

Capítulo III

Proteção para garantir a segurança

Por Marcus Possi*

Este artigo discutirá o Capítulo 5 da norma ABNT NBR 14039. Esta parte da norma tem a função de apoiar o profissional com as melhores práticas para o entendimento do que é proteção e de que segurança é referida. Dentro de seus nove itens podemos destacar a preocupação com a segurança do ser humano, do patrimônio e do negócio que as instalações elétricas atendem.

5.1 - Proteção contra choques elétricos

Essa proteção pode ser considerada importante em todos os aspectos, uma vez que, diferentemente das instalações elétricas de baixa tensão, seus resultados são, de forma geral, catastróficos para pessoas, patrimônio ou ainda a produção. Seus dois grupos principais merecem destaque até na redação da NR 10 - Norma Regulamentadora N° 10 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE): proteção contra contatos diretos e indiretos. Seu objetivo principal é garantir que nenhum potencial perigoso seja transferido direta ou indiretamente, seja pelo acesso direto às partes vivas, seja pelo acesso accidental de uma parte viva à massa (carcaça dos equipamentos), ou ainda pelas transferências por condutores metálicos estranhos ao local. É difícil e talvez desnecessário discutir esse tipo de perigo, para as pessoas ou animais à luz das mesmas referências da norma de instalações para baixa tensão, pois os níveis de potenciais envolvidos, assim como o nível de potência, não deixam margem para pequenas correntes perigosas (Relatório IEC/TR 60479-1). Pela ordem:

Acesso direto

O acesso direto às partes vivas pode ser feito por isolamento das partes energizadas, por meio de barreira ou invólucro, por meio de obstáculos ou por afastamento. Tendo a leitura complementar da NR 10, entendemos que medidas de controle totais ou plenas seriam aquelas que, com garantia, evitam o acesso às partes vivas da instalação, mesmo que por vontade expressa do profissional. O isolamento do elemento elétrico e as barreiras ou invólucros garantem de fato o isolamento, enquanto medidas como barreiras ou afastamentos deixam clara uma possibilidade remota. O termo “barreira” aqui deve ser entendido como uma medida que, SEM o uso de ferramentas ou equipamentos especiais, não pode ser transposta, enquanto as demais medidas não são tão eficazes.

Isolação - Isso deve ficar mais claro quando vemos os isolamentos plásticos, de borracha e outros sobre os condutores ou barras de energia, assim como na norma prevendo que essas partes só possam ser removidas por meio de sua destruição. As capas termocontrátil são exemplos mais significativos de medida de proteção por isolação, porém, por serem aplicadas ao elemento condutor, devem ser analisadas por meio de ensaios de modo a verificar a sua qualidade.



Barreiras e invólucro – Esses são construídos de forma a “barrar” o acesso à parte energizada. São construídos para este fim, de modo complementar à instalação. O invólucro prevê todas as direções de acesso, a barreira a uma ou outras direções definidas para o projeto. Tendo sido adicionados ao conjunto, assim como todo componente da instalação, eles também devem ser fixados de forma segura e robusta, mantendo os graus de proteção e a apropriada separação das partes vivas nas condições normais de serviço, levando-se em conta as condições de influências externas relevantes. Sua retirada, dessa vez sem destruição, se faz apenas por meio de ferramentas e equipamentos especiais ou com meios mecânicos de intertravamento de acesso.



Obstáculos – São destinados a impedir os contatos acidentais com partes vivas, mas não os contatos voluntários por uma tentativa deliberada de acesso. Telas vazadas e barras de impedimento são exemplos bem comuns. Deve ficar claro que mais uma vez justifica-se

o texto da NR 10, quando se define o registro para permissão de acesso para áreas de trabalho: o tipo de profissional e seu treinamento. De acordