

Radiografia - Barramentos blindados

Por Lívia Cunha - 12 de julho de 2009

Criados para dar flexibilidade ao sistema de distribuição de energia, estes barramentos, nascidos na indústria automobilística americana, ganharam popularidade nos últimos dez anos e hoje já são empregados em larga escala, inclusive, em instalações residenciais



A história dessa radiografia data dos anos 1920. Nesse período, os Estados Unidos experimentavam uma fase de prosperidade econômica como nunca vista antes, que culminaria no final da década na grande crise de 1929, a maior depressão econômica mundial até a crise financeira de setembro de 2008. Antes da recessão, entretanto, o estilo de vida americano era difundido pelo cinema, produtos e marcas que ganhavam cada vez mais espaço mundo afora. Enquanto isso, a Europa se reconstruía do pós-guerra e o Brasil assistia a uma profusão cultural com a semana de arte moderna de 1922.

Nessa época ainda, o modelo de produção em massa da indústria automobilística, o fordismo, ganhava força e grandes investimentos tecnológicos permitiam que as fábricas de Henry Ford (1863-1947) produzissem mais de dois milhões de carros por ano durante a década de 1920. Este processo foi iniciado com o Ford Modelo T, também conhecido no Brasil como Ford Bigode, veículo que revolucionou a indústria automobilística, tornando os carros mais seguros, baratos e acessíveis à população.

O que nos interessa é que foi neste período de grandes alterações econômicas e estruturais que as linhas elétricas pré-fabricadas, também conhecidas como barramentos blindados, surgiram na indústria automobilística americana. "Foi uma especificação da Ford para um sistema de distribuição de energia, modular, aéreo e que pudesse ser desmontado e remontado", conta o engenheiro e especialista no assunto, Eduardo Bomeisel.

O produto foi uma solução encontrada para dar flexibilidade à instalação, exigida pelas constantes mudanças de layout das fábricas de automóveis, substituindo fios e cabos, que deixavam essas constantes alterações mais complexas e caras. Assim, os barramentos blindados constituem-se em elementos rígidos que fazem um sistema flexível para transmitir e distribuir corrente por meio de derivações no sistema.

Os primeiros barramentos blindados eram fabricados com barras de cobre trefiladas com cantos arredondados e isoladores de cerâmica, montados em um invólucro metálico aterrado. Sem sofrer grandes alterações estruturais das primeiras décadas do século passado para cá, as linhas elétricas pré-fabricadas elaboradas hoje em dia conservam uma seção transversal muito parecida com as feitas na década de 1920. Os elementos que mais se desenvolveram foram os materiais isolantes empregados, passando de materiais mais tradicionais e menos maleáveis e flexíveis para outros com mais tecnologia agregada.

Compostos por três componentes principais, o invólucro, as barras e os isoladores, os barramentos blindados podem ser usados quase que em qualquer aplicação, seja industrial, seja predial residencial ou comercial, em tensões de até 36 kV. Facilidade de instalação e flexibilidade para mudanças são os pontos fortes desse produto.

Os barramentos blindados (conhecidos também como busway) podem ter barras condutoras de cobre, como as desenvolvidas na indústria de Ford ou de alumínio. O início da utilização do alumínio é incerto, mas Bomeisel relata

que na edição de 1939 do livro “Copper for busbars”, lançado pelo Instituto Europeu do Cobre, já havia a menção da existência de barramentos de alumínio. Nessa época, eles eram utilizados somente para transmissão de energia. Hoje, barramentos feitos a partir dos dois materiais podem tanto transmitir quanto distribuir energia.

No Brasil

As primeiras linhas elétricas pré-fabricadas começaram a ser produzidas no Brasil no final da década de 1950, início dos anos 1960, também com isoladores de base cerâmica. O engenheiro eletricitista Felipe Mancini, da Maclux, empresa de projetos de engenharia, conta que, no período em que os barramentos blindados começaram a ser fabricados no país, eles eram feitos sob licença de uma empresa americana. “Só depois, com o tempo, nós fomos desenvolvendo nossa própria tecnologia em função dos materiais que nós dispúnhamos no Brasil”, diz.

Assim como nos Estados Unidos, o desenvolvimento da indústria de barramentos blindados se deu pela criação da indústria automobilística brasileira, implantada no governo de Juscelino Kubitschek (1902-1976), presidente do Brasil entre 1956 e 1961.

