



Painéis Elétricos e CCM's de Baixa Tensão.



Índice

1. INTRODUÇÃO.....	4
1.1 – Normas.....	4
1.2 - Objetivos.....	5
1.3 - Conceito de TTA e PTTA.....	6
1.3.1 – TTA (Type Tested Assembly) - Conjunto de manobra e comando de baixa tensão com ensaios de tipo totalmente testados.....	6
1.3.2 – PTTA (Partially Type Tested Assembly) - Conjunto de manobra e comando de baixa tensão com ensaios de tipo parcialmente testados.....	7
2. APLICAÇÕES DOS CONJUNTOS.....	8
3. TIPOS DE CONJUNTOS.....	9
3.1 - Conjunto do tipo armário.....	9
3.2 - Conjunto do tipo multi-colunas.....	10
3.3 - Conjunto do tipo mesa de comando.....	11
3.4 - Conjunto do tipo modular (caixa).....	13
3.5 - Conjunto do tipo multi-modular.....	13
3.6 – Conjuntos com montagens fixas e extraíveis.....	14
4. APLICAÇÕES BÁSICAS DE PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO.....	15
4.1 – Painéis de Distribuição e Sub-Distribuição.....	16
4.2 - CCM – Centro de Controle de Motores.....	17
4.3 – Painéis de Controle.....	20
4.4 – Painéis para Drives.....	21
5. PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONJUNTO.....	22
5.1 – Projeto Mecânico.....	22
5.1.1 - Distâncias de isolamento e de escoamento.....	22
5.1.2 - Separação interna dos conjuntos por barreiras ou divisões.....	24
5.1.3 - Grau de proteção do conjunto.....	25
5.2 – Características Elétricas dos Conjuntos.....	28
5.2.1 - Tensão nominal de operação (de um circuito de um conjunto).....	28
5.2.2 - Tensão nominal de isolamento (Ui) (de um circuito de um conjunto).....	28
5.2.3 - Tensão suportável nominal de impulso (Uimp) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.4 - Corrente nominal (In) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.5 - Corrente suportável nominal de curta duração (Icw) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.6 - Corrente suportável nominal de crista (Ipk) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.7 - Corrente nominal condicional de curto-circuito (Icc) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.8 - Corrente nominal de curto-circuito limitada por fusível (Icf) (de um circuito de um conjunto).....	29
5.2.9 - Fator nominal de diversidade.....	29
5.2.10 - Frequência nominal.....	30
5.3 - Condições de Serviço.....	30
5.3.1 - Temperatura ambiente para instalações abrigadas.....	30
5.3.2 - Temperatura ambiente para instalações ao tempo.....	30
5.3.3 - Condições atmosféricas para instalações abrigadas.....	30
5.3.4 - Condições atmosféricas para instalações ao tempo.....	30
5.3.5 - Grau de poluição.....	31
5.3.6 - Altitude.....	31
5.4 - Proteção contra choque elétrico.....	32
5.4.1 - Proteção contra contato direto.....	32
5.4.2 - Proteção contra contato indireto.....	32
5.5 - Proteção contra curto-circuito e corrente suportável de curto-circuito.....	34
5.5.1 - Informação concernente à corrente suportável de curto-circuito.....	34
5.5.2 - Relação entre corrente suportável de crista e corrente suportável de curta duração.....	35
5.5.3 - Coordenação dos dispositivos de proteção contra curto-circuito.....	35
5.6 - Seleção de dispositivos e componentes de manobra.....	36
5.7 - Barramentos e condutores isolados.....	36
5.7.1 - Dimensões e valores nominais.....	36
5.7.2 - Conexões elétricas.....	36
5.7.3 - Características de alguns metais utilizados como condutores elétricos.....	36
5.8 - Compatibilidade eletromagnética (EMC).....	38



5.9 - Indicadores Luminosos e Displays	39
5.9.1 - Cores	39
5.9.2 - Atuadores de Botões	39
5.10 - Identificação dos condutores	40
5.11 - Proteção contra corrosão	42
5.11.1 - Zincagem	42
5.11.2 - Galvanização	42
5.11.3 - Pintura	42
5.11.4 - Processo	42
5.11.5 - Pintura Eletrostática a Pó	44
5.11.6 - Pintura Líquida	44
5.11.7 - Aderência da pintura	44
5.11.8 - Cores de Pintura	44
6. ELABORAÇÃO DO PROJETO	46
7. CONSIDERAÇÕES COM RELAÇÃO À TEMPERATURA INTERNA DOS CONJUNTOS	49
8. ENSAIOS DOS CONJUNTOS	51
8.1 - Ensaio de Tipo	51
8.2 - Ensaio de rotina	53
9. GLOSSÁRIO (extraído da NBR IEC60439-1)	59



1. INTRODUÇÃO

Este documento técnico visa apresentar informações que ofereçam base técnica para o projeto, execução e especificação de painéis elétricos de baixa tensão.

Para que possamos estudar a execução de painéis elétricos é necessário dominar plenamente os parâmetros necessários para o dimensionamento de seus elementos e partes integrantes, tendo em vista o conhecimento de suas aplicações e limitações, para obter a máxima qualidade de operação.

Para tanto, neste documento estaremos estudando os tipos de painéis mais aplicados, materiais usados em sua fabricação, execução e montagem, testes e documentação para manutenção e procedimentos de segurança.

1.1 – Normas

Norma é um instrumento que estabelece, em relação a processos existentes, prescrições destinadas à utilização com vistas à obtenção de um grau mínimo de aceitação de um produto ou serviço.

Objetivos das Normas:

- Proporcionar a redução da crescente variedade de produtos e procedimentos.
- Proporcionar meios mais eficientes na troca de informação entre o fabricante e o cliente, melhorando a confiabilidade das relações comerciais e de serviços.
- Proteger a vida humana e o meio ambiente.
- Prover a sociedade de meios eficazes para aferir a qualidade dos produtos.
- Evitar a existência de regulamentos conflitantes sobre produtos e serviços em diferentes países, facilitando assim, o intercâmbio comercial.

Na prática, as Normas estão presente na fabricação dos produtos e fornecimento de serviços, propiciando melhoria da qualidade de vida, da segurança e da preservação do meio ambiente.

Abaixo relação de entidades de normas regionais e internacionais utilizadas para o projeto e execução de painéis elétricos como conjuntos de manobra e comando de baixa tensão:



- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)
- IEC (Internacional Electrotechnical Commission)
- EN (Europaische Norm)
- ANSI (American National Standards Institute)
- NEMA (National Electrical Manufactures Association)
- UL (Underwriters` Laboratories)
- DIN (Deutsches Institut fur Normung)
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker)

As normas pertinentes a painéis de baixa tensão são:

- ◆ **NBR IEC 60439-1 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA).**

Esta norma foi publicada em 01/05/2003, substituindo a antiga NBR 6808 que deixou de vigorar. Esta norma é chamada de NBR IEC pois é uma norma equivalente a IEC. Vale aqui um breve comentário: a ABNT define que uma norma Brasileira é denominada “equivalente” quando é idêntica à norma internacional, caso contrario seria definida como “baseada”.

- ◆ **IEC 62208 ou EN 50298: Requisitos Gerais para Invólucros Vazios.**

Destinada a definir os requisitos técnicos de painéis de baixa tensão comercializados vazios, ou seja, antes da incorporação dos equipamentos. Estas normas EN e IEC são equivalentes e encontram-se atualmente em estudo na ABNT para que se tornem uma norma NBR.

1.2 - Objetivos

Esta publicação é direcionada para esclarecimentos dos requisitos técnicos encontrados na Norma NBR IEC 60439-1, ou seja, destinada a conjuntos de manobra e comando de baixa tensão, montados com todos os dispositivos e equipamentos, em que a tensão nominal não exceda 1000 VCA / 1500 VCC e as freqüências não excedam 1000 Hz.

Estes conjuntos são destinados à conexão com a geração, a transmissão, a distribuição e a conversão de energia elétrica, para o acionamento, proteção e controle de equipamentos que consomem energia elétrica. Também se aplica a conjuntos que incorporam equipamentos de controles e/ou de potência, cujas freqüências são elevadas (como por exemplo inversores de freqüência) . Neste caso, são aplicados



requisitos adicionais apropriados.

Outro objetivo desta publicação é de conceituar e exemplificar os diversos tipos de aplicações de painéis de baixa tensão encontrados tanto em ambientes industriais como em instalações comerciais. Desta forma pode servir para especificadores e usuários como base técnica para análise de qualidade e performance dos diversos fornecedores do mercado.

1.3 - Conceito de TTA e PTTA

1.3.1 – TTA (Type Tested Assembly) - Conjunto de manobra e comando de baixa tensão com ensaios de tipo totalmente testados

“Conjunto de manobra e comando de baixa tensão em conformidade com um tipo ou sistema estabelecidos, sem desvios que influenciem significativamente o desempenho em relação àquele conjunto típico verificado que está em conformidade com os ensaios prescritos nas normas.” – NBRIEC 60439-1

São conjuntos construídos de acordo com um projeto elétrico e mecânico padrões, onde a performance do mesmo é assegurada por ensaios de tipo realizados individualmente nos diversos componentes (barramentos, entradas, saídas, alimentadores, partidas, etc) ou nos conjuntos completos. Geralmente os ensaios são realizados levando-se em conta o pior caso e reproduzindo-se a influência de componentes adjacentes.

Os ensaios têm a finalidade de assegurar a performance do conjunto e minimizar possíveis perigos decorrentes de erros de projeto. Exemplos de possíveis riscos de se utilizar conjuntos não ensaiados:

1 - Se os limites de temperatura interna do conjunto ultrapassam os limites estabelecidos temos:

- Envelhecimento acelerado de componentes;
- Redução da vida útil de componentes;
- Falhas prematuras de componentes;
- Risco de incêndio.

2 - Se os requisitos de correntes de Curto-Circuito são insuficientes temos

- Risco de danos à estrutura dos conjuntos;
- Risco de danos aos componentes elétricos;
- Arcos elétricos acidentais.

A norma NBR IEC 60439-1 define que os seguintes tópicos devem ser objeto de análise :



- a) verificação dos limites de elevação da temperatura;
- b) verificação das propriedades dielétricas;
- c) verificação da corrente suportável de curto-circuito;
- d) verificação da eficácia do circuito de proteção;
- e) verificação das distâncias de escoamento e de isolamento;
- f) verificação do funcionamento mecânico;
- g) verificação do grau de proteção.

1.3.2 – PTTA (Partially Type Tested Assembly) - Conjunto de manobra e comando de baixa tensão com ensaios de tipo parcialmente testados

“Conjunto de manobra e comando de baixa tensão contendo disposições de tipo ensaiado e disposições de tipo não ensaiado, contanto que o último é derivado (por exemplo, por meio de cálculo) de disposições de tipo ensaiado que satisfizeram os ensaios pertinentes. (conjunto parcialmente testado)” – NBRIEC 60439-1

São conjuntos construídos de acordo com um projeto elétrico e mecânico padrões, onde a performance do mesmo é garantida através de testes, cálculo ou inferência, a partir de resultados dos testes de componentes ou conjuntos similares. Os conjuntos PTTA são definidos devido à dificuldade de se testar todas as variações possíveis que podem ser implementadas nos conjuntos. Estas variações são necessárias devido às necessidades das diversas aplicações, onde muitas vezes a mesma aplicação apresenta requisitos distintos para diferentes usuários.



2. APLICAÇÕES DOS CONJUNTOS

A norma NBR IEC 60439-1 traz a seguinte definição:

“Conjunto de manobra e comando de baixa tensão : Combinação de equipamentos de manobra, controle, medição, sinalização, proteção, regulação, etc., em baixa tensão, completamente montados, com todas as interconexões internas elétricas e estrutura mecânica.”

Desta forma, com base na definição acima, podemos encontrar os painéis de baixa tensão (conjuntos) em uma série de aplicações :

- ◆ Distribuição para Circuitos de Iluminação e Potência;
- ◆ Distribuição em Residências;
- ◆ Sistemas de Controle;
- ◆ Bancos de Capacitores;
- ◆ Centros de Controle de Motores;
- ◆ Distribuição;
- ◆ Sub-Distribuição;
- ◆ Derivação;
- ◆ Acionamentos com Inversores de Freqüência para processos de variação de velocidade.

Cada aplicação apresenta requisitos técnicos específicos, que variam em função de:

- vista externa;
- local de instalação;
- condições de instalação com respeito à mobilidade;
- grau de proteção;
- tipo de invólucro;
- método de montagem, por exemplo, partes fixas ou removíveis;
- medidas para a proteção de pessoas;
- forma de separação interna;
- tipos de conexões elétricas de unidades funcionais.

Estas características serão analisadas ao longo deste documento.

3. TIPOS DE CONJUNTOS

Os conjuntos podem ser encontrados em diversos formatos, lay-outs e designs, dependendo da aplicação.

Os tipos principais são exemplificados abaixo:

Nota : Adaptado da norma NBR IEC60439-1. Não estão relacionados todos os tipos constantes no texto da norma.

3.1 - Conjunto do tipo armário

Uma coluna fechada, em princípio assentada no piso (auto-portante), que pode incluir várias seções, subseções ou compartimentos.

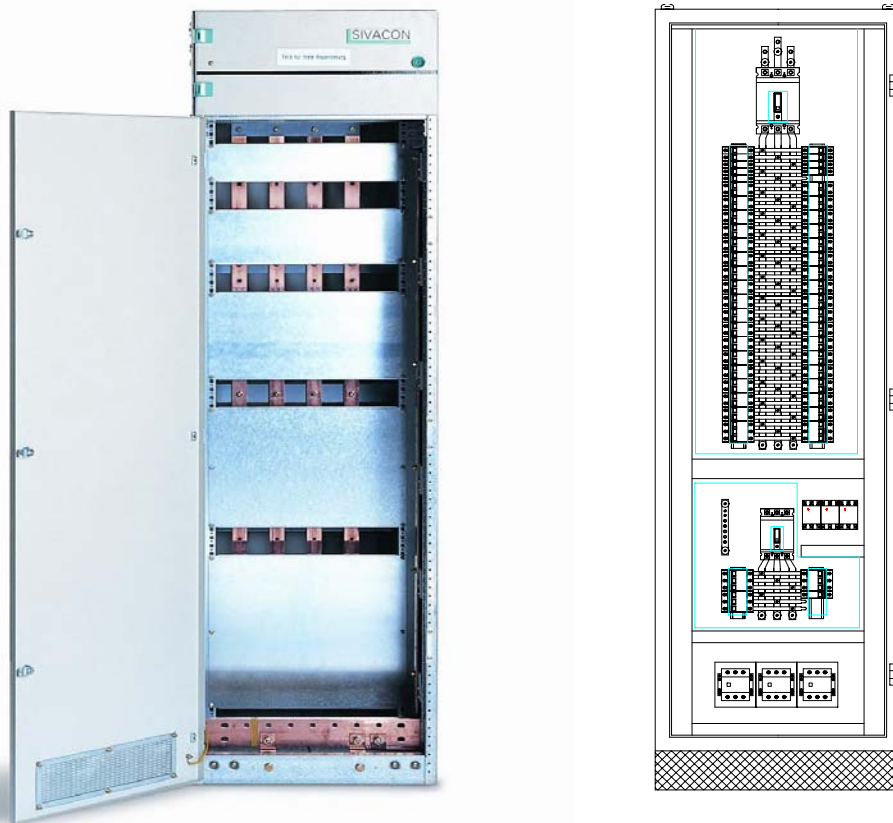


Figura 1 – Conjuntos do tipo armário com um único compartimento



Figura2 – Conjuntos do tipo armário com um único compartimento - Montagem “QTA” – Cliente: Atlas

3.2 - Conjunto do tipo multi-colunas

Combinação de várias colunas ou armários, mecanicamente unidas.



Figura 3 - Conjunto do tipo multi-colunas – Montagem “QGBT” – Cliente: Oas – Mercado SP.



