

Capítulo VII

Filosofias construtivas

Por Luiz Felipe Costa*

A ABNT NBR IEC 60439-1 define conjunto de manobra e controle de baixa tensão como sendo a “combinação de um ou mais dispositivos e equipamentos de manobra, controle, medição, sinalização, proteção, regulação etc., em baixa tensão, completamente montados, com todas as interconexões internas elétricas e mecânicas, e partes estruturais, sob a responsabilidade do fabricante”. A IEC 61439-2, como já mencionada anteriormente, esclarece que os conjuntos servem para a distribuição e controle de todos os tipos de cargas em aplicações industriais, comerciais e similares em baixa tensão (BT).

Dentro deste contexto, em que se permite a combinação de elementos de manobra com os de controle, torna-se possível compreender por que a cultura europeia, a princípio, não faz distinção entre os “tipos construtivos” CDC (Centro de Distribuição de Cargas) e CCM (Centro de Controle de Motores), diferentemente do que é apresentado pela IEEE Std C37.20.1 (IEEE Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear) e pela NEMA Standard Publication No. ICS 18 (Motor Control Centers). Ou seja, a IEC aceita a integração de unidades de distribuição de potência e de controle de motores em uma única estrutura.

Um Centro de Distribuição de Cargas em Baixa Tensão (CDC de BT), exemplificados na Figura 1, conforme as definições encontradas no contexto ANSI / IEEE / NEMA / UL, é um equipamento em invólucro metálico com disjuntores de potência de BT, usados na distribuição de energia elétrica, normalmente, alimentada pelo secundário de um transformador de potência com tensão nominal de 240 V, 480 V ou 600

V. Pode ser conectado diretamente ao transformador por um trecho muito curto de condutores, normalmente barras com links flexíveis, constituindo uma estrutura única, que a cultura norte-americana chama de subestação unitária secundária (aquela cuja tensão inferior do transformador é menor que 1.000 V eficazes entre fases). No caso de os transformadores se encontrarem fora da sala onde o conjunto está instalado, podem ser feitas conexões por trechos de duto de barras ou lances de cabos de força. Estes equipamentos são dimensionados para lidar com concentrações altas de carga, geralmente associadas a correntes nominais elevadas de regime e de curto-circuito. É muito comum nas estruturas baseadas em projetos norte-americanos se observar o uso de colunas ditas de “alta densidade de correntes”, ou seja, aquelas que possuem de 3 a 4 disjuntores de potência extraíveis de BT (respeitando-se, logicamente, a condução permanente de corrente e a elevação de temperatura aplicáveis aos componentes e a coluna). No Brasil, as tensões nominais trifásicas mais observadas para esta aplicação são 480 V, como mencionado anteriormente, e 380 V, que se enquadra na faixa de aplicação do novo padrão IEC de 400 V.

Um Centro de Controle de Motores em Baixa Tensão (CCM de BT), exemplificados na Figura 2, é uma estrutura em invólucro metálico com compartimentos dedicados à manobra, proteção e acionamento de motores de BT. Este equipamento pode ser ligado ao secundário de um transformador de distribuição ou a um circuito de alimentação dedicado, o qual, na maioria das vezes, se origina em um CDC. Ele pode ter, no Brasil, uma tensão nominal de operação de 380 V (ou 400 V), 480 V e 600 V (ou 660 V). Estes equipamentos

são dimensionados para lidar com concentrações de cargas rotóricas trifásicas, geralmente, associadas a correntes nominais de regime e de curto-circuito menores, se comparados a um CDC. Apesar de não ser uma orientação normativa, é comum se ter neste tipo de estrutura partidas para motores trifásicos “limitados” a uma faixa de 110 kW a 150 kW. Este valor está relacionado com as dimensões e pesos associados a unidade funcional responsável pela alimentação do circuito, principalmente no caso de uso de unidades extraíveis.

Graças à forte influência norte-americana na cultura eletrotécnica nacional, ao longo de boa parte do século XX, principalmente nos segmentos industriais associados aos setores petroquímicos, siderúrgicos e de mineração, o conceito associado a estruturas distintas para as funções de CDC e CCM tem prevalecido, ainda hoje, no mercado brasileiro. A principal vantagem desta abordagem é ter estruturas com níveis mais compatíveis de corrente nominais de regime e de curto-circuito, associadas ao tipo de carga e de função esperada para a aplicação.

Cabe, entretanto, ressaltar o fato de que certas características das normas IEC vem sendo agregadas no Brasil ao uso dos Centros de Distribuição de Cargas (CDC) e Centros de Controle de Motores (CCM), como definidos no IEEE e na Nema. Um exemplo claro é o valor adotado para o tempo associado à corrente suportável de

curta duração (Icw): 1 s, salvo indicação em contrário, conforme o item 4.3 da ABNT NBR IEC 60439-1. Esta é uma condição mais rigorosa se comparado com o que é apresentado pela Nema ICS 18, a qual fala em um tempo de 3 ciclos (o que, para uma frequência de 60 Hz, corresponde a 50 ms) e a IEEE C37.20.1, que solicita um desempenho satisfatório para o valor de 0,5 s aplicado por duas vezes consecutivas, com um intervalo de 15 s entre cada aplicação.

E da mesma forma, pode-se ver, a nível mundial, que a cultura IEC vem buscando novas abordagens a partir da filosofia ANSI. Um exemplo típico para este caso é que além da tradicional abordagem de se usar um único disjuntor de potência (também denominado disjuntor do “tipo aberto” ou “a ar”), por coluna em conjuntos de distribuição (configurando uma Unidade Funcional por seção), já se pode encontrar arranjos com mais de um disjuntor de potência em uma mesma coluna: a chamada configuração “com alta densidade de carga” (com duas ou mais unidades funcionais com disjuntor de potência em uma mesma seção). Esta exemplificação pode ser vista na Figura 3.

Uma representação esquemática dos principais componentes e partes de um conjunto de manobra e controle de baixa tensão é mostrada na Figura 4. Estes componentes e partes são integrados em diferentes arranjos construtivos, conforme são definidos na ABNT e na IEC.



Figura 1 – Exemplos de formas construtivas de CDC de BT, conforme “escolas” norte-americana e europeia.

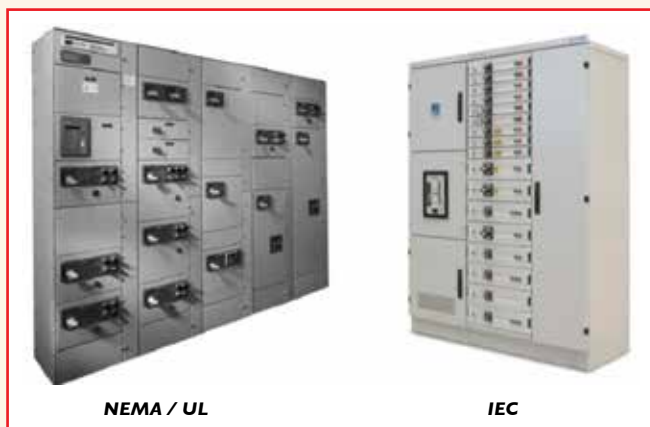


Figura 2 – Exemplos de formas construtivas de CCM de BT, conforme “escolas” norte-americana e europeia.

Os arranjos construtivos típicos aplicáveis a um conjunto de manobra e controle de baixa tensão, conforme a ABNT, são descritos na seção 2 da ABNT NBR IEC 60439-1 e são classificados como: aberto, aberto com proteção frontal, fechado (armário e multicolumnas), mesas de comando e multimodular. Na Figura 5 são apresentadas ilustrações dos tipos enumerados por este documento.



Figura 3 – Exemplos de CDC de BT com UF equipadas com disjuntores de potência.

