte deverão ser testados uma vez por ano, por forma a verificar-se o correcto funcionamento destes (abertura/fecho).

A lubrificação do equipamento deverá ser realizada, no máximo, a cada 10 000 operações ou a cada dez anos.

16.3. Manutenção do Sistema de Protecção e Controlo

Devido à sua tecnologia digital, a unidade de protecção e controlo deve ser suficientemente fiável, por forma a não requer serviços de manutenção programados.

16.4. Apoio às Acções de Manutenção

As Unidades Funcionais deverão possuir, pelo menos, os seguintes equipamentos e funções de diagnóstico/apoio às acções de manutenção :

- contador de manobras;
- informação do somatório das correntes interrompidas;
- verificação da pressão do gás SF6;
- supervisão do circuito de disparo;
- auto-monitorização da unidade de protecção e controlo.

A transmissão remota destes dados deve ser possível através de um sistema de supervisão e controlo remoto.

17. Condições comerciais

O fornecedor seleccionado deverá possuir, e provar que possui, experiência de pelo menos 30 anos no campo dos equipamentos de média tensão (tempo normal de serviço dos equipamentos de média tensão).

O fornecedor também deverá possuir experiência de pelo menos dez anos na área das protecções digitais de média tensão.

É imperativo que as instalações industriais do fornecedor possuam certificação ISO 9001:2000.

Nenhuma solução que consista na importação de Unidades Funcionais terminadas de fornecedores externos será aceitável, o mesmo se aplica a todos os produtos fabricados que não tenham sido certificados pela norma ISO 9000, por uma entidade oficial.

Todo o equipamento deverá ficar disponível para instalação, à porta da fábrica, até dezasseis semanas após a recepção final da encomenda. Esta deverá incluir toda a informação necessária ao fabrico do equipamento.

Qualquer modificação à encomenda, realizada após esta ter sido enviada, requererá uma cláusula adicional, com a data de fornecimento a ser negociada com o fornecedor.

17.1. Oferta

O prazo para o envio de uma oferta, baseada no caderno de encargos do concurso, é de duas semanas.

A oferta deverá incluir :

- uma proposta técnica, descrevendo a solução global e as Unidades Funcionais consideradas, de acordo com a especificação técnica;
- proposta com variantes à solução principal, de acordo com a especificação;
- o preço global da proposta;
- as condições comerciais e legais que envolvem a proposta;
- os termos de garantia.

A proposta deverá ainda ser constituída, por :

- documentos técnicos apresentando o equipamento;
- diagramas unifilares de todos os Quadros;
- desenhos dimensionais e de disposição, apresentando a passagem de cabos;
- uma representação precisa da vista dianteira do equipamento;
- lista dos certificados de teste relacionados com os desempenhos solicitados;
- serviços associados ao fornecimento do equipamento, e incluídos no preço global apresentado;
- algumas opções, com preços e impacto destas no tempo de disponibilidade do equipamento;
- documentação relativa à operação e manutenção do equipamento;
- lista com as peças de reserva e preços respectivos, indicando os tempos médios de entrega;

Antes da encomenda ser realizada, o fornecedor deverá disponibilizar os diagramas de electrificação completos, assim como os documentos relativos à engenharia civil e a instalação do equipamento.

17.2. Fabrico e Entrega

O equipamento poderá ser inspeccionado, durante o fabrico, em qualquer das fábricas envolvidas na respectiva produção. No entanto, não será considerado a realização de ensaios de aceitação em fábrica, após o fabrico deste.

O equipamento deverá ser entregue com toda a documentação necessária à sua instalação, comissionamento, operação e manutenção.

O fornecedor compromete-se a providenciar a formação necessária ao desempenho normal, pelo cliente, das operações referidas, de acordo com os termos definidos na oferta.

17.3. Ensaios

17.3.1. Ensaios Tipo

O fornecedor do Quadro deverá apresentar os certificados correspondentes aos seguintes ensaios tipo :

- ensaio dieléctrico ao choque atmosférico;
- ensaio dieléctrico à frequência industrial;
- ensaios de aquecimento;
- ensaios à corrente de curta duração admissível;
- ensaios de funcionamento mecânico;
- ensaio de verificação do grau de protecção IP;
- ensaios de verificação do poder de fecho;
- ensaios de verificação do poder de corte.

Cada um dos ensaios enumerados deverá ser realizado em conformidade com a norma IEC correspondente.

17.3.2. Ensaios de Série

O fornecedor do Quadro deverá apresentar os certificados correspondentes aos seguintes ensaios de série :

- ensaio dieléctrico à frequência industrial;
- ensaios de funcionamento mecânico;
- ensaios funcionais do relé de protecção e da baixa tensão;
- ensaios de verificação da conformidade com os desenhos e diagramas.