Figura 4 - Conjunto do tipo multi-colunas

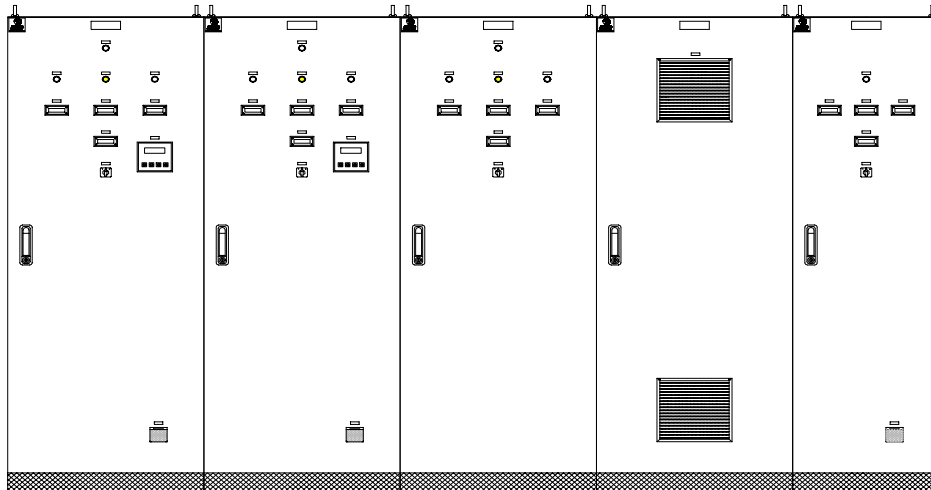


Figura 5 – Vista externa de conjunto do tipo multi-colunas

3.3 - Conjunto do tipo mesa de comando

Conjunto fechado, com um painel de controle horizontal ou inclinado ou uma combinação de ambos, que incorpora dispositivos de controle, de medição, de sinalização, etc.

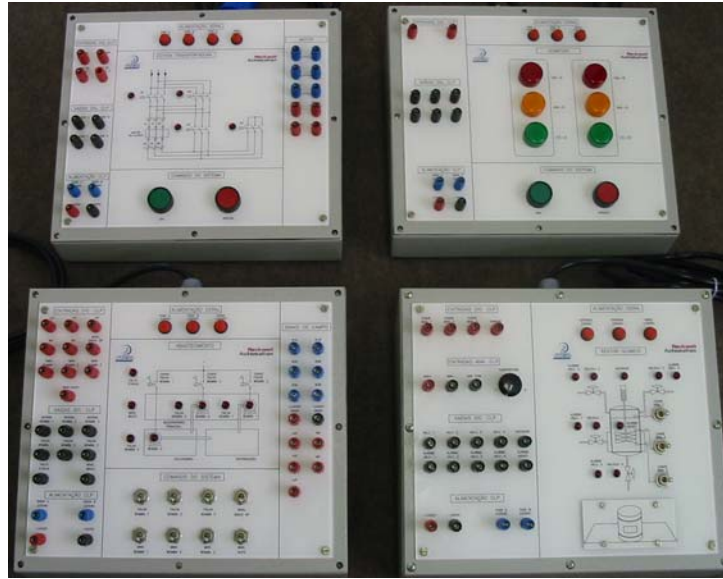


Figura 6 – Montagem de kit's Didáticos - Cliente: USP.

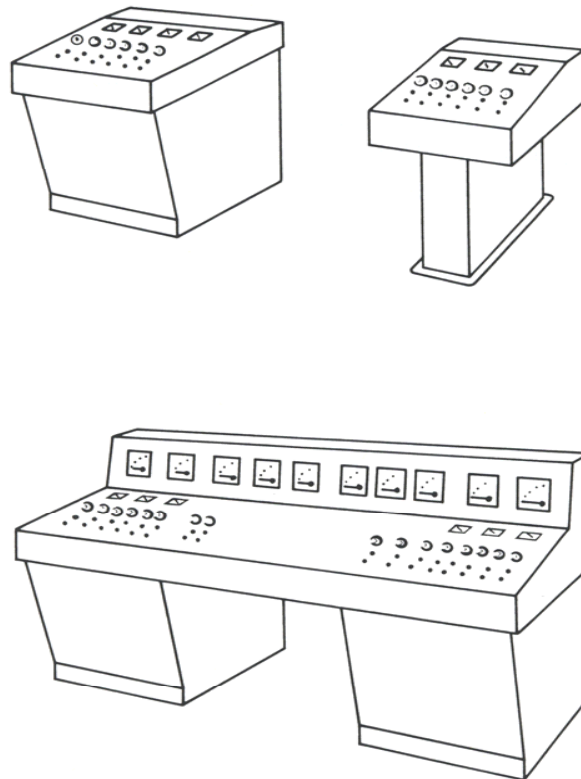


Figura 7 - Conjunto do tipo mesa de comando
(Desenho extraído da norma NBR IEC 60439-1)

3.4 - Conjunto do tipo modular (caixa)

Conjunto fechado em forma de caixa, em princípio para ser montado em um plano vertical.

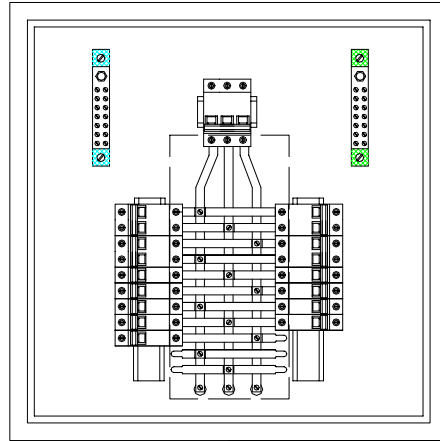


Figura 8 – Conjuntos do tipo caixa

3.5 - Conjunto do tipo multi-modular

Combinação de caixas unidas mecanicamente, com ou sem estrutura de apoio comum, com as conexões elétricas passando entre duas caixas adjacentes por aberturas nas faces.



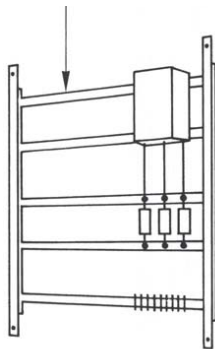
Figura 9 - Conjunto do tipo multi-modular - Cliente: Augusto Velloso – Obra: Integração Luz

3.6 – Conjuntos com montagens fixas e extraíveis.

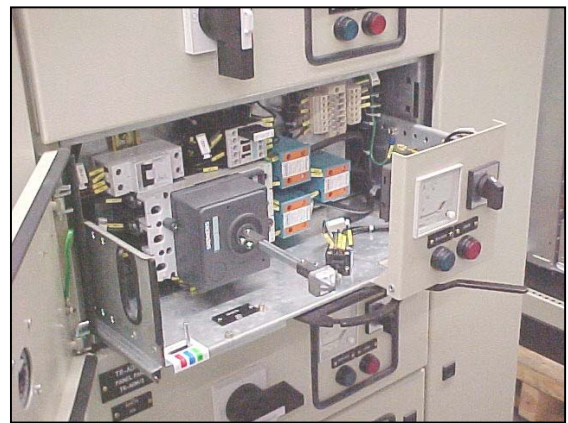
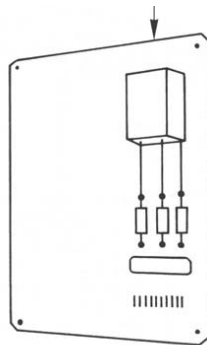
Os conjuntos podem apresentar características de se poder extrair componentes de uma forma segura e muitas vezes sem a necessidade de uma ferramenta. Esta funcionalidade facilita os trabalhos de manutenção, pois reduz os tempos de parada quando se tem de substituir ou reparar partes dos conjuntos. Na maioria das vezes, as operações de extração e inserção destes componentes se dá com o conjunto energizado, limitando a desconexão de energia à apenas aquele ramo que necessita de uma intervenção.

A funcionalidade “Extraível” pode ser obtida tanto pelo projeto da estrutura do conjunto (utilização de compartimentos com gavetas extraíveis, onde componentes elétricos convencionais são montados dentro da gaveta), ou pela utilização de equipamentos elétricos com características extraíveis (utilização de disjuntores ou partidas de motores que podem ser removidos e substituídos sem a utilização de ferramentas especiais)

Estrutura de montagem



Placa de montagem



Montagens fixas

Montagens extraíveis

Figura 10 – Tipos de montagens (Desenhos extraído da norma NBR IEC 60439-1)

PLACA DE MONTAGEM

ESTRUTURA



Figura 11 – Detalhe de montagem de Flange para conexão de Busway, fixado em estrutura fixa e componentes em placa de montagem

4. APLICAÇÕES BÁSICAS DE PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO

De maneira geral o diagrama abaixo representa os tipos básicos de painéis de baixa tensão.

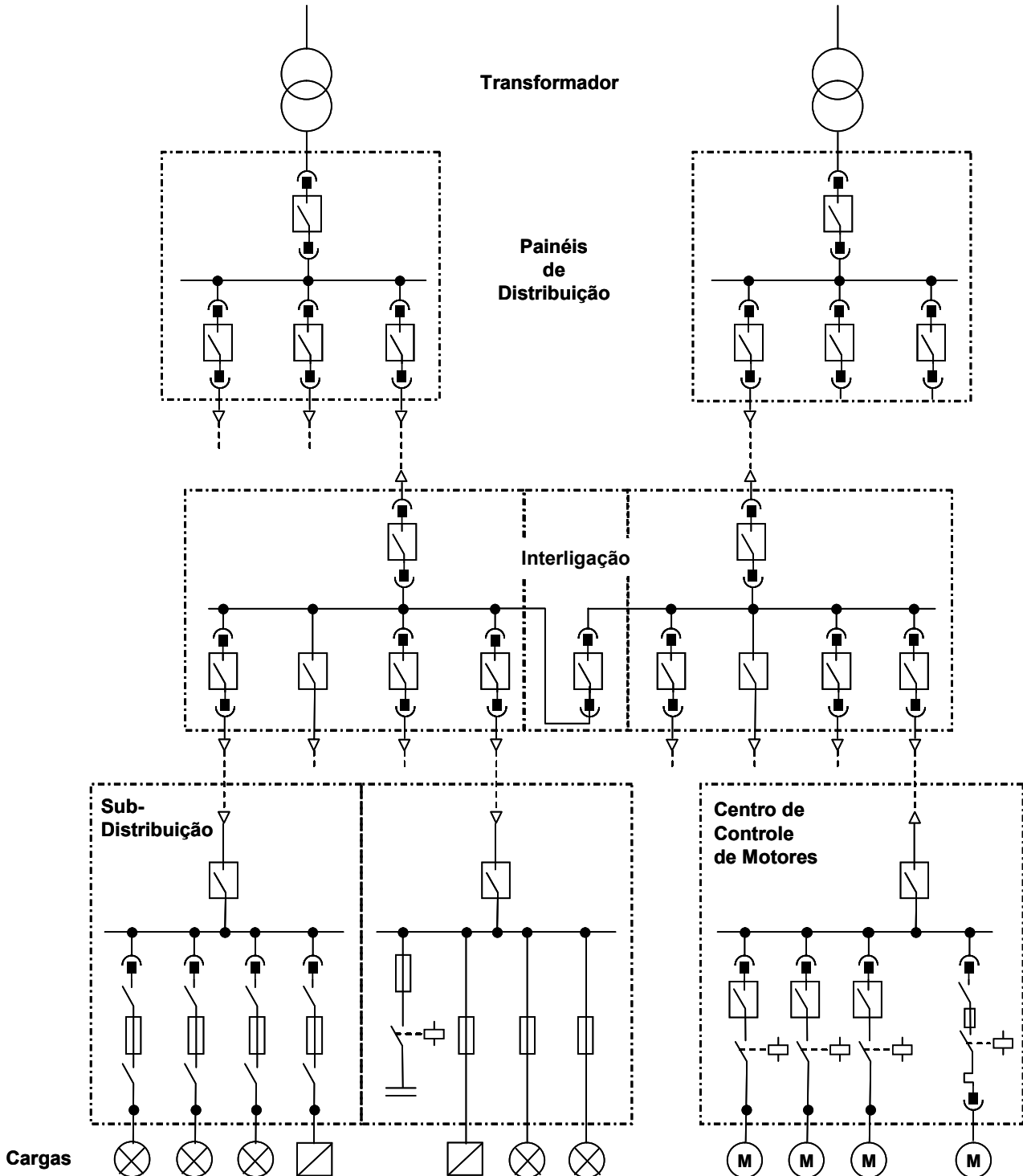


Figura 12 – Aplicações de Painéis BT

Neste esquema não estão representados os painéis de comando e automação, banco de capacitores, filtros de harmônicas, entre outros, que têm sua importância nas instalações industriais e comerciais.



4.1 – Painéis de Distribuição e Sub-Distribuição

Painéis completos (montados) que acomodam equipamentos para Proteção, Seccionamento e Manobra de energia elétrica. As aplicações vão desde painéis de pequeno porte, como aqueles utilizados nas entradas das residências, até painéis de grande porte, como painéis auto-portantes formados por diversas colunas, sendo parte integrante dos sistemas de distribuição de energia em unidades residenciais (prédios, shopping-center, hospitais, etc.) e industriais.

Em uma instalação elétrica de grande porte é comum encontrarmos vários níveis de painéis de distribuição, desde o transformador até as cargas. Muitas vezes existe um painel de distribuição principal conectado diretamente ao transformador, com o objetivo de alimentar vários outros painéis de distribuição (Sub-Distribuição), e estes alimentar painéis sucessivos até o nível das cargas. A complexidade e o projeto dos sistema de distribuição estão diretamente relacionados com as necessidades inerentes a cada aplicação ou instalação, industrial ou comercial.

Nos painéis de distribuição é comum encontrar diversas funções montadas na mesma estrutura, mas também podemos encontrar colunas com funções específicas como: Entrada, Interligação e Saída.

Estas funções em colunas poderão ser montadas em um único painel ou em painéis separados fisicamente, porem interligados eletricamente.

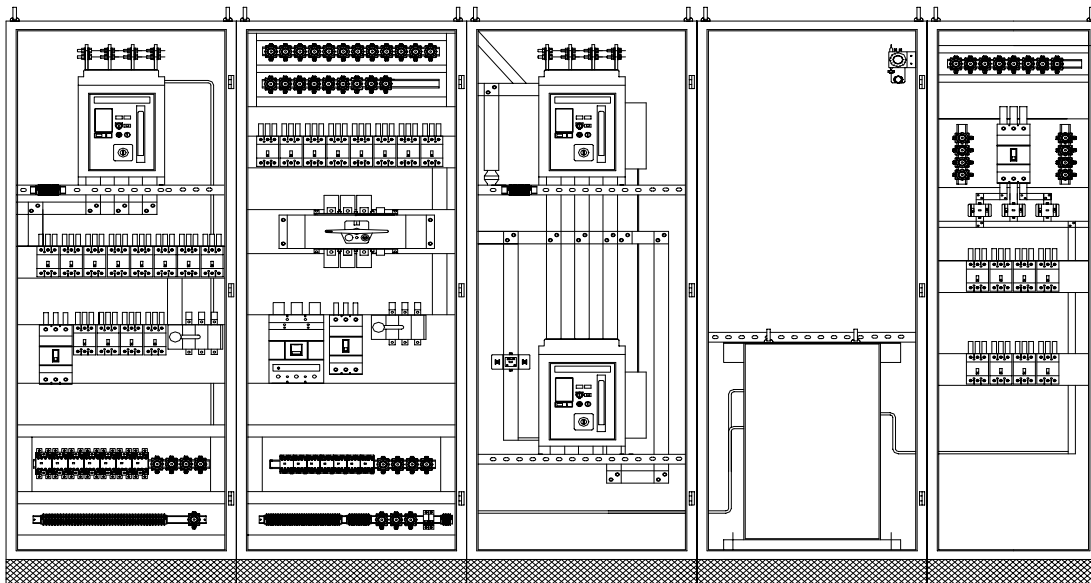
O painel ou a coluna que recebe os cabos ou duto de barras para alimentação de todo o conjunto é normalmente conhecido como ENTRADA. Esta coluna geralmente abriga um disjuntor (disjuntor geral), ou uma chave seccionadora com fusíveis (chave geral).