Esses equipamentos pré-fabricados também tiveram outro grande destino durante o governo de Juscelino, na área de energia elétrica. A Usina Hidrelétrica de Furnas, por exemplo, que teve suas obras iniciadas em 1958, foi inaugurada na década de 1960 com barramentos blindados de alumínio importados dos Estados Unidos.

Profissionais acostumados a trabalhar com barramentos blindados afirmam, em uníssono, que esse produto veio para ficar e já se estabeleceu no mercado brasileiro. Prova disso é que as linhas elétricas pré-fabricadas ganharam participação no mercado de instalações elétricas de baixa tensão nos últimos 15 anos. Isso porque, além de aplicações industriais, em que eram inicialmente utilizadas, elas começaram a ser instaladas também em edificações prediais residenciais e comerciais, o que ampliou significativamente o mercado consumidor e deu ao fabricante um ímpeto novo para desenvolvimento do produto.

Assim, nos últimos 15 anos, o Brasil passou de usuário e importador para importante fabricante e exportador do produto. Os principais importadores de barramentos blindados do Brasil são países da América Latina, como Chile, Argentina, Peru, Uruguai e México.

Tipos

Os barramentos blindados empregados em instalações elétricas são conjuntos de barras chatas condutoras de eletricidade, geralmente de cobre ou de alumínio, com cantos arredondados, elaborados para transmitir e distribuir correntes elétricas elevadas, principalmente, de 100 A a 6.000 A. Eles são recobertos, em geral, por invólucros metálicos retangulares, que comumente podem ser de aço carbono zincado ou de alumínio. Existe um tipo de barramento que tem um perfil diferente de condutores, que explicaremos logo mais.

Essas barras condutoras ficam suportadas nos isoladores – isoladas umas das outras e do invólucro. Os materiais isolantes podem ser diversos, como fitas especiais, resina epóxi, plástico reforçado, fibra de vidro, cerâmica, etc. Eles podem ainda ser de mais de um tipo, misturando materiais. E foi nesse elemento que se deu a principal evolução tecnológica do produto. Os materiais desenvolvidos têm se tornado cada vez mais resistentes e maleáveis. A escolha do isolador, entretanto, depende da aplicação do barramento, da tensão e do seu fabricante.

Os barramentos de baixa tensão, até 1 kV, têm, em geral, o tamanho padrão de três metros de comprimento e são divididos em dois tipos mais comuns: os barramentos blindados de barras separadas e os de barras coladas.

Nos barramentos de barras separadas, as barras condutoras estão dispostas paralelamente, de forma a manter uma isolamento entre elas. Este é o tipo mais comum para fazer derivação de corrente, também popularmente conhecido

como barramentos destinados a usar plugin. Isso porque os barramentos têm, com espaçamentos regulares, tomadas pré-determinadas de conexão rápida, chamadas de plugins. Eles são elementos de contatos, nas quais podem ser ligados equipamentos como máquinas e motores ou ser transferida a corrente para outro caminho por cabos, por exemplo. Um barramento padrão de três metros tem, em geral, seis tomadas de derivação rápida.

Esses barramentos podem ser usados em aplicações industriais, residenciais e comerciais. Nos últimos 15 anos, as linhas elétricas pré-fabricadas deram um salto em popularidade e utilização. Isso se deve, especialmente, ao mercado de construção civil, que passou a empregar esses produtos. Muitos edifícios residenciais começaram a ser construídos com barramentos blindados como forma de distribuir a energia para os apartamentos, ao invés de utilizar fios e cabos na prumada elétrica.

“Antigamente para se fazer a alimentação dos andares dos edifícios eram usados cabos. Então, juntava-se um monte de cabos ou colocava-os dentro de uma calha e levava para os andares. Hoje tudo isso é substituído por um único barramento”, ilustra Felipe Mancini.

Em edifícios residenciais, os barramentos são dispostos na vertical, no espaço de construção, do qual é derivada a energia para os andares e de onde será distribuída a eletricidade para cada apartamento e, na horizontal, desde o quadro de proteção até a base da prumada. Barramentos na horizontal podem ser também encontrados em indústrias e comércios, como shoppings centers, para facilitar a distribuição da energia para cada loja abaixo da linha elétrica.

Os barramentos blindados de baixa tensão podem ainda ter as barras coladas uma à outra, sem espaço de isolamento. Nesse caso, é comum que os fabricantes façam o isolamento com fita, encapsulando as barras. Este tipo de barramento é mais utilizado para transmissão de energia. Na distribuição de energia, apesar de possível, não é usual, dada a complexidade apresentada, pois, para derivar corrente no tipo barra colada, é preciso separar as barras antes de acoplar uma caixa plugin que irá distribuir energia. Isso torna o processo mais caro também.