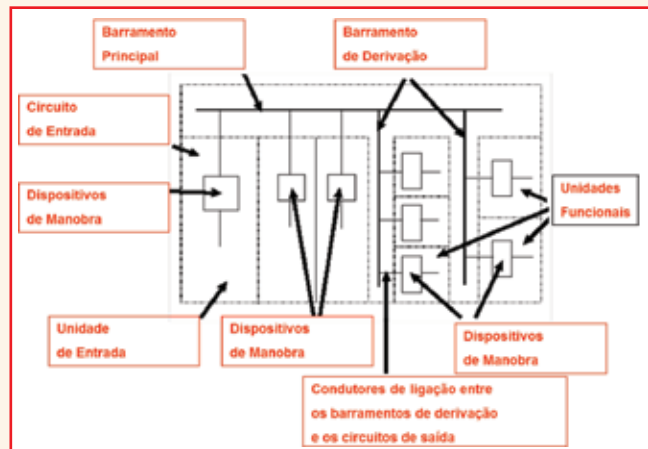


Figura 4 – Visualização esquemática dos componentes e partes de um CMCP de BT.

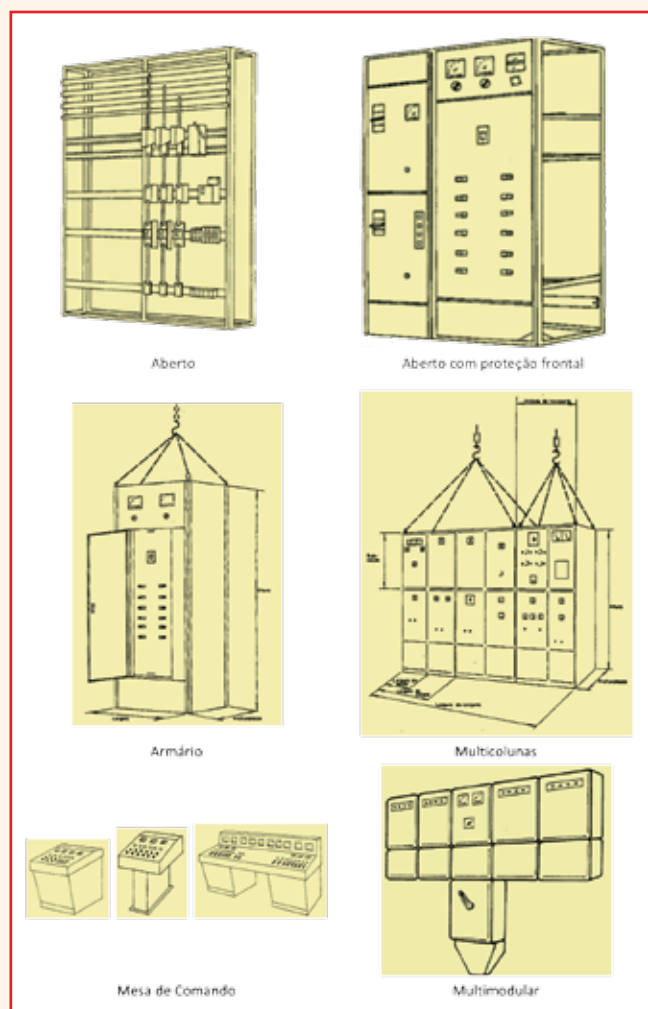


Figura 5 – Tipos construtivos básicos de CMCP de BT, conforme a ABNT e IEC.

Dentro da ABNT NBR IEC 60439-1 se encontra, também, o conceito de unidade funcional, como mostrado na Figura 6. Este termo é definido como sendo “parte de um conjunto compreendendo todos os elementos elétricos e mecânicos que contribuem para a execução de uma mesma função”. Existem, basicamente, em relação à função de conexão

dos alimentadores de energia, dois tipos de unidades funcionais: de entrada, que é aquela “pela qual a energia elétrica é, normalmente, fornecida ao conjunto” (ver item 2.1.6 da norma) e de saída, que é a “unidade funcional pela qual a energia elétrica é normalmente fornecida para um ou mais circuitos de saída” (ver item 2.1.7 da norma).

Os circuitos principais dentro de um CMCP de BT, como os barramentos de potência, podem ser constituídos por condutores nus ou isolados, montados de forma a prevenir um curto-circuito interno, sob condições normais de operação. Porém, mesmo assim, eles devem ser dimensionados de forma a suportar, além da corrente nominal de regime, as possíveis correntes de curto-circuito (corrente suportável de curta-duração ou, se for aplicável, a corrente de curto-circuito limitada por um dispositivo de proteção no lado de alimentação dos barramentos).