O painel ou a coluna onde são alocados equipamentos para conexão de dois conjuntos de barramentos independentes é conhecida como INTERLIGAÇÃO. Dependendo do circuito de distribuição de energia, os barramentos podem trabalhar permanentemente conectados, serem conectados em situações de emergência e manutenção ou selecionando a fonte alimentadora. Geralmente são utilizados disjuntores ou chaves seccionadoras como os dispositivos de manobra sendo comum encontrar esta configuração em “colunas” ou painéis individuais, denominados como Painel de Transferência.

O painel ou a coluna de Distribuição é a qual a energia elétrica é fornecida a um ou mais circuitos de saída. É importante ficar claro que o foco deste trabalho são os painéis de distribuição de grande porte. Os painéis residenciais tem características e normas técnicas específicas para os mesmo, não sendo objeto deste trabalho.

Dependendo da aplicação, os painéis de distribuição podem receber diversas denominações:

Nota : Denominações conhecidas usualmente no mercado, não definidas na norma NBR-IEC 60439-1.



ENTRADA DISTRIBUIÇÃO INTERLIGAÇÃO TRANSFORMAÇÃO SUB-DISTRIBUIÇÃO

Figura 13 – Vista interna de um painel de distribuição.

4.2 - CCM – Centro de Controle de Motores

CCM's são painéis completos (montados) que acomodam equipamentos para Proteção, Seccionamento e **Manobra** de Cargas. Tem uma função específica nos sistemas de distribuição de energia elétrica em unidades comerciais e industriais. São os painéis onde estão conectados os cabos provenientes das cargas. Apesar de aproximadamente 85 % das cargas industriais serem motores (motivo do nome "Centro de Controle de Motores"), o termo "cargas" é abrangente, podendo significar qualquer equipamento que consuma energia elétrica, como estufas, resistores, etc. A utilização dos CCM's é destinada a instalações industriais em que apresentam:

- grande número de cargas que devam ser comandados;
- deva ser assegurada máxima continuidade de operação;
- for necessário o acesso de pessoal não qualificado;
- for exigido alto nível de segurança para os operadores e pessoas de manutenção.

◆ CCM Compartmentado / Não compartmentado / Fixo / Extraível

Dependendo do grau de separação interno encontrado em um CCM, o mesmo pode receber diferentes denominações físico/comerciais.

O **CCM NÃO COMPARTIMENTADO** apresenta uma placa de montagem única, onde os conjuntos de proteção e manobra de cada carga individual estão montados todos juntos nesta mesma placa.

Um **CCM COMPARTIMENTADO** é aquele onde os equipamentos de proteção, e manobra de cada carga estão montados em compartimentos separados dentro do painel. Este CCM pode ser **FIXO** ou **EXTRAÍVEL**.



No **CCM EXTRAÍVEL** dentro de cada compartimento é montada uma gaveta que pode ser removida do painel sem o auxílio de ferramenta. Os equipamentos para proteção e manobra da partida são montados dentro das gavetas, minimizando os tempos de parada pois pode-se substituir as gavetas rapidamente.

No **CCM FIXO** dentro de cada compartimento é montada uma placa de montagem fixa não removível onde são alocados os equipamentos para proteção e manobra da partida



Figura 14 – Compartimentos Extraíveis

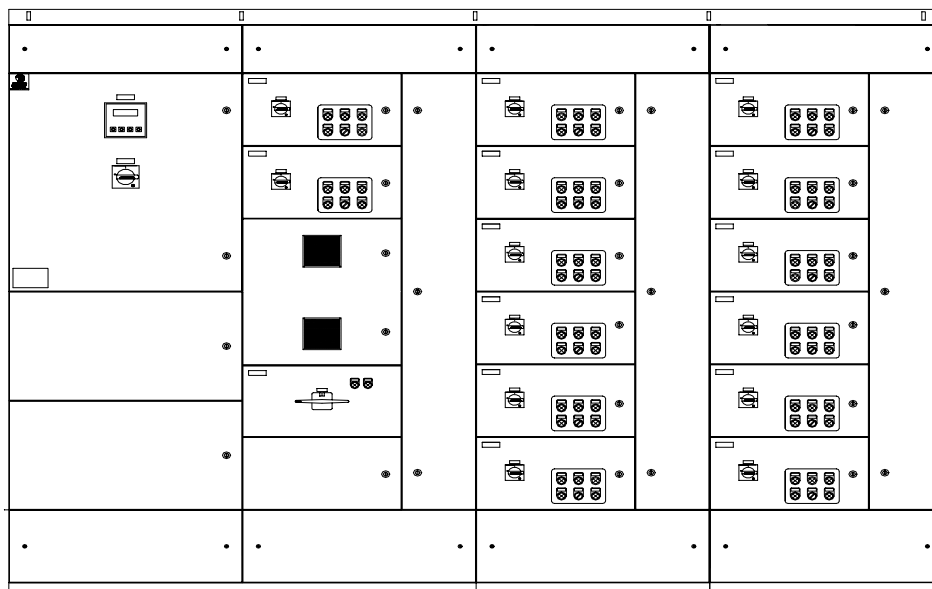


Figura 15 – Vista externa de um CCM – Cliente: Augusto Velloso – Obra: Integração Centro LUZ CPTM/METRÔ.



◆ CCM Inteligente

Atualmente, é comum na utilização para acionamentos de motores de: inversores de frequência, reguladores de potência, sistemas de partida, **controladores programáveis, que comandam uma série de parâmetros, sensores ou medidores digitais de grandezas elétricas que podem ser conectados em alguns tipos de rede de comunicação.** A estes CCM's, damos o nome de CCM's inteligentes. Com a utilização dos CCM's inteligentes é possível receber antecipadamente um alarme de problemas potenciais, eliminar desligamentos desnecessários, isolar falhas de modo a reduzir o tempo de parada e distribuir ou equalizar as cargas enquanto o problema está sendo solucionado, além de poder reduzir os trabalhos de fiação, necessidades de espaço e tempo de instalação.

O CCM pode ser implementado para receber equipamentos com comunicação em rede dentro das gavetas, possibilitando que o comando e sinalização das partidas sejam conectados ao sistema de controle através de redes de comunicação industrial. As redes de comunicação são conectadas através das tomadas de comando, possibilitando que as gavetas sejam operadas remotamente quando as mesmas estiverem nas posições de "TESTE" e "INSERIDA". Utilizada em conjunto com a fiação de comando, facilmente pode-se implementar estratégias de acionamento do tipo LOCAL / REMOTO.

Os CCM's são conjuntos essenciais para a produção, e com o avanço da tecnologia e a necessidade de monitoramento e controle da produção, a utilização de redes é uma solução que possibilita reduzir tempo de parada de horas para minutos, com melhores e mais completos diagnósticos que localizam com precisão os pontos problemáticos durante o processo de produção, de modo que se possa saber o que e onde interferir e corrigir.



Figura 16 – Vista interna de uma gaveta com escravo para rede AS-I e instalações com CLP.

4.3 – Painéis de Controle

Painéis de controle são conjuntos montados com equipamentos de controle digital (ex: Controladores Lógicos Programáveis – CLP's) ou, simplesmente com contatores e relês com a função de controlar e intertravar um determinado processo ou aplicação.

Os painéis de controle geralmente têm a função específica de alocar este tipo de equipamento. Em grandes aplicações, os painéis de controle são encontrados como uma ou mais colunas de conjuntos fechados, podendo estar ou não fisicamente conectados às colunas dos painéis que contém equipamentos de potência. Os equipamentos de controle também podem ser instalados em compartimentos de painéis de distribuição e CCM's, por exemplo. Devido aos efeitos da compatibilidade eletromagnética (EMC) e perturbações nas redes de alimentação, não é recomendável que se tenha equipamentos de controle e potência instalados dentro de um mesmo compartimento em um conjunto. Entretanto, em sistemas pequenos, é comum encontrarmos este fato, tornando-se necessário neste caso, um cuidado redobrado no projeto de alocação de componentes e de cabos de potência e controle dos mesmos. Existem vários requisitos técnicos que precisam ser observados de modo a minimizarmos as influências por parte de ruídos e EMC, tanto aos equipamentos do próprio conjunto quanto aos equipamentos instalados próximos ao mesmo.

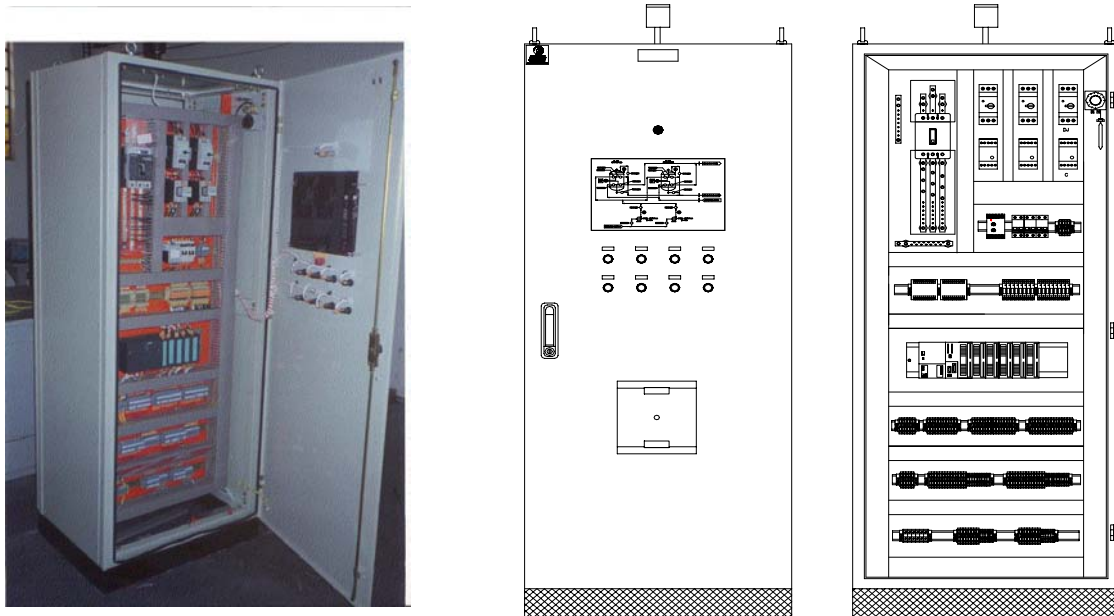


Figura 17 – Painel de Controle com CLP – CLIENTE: Water Process – Obra: ETE Gerdau.

4.4 – Painéis para Acionamentos - Drives

Conjuntos montados com equipamentos específicos para controle de velocidade de motores, junto com os equipamentos de alimentação, proteção e controle dos mesmos. Os drives trabalham com altas frequências internas, sendo um dos grandes emissores de poluição eletromagnética e um dos grandes geradores de harmônicas nas redes industriais. Outra característica é a de necessitarem de requisitos específicos com relação à dissipação térmica gerada pelo seu funcionamento. Por este motivo, a instalação de um Drive (soft-start / inversor de frequência / conversor de frequência etc.) precisa seguir uma série de requisitos técnicos para garantir seu funcionamento correto e minimizar as influências causadas por ele. As características dos Painéis para Drives não são especificamente relativas à estrutura (chaparia, barramentos, etc), mas sim relativos à correta aplicação dos conceitos de engenharia para esta aplicação.

Os principais cuidados que devem ser tomados ao se instalar um Drive em um painel são:

Correta disposição de componentes na placa de montagem, de modo a garantir as dissipações de calor de cada equipamento no interior do painel.

Correta disposição dos cabos de comando e potência.

Correta seleção de filtros de entrada e saída.

Correta especificação das proteções elétricas dos Drives.

Correto cálculo da dissipação térmica, de modo a verificar a necessidade de arrefecimento ou ventilação



Figura 18 – Painel com Inversor de Frequência – Cliente – Ampla Eng^o - Obra: Cargill.

5. PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONJUNTO

5.1 – Projeto Eletromecânico

“Os conjuntos devem ser construídos somente com materiais capazes de resistir esforços mecânicos, elétricos e térmicos, bem como aos efeitos da umidade, que provavelmente serão encontrados em serviço normal. A proteção contra corrosão deve ser assegurada pelo uso de materiais apropriados ou pela aplicação de camadas protetoras equivalentes em superfície exposta, levando em conta as condições pretendidas de uso e manutenção. Os dispositivos e os circuitos de um conjunto devem ser dispostos de maneira que facilite a sua operação e manutenção e, ao mesmo tempo, que assegure o grau necessário de segurança.” NBR IEC 60439-1

5.1.1 - Distâncias de isolamento e de escoamento

As distâncias de isolamento e escoamento encontradas na construção física de um conjunto definem os níveis de tensão a que este conjunto pode ser submetido, sem apresentar falhas como uma descarga disruptiva não intencional. O ensaio de Verificação de Propriedades Dielétricas e Verificação das Distâncias de Isolamento e



Escoamento tem a função de assegurar que o conjunto foi projetado e construído de acordo com as tensões nominais de isolação declaradas pelo fabricante.

◆ **Distância de isolação**

Distância entre duas partes condutoras em linha reta, o menor caminho entre estas partes condutoras. Está relacionado com a Tensão Nominal de Impulso (U_{imp}) a que o conjunto pode ser submetido.

◆ **Distância de escoamento**

Menor distância ao longo da superfície de um material isolante entre duas partes condutoras. Uma junção entre duas partes de material isolante é considerada como parte da superfície. Está relacionado à Tensão Nominal de Isolação do conjunto.



5.1.2 - Separação interna dos conjuntos por barreiras ou divisões

Os conjuntos podem ser divididos internamente em compartimentos separados ou espaços protegidos fechados, por meio de divisões ou barreiras (metálica ou não metálica), de forma a obtermos as seguintes características :

- proteção contra contato com partes perigosas que pertençam a compartimentos adjacentes.
- proteção contra a passagem de corpos estranhos sólidos de uma unidade de um conjunto para uma unidade adjacente.

Desta forma podemos classificar os conjuntos conforme a sua separação interna, como se segue:

Critério principal	Subcritério	Forma
Nenhuma separação		Forma 1
Separação de barramentos das unidades funcionais	Terminais para condutores externos não separados do barramento	Forma 2a
	Terminais para condutores externos, separados do barramento	Forma 2b
Separação de barramentos das unidades funcionais e separação de todas as unidades funcionais entre si. Separação dos terminais para condutores externos das unidades funcionais, mas não entre elas	Terminais para condutores externos não separados do barramento	Forma 3a
	Terminais para condutores externos separados do barramento	Forma 3b
Separação de barramentos das unidades funcionais e separação de todas as unidades funcionais entre si, inclusive os terminais para condutores externos que são partes integrantes da unidade funcional	Terminais para condutores externos no mesmo compartimento, bem como a unidade funcional associada	Forma 4a
	Terminais para condutores externos não no mesmo compartimento que a unidade funcional associada, mas em espaços protegidos ou compartimentos individuais, separados e fechados	Forma 4b

Tabela 1 - Formas típicas de separação por barreiras ou divisões

A forma de separação e graus mais elevados de proteção devem ser discutidos entre o fabricante e o

usuário.

Simbologia para representação das formas de separação entre partes ativas dos conjuntos funcionais.