Acima de 1 kV e até 36 kV, na faixa chamada de média tensão, os barramentos blindados podem ser de três outros tipos, destinados principalmente à condução de grandes quantidades de energia. São eles: barramentos de fases isoladas, de fases segregadas e de fases não-segregadas. As respectivas destinações estão relacionadas não só de acordo com a tensão e a corrente a ser transportada, mas também ao nível de curto-circuito e o grau de proteção (IP) dos produtos.

Os barramentos blindados de fases isoladas se destinam a conduzir correntes muito elevadas (de 20.000 A a 25.000 A, em média) e tem cada fase dentro de um invólucro redondo, isolado e geralmente de alumínio. O condutor, nesse tipo de barramento, é um tubo de alumínio redondo, que fica apoiado em três isoladores que formam um triângulo de segurança.

A espessura do condutor aumenta à medida que se aumenta a corrente, isso porque é necessário dispor de mais massa condutora já que o tubo é vazado no meio e a corrente alternada tende a se concentrar na periferia do condutor, por conta do chamado “efeito peculiar”, o que implica uma diminuição da área efetiva do condutor e, logo, um aumento da sua resistência aparente. Os barramentos de fase isolada podem ser utilizados como circuitos principais de usinas hidrelétricas, por exemplo.

Na média tensão é comum ter invólucros e condutores em alumínio, porque se consegue um barramento mais rígido e leve, ponto importante, já que o invólucro passa a ser mais pesado por conta dos barramentos, que são muito grandes, assim o ganho no peso é representativo.

No barramento de fases segregadas, as fases são separadas, mas dentro de um mesmo invólucro. São condutores em barras chatas suportadas em isoladores. E, por fim, o barramento de fases não-segregadas, o tipo mais comum, não tem nenhuma separação entre os condutores e se destinam a conduzir correntes pequenas em tensão de até 36 kV. São compostos também de condutores em barras chatas, acomodados dentro de um invólucro metálico.

Elementos

A distribuição de energia por derivações é feita em barramentos de baixa tensão. Além das caixas de derivação, ou caixas plugins, os barramentos blindados podem ter uma série de outros elementos que vão além das próprias barras, como a caixa de alimentação ou de ligação. Como o barramento não existe sozinho e ele precisa ser alimentado, a função dessas caixas é mandar a energia de um ponto para outro.

“Geralmente essa energia sai de um transformador que alimenta o barramento e vai para um quadro de distribuição, ou é proveniente de um quadro de distribuição para o barramento”, explica o engenheiro eletricitista e mestre em energia pela Universidade de São Paulo (USP), Ricardo Santos d’Ávila.

As linhas elétricas pré-fabricadas podem ter ainda acessórios como cotovelos, “tês” (T), “xis” (X) e desvios. São elementos adicionais para mudança de percurso, mas o seu emprego depende também da destinação do barramento. Existem barramentos que são projetados para ficarem apenas em linha reta.

Em aplicações que precisam mudar o percurso da energia no barramento, utiliza-se, por exemplo, um cotovelo, um acessório com ângulo de desvio de 90° ou próximo a isso. O tê (T) é utilizado para fazer a divisão em três pás e o “xis” (X) em quatro direções diferentes. Os desvios podem ser usados, por exemplo, quando é necessária uma alteração de percurso muito curta, no qual não cabe um cotovelo.

Há ainda os chamados elementos de conexão, que podem ligar um dado barramento a outros, conectando e aumentando o comprimento do percurso, ou a outros equipamentos, como transformadores ou painéis. Outro tipo de elemento de conexão é o elemento de dilatação, também conhecido como junta de dilatação. Esta peça permite a dilatação térmica, compensando a diferença de dilatação térmica dos diferentes materiais que compõem a instalação.

Como em situações de calor ou frio intenso, os materiais utilizados na construção – aço, cobre, alumínio, concreto – não dilatam igualmente, é necessário compensar esse efeito para não desregular o barramento, mexendo os contatos, por exemplo. Esse movimento dos contatos pode gerar aquecimento e trazer problemas futuros à instalação. Para evitar isso, utiliza-se o elemento de dilatação, que pode ser flexível ou rígido, dependendo da instalação.

Instalação

Os barramentos blindados são equipamentos que se tornam economicamente compensatórios quando utilizados para transportar grandes correntes, além de agregar outros benefícios como a flexibilidade de alteração da instalação e da rapidez de instalação, por já vir pré-fabricado, por exemplo. Isso independentemente de que tipo de aplicação.