Os barramentos dentro do CMCP de BT, normalmente,



Figura 6 – Exemplos de unidade funcional (“gaveta”) extraível para CMCP de BT.

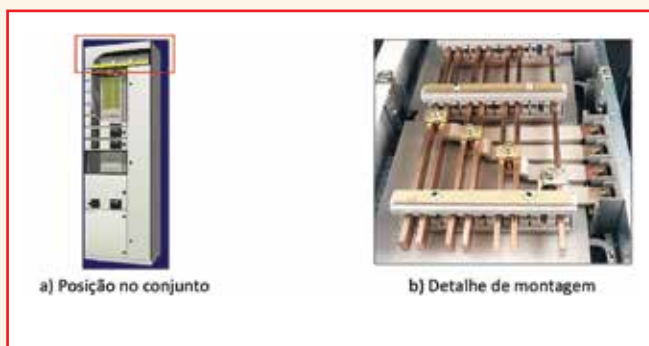


Figura 7 – Barramento principal com montagem horizontal / superior.



Figura 8 – Barramento de derivação.

são divididos em barramento principal e barramento de derivação, exemplificados, respectivamente, nas Figuras 7 e 8.

Uma unidade funcional (UF), também conhecida nas aplicações de baixa tensão como “gaveta”, pode ser ainda classificada como fixa, removível ou extraível, como ilustrado na Figura 9. A definição básica de cada tipo é mostrada a seguir, junto com a referência do item original da norma ABNT NBR IEC 60439-1:

- Fixa: UF montada sobre um suporte comum e que é instalado de forma fixa (item 2.2.5);
- Removível: UF que pode ser totalmente removida do CMCP e ser substituída, mesmo com o circuito principal energizado (item 2.2.6); e
- Extraível: UF removível capaz de estabelecer uma distância de isolamento quando na posição desconectada e/ou de teste, caso a tenha, enquanto ainda permanece, mecanicamente, fixada ao CMCP (item 2.2.7).

Em termos de custos, a versão extraível é mais cara do que a removível e, esta, mais do que a fixa. Porém, indiscutivelmente, existem ganhos em segurança, nos requisitos de manutenção e quanto ao nível necessário de qualificação de pessoal, como ilustrado na Figura 10.

Com relação às posições que uma unidade funcional removível ou extraível pode assumir em relação ao seu acoplamento ao CMCP, conforme a Figura 11, a ABNT NBR IEC 60439-1 apresenta as seguintes possibilidades:

- Conectada (Figura 11 a): posição de uma parte removível ou extraível quando está completamente conectada (item 2.2.8);
- De ensaio ou de teste (Figura 11 b): posição de uma parte extraível na qual os circuitos principais estão desligados da entrada, mas não obrigatoriamente isolados e os circuitos auxiliares estão ainda conectados (item 2.2.9);
- Extraída (Figura 11 c): posição de uma parte extraível onde existe uma distância de isolamento nos circuitos principais e auxiliares, mas permanecendo mecanicamente fixada ao CMCP (item 2.2.10); e
- Removida: posição de uma parte removível ou extraível, na qual a unidade está fora do CMCP, separada mecânica e eletricamente (item 2.2.11).



Figura 9 – Exemplos de unidades funcionais fixa, removível (“plug-in”) e extraível.



Figura 10 – Comparativo dos requisitos e características de operação e manutenção entre unidades funcionais fixas, removíveis e extraíveis para CMCP de BT.



Figura 11 – Posições de uma UF extraível: inserida, de ensaio e extraída.

As conexões elétricas para qualquer unidade funcional (UF) de um CMCP de BT, conforme o item 2.2.12 da ABNT NBR IEC 60439-1, são classificadas como:

- Fixa: aquela que é conectada ou desconectada por meio de ferramenta;
- Desconectável: aquela que é conectada ou desconectada por manobra manual do meio de conexão, sem usar ferramenta; e
- Extraível: aquela que quando está conectada ou desconectada faz com que a UF fique na condição conectada ou desconectada.