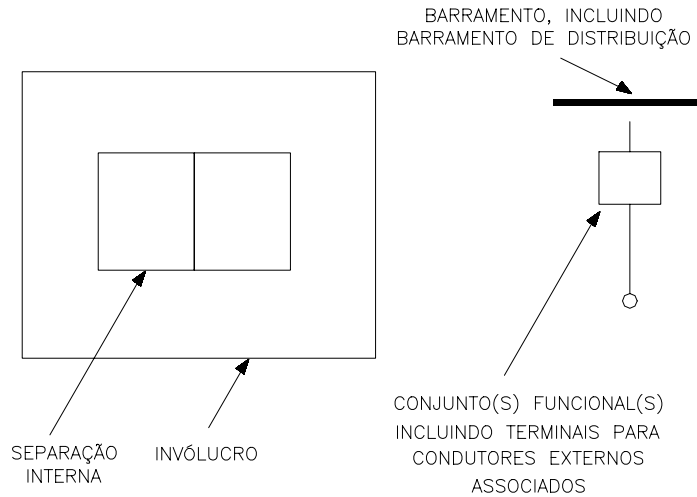
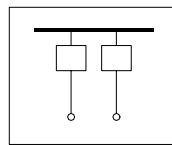
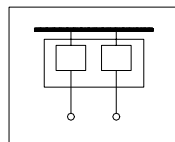


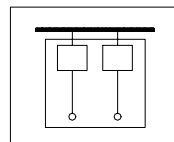
Figura 19 – Legenda das formas de separação.



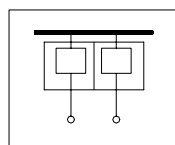
FORMA 1



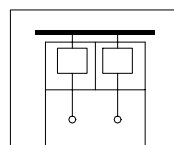
FORMA 2a



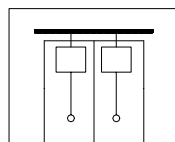
FORMA 2b



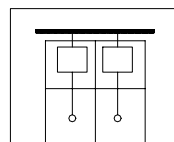
FORMA 3a



FORMA 3b



FORMA 4a



FORMA 4b

Figura 20 – Formas de separação.

5.1.3 - Grau de proteção do conjunto



Os graus de proteção proporcionados pelos painéis elétricos têm como objetivo:

- proteção de pessoas contra contato com partes sob tensão e contra contato com partes em movimento dentro do invólucro,
- proteção do painel contra a penetração de corpos sólidos estranhos,
- proteção do painel contra os efeitos prejudiciais da penetração de líquidos.

A designação utilizada para indicar o grau de proteção é formada pelas letras IP, seguidas de dois algarismos característicos que significam a conformidade com as condições de proteção exigida pelo projeto do painel.

O primeiro algarismo característico indica o grau de proteção proporcionado pelo invólucro à pessoas e também às partes do interior do painéis contra objetos sólidos (0 a 6 ou X, quando omitido).

Não protegido	0
Protegido contra objetos sólidos com \varnothing maior que 50 mm	1
Protegido contra objetos sólidos com \varnothing maior que 12 mm	2
Protegido contra objetos sólidos com \varnothing maior que 2,5 mm	3
Protegido contra objetos sólidos com \varnothing maior que 1 mm	4
Protegido contra a poeira Depressão: 200 mm de coluna d'água Máxima aspiração de ar: 80 vezes o volume do invólucro	5
	
Totalmente protegido contra a poeira Mesmo procedimento de teste	6

Tabela 2 - Graus de proteção



O segundo algarismo característico indica o grau de proteção proporcionado pelo invólucro contra efeitos prejudiciais da penetração de líquidos (0 a 8 ou X, quando omitido).

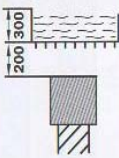
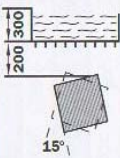
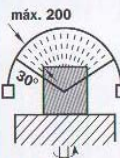
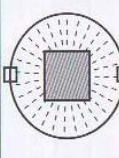
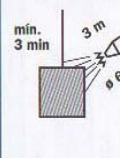
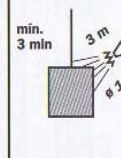
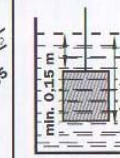
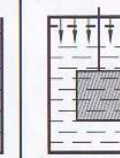
0	1	2	3	4	5	6	7	8
Não protegido	Protegido contra quedas verticais de gotas d'água	Protegido contra quedas verticais de gotas d'água para uma inclinação máxima de 15 graus	Protegido contra água aspergida de um ângulo de ± 69 graus	Protegido contra projeções d'água	Protegido contra jatos d'água	Protegido contra ondas do mar ou jatos potentes	Protegido contra imersão	Protegido contra submersão
	Tempo de teste 10 min 	Tempo de teste 10 min 	Tempo de teste 10 min 	Tempo de teste 10 min 	Tempo de teste 1 min/m 	Tempo de teste 1 min/m 	Tempo de teste 30 min 	Tempo de teste 30 min 
			10 l/min 80 kN/m ²	10 l/min 80 kN/m ²	12,5 l/min 30 kN/m ²	100 l/min 100 kN/m ²		

Tabela 3 - Graus de proteção

Poderão ser utilizadas identificações auxiliares, com adição de duas letras, uma adicional e outra suplementar, após os dois algarismos acima descritos.

1º Letra adicional opcional (A,B,C,D): Indica uma classificação de meios para a proteção de pessoas contra acesso a partes perigosas:

- A – Costas e mão;
- B – Dedo;
- C – Ferramenta;
- D – Fio.

2º Letra suplementar opcional (H,M,S,W): Indica uma classificação de meios para proteção de equipamentos apresentando informações suplementares para especificar o produto

- H – Aparelhagem de Alta tensão;
- M – Teste com água em movimento ;
- S – Teste com água parada;
- W – Condição do tempo.



Com a união dos algarismos descritos, podemos formar a tabela abaixo com as utilizações mais comuns dos graus de proteção.

		2º Numeral Característico								
		Grau de Proteção contra o ingresso prejudicial da água								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1º Numeral Característico	0	IP 00	IP 01	IP 02						
	1	IP 10	IP 11	IP 12	IP 13					
	2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
	3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
	4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	IP 45	IP 46		
	5					IP 54	IP 55	IP 56		
	6						IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

Tabela 4 - Graus de proteção

Segunda a norma NBRIEC 60439-1, o grau de proteção de um conjunto fechado deve ser pelo menos IP2X, depois de instalado conforme as instruções do fabricante. Para conjuntos de uso ao tempo, que não têm nenhuma proteção suplementar, o segundo número característico deve ser pelo menos 3.

Se o grau de proteção de uma parte do conjunto, por exemplo, na face de serviço, difere daquele da parte principal, o fabricante deve indicar o grau de proteção daquela parte, separadamente. Exemplo: IP00, face de serviço IP20.

Medidas para levar em conta a umidade atmosférica

No caso de um conjunto para instalação ao tempo e no caso de um conjunto para instalação abrigada destinada ao uso em locais com umidade alta e temperaturas com grandes variações, devem ser feitos arranjos apropriados (ventilação e/ou aquecimento interno, furos de dreno, etc.) para prevenir condensação prejudicial dentro do conjunto. Porém, o grau de proteção especificado deve ser mantido o mesmo por todo o tempo.

5.2 – Características Elétricas de um Circuito ou Conjuntos

Um conjunto é definido pelas seguintes características elétricas:

5.2.1 - Tensão nominal de operação

A tensão nominal de operação (U_e) de um circuito de um conjunto é o valor de tensão que, combinada com a corrente nominal deste circuito, determina sua utilização. Para circuitos polifásicos, é a tensão entre fases.

5.2.2 - Tensão nominal de isolamento (U_i)

A tensão nominal de isolamento (U_i) é o valor da tensão para o qual as tensões de ensaio dielétricas e distâncias de escoamento são referidas. A tensão nominal de operação máxima de qualquer circuito do conjunto não deve exceder sua tensão nominal de isolamento.



5.2.3 - Tensão suportável nominal de impulso (Uimp)

O valor de pico de uma tensão de impulso, de forma e polaridade definidas em norma, que o circuito de um conjunto é capaz de suportar, sem falha, sob condições especificadas de ensaio e para as quais se referem os valores das distâncias de isolamento.

5.2.4 - Corrente nominal (In)

A corrente nominal de um circuito de um conjunto é fixada pelo fabricante, levando em consideração a potência nominal dos componentes do equipamento elétrico dentro do conjunto, a sua disposição e a sua aplicação. Esta corrente deve ser conduzida sem que o conjunto e seu componentes apresentem elevação de temperatura acima daquelas definida pela norma.

5.2.5 - Corrente suportável nominal de curta duração (Icw)

A corrente suportável nominal de curta duração é o valor eficaz (r.m.s.) de uma corrente de curta duração designada para um circuito, pelo fabricante, que aquele circuito pode conduzir, sem dano, sob as condições de ensaio especificadas. Salvo indicação em contrário pelo fabricante, o tempo é 1 s.

5.2.6 - Corrente suportável nominal de crista (Ipk)

A corrente suportável nominal de crista de um circuito de um conjunto é o valor da corrente de pico designado para um circuito, que pode suportar satisfatoriamente sob as condições de ensaio especificadas.

5.2.7 - Corrente nominal condicional de curto-circuito (Icc)

A corrente nominal condicional de curto-circuito de um circuito de um conjunto é o valor da corrente de curto-circuito presumida, que aquele circuito, protegido por um dispositivo de proteção contra curto-circuito especificado pelo fabricante, pode suportar satisfatoriamente durante o tempo de funcionamento do dispositivo sob as condições de ensaio.

5.2.8 - Corrente nominal de curto-circuito limitada por fusível (Icf)

A corrente nominal de curto-circuito limitada por fusível de um circuito de um conjunto é a corrente nominal de curto-circuito condicional quando um dispositivo de proteção contra curto-circuito é um dispositivo fusível.

5.2.9 - Fator nominal de diversidade

O fator nominal de diversidade de um conjunto ou parte de um conjunto que tem vários circuitos principais (por exemplo, uma seção ou subseção) é a relação entre a soma máxima, em qualquer momento, das correntes de operação de todos os circuitos principais envolvidos e a soma das correntes nominais de todos os circuitos principais do conjunto ou da parte selecionada do conjunto.



Na ausência de informação sobre as correntes de operação reais, os valores convencionais a seguir podem ser usados.

Número de circuitos principais	Fator nominal de diversidade
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 a 9 inclusive	0,7
10 (e acima)	0,6

Tabela 5 - Valores de fator nominal de diversidade

5.2.10 - Frequência nominal

A frequência nominal de um conjunto é o valor da frequência que a designa e para a qual as condições de funcionamento se referem. A menos que seja especificado, é assumido que os limites são 98% e 102% da frequência nominal.

5.3 - Condições de Serviço

Os conjuntos construídos segundo a norma NBR IEC 60439-1 são projetados e testados conforme as seguintes condições de serviço:

5.3.1 - Temperatura ambiente para instalações abrigadas

A temperatura ambiente não excede +40 °C e a sua média, em um período de 24 h, não excede +35 °C. O limite inferior da temperatura ambiente é -5 °C.

5.3.2 - Temperatura ambiente para instalações ao tempo

A temperatura ambiente não excede +40 °C e a sua média, em um período de 24 h, não excede +35 °C. O limite inferior da temperatura ambiente é -25 °C em um clima temperado, e -50 °C em um clima ártico.

5.3.3 - Condições atmosféricas para instalações abrigadas

O ar é limpo e sua umidade relativa não excede 50 % à uma temperatura de máxima de +40°C. Podem ser permitidas umidades relativas mais altas a temperaturas mais baixas, por exemplo 90 % a +20°C. Convém que seja tomado cuidado com a condensação moderada, que pode acontecer ocasionalmente devido a variações de temperatura.

5.3.4 - Condições atmosféricas para instalações ao tempo

A umidade relativa pode estar, temporariamente, a 100 % à uma temperatura máxima de +25 °C.



5.3.5 - Grau de poluição

O grau de poluição se refere às condições ambientais para as quais o conjunto é previsto. Cuidados precisam ser tomados quando o mesmo vai ser aplicado em ambientes com poeira condutiva ou higroscópica, gás ionizado ou sal, assim como em ambientes com umidade relativa que possa resultar em condensação. Todos estes fatores afetam as distância de escoamento e isolamento, devendo portanto serem respeitadas as condições para as quais foram projetados os conjuntos.

Os seguintes graus de poluição são definidos:

- **Grau de poluição 1:** Não ocorre poluição ou somente uma poluição seca não-condutora.
- **Grau de poluição 2:** Ocorre, normalmente, apenas poluição não-condutora. Porém, ocasionalmente, pode ser esperada uma condutividade temporária causada por condensação.
- **Grau de poluição 3:** Ocorre poluição condutora ou poluição seca não-condutora que se torna condutora devido à condensação.
- **Grau de poluição 4:** A poluição provoca uma condutividade persistente causada, por exemplo, por pó condutivo ou pela chuva ou neve.

Distâncias de isolamento e de escoamento de acordo com os diferentes graus de poluição são definidas na norma NBRIEC 60439-1.

Grau de poluição padrão de aplicações industriais

Salvo prescrições em contrário, conjuntos para aplicações industriais, geralmente, são para uso em um ambiente de grau de poluição 3.

5.3.6 - Altitude

Acima de 1000 m, a baixa densidade do ar resulta em redução na dissipação de calor pelo ar que circunda os equipamentos elétricos. A temperatura ambiente, entretanto, diminui com o aumento da altitude, o que eventualmente pode compensar a diminuição desta capacidade de dissipação de calor.

Uma densidade de ar mais baixa também resulta em uma tensão de ruptura mais baixa, sendo necessário corrigir tanto as distâncias mínimas de isolamento, quanto as correntes de trabalho dos diversos dispositivos instalados.

Os conjuntos construídos conforme a norma NBRIEC 60439-1 são aptos a trabalhar em altitudes que não excedam 2000 m (6600 pés). Para equipamento eletrônico a ser usado a altitudes acima de 1000 m pode ser necessário levar em conta a redução da rigidez dielétrica e do efeito da refrigeração do ar.



5.4 - Proteção contra choque elétrico

5.4.1 - Proteção contra contato direto

Contato direto é o contato perigoso de pessoas com partes energizadas do conjunto. Para assegurar esta proteção, o conjunto deve apresentar medidas adequadas de construção ou devem ser tomadas medidas adicionais durante a instalação. Um exemplo é a instalação de um conjunto aberto, sem proteções adicionais, em um local onde somente é permitido o acesso de pessoal autorizado.

Uma ou mais das medidas de construção listadas abaixo devem ser aplicadas :

1 - Proteção por isolamento de partes energizadas

Partes energizadas devem ser completamente cobertas com um material isolante, que só pode ser removido através de sua destruição.

2 - Proteção com barreiras ou invólucros

Toda superfície externa da barreira ou invólucro deve apresentar um grau de proteção contra contato direto, de pelo menos IP2X ou IPXXB, ou seja, proteção contra dedo (pode ter aberturas menores que 12 mm de raio). Em conjuntos fechados, todo o fechamento externo é considerado um invólucro e portanto deve satisfazer esta condição.

A remoção, abertura ou retirada de uma barreira (como por exemplo, portas, tampas e fechamentos) somente pode ser feita com o uso de uma chave ou ferramenta.

A abertura de invólucros sem chave é permitida se todas as partes energizadas que podem ser tocadas involuntariamente depois da porta ser aberta forem desconectadas antes da abertura da mesma. Se por acaso alguma parte atrás de uma barreira necessitar de manuseio ocasional (como por exemplo a substituição de um fusível) sem o desligamento, devem existir obstáculos para impedir as pessoas de tocar involuntariamente as partes energizadas. O obstáculo não necessita impedir a pessoa de entrar em contato intencionalmente, passando o obstáculo com a mão.

5.4.2 - Proteção contra contato indireto

Proteção contra contato indireto é a prevenção de contato perigoso de pessoas com partes condutoras expostas da estrutura. O método mais comum utilizado é a de circuitos de proteção (PE, PEN). Também



podem ser utilizadas outras estratégias como “Separação de Circuitos” ou “Isolação Total” (utilização de invólucros de material isolante), mas estas duas últimas, por sua pouca utilização, não serão detalhadas neste documento.

Proteção usando circuitos de proteção

Um circuito de proteção em um conjunto pode ser formado tanto por um condutor de proteção separado como por partes condutoras da estrutura; ou por ambos. A função é a de prover :

- proteção contra as conseqüências de falhas dentro do conjunto;
- proteção contra as conseqüências de falhas em circuitos externos alimentados pelo conjunto.

A norma NBR IEC60439-1 detalha todos os requisitos técnicos que tanto a estrutura, quanto os equipamentos elétricos utilizados na construção do conjunto devem seguir para garantir a funcionalidade do circuito de proteção. O objetivo principal é que se garanta a continuidade e funcionalidade do circuito de proteção em qualquer operação de manuseio do conjunto, por meio de interconexões efetivas ou por meio de condutores de proteção. Outro ponto que necessita atenção é a determinação da seção dos condutores de proteção. Como ponto de partida pode-se utilizar a tabela abaixo (válida se o condutor de proteção PE / PEN for feito do mesmo metal dos condutores de fase; e se aplicada para PEN, as correntes de neutro não excedam 30% das de fase):

Seção dos Condutores de Fase S (mm²)	Seção Mínima dos Condutores de Proteção (PE, PEN) correspondentes (mm²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
S ≤ 800	S/4

Tabela 6 – Condutores de proteção.



5.5 - Proteção contra curto-circuito e corrente suportável de curto-circuito

Conjuntos devem ser construídos de maneira a resistir aos esforços térmicos e dinâmicos, resultantes de correntes de curto-circuito até os valores nominais. A corrente de curto-circuito pode ser reduzida pelo uso de dispositivos limitadores de corrente (indutâncias, fusíveis limitadores de corrente ou outros dispositivos de manobra limitadores de corrente).

Conjuntos devem ser protegidos contra correntes de curto-circuito por meio de, por exemplo, disjuntores, fusíveis ou combinação de ambos, que podem ser incorporados no conjunto ou podem ser dispostos fora dele.

Quando encomendar um conjunto, o usuário deve especificar as condições de curto-circuito no ponto da instalação.

5.5.1 - Informação concernente à corrente suportável de curto-circuito

1 - Para um conjunto que tem só uma unidade de entrada, o fabricante deve definir a corrente suportável de curto-circuito como segue:

1.1) Para conjuntos com dispositivo de proteção contra curto-circuito (SCPD) incorporado em uma unidade entrada, o fabricante deve indicar o valor máximo permissível da corrente presumida de curto-circuito nos terminais da unidade de entrada. Este valor não deve exceder a(s) característica(s) nominal(is). Se o dispositivo de proteção contra curto-circuito é um fusível ou um disjuntor limitador de corrente, o fabricante deve declarar as características do dispositivo (corrente nominal, corrente máxima de interrupção, corrente de corte, I^2t , etc.).

Se for usado um disjuntor com disparador de retardo de tempo, o fabricante deve indicar o tempo máximo de retardo e o ajuste à corrente presumida de curto-circuito.

1.2) Para conjuntos em que o dispositivo de proteção contra curto-circuito não está incorporado na unidade de entrada, o fabricante deve indicar a corrente suportável de curto-circuito de uma ou mais maneiras seguintes:

- a) corrente suportável nominal de curta duração junto com o tempo associado, se diferente de 1 s, e corrente suportável nominal de crista;
- b) corrente nominal condicional de curto-circuito;
- c) corrente nominal de curto-circuito limitada por fusível.



2 - Para um conjunto que tem várias unidades de entrada, as quais não é provável estarem funcionando simultaneamente, a corrente suportável de curto-circuito pode ser indicada em cada uma das unidades de entrada

3 - Para um conjunto que tem várias unidades de entrada, as quais é provável estarem funcionando simultaneamente, e para um conjunto que tem uma unidade de entrada e uma ou mais unidades de saída para máquinas girantes de alta potência, que podem alimentar a corrente de curto-circuito, deve ser feito um acordo especial para determinar os valores da corrente de curto-circuito em cada unidade de entrada, em cada unidade de saída e no barramento.

5.5.2 - Relação entre corrente suportável de crista e corrente suportável de curta duração

Para determinar o esforço eletrodinâmico, o valor da corrente suportável de crista deve ser obtido multiplicando a corrente de curta duração pelo fator n . Valores normalizados para o fator n e o fator de potência correspondente são determinados na tabela a seguir.

Valor r.m.s. da corrente de curto-circuito KA	cos φ	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

NOTA: Valores desta tabela representam a maioria das aplicações. Em locais especiais, por exemplo, ao redor de transformadores ou de geradores, podem ser achados valores mais baixos de fator de potência, onde a corrente de crista presumida máxima pode se tornar o valor limite, ao invés do valor r.m.s. da corrente de curto-circuito.

Tabela 7 - Valores normalizados para o fator n

5.5.3 - Coordenação dos dispositivos de proteção contra curto-circuito

A coordenação de dispositivos de proteção fica a cargo da adequação do projeto dos conjuntos às necessidades do usuário.



5.6 - Seleção de dispositivos e componentes de manobra

Dispositivos e componentes de manobra incorporados em conjuntos devem cumprir com as normas NBR ou IEC pertinentes. Os dispositivos e componentes de manobra devem ser apropriados para aplicação particular com respeito ao tipo do conjunto (por exemplo, tipo aberto ou fechado), tensões nominais (tensão nominal de isolamento, tensão suportável nominal de impulso, etc.), correntes nominais, vida útil, capacidades de estabelecimento e de interrupção, corrente suportável de curto-circuito, etc.

Os dispositivos e componentes de manobra devem ser instalados com todas as proteções elétricas, mecânicas e requisitos definidos pelo fabricante do equipamento.

Coordenação de dispositivos e componentes de manobra, por exemplo, coordenação de partida de motor com dispositivos de proteção contra curto-circuito, devem cumprir as normas NBR ou IEC pertinentes.

5.7 - Barramentos e condutores isolados

5.7.1 - Dimensões e valores nominais

A escolha das seções dos condutores dentro do conjunto é de responsabilidade do fabricante/projetista dos conjuntos. Além da corrente suportável, a escolha é orientada pelos esforços mecânicos que o conjunto é submetido, pela maneira como estes condutores são instalados, pelo tipo de isolamento e, algumas vezes, pelo tipo de equipamentos conectados (por exemplo, equipamentos eletrônicos).

5.7.2 - Conexões elétricas

As conexões das partes condutoras de corrente não devem sofrer alterações indevidas, como resultado da elevação da temperatura normal, do envelhecimento dos materiais isolantes e das vibrações que ocorrem em operação normal. Em particular, os efeitos da dilatação térmica e da ação eletrolítica, no caso de metais diferentes, e os efeitos da resistência dos materiais para as temperaturas atingidas devem ser considerados. Conexões entre partes condutoras de corrente devem ser estabelecidas por meios que assegurem uma pressão de contato suficiente e durável.

5.7.3 - Características de alguns metais utilizados como condutores elétricos.

Cobre

É o metal de maior utilização na condução elétrica, principalmente na forma de barramentos, cabos, fios, elementos de contato. É empregado em estado puro ou em ligas conhecidas como bronzes e latões. Sua importância advém das inúmeras propriedades que possui e dentre as quais se destacam:



Fácil manuseio a quente e a frio
Resistência a corrosão do ar atmosférico
Resistência à ação dos agentes químicos mais comuns
Baixa resistividade
Alta condutividade térmica
Facilidade de emendar e soldar
Facilidade de capeamento por outros metais em processos eletroquímicos

Alumínio.

É o material mais utilizado para substituir o cobre, por ser mais leve que o mesmo, mais barato, e ter propriedades elétricas e mecânicas semelhantes, podendo adequar as dimensões para a substituição entre os materiais. Cabe lembrar que alguns cuidados específicos devem ser observados na sua utilização, conforme abaixo:

Utilização do alumínio x cobre.

O alumínio por ser mais leve, mais viável e fácil de reciclar que o cobre, teoricamente seria o melhor material para ser utilizado em ligações elétricas, mas as restrições aos condutores de alumínio estão relacionadas a suas conexões (com outros condutores de alumínio ou com condutores de cobre), tendo em vista os seguintes aspectos:

Resistividade: Sendo a resistividade do Alumínio maior que a do Cobre, a área necessária para a circulação de corrente é maior o que implicará em maiores espaços para a instalação dos barramentos ou condutores. Este fato muitas vezes inviabiliza a aplicação do Alumínio;

Oxidação: Quando exposta ao ar, a superfície do condutor de alumínio fica recoberta por uma camada fina e imperceptível de óxido, altamente isolante e de difícil remoção; nas conexões o bom contato só é conseguido com a ruptura dessa camada;

Escoamento (Fluência): O condutor de alumínio escoam com pressão constante; por essa razão, necessitam de reaperto periódico, em razão do afrouxamento causado pelo escoamento;

Eletropositividade: o Alumínio e o cobre estão “separados” eletroquimicamente por 2 volts, o que predispõe uma conexão alumínio-cobre à corrosão galvânica; são necessários, portanto, cuidados especiais nas conexões, como por exemplo, o uso de um terceiro metal de sacrifício (em geral, estanho) no conector (para conexão bimetálica).

Custo: Apesar destes pontos levantados, por se tratar de um elemento de menor custo que o cobre, o alumínio em muitas vezes pode ser aplicado com sucesso.

Prata.

É um condutor de menor resistividade. É usada em resistência de aparelhos de precisão, para fusíveis nos casos em que a constante de tempo é importante na proteção do aparelho, e também na deposição metálica ou banho eletro-químico em contatos elétricos e fios de bobina para melhorar seu fator de qualidade. É importante lembrar dos compostos da prata como seus nitratos que são utilizados para dar banhos de



eletrodeposição, que são usados principalmente em barramentos de cobre, formando uma película protetora de metal que ajuda na proteção à corrosão e o ataque de ambientes abrasivos.

Ouro.

É um condutor elétrico de utilização mais especial. Metal de grande estabilidade química, é dotado de excelentes propriedades para utilização no ramo eletrônico.

Usado como fio condutor em equipamentos especiais: como peça de contato em chaves e relés de baixa corrente e alta precisão e confiabilidade ou em películas ou filmes condutores

Estanho.

É um metal muito utilizado como ingrediente de ligas. De cor branco-prateada, se liga ao cobre para produzir os bronzes, ao chumbo para produzir solda, e é usado largamente como revestimento anticorrosivo.

As ligas metálicas são largamente aplicadas à eletricidade, não só como condutores elétricos, mas também como fusíveis, contadores, resistências, resistores, barramentos terminais, etc.

5.8 - Compatibilidade eletromagnética (EMC)

Ambiente de EMC

A norma NBR IEC 60439-1 define duas categorias de ambiente aonde os conjuntos de baixa tensão podem estar inseridos:

Ambiente 1

Se relaciona, principalmente, à redes públicas de baixa tensão, tais como: local / instalação residencial, comercial e pequena indústria. As fontes de perturbações importantes, como solda a arco, não são cobertas por este ambiente.

Ambiente 2

Ambiente 2 se relaciona, principalmente, a redes / locais / instalações de baixa tensão não públicos ou industriais, incluindo fontes de perturbação importantes.

Tanto para imunidade como para emissão de EMC, a NBR IEC 60439-1 define que não é necessário ensaios de compatibilidade eletromagnética se:

- a) Os dispositivos e componentes incorporados são projetados para um dos ambientes especificados acima, conforme normas básica de EMC;
- b) A instalação e as ligações elétricas internas são efetuadas de acordo com as instruções dos fabricantes dos dispositivos e componentes (blindagem de cabos, aterramentos, distância mínimas etc.)



5.9 - Indicadores Luminosos e Displays

Indicador luminoso e Display fornecem-nos as seguintes informações:

- Indicação: Atrair a atenção do Operador ou indicar que determinada tarefa deverá ser executada. As cores Vermelha, Amarela ou Azul são normalmente utilizadas neste modo.
- Confirmação: Confirmar um comando, ou uma condição, ou confirmar a terminação de uma alteração ou período de transição. As cores Azul e Branca são normalmente utilizadas neste modo e a cor Verde poderá ser utilizada em alguns casos.

5.9.1 - Cores

A não ser que seja determinado pelo Fornecedor e Usuário, os sinalizadores luminosos deverão estar relacionados com a cor no que diz respeito à condição (estado) da máquina, de acordo com a seguinte tabela “extraída da norma IEC 60204-1”:

Cores de indicadores luminosos e seu significados			
Cor	Significado	Explicação	Ação por operador
Vermelha	Emergência	Condições Perigosas	Ação imediata para atuar com condições perigosas (ex: operando parada de emergência)
Amarela	Anormal	Condição Anormal	Monitorar e/ou intervir (ex: restabelecendo a função pretendida)
Verde	Normal	Condição Normal	Opcional
Azul	Obrigatório	Indica condição que requer a ação do operador	Ação obrigatória
Branca	Neutro	Outras condições: Pode ser usado quando existe dúvida quanto a aplicação das outras cores	Monitorar

Tabela 8 - Indicadores Luminosos.

A utilização destas cores de acordo com os seguintes critérios:

- A segurança das pessoas e meio ambiente;
- O estado do equipamento elétrico.

5.9.2 - Atuadores de Botões.



Salvo acordo entre Fabricante e Usuário, os atuadores de Botoeiras deverão ser relacionados com a cor de acordo com seguinte tabela “ *extraída da norma IEC 60204-1*”:

Relação das cores e significados das Botoeiras			
Cor	Significado	Explicação	Exemplos de Aplicação
Vermelha	Emergência	Atuar no caso de condições perigosas ou emergência	Parada de emergência Início de uma função de emergência
Amarela	Anormal	Atuar no caso de um evento anormal	Intervenção para suprir condições anormais Intervenção para rearmar um ciclo automático interrompido
Verde	Normal	Atuar no caso de um evento normal	
Azul	Obrigatório	Atuar em condições que requerem ações obrigatórias	Função de reset
Branca	Sem designação específica	Para uso geral menos emergência	Marcha / ON (preferível) Parada / OFF
Cinza	Sem designação específica	Para uso geral menos emergência	Marcha / ON Parada / OFF
Preta	Sem designação específica	Para uso geral menos emergência	Marcha / ON Parada / OFF (preferível)

:

Tabela 9 - Botoeiras.

As cores de atuadores para ligar deverão ser branca, cinza ou preta, de preferência a branca. A cor verde também é permitida. A cor vermelha deverá ser utilizada somente para atuadores de parada de emergência.

As cores de atuadores de desligar deverão ser preta, cinza ou branca, de preferência preta. A cor vermelha é também permitida, tomando o devido cuidado para não utilizá-la junto de alguma operação de emergência.

As cores branca, cinza ou preta são as preferências para atuadores de botoeiras que atuem alternadamente com botoeiras de ligar e desligar, ou que operem em stand-by. Em caso de atuadores de reset, as cores deverão ser azul, branca, cinza ou preta.

Botoeiras Luminosas

Os atuadores de Botoeiras Luminosas deverão ser relacionados com as cores, segundo as tabelas. A dificuldade está na atribuição da cor apropriada, para tal função deve-se observar a filosofia empregada na operação da máquina ou equipamento, bem como um acordo entre consumidor e fornecedor para estabelecer padrões comuns de utilização.

A cor Vermelha para atuador de Parada de Emergência não deverá depender da luminosidade da sua própria cor.

5.10 - Identificação dos condutores



Os condutores devem ser identificados por: número, disposição, cores ou símbolos, sendo os mesmos presentes nos diagramas ou esquemas elétricos.

Sugestão de Identificação pela disposição:

As fases R, S e T (A, B e C), devem ser dispostos nas seguintes ordens:

Da esquerda para a direita;

De cima para baixo;

Da frente para trás.

Sugestão de Identificação pela cor:

Devem ser identificados nas seguintes cores:

Corrente alternada:

Fase R – Azul Escuro;

Fase S – Branco;

Fase T – Violeta ou Marrom.

Corrente Contínua:

Positivo – Vermelho;

Negativo – Preto;



Figura 21 – Montagem com barragem pintados
Identificados nas cores padrões.



Figura 22– Montagem com barragem isolados
com termo-retrátil, identificados por disposição.



O condutor de proteção (PE/PEN) deve ser facilmente distinguível pelo formato, pela localização, pela marcação ou pela cor. Se for usada a identificação pela cor, deve ser verde e amarelo (dupla cor). Quando o condutor de proteção é um cabo isolado de único núcleo, esta identificação de cor deve ser usada, de preferência, por toda extensão. A identificação pela cor do condutor de neutro (N) deve ser na cor Azul-clara.