Conforme a norma NBR IEC 60439-2/ 2004 – Conjunto de manobras e controle de baixa tensão – Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados), válida a partir de 2007, os barramentos blindados têm que ser instalados seguindo certos cuidados para que o produto seja bem adequado e não apresente problemas. A atenção deve-se, principalmente, devido ao grande emprego do produto fora da indústria, em que há muitos usuários operando na instalação sem serem efetivamente especialistas em eletricidade.

Para evitar problemas no barramento devido a uma má instalação ou conservação incorreta do produto, muitos fabricantes indicam equipes de instalação ou realizam eles mesmos a instalação do barramento. [A revista O SETOR ELÉTRICO, atenta a essa questão, publicou na sua edição 23, de dezembro de 2007, na seção Passo a Passo, dez dicas para uma boa instalação desse produto].

As dicas, que permanecem atuais, dizem respeito à aplicação, ao manuseio e à conservação:, tais como: instale no momento certo, siga as instruções do fabricante, mantenha a integridade da embalagem e do local de armazenamento, cuidado no manuseio dentro da obra, evite as interferências nos trechos horizontais, impeça a penetração de objetos durante a instalação das prumadas, verifique a integridade mecânica antes dos testes elétricos, meça a resistência de isolamento, faça um ensaio de tensão aplicada a 60 Hz e não energize o barramento em caso de dúvidas.

Cobre versus alumínio

Praticamente todos os tipos de barramentos blindados podem ser fabricados com condutores de cobre ou alumínio. É comum a utilização de barramentos de alumínio nos barramentos de média tensão, nos quais não serão feitas derivações. A condutividade do material é boa, não é um metal pesado e é mais barato que o cobre. Em baixa tensão, ambos podem ser selecionados.

O alumínio tem uma resistividade 60% maior do que a do cobre, o que significa que a seção do condutor de alumínio será 60% maior do que a do cobre. Isso, entretanto, não quer dizer que o barramento será mais pesado, visto que o alumínio tem densidade menor do que o cobre. Assim, a escolha deve ser feita a partir do projeto de utilização do barramento, analisando cada instalação individualmente.

Há, porém, certa resistência do mercado ao alumínio ainda hoje, não só no Brasil. Historicamente há uma experiência muito boa e antiga de utilização do cobre como condutor, por isso, os engenheiros entrevistados para esta radiografia consideram que essa resistência ao alumínio se daria por mero desconhecimento e por mitos que se formaram em torno do material.

Ricardo Santos d'Avila, do Laboratório de Altas Correntes do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP), conta que foi nos Estados Unidos, na década de 1970, que nasceu o mito de que o alumínio pode ser perigoso. Lá, até esse momento, todos os condutores e conectores para outros dispositivos, como tomadas e interruptores, eram de cobre. Em uma situação de aumento de demanda por cobre, o preço do metal subiu, dificultando a utilização e a reposição em instalações. Nesse momento, buscaram-se outros metais que pudessem substituir o cobre neste papel. Foi quando surgiu o alumínio aplicado em instalações residenciais.

Os americanos começaram a usar o alumínio, mas não trocaram os conectores de tomadas e interruptores, que eram próprios para ligações de cobre. Cabos de alumínio começaram a ser utilizados sem qualquer adequação na instalação. Com o passar do tempo, conexões que eram específicas para cobre não suportavam a conexão do alumínio, gerando um subproduto, uma eletrodeposição de material por diferenças de eletronegatividade dos dois metais, que atrapalhava a resistência de contato. Nos contatos afetados ocorria o aumento das resistências de contato com conseqüente aumento de temperatura e, assim, seguiam-se de modo recorrente. O mau contato fez muitas isolações de cabos se romperem e muitos cabos não resistirem, gerando curtos-circuitos e incêndios que destruíram casas inteiras.

Ricardo d'Avila conta ainda que nesse período empresas de seguros começaram a se recusar a segurar habitações com condutores de alumínio porque pensavam ser perigosos. Dessa forma, o alumínio ficou como o vilão da história. Para contornar essa situação, "desenvolveram uma conexão especial tanto para cobre quanto para alumínio sob

pressão. Era uma conexão que tinha um metal intermediário que entrava um cabo de cobre de um lado e um de alumínio do outro sem que um cabo encostasse ao outro”, conta.