O modo como são feitas as conexões elétricas de uma unidade funcional é descrito no item 7.11 da norma. Os tipos de conexões são identificados por um código de três letras:

- A 1ª letra identifica o tipo de conexão elétrica do circuito de entrada principal (“força”);
- A 2ª letra identifica o tipo de conexão elétrica do circuito de saída principal (“força”); e
- A 3ª letra identifica o tipo de conexão elétrica dos circuitos auxiliares (“controle”).

Neste sistema de identificação, são utilizadas as seguintes letras:

- F: conexões fixas;
- D: conexões desconectáveis; e
- W: conexões extraíveis.

A Figura 12 apresenta, de forma esquemática, uma vista em corte de uma coluna de CCM com uma unidade funcional (UF) extraível na posição conectada. Nesta imagem, é possível identificar os compartimentos de cabos e o da UF propriamente dita, em que se veem as conexões elétricas principais (circuitos de força) de entrada e saída, além da conexão de controle (“tomada para os circuitos auxiliares”).

Na Figura 13, pode-se ver, na parte traseira de uma UF extraível, seguindo da esquerda para a direita, as conexões de controle (circuitos auxiliares), saída de potência (circuito principal) e entrada de potência (circuito principal). Como todas elas são extraíveis, a classificação, neste caso, seria: “W-W-W”.

A Figura 14 traz um exemplo de aplicação de uma UF

extraível numa instalação marítima. Este setor, principalmente dentro do segmento de óleo e gás, foi o que mais motivou a adoção de colunas com o que o mercado costuma a chamar de “gavetas (UFs) totalmente extraíveis”. Este termo é, às vezes, utilizado, para se referir a uma UF do tipo “W-W-W”, ou seja: uma unidade com duplo seccionamento nos circuitos de força (entrada e saída) e dupla extração (tanto os circuitos de força quanto os de controle).

Apesar de as unidades funcionais poderem ser do tipo fixa ou removível, o apelo do uso de UF do tipo extraível (“gavetas”) em CMC de BT nos setores petroquímico, siderúrgico, de mineração e de papel e celulose é forte devido à possibilidade de se ter uma rápida inspeção e, se necessário, a troca da gaveta – seja ela uma partida (“demarradora”) ou um alimentador.

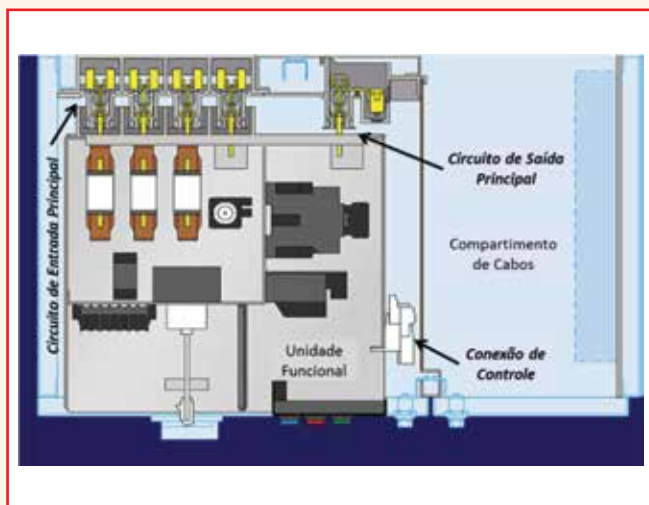


Figura 12 – Vista esquemática de uma unidade funcional extraível.



Figura 13 – Vista de unidade funcional extraível, mostrando as suas conexões.



Figura 14 – Unidade Funcional (UF) tipo “W-W-W” (chamada, às vezes, de “gaveta totalmente extraível”).

*LUIZ FELIPE COSTA é especialista sênior da Eaton. É formado em engenharia elétrica pela Escola de Engenharia da UFRJ e pós-graduado em Proteção de Sistemas Elétricos pela Universidade Federal de Itajubá.

Continua na próxima edição

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Errata

No capítulo anterior, na página 39, a norma IEC 61641 foi citada três vezes erroneamente. Na verdade, o autor se referia à IEC 60439.