5.11 - Proteção contra corrosão

O aço em contato com o meio ambiente tende a se oxidar pela presença de O_2 e H_2O , começando pela superfície do metal até a sua total deterioração. Pode-se encontrar conjuntos de pequeno porte construídos com invólucros de materiais não ferrosos, mas o mais comum é a utilização de aço carbono como a matéria prima para a fabricação das estruturas dos conjuntos. Algumas soluções reduzem a velocidade da corrosão, como a utilização de aços resistentes à corrosão atmosférica (aços inoxidáveis) e a aplicação de zincagem e pintura.

5.11.1 - Zincagem

O princípio básico para tornar o metal resistente à corrosão é colocar o metal Zinco em contato com a superfície metálica. O processo, chamado de zincagem, forma uma camada de zinco que evita a entrada de água e ar atmosférico, além de sofrer corrosão antes do ferro. Este processo garante à peça uma maior durabilidade, já que a corrosão do zinco é de 10 a 50 vezes menor que no aço nas áreas industriais, e de 50 a 350 vezes em áreas marinhas.

5.11.2 - Galvanização

A galvanização é o processo de zincagem por imersão a quente, que consiste na imersão da peça em um recipiente com zinco fundido a $460^{\circ}C$. O zinco adere à superfície do aço através da formação de uma camada de liga Fe-Zn, sobre a qual se deposita uma camada de zinco pura de espessura correspondente a agressividade do meio a qual a peça será submetida.

5.11.3 - Pintura

A pintura propriamente dita pode ser combinada com os processos acima ou ser utilizada como método único para proteção contra corrosão. Consiste em criar uma barreira impermeável protetora na superfície exposta do aço através da aplicação de esmaltes, vernizes, tintas e plásticos.

5.11.4 - Processo

Existem uma série de variações nos processos acima, que corretamente combinados irão garantir uma maior ou menor resistência à corrosão, e devem ser selecionados conforme o local de instalação do painel e do grau de agressividade do ambiente. Vamos apenas exemplificar os processos mais comuns utilizados no tratamento superficial de invólucros metálicos, partindo da chapa nua até o acabamento final.



Etapa 1 - Pré-Tratamento

Cuidados precisam ser tomados quando os painéis serão utilizados em ambientes com alta agressão de intemperismo, exposição à radiação solar ou ambientes com altas concentrações de agentes corrosivos. Os processos de pré-tratamento variam dependendo do ambiente a ser utilizado pois quanto maior a necessidade de proteção, maior deverá ser a rugosidade do metal ao final do processo. Uma maior rugosidade irá garantir a deposição de grandes camadas de proteção a zinco (líquidos ou metálicos) e grandes espessuras de tintas protetoras.

Inicialmente a chapa passa por um processo de remoção de impurezas. Para aplicações de agressividade não altamente severa, primeiramente são retiradas por via química superficiais, óleos e graxas (desengrache), pó, pastas de polir e análogos (decapagem). Em casos de alta agressão de intemperismos adota-se o processo de jateamento, aonde inicialmente se faz a limpeza por meio de jateamento de granalha metálica, garantindo uma maior rugosidade do metal.

Após a limpeza podemos ter diferentes tipos de processos de zincagem dependendo da exigência do nível de resistência à corrosão. Pode-se utilizar por exemplo, processos de fosfatização (proteção por recobrimento com fosfato de zinco-cálcio), pulverização de zinco fundido ou galvanização.

Etapa 2 - Tratamento

Caso necessário pode-se fazer um pré acabamento adicional que confere qualidade de resistência a ambientes agressivos e é normalmente feita com a deposição de zinco através de processos líquidos (aplicações de tintas ricas em zinco) ou metálicos. É uma proteção adicional que pode ser utilizada em conjuntos a serem instalados em ambientes internos e externos úmidos e agressivos, inclusive orla marítima.

Etapa 3 - Pintura

Denominado também como acabamento, consiste em completar o aspecto final desejado para o produto, atribuindo-se as características técnicas e visuais adequadas. Assim, parâmetros visuais tais como textura, brilho, cor, etc são obtidos, que aliado aos processos de pré-tratamento, garantem também as características técnicas necessárias exigidas pelo ambiente onde o produto será instalado. Desta forma a aplicação do painel acaba por definir parâmetros do acabamento final tais como dureza, flexibilidade, aderência, intemperismo, cura, etc. Por exemplo: a espessura da camada de tinta é expressada em microns (μm), podendo variar de 60 a 70 microns para aplicações indoor até de 100 a 130 microns para ambientes severos.

Os dois processos de pintura mais utilizados são:



- Pintura Eletrostática a Pó
- Pintura Líquida

5.11.5 - Pintura Eletrostática a Pó

As superfícies a serem pintadas são pulverizadas com uma tinta em pó formada basicamente por 30% de pó de epóxi e 70 % de poliéster. Esta tinta se adere ao metal pré-tratado por um processo eletrostático, sendo necessário posteriormente a colocação desta peça em uma estufa para que a película de tinta seja curada a uma temperatura de aproximadamente de 190 graus centígrados.

Este processo garante uma distribuição suficiente e uniforme da tinta sobre a superfície metálica já previamente tratada, podendo sofrer esforços físicos de dobra e torção sem o aparecimento de rachaduras ou bolhas além de proporcionar uma alta resistência mecânica contra impactos e raios ultra-violetas.

Algumas limitações deste processo são encontradas, por exemplo, quando se tem chapas dobradas face a face, onde fica difícil garantir que toda superfície metálica seja protegida pelos componentes anti-corrosivos.

5.11.6 - Pintura Líquida

Tinta líquida aplicada à chapa tanto por imersão da peça como por meio de pistola de pintura. Normalmente antes da aplicação da tinta é utilizado um Primer com ação anti-corrosiva como tinta de fundo. A pintura líquida também pode ser utilizada tendo a pintura a pó como tinta de fundo.

5.11.7 - Aderência da pintura

Para determinação deve-se obedecer aos critérios estabelecidos na Norma Técnica: “**ABNT NBR 11003 (1990) – TINTAS – DETERMINAÇÃO DE ADERÊNCIA.**”

Normalmente são adotados os níveis Grade 0 ou 1, para padrão de aderência de pintura.

5.11.8 – Cores de Pintura

Cores de painéis são definidas por dois tipos de codificação, o código Munsell e o código RAL. Ambos definem uma série de cores que podem ser selecionadas para as pinturas dos painéis. Entretanto as duas mais utilizadas são o Munsell N6,5 (cinza claro) e o RAL 7032 (cinza). Veja nos anexos as codificações completas.



TABELA 10 – CODIFICAÇÃO MUNSSELL

CORES	MUNSSELL
CINZA CLARO	N 6,5
CINZA MÉDIO	N 5
CINZA ESCURO	N 3,5
CINZA GELO	N 8,0
CINZA PASTEL	5 GY 6/1
VERDE CLARO	2,5 G 9/2
VERDE JADE	7,5 G 6/4
VERDE PISCINA	7,5 BG 8/4
VERDE LIMÃO	2,5 G 8/8
VERDE PASTEL	2,5 G 7/2
VERDE	10 G 6/4
VERDE SEGURANÇA	10 GY 6/3
VERDE	2,5 G ¾
VERDE	2,5 G 5/6
VERDE	5 GY 8/4
VERDE	10 GY 6/6
VERDE ESCURO	2,5 G 4/8
AZUL CLARO	5 B 7/4
AZUL MÉDIO	7,5 B 6/8
AZUL ESCURO	2,5 PB 3/4
AZUL PASTEL	2,5 PB 6/4
AZUL CINZENTO	7,5 PB 7/2
AZUL	2,5 PB 4/10
AZUL PASTEL	2,5 PB 8/4
AZUL	7,5 PB 3/8
AMARELO OURO	10 YR 7/14
AMARELO	7,5 R 7/14
AMARELO SEGURANÇA	5 Y 8/12
LARANJA SEGURANÇA	2,5 YR 6/14
VERMELHO SEGURANÇA	5 R 4/14
CREME	5 Y 3/6
CREME AREIA	2,5 Y 8/2
CREME CLARO	2,5 Y 9/4
GELO	10 Y 9/1
BEGE CAQUI	2,5 Y 5/6
BEGE	10 YR 7/6
CASTANHO	7,5 YR 7/6
MARROM	2,5 YR 2/4
PÚLPURA	10 P 4/10
PÚLPURA SEGURANÇA	2,5 RP 4/10
PÚLPURA	7,5 P 4/6
BRANCO	N 9,5
PRETO	N 1,0
ROSA	2,5 YR 7/6
BORDEAUX	2,5 R 3/10
ÓXIDO FERRO	10 N 3/6

TABELA 11 – CODIFICAÇÃO RAL

CORES	RAL
PRETO	8022
CINZA CLARO	7001
CINZA MÉDIO	7037
CINZA ESCURO	7024
CINZA GELO	7035
CINZA	7032
VERDE	6018
VERDE	6001
VERDE	6020
VERDE	6016
VERDE	6000
VERDE	6005
AZUL	5015
AZUL	5000
AZUL	5001
AZUL	5012
AMARELO	1004
AMARELO SEGURANÇA	1021
AMARELO	1016
LARANJA SEGURANÇA	3026
VERMELHO SEGURANÇA	3000
VERMELHO	3002
BEGE	1002
MARROM	8017
PÚRPURA	5014
BRANCO	9010
ROSA	3015



6. ELABORAÇÃO DO PROJETO

Para elaborar o projeto de um Conjunto de Manobra é preciso definir os seguintes pontos:

- * Normas técnicas exigidas.
- * Solicitações mecânicas.
- * Grau de proteção do invólucro.
- * Temperatura ambiente / umidade relativa do ar.
- * Resistência a corrosão / acabamento.
- * Instalação afastada ou encostada na parede / em local de serviço elétrico ou outros.
- * Comando local ou remoto.
- * Tipo construtivo, por exemplo armário, mesa de comando, painéis modulares / execução fixa ou extraível.
- * Disposição das entradas e saídas de cabos e/ou barramentos (pela parte inferior, superior ou lateral).
- * Tipo e seção dos cabos / tipo dos terminais.
- * Dimensões máximas para transporte e instalação do CM.

Para o projeto elétrico devem ser definidos:

- * Tensão e frequência da rede e dos circuitos auxiliares.
- * Correntes de curto-circuito (valor eficaz e de crista).
- * Tipo do sistema e tratamento do neutro.
- * Regime de serviço e cálculo do barramento.
- * Tipos e características elétricas dos dispositivos de manobra, controle e proteção.

Além disso devem estar disponíveis, conforme o caso, uma lista de motores um fluxograma do processo ou descrição de funcionamento, ou esquemas unifilares e de comando, controle e proteção.

Itens abaixo devem ser observados no projeto:

Acesso interno

Dispositivos que requerem rearme manual ou reposição durante o serviço (relés, fusíveis) devem ter fácil acesso dentro do CM.

Proteção contra contatos

No caso de tampas ou portas que não possuam chave nem requeiram ferramenta especial para serem abertas, a parte interna do CM deve ter proteção contra contatos diretos acidentais. Em sistemas com isolamento total essa proteção deve ser material isolante.



Instrumentos e chaves

Instrumentos de medição devem ser dispostos na altura dos Olhos, para comodidade de leitura. Punhos de manobra devem situar-se entre 0,6 a 1,8m do piso.

Marcação dos componentes

Deve haver uma clara identificação dos componentes do CM, (relés, fusíveis, etc) e com os símbolos e nomenclatura padrão indicados nos desenhos e esquemas relacionados.

Espaço para os cabos

É essencial prever espaço suficiente para entrada e saída de cabos e fios externos ao CM, bem como para sua fixação e para ligação aos terminais ou conectores.

Fontes de calor

A localização de dispositivos que produzem calor devido à perdas (transformadores, retificadores, relés e dissipadores térmicos, fusíveis, etc), deve ser, se possível, na parte superior do CM, para minimizar a influência sobre os outros dispositivos. Um projeto muito compacto em relação ao volume do invólucro (superfície externa do CM), pode resultar em insuficiente transferência de calor e elevação excessiva de temperatura.

Circuitos principais e auxiliares

No acesso de quadros de controle, recomenda-se que a parte de potência seja separada dos componentes de circuitos auxiliares, fixando-se os dispositivos mais leves na parte superior e os mais pesados na parte inferior do CM.

Temperatura Ambiente

À medida em que aumenta a temperatura ambiente, as correntes permanentes ou as correntes nominais de serviço dos dispositivos devem ser reduzidas. Como regra prática. Pode-se afirmar que a elevação de 1°C da temperatura ambiente implica numa redução de 1% no valor da corrente permanente.(Para dados específicos, ver catálogos técnicos de fabricantes de fios e cabos elétricos). Contatores instalados em temperaturas ambientes de >35°C devem seguir as indicações dos catálogos, especialmente devido ao aquecimento das bobinas.

Posição da Alimentação

A alimentação de um quadro de distribuição deve estar situada, de preferência, no centro do barramento. As saídas devem ser dispostas em ambos os lados da alimentação, prevendo-se as de maior potência o mais próximo possível desta.

Precauções contra a umidade do ar

Tratando-se de um CMF para instalação externa, com grau de proteção IP 55 ou IP 65, exposto simultaneamente à elevada umidade relativa e a fortes variações de temperatura, recomenda-se prever dispositivos para equalização do ar interno e externo, que assim evitam a condensação de vapor dentro do quadro. A instalação desses dispositivos deve ser tal que não permita a penetração de jatos de água, assegurando o grau 55 de proteção IP.

A fim de evitar uma condensação permanente, que pode danificar as partes metálicas, o CM deve ser equipado com resistores de aquecimento ou lâmpadas incandescentes controladas por termostato, de preferência instalados na sua parte inferior. Como valor, orientativo, pode-se considerar uma potência da ordem de 50 a 100W por metro cúbico de volume interno do quadro.

Desenho típico de um projeto mecânico de um Conjunto de Manobra fechado

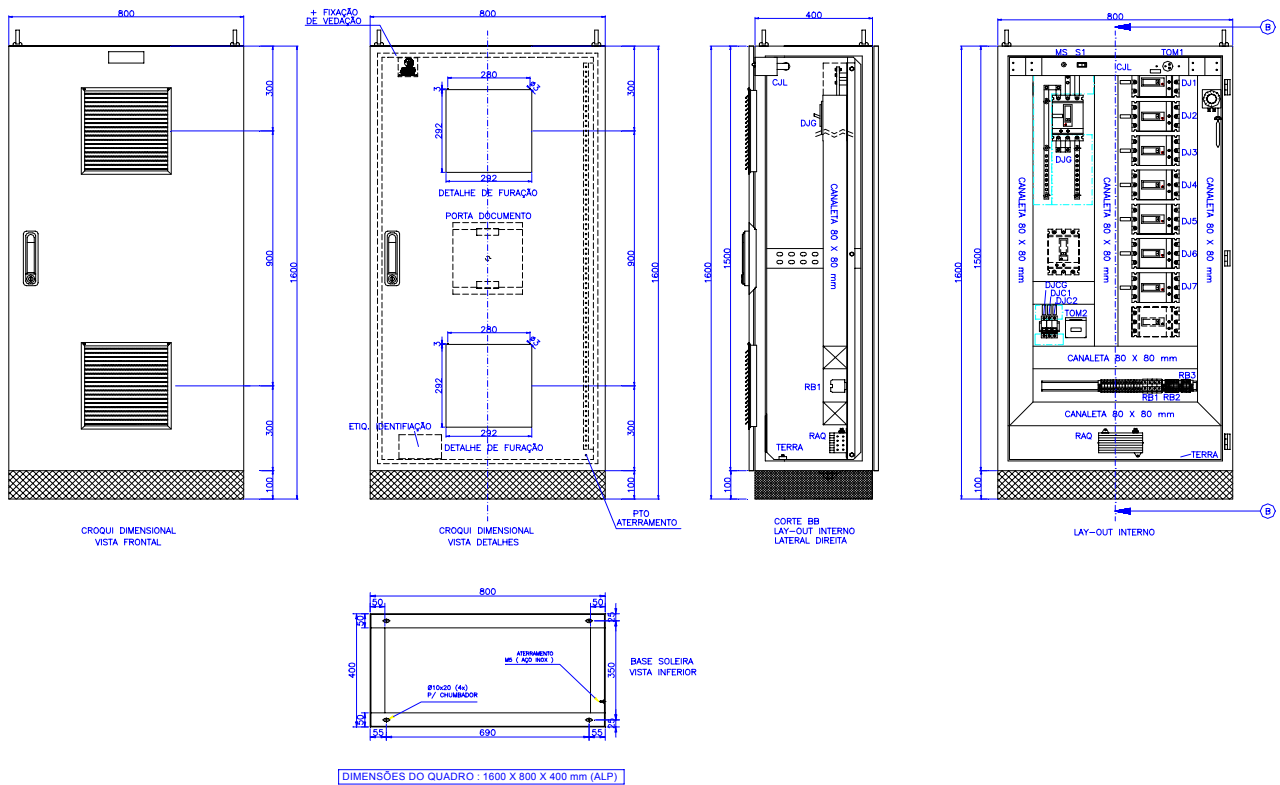


Figura 23 – Projeto do Conjunto de Manobra Fechado.



7. CONSIDERAÇÕES COM RELAÇÃO À TEMPERATURA INTERNA DOS CONJUNTOS

Em conjuntos abertos, as perdas térmicas produzidas pelos dispositivos elétricos e pelos condutores de corrente são facilmente dissipadas pela circulação de ar irrestrita entre os componentes. No caso de conjuntos fechados, as trocas de calor ocorrem primordialmente entre a superfície do invólucro e o ar ambiente. Praticamente todos os dispositivos emitem calor, que acabam por influenciar os outros equipamentos montados ao redor. Também existe um fenômeno de reflexão de parte deste calor nas paredes do invólucro. Por este motivo, a instalação física de equipamentos conhecidos como grandes emissores de calor, como relês de sobrecarga, retificadores, transformadores, fusíveis etc, requer grandes cuidados para se adequar à capacidade de dissipação de calor do invólucro. Se os dispositivos são montados muito próximos em um compartimento muito pequeno, a capacidade insuficiente de dissipação de calor pode levar a um aumento de temperatura além do limite de trabalho dos dispositivos, causando a prematura falha dos mesmos, sem falar no risco de incêndio.

Os sistemas de ventilação são destinados a remover o calor interno gerado pelos equipamentos em painéis elétricos e eletrônicos evitando o superaquecimento e promovendo a troca térmica a volume de ar.

Alguns sistemas são compostos por venezianas e conjunto de ventilação que incluem o ventilador responsável pela movimentação do ar e o filtro que minimiza a entrada de partículas em suspensão contidas no ar. Os sistemas podem ser montados aspirando ou insuflando, tendo como objetivo garantir uma pressão positiva no interior do painel e assim reduzir a entrada de poeira por vedação deficiente.

Os modelos mais utilizados são constituídos em perfis de alumínio anodizado natural ou injetados em termoplástico ABS, é importante observar que a manutenção deve ser prevista pelo usuário e compreende a limpeza ou troca do mesmo quando saturado. Havendo necessidade de grande troca de potência dissipada, controle de umidade, controle de variações de temperatura ou em ambientes hostis e com pouca ventilação, utilizamos condicionadores de ar, sendo montados no teto ou lateral dos painéis.

Para definir a capacidade, o tipo de montagem e as características da ventilação em um painel é fundamental observar alguns parâmetros importantes como:

Volume de ar existente no painel.

Verificar a taxa de ocupação dos componentes.

Fluxos de Ar:

Verificar a trajetória do ar para que não haja interferência e considere que o fluxo interno é compatível para painéis com largura de até 1200 mm. A partir desta medida, é recomendável a utilização de mais equipamentos ou equipamentos de ar condicionado, parcializando a carga térmica e distribuindo melhor o fluxo de ar, de forma a melhorar a homogeneização da temperatura interna.



Dimensões do sistema de ventilação.

Verificar se as dimensões do equipamento e da furação são compatíveis para instalação no painel.

Local de instalação.

Deve-se analisar o local de instalação do painel, verificando se o CM será encostado na parede, em um outro CM ou em algum outro corpo de grande volume, o que limita uma transferência de calor pela área da chapa, pois acarreta um aumento ou redução na potência térmica instalada. Verificar se o painel está exposto ao sol ou outra fonte externa de calor que seja relevante.

Distâncias entre componentes internos:

O arranjo dos componentes internos para a fabricação de um CM, é um item de destaque, pois devido a elevação de temperatura, os dispositivos utilizados poderão perder suas características elétricas, e serem danificados até a destruição dos componentes ou interligações dos CM.

Para a utilização de componentes eletrônicos e micro-processados como: Inversores, Soft-start, CLP (controlador lógico programável), relés eletrônicos ou mesmo banco de capacitores, deve ser analisada, com grande critério, pois nestes dispositivos a variação de temperatura e a necessidade de arrefecimento é imperiosa.

Como via de regra, todo projeto ou montagem de um CM, deve ser prescrito conforme recomendações das distâncias mínimas de isolamento e ventilação estabelecidas pelo fabricante dos dispositivos, para poder garantir a utilização adequada dos mesmos.

Cabos e dutos de passagem

Os cabos aliados a maneira em que eles estão alocados no painel, também podem resultar em uma fonte de calor, que deve ser observada, levando em conta a classe de isolamento dos cabos, seu fator de agrupamento e o seu acondicionamento físico no Painel.

A capacidade de dissipação de calor é uma característica dos conjuntos. Os requisitos cada vez mais exigentes com relação a graus de proteção elevados, compartimentação interna e necessidade de compactação de componentes de modo a tornar os conjuntos os mais compactos possíveis, tem causado vários casos de sobreaquecimento interno de conjuntos. Estes fatos tem tornado os ensaios de elevação de temperatura dos conjuntos um item de vital importância para se garantir o correto funcionamento dos mesmos.



8. ENSAIOS DOS CONJUNTOS

Os ensaios para verificação das características de um conjunto incluem:

- ensaios de tipo
- ensaios de rotina

8.1 - Ensaio de Tipo

Os ensaios de tipo são destinados para verificar a conformidade com os requisitos colocados, para um determinado tipo de conjunto. Ensaios de tipo serão realizados em uma amostra definida do conjunto ou em partes do conjunto fabricadas com base no próprio projeto ou de um projeto semelhante. Eles devem ser realizados sob a iniciativa do fabricante.

Ensaios de tipo incluem o seguinte:

- a) verificação dos limites de elevação da temperatura;
- b) verificação das propriedades dielétricas;
- c) verificação da corrente suportável de curto-circuito;
- d) verificação da eficácia do circuito de proteção;
- e) verificação das distâncias de escoamento e de isolamento
- f) verificação do funcionamento mecânico;
- g) verificação do grau de proteção.

Estas verificações devem ser realizadas tanto em conjuntos TTA como PTTA's, mas com procedimentos diferentes. Veja abaixo a relação dos ensaios e suas características :



Nº	Características a serem conferidas	TTA	PTTA
1	Limites de elevação da temperatura	Verificação dos limites de elevação da temperatura por ensaio (ensaio de tipo)	Verificação dos limites de elevação da temperatura por ensaio ou extrapolação
2	Propriedades dielétricas	Verificação das propriedades dielétricas por ensaio (ensaio de tipo)	Verificação das propriedades dielétricas por ensaio, ou verificação de resistência de isolamento
3	Corrente suportável de curto-circuito	Verificação da corrente suportável de curto-circuito por ensaio (ensaio de tipo)	Verificação da corrente suportável de curto-circuito por ensaio ou por extrapolação de arranjos típicos ensaiados de forma similar
4	Eficácia do circuito de proteção Conexão eficaz entre as partes condutoras do conjunto e o circuito de proteção Corrente suportável de curto-circuito do circuito de proteção	Verificação da conexão eficaz entre as partes condutoras do conjunto e o circuito de proteção por inspeção ou por medição da resistência (ensaio de tipo) Verificação da corrente suportável de curto-circuito do circuito de proteção por ensaio (ensaio de tipo)	Verificação da conexão eficaz entre as partes condutoras expostas do conjunto e o circuito de proteção por inspeção ou por medição da resistência Verificação da corrente suportável de curto-circuito do circuito de proteção por ensaio ou projeto apropriado e arranjo do condutor de proteção
5	Distâncias de isolamento e de escoamento	Verificação das distâncias de isolamento e de escoamento (ensaio de tipo)	Verificação das distâncias de isolamento e de escoamento
6	Funcionamento mecânico	Verificação do funcionamento mecânico (ensaio de tipo)	Verificação do funcionamento mecânico
7	Grau de proteção	Verificação do grau de proteção (ensaio de tipo)	Verificação do grau de proteção
8	Conexões dos condutores, funcionamento elétrico	Inspeção do conjunto inclusive inspeção das conexões dos condutores e, se necessário, ensaio de funcionamento elétrico (ensaio de rotina)	Inspeção do conjunto inclusive inspeção das conexões dos condutores e, se necessário, ensaio de funcionamento elétrico
9	Isolação	Ensaio dielétrico (ensaio de rotina)	Ensaio dielétrico ou verificação da resistência de isolação
10	Medidas de proteção	Verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica dos circuitos de proteção (ensaio de rotina)	Verificação das medidas de proteção
11	Resistência de isolação		Verificação da resistência de isolação salvo os ensaios de acordo

Tabela 12 - Lista de ensaios a serem realizados em TTA e PTTA



8.2 - Ensaio de rotina

Os ensaios de rotina são destinados para detectar falhas em materiais e na fabricação. Eles são realizados em todos os conjuntos ou em unidades do conjunto, após a finalização da montagem, sob responsabilidade do fabricante. Não é requerido que seja realizado outros ensaios de rotina no local de instalação.

Ensaio de rotina incluem o seguinte:

- a) inspeção do conjunto, inclusive inspeção da instalação elétrica e, se necessário, ensaio de funcionamento elétrico;
- b) um ensaio dielétrico;
- c) verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica do circuito de proteção.

Estes ensaios podem ser realizados em qualquer ordem.



Como exemplo de um roteiro para ensaios de Rotina, segue abaixo os Procedimentos de Inspeção, resumido nesta planilha a seguir:

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO - PAINEL ELÉTRICO

CLIENTE / OBRA:		
PAINEL:		SÉRIE:
OP:	DATA:	NF:

INSPEÇÃO VISUAL

PARÂMETRO	LAUDO
1. IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (PLAQUETAS):	
2. COMPONENTES INTERNOS:	
3. CORES DOS BARRAMENTOS:	
4. VERIFICAÇÃO DE FUSÍVEIS / DISJUNTORES:	
5. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS (COR E POSIÇÃO):	
6. IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS:	
7. ACABAMENTO NOS TERMINAIS:	
8. RÉGUAS DE BORNES (POSIÇÃO / IDENTIFICAÇÃO):	

INSPEÇÃO DIMENSIONAL

DIMENSÃO	VALOR NOMINAL	TOLERÂNCIA	LAUDO
1. ALTURA [mm]:			
2. LARGURA [mm]:			
3. PROFUNDIDADE [mm]:			
4. ESPESSURA DA CHAPA [mm]:			

INSPEÇÃO ELÉTRICA

PARÂMETRO	VALOR / LAUDO	
1. TENSÃO DE COMANDO:		
2. TENSÃO DE FUNCIONAMENTO:		
3. ATERRAMENTO:		
4. TESTE DE SINALIZAÇÃO:		
5. CONDUTIVIDADE DOS DISJUNTORES:		
6. TENSÃO APLICADA DE COMANDO [60Hz / 1min]:		
7. TENSÃO APLICADA DE POTÊNCIA [60Hz / 1min]:		
8. TESTE DE ISOLAÇÃO 500V / 1000MOhms:	R/S	MOhm
	S/T	MOhm
	T/R	MOhm
	R-S-T/TERRA	MOhm
	COMANDO/TERRA	MOhm

OBSERVAÇÕES:

Tabela 13 – Planilha de Inspeção



Para a determinação da aprovação do CM durante um ensaio de rotina, segue abaixo um exemplo do descritivo das análises efetuadas:

Inspeção mecânica:

Identificação de equipamentos.

Conferir todas as etiquetas de identificação dos componentes, localizados nas portas e/ou internamente ao quadro, as mesmas poderão ser confeccionadas em acrílico, alumínio ou plástico tipo porta cartão, auto-adesiva ou anilhada, de acordo com as identificações dos componentes (TAG'S) e especificações determinadas no projeto.

Componentes internos.

Conferir todos os materiais que compõe o quadro, observando as características determinadas no projeto e/ou na lista de material.

Identificação de cores.

Conferir se os componentes estão de acordo com as especificações de cores solicitadas pelo projeto, ou norma utilizada, dentre as mesmas à serem observadas: cor da caixa, placa de montagem, acessórios para fixações estruturais, bem como, a identificação de cores dos condutores: fases / neutro / terra, se estão de acordo com as especificações determinadas no projeto.

Identificação de barramentos.

Conferir as características dos barramentos utilizados na montagem do quadro, compreendendo: as características estruturais dos mesmos, dimensões, tratamento superficial e cores, se estão de acordo com as especificações determinadas no projeto.

Características dos cabos.

Conferir as características dos cabos utilizados na montagem do quadro, compreendendo as características estruturais dos mesmos, dimensões, fixações e terminações (terminais), se estão de acordo com as especificações determinadas na lista de materiais / projeto.

Identificação dos cabos.

Conferir se todos os cabos utilizados na montagem do quadro estão identificados / anilhados, cada cabo ou condutor com sua respectiva identificação, acompanhando a mesma em todos os pontos à serem conectados, conforme as numerações e TAG's determinados no diagrama de força ou comando determinados no projeto.

Acabamento nos terminais e conexões.

Conferir se todas as terminações ou conexões elétricas estão devidamente executadas, observando se as



mesmas possuem área de contato suficiente para uma boa conexão e com poucas perdas por contato entre as partes.

Os terminais devem ser climpados de maneira a não comprometer as características mecânicas dos cabos / conexões e contatos; sem rebarbas ou materiais condutores fora da área determinada para o acondicionamento das mesmas.

Os barramentos devem receber o tratamento superficial determinado no projeto, à fim de serem conectados aos equipamentos, não comprometendo as características conexões ou contatos dos equipamentos.

Identificação de régua de bornes.

Conferir as características técnicas, bem como as identificações dos conectores de passagem (bornes), se estão conforme as características técnicas determinadas no diagrama de força ou comando / lista de material do projeto.

Aperto de parafusos e conexões.

Conferir o aperto para a fixação adequada de todas as terminações / conexões elétricas ou mecânicas, existentes no projeto executado.

Aderência da pintura.

Conferir a aderência da pintura da caixa de acordo com o estabelecido pela lista de material ou projeto.

Para execução desta conferência deve-se obedecer aos critérios estabelecidos na Norma Técnica: **“ABNT NBR 11003 (1990) – TINTAS – DETERMINAÇÃO DE ADERÊNCIA.”**

Espessura da pintura.

Conferir a espessura da pintura da caixa de acordo com o estabelecido pela lista de material ou projeto.

Para execução desta conferência deve-se calibrar o aparelho denominado: “Micrômetro de Superfície” com suas respectivas amostras de superfícies, e medir a espessura em no mínimo 2 pontos por face para obter a espessura média, na camada superficial de acabamento (pintura).

Inspeção elétrica:

Tensão / frequência de funcionamento.

Conferir as características técnicas, limites (máximos e mínimos) dos equipamentos montados conforme determinado na lista de material / projeto. Os mesmos devem ser alimentados com tensões em suas respectivas frequências para obter o funcionamento correto, indicado no projeto, executando as funções principais (de potência) do sistema alimentado, sem que cause avarias ou grandes perturbações nos equipamentos utilizados, bem como, nos possíveis operadores do equipamento.