Hoje, sabe-se que o problema não era o alumínio, mas as conexões de alumínio e cobre sem tratamento. Para evitar problemas, atualmente, se utilizam inibidores ou um terceiro metal que tenha uma boa conexão tanto com o cobre e com o alumínio para fazer a interligação entre eles. Mas esse cuidado é necessário em barramentos que, por exemplo, vão fazer uma derivação estabelecendo o contato com os dois metais. Quando os condutores e conectores são todos de alumínio não há problemas. Hoje os barramentos blindados de alumínio podem ser tão bons quanto os de cobre, tanto para transmissão quanto para distribuição, sendo somente necessário tomar o cuidado devido nas instalações.

(Des)centralizando a medição

No mesmo período em que os barramentos blindados começaram a ser utilizados para fazer a instalação elétrica principal de edifícios residenciais, começou a haver uma popularização de outro processo, o de descentralização da medição da energia. Apesar de não ser permitida apenas pela utilização de barramentos (medição não centralizadas podem ser realizadas também em edificações com instalação de cabos), a questão veio à tona com as linhas elétricas pré-fabricadas, que facilitaram a utilização de medidores por andar.

No sistema convencional, a medição de energia é feita em um centro de medição, em uma área comum do edifício, no nível da rua ou no subsolo. Nesse caso, a queda de tensão, uma perda de corrente corriqueira provocada pela passagem da eletricidade pelo condutor, não pode passar de um valor estipulado pela concessionária de energia, em torno de 1%, do ponto de entrega até a medição, e de 3% do ponto de entrega até o quadro de distribuição da unidade.

Com o aumento da utilização de barramentos blindados com medição descentralizada, ou por andar, a medição passa a não ser mais localizada no nível da rua. O aumento do percurso da corrente, até o medidor, poderia gerar uma queda de tensão maior, assim como uma perda Joule por aquecimento do condutor ainda maior. O custo dessa perda ficaria com a concessionária de energia. Para evitar perdas financeiras significativas, ela estabelece um limite de queda de tensão para o barramento: máximo de 2% entre o ponto de entrega e o ponto de medição.

“A queda de tensão está ligada à perda por aquecimento, mas não é só ela. Quanto maior é o barramento, maior é essa perda por queda de tensão. Então as concessionárias querem diminuir a perda. Afinal, se ela vai pagar a energia, ela tende a querer a menor perda possível. Então ela diz ‘eu quero perda da ordem de 1%’. Mas se for com cabo, às vezes ela aceita 5%, 6%, com medição centralizada”, explica d’Avila.

Mas para as concessionárias de energia, perdas financeiras mais significativas, que preocupam mais do que a questão da queda de tensão dos condutores, que são chamadas perdas técnicas, consideradas inevitáveis, são as chamadas perdas não-técnicas, que podem ser evitadas, a exemplo de furto de energia ou eventuais erros na medição.

A introdução dos barramentos blindados com mais representatividade nas instalações fez a questão sobre a queda de tensão ser mais comentada, mas as perdas ou ganhos por uma medição descentralizada ou centralizada não estão restritos a esses condutores. Outros fatores devem também ser levados em consideração. Como os próprios barramentos são produtos customizados, cada instalação deve ser considerada de acordo com sua própria especificidade.

Barramento ou cabo?

Os barramentos, assim como fios e cabos, têm a função de conduzir corrente elétrica. Entretanto, quando usar um

ou outro? Quais são as reais diferenças entre eles? Enquanto os cabos vendem massa de material condutor, medidos em mm² na seção do cabo, os barramentos vendem capacidade de condução de corrente, em ampères.

Além desta diferença, os fios e cabos são elementos flexíveis que montam uma instalação rígida, sem possibilidades de muitas mudanças. Quando é exigida uma alteração constante de organização da instalação, os barramentos são mais recomendados. No entanto, se o caminho da instalação não ocorrer em trechos retos, os fios e cabos são mais recomendados, por exemplo, dentro de uma residência, em que o percurso de tomadas e iluminação não segue um único trecho contínuo e reto.

Grau de Proteção (IP)

Para escolher um barramento para uma aplicação, deve-se considerar a tensão da instalação, a corrente nominal do barramento e das derivações, se existirem, o nível de curto-circuito presumível, os valores máximos de queda de tensão e o grau de proteção, identificado pelas letras IP, do inglês grau de proteção internacional. Ele determina qual é o nível de proteção do barramento, e de uma série de outros produtos, para penetração de água e corpos sólidos. O produto pode ser encontrado desde completamente desprotegido até protegido contra submersão (o mais protegido), de acordo com norma NBR IEC 60529. Assim, a concepção da instalação determinará o grau de proteção que o barramento deve ter para funcionar adequadamente, dependendo da aplicação e do projeto.