Tensão / frequência de comando.

Conferir as características técnicas, limites (máximos e mínimos), dos equipamentos montados conforme



determinado na lista de material / projeto. Os mesmos devem ser alimentados com tensões em suas respectivas frequências para obter o funcionamento correto, indicado no projeto, executando as funções auxiliares (de comando) do sistema alimentado, sem que cause avarias ou grandes perturbações nos equipamentos utilizados, bem como, nos possíveis operadores do equipamento.

Aterramento.

Conferir os aterramentos dos equipamentos eletrônicos ligados no quadro, se houver, bem como a equipotencialização das partes metálicas presentes no quadro, considerando: caixa, placa de montagem, porta e barra de aterramento o mesmo ponto potencial elétrico (massa), dos equipamentos montados, conforme determinado no projeto.

Teste de sinalização.

Conferir a execução correta das sinalizações presentes nos equipamentos montados no quadro, se dentre essas sinalizações, estão conforme determinado na lista de material / projeto:

Sinalização luminosa: via led's ou sinaleiros de comando; acessos ou não, durante a execução de determinadas funções descritas no projeto;

Sinalização mecânica: via cores ou manoplas de comando; indicando visualmente os "estados" de determinados componentes durante a execução de suas funções descritas no projeto.

Teste de comando – sistema manual e/ou automático;

Conferir a execução correta dos comandos, ou sistemas auxiliares, conforme determinado nas lógicas implícitas nos projetos, testando as funções e suas respectivas saídas: sinalização ou contato.

Os testes de comando podem ser efetuados em dois sistemas: manual ou automático.

Manual: O acionamento dos componentes é puramente manual e estabelecido pelo operador, sendo que, somente as funções de proteção dos equipamentos são acionadas automaticamente. Durante o teste devem ser executados todas as funções manuais, e obter suas respectivas respostas, conforme determinado no projeto.

Automático: O acionamento dos componentes é automático, dependendo de respostas ou informações lógicas recebidas (contatos digitais ou analógicos), oriundos de equipamentos externos / internos que responde com determinadas funções quando é alimentado. Durante o teste, devem ser executadas todas as funções automáticas, simulando as alimentações lógicas externas e obter suas respectivas respostas, conforme determinado no projeto.

Continuidade dos circuitos.

Conferir a continuidade de condução elétrica, de todos os cabos e condutores (barramentos) utilizados na montagem do quadro, conforme o diagrama de força ou comando determinados no projeto.

Tensão aplicada (rigidez dielétrica) de força.

Durante a realização deste procedimento deverá ser aplicada uma tensão conforme a tabela abaixo (no nível



de aproximadamente 2 a vezes a tensão de isolamento mais 1000V), com o seleção de fuga de corrente admissível entre fases / massa, no nível de 1 a 5 mA, durante 60 segundos. Esta corrente poderá ser variável de acordo com a quantidade e características dos condutores empregados no circuito conforme determinado no projeto.

A aprovação do circuito é determinada quando não é encontrada a situação de fuga, ou desarme do equipamento utilizado, HI-POT, para efetuar o teste descrito acima.

Tensão nominal de isolamento U_i (entre fases) V	Tensão de ensaio dielétrico CA r.m.s. V
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500$ *	3500

* Para c.c. somente

Tabela 14 - Botoeiras.

Tensão aplicada (rigidez dielétrica) de comando.

Durante a realização deste procedimento deverá ser aplicada uma tensão no nível de aproximadamente: 1,5 KV (nível de tensão industrial), com o selecionamento de fuga de corrente admissível entre fases / massa, no nível de aproximadamente: 5 mA, durante 60 segundos; esta corrente poderá ser variável de acordo com a quantidade e características dos condutores empregados no circuito conforme determinado no projeto.

A aprovação do circuito é determinada quando não é encontrada a situação de fuga, ou desarme do equipamento utilizado, HI-POT, para efetuar o teste descrito acima.

Resistência de isolamento.

Conferir a resistência de isolamento existente entre: fases / massa, utilizando para este procedimento um megômetro, gerando uma tensão no nível aproximado de 500 V, com 1000 Mohms de resistência entre as partes.



9. GLOSSÁRIO (extraído da NBR IEC60439-1)

Barramento

Condutor de baixa impedância ao qual podem ser conectados, separadamente, vários circuitos elétricos. O termo "barramento" não pressupõe forma geométrica, tamanho ou dimensões do condutor.

Barramento principal

Barramento no qual podem ser conectados um ou vários barramentos de distribuição e/ou unidades de entrada e de saída.

Barramento de distribuição

Barramento dentro de uma seção que é conectado a um barramento principal e a partir do qual são alimentadas unidades de saída.

Unidade funcional

Parte de um conjunto compreendendo todos os elementos elétricos e mecânicos que contribuem para execução de uma mesma função.

Unidade de entrada

Unidade funcional através da qual a energia elétrica é normalmente fornecida para o conjunto.

Unidade de saída

Unidade funcional através da qual a energia elétrica é normalmente fornecida para um ou mais circuitos de saída.

Grupo funcional

Grupo de várias unidades funcionais que são interconectadas eletricamente para a execução de suas funções operacionais.

Condição de ensaio

Condição de um conjunto ou parte dele em que os circuitos principais correspondentes estão desenergizados, mas não necessariamente desconectados (isolados), enquanto que os circuitos auxiliares associados estão conectados, permitindo ensaios de operação de dispositivos incorporados.

Situação desconectada

Condição de um conjunto ou parte dela em que o circuito principal correspondente e circuitos auxiliares associados estão desconectados (isolados).

**Situação conectada**

Condição de um conjunto ou parte dele em que o circuito principal correspondente e circuitos auxiliares associados estão conectados para a sua função normalmente executada.

Unidades de construção dos conjuntos**Seção**

Unidade de construção de um conjunto entre duas separações verticais sucessivas.

Subseção

Unidade de construção de um conjunto entre duas separações horizontais sucessivas dentro de uma seção.

Compartimento

Seção ou subseção fechada com exceção de aberturas necessárias para interconexão, controle ou ventilação.

Unidade de transporte

Parte de um conjunto ou um conjunto completo adequado para transporte sem ser desmontada.

Parte fixa

Uma parte constituída de componentes montados e ligados por condutores sobre um suporte comum e que é projetada para instalação fixa.

Parte removível

Uma parte que pode ser removida completamente de conjunto e pode ser substituída mesmo que o circuito ao qual é conectado possa estar energizado.

Parte extraível

Uma parte removível que pode ser movida de modo a estabelecer distância de isolamento da posição conectada para a posição desconectada e para uma posição de ensaio, se tiver, enquanto permanecer mecanicamente fixada ao conjunto.



Conexões elétricas das unidades funcionais

Conexão fixa

Conexão que é conectada ou desconectada por meio de uma ferramenta.

Conexão desconectável

Conexão que é conectada ou desconectada por manobra manual do meio de conexão, sem usar uma ferramenta.

Conexão extraível

Conexão que é conectada ou desconectada fazendo o conjunto ficar na condição conectada ou desconectada.

Vista externa dos conjuntos

Conjunto aberto

Conjunto que consiste de uma estrutura que suporta o equipamento elétrico, cujas partes energizadas são acessíveis.

Conjunto aberto com proteção frontal

Conjunto aberto com uma cobertura frontal que assegure um grau de proteção mínimo igual a IP2X. As partes energizadas podem ser acessíveis pelos outros lados.

Conjunto fechado

Conjunto que é fechado em todos os lados, com possível exceção na sua superfície de montagem, de maneira a assegurar um grau de proteção mínimo igual a IP2X.

Conjunto do tipo armário

Uma coluna fechada, em princípio assentada no piso, que pode incluir várias seções, subseções ou compartimentos.

Conjunto do tipo multi-colunas

Combinação de várias colunas mecanicamente unidas.

Conjunto do tipo mesa de comando

Conjunto fechado, com um painel de controle horizontal ou inclinado ou uma combinação de ambos, que incorpora dispositivos de controle, de medição, de sinalização, etc.



Conjunto do tipo modular (caixa)

Conjunto fechado em forma de caixa, em princípio para ser montado em um plano vertical.

Conjunto do tipo multi-modular

Combinação de caixas unidas mecanicamente, com ou sem estrutura de apoio comum, com as conexões elétricas passando entre duas caixas adjacentes por aberturas nas faces.

Barramentos blindados

Conjunto com ensaio de tipo totalmente testado na forma de um sistema de condutor, inclusive que são espaçados e apoiados por material isolante em um duto, calha ou invólucro semelhante.

O conjunto pode consistir de elementos como:

- elementos de canalização com ou sem possibilidade de derivação;
- elementos de transposição de fase, de expansão, elementos flexíveis, elementos de alimentação e de adaptação;
- elementos de derivação.

Partes estruturais dos conjuntos

Estrutura de apoio

Estrutura que faz parte de um conjunto projetado para apoiar vários componentes de um conjunto e invólucros, se houver.

Estrutura de suporte

Estrutura que não faz parte de um conjunto, projetada para suportar um conjunto fechado.

Placa de montagem

Placa projetada para suportar vários componentes e apropriada para instalação em um conjunto.

Estrutura de montagem

Estrutura projetada para suportar vários componentes e apropriada para instalação em um conjunto.

Invólucro

Parte que assegura a proteção de equipamento contra certas influências externas e proteção contra contato direto, em qualquer direção, a um grau de proteção mínima igual a IP2X.

Fechamento

Parte do invólucro externo de um conjunto.



Medidas de proteção relativas a choque elétrico

Parte energizada

Condutor ou parte condutora destinada a ser energizada em uso normal, inclusive condutor neutro, mas, por convenção, não um condutor PEN.

Parte da estrutura condutora exposta

Parte condutora de equipamento elétrico que pode ser tocada e que normalmente não é energizada, mas que pode se tornar energizada em caso de falha [VEI 826-03-02 modificado].

Condutor de proteção (PE)

Condutor requerido por certas medidas de proteção contra choque elétrico para conectar eletricamente quaisquer das partes seguintes:

- partes da estrutura condutoras expostas;
- partes condutoras externas;
- terminal de aterramento principal;
- eletrodo de terra;
- ponto aterrado da fonte ou neutro artificial

Condutor neutro (N)

Condutor conectado ao ponto neutro de um sistema e capaz de contribuir para a transmissão de energia elétrica [VEI 826-01-03].

Condutor PEN

Condutor aterrado que combina as funções de condutor de proteção e condutor neutro [VEI 826-04-06 modificado].

Funções eletrônicas

Blindagem

Proteção de condutores ou equipamento contra interferência causada, em particular, por radiação eletromagnética de outros condutores ou equipamento.

Coordenação de isolamento

Distância de isolamento

Distância entre duas partes condutoras em linha reta, o menor caminho entre estas partes condutoras [2.5.46 de IEC 60947-1] [VEI 441-17-31].

Distância de seccionamento de uma parte condutora para uma parte mecânica



Distância de isolamento entre contatos abertos que satisfazem aos requisitos de segurança especificados para seccionadores.

Distância de escoamento

Menor distância ao longo da superfície de um material isolante entre duas partes condutoras. NOTA Uma junção entre duas partes de material isolante é considerada como parte da superfície.

Grau de poluição (de condições ambientais)

Número convencional baseado na quantidade de poeira condutiva ou higroscópica, gás ionizado ou sal e, também, na umidade relativa e sua frequência de ocorrência, que resulta em absorção higroscópica ou condensação de umidade, que conduz à redução rigidez dielétrica e/ou resistividade superficial.

Coordenação de isolamento

Correlação de características de isolamento de equipamento elétrico com sobretensões esperadas e com as características dos dispositivos de proteção contra sobretensão, de um lado, e com o micro-ambiente esperado e os meios de proteção contra poluição.

Componentes utilizados nas montagens dos Conjuntos de Manobra

Seccionador

Dispositivo de manobra (mecânico) que assegura, na posição aberta, uma distância de isolamento que satisfaz requisitos de segurança especificados.

Nota: Um seccionador deve ser capaz de conduzir correntes em condições normais de circuito, e também por um tempo especificado, as correntes em condições anormais do circuito, tais como as de curto-circuito.

Contator

Dispositivo de manobra (mecânico) de operação não manual, por energização de uma bobina cujo núcleo tem uma parte móvel solidária aos contatos, que tem uma única posição de repouso e é capaz de estabelecer (ligar), conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, inclusive sobrecargas em funcionamento previstas.

Nota: É denominado de potência quando comanda circuito de força e auxiliar quando é usado para multiplicar o número de contatos de um dispositivo de comando.

Disjuntor

Dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção, capaz de estabelecer (ligar), conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito ou sobrecarga.



Fusível encapsulado

Fusível cujo elemento fusível é completamente encerrado num invólucro fechado, o qual é capaz de impedir a formação de arco externo e a emissão de gases, chama ou partículas metálicas para o exterior quando da fusão do elemento de fusível (de proteção), dentro dos limites de sua característica nominal.

Relé (elétrico).

Dispositivo elétrico destinado a produzir modificações súbitas e predeterminado em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando certas condições são satisfeitas no circuito de entrada que controlam o dispositivo.

Nota: O relé seja de que tipo for, não interrompe o circuito principal, mas sim faz atuar o dispositivo de manobra desse dispositivo principal.

Têm como finalidade atuar em circuitos de comando, medição e controle, podendo ter vários tipos de funcionamento, como: Sobre-corrente, temporização de contatos, sensoriamento de fase, monitoramento de correntes, ou funções de proteção conforme tabela de nomenclaturas ASA, não mencionada nesta publicação.



Símbolos literais

Para identificação de componentes em esquemas elétricos conforme IEC 113.2 e NBR 5280

Símbolo	Componente	Exemplos
A	Conjuntos e subconjuntos	Equipam. laser e maser. Combinações diversas
B	Transdutores	Sensores termoeletricos, células termoeletricas, células fotoeletricas, transdutores a cristal, microfones fonocaptadores, gravadores de disco
C	Capacitores	
D	Elementos binários, dispositivos de temporização, dispositivos de memória	Elementos combinados, mono e bi-estáveis, registradores, gravadores de fita ou de disco.
E	Componentes diversos	Dispositivos de iluminação, de aquecimento, etc
F	Dispositivos de proteção	Fusíveis, pára-raios, disparadores, relés
G	Geradores, fontes de alimentação	Geradores rotativos, alternadores, conversores de frequência, soft-starter, baterias, osciladores.
H	Dispositivos de sinalização	Indicadores acústicos e ópticos
K	Contatores	Contatores de potência e auxiliares.
L	Indutores	Bobinas de indução e de bloqueio
M	Motores	
N	Amplificadores, reguladores	Componentes analógicos, amplificadores de inversão, magnéticos, operacionais, por válvulas, transistores
P	Instrumentos de medição e de ensaio	Instrumentos indicadores, registradores e integradores, geradores de sinal, relógios
Q	Dispositivos de manobra para circuitos	Disjuntores, seccionadores, interruptores ,de potência
R	Resistores	Reostatos, potenciômetros, termistores resistores em derivação, derivadores
S	Dispositivos de manobra, seletores	Dispositivos e botões de comando e de auxiliares posição (fim-de-curso) e seletores
T	Transformadores	Transformadores de distribuição, de potência, de potencial, de corrente, autotransformadores
U	Moduladores, conversores	Discriminadores, demoduladores, codificadores transmissores telegráficos
V	Válvulas eletrônicas, semicondutores	Válvulas, válvulas sob pressão, diodos, transistores, tiristores
W	Antenas, guias de transmissão e de onda	Jampers, cabos, barras coletoras, acopladores dipolos, antenas parabólicas.
X	Terminais, tomadas e plugues	Blocos de conectores e terminais, jaques,
Y	Dispositivos mecânicos operados mecanicamente	Freios, embreagens, válvulas pneumáticas
Z	Cargas corretivas, transformadores diferenciais. Equalizadores, limitadores	Rede de balanceamento de cabos, filtros a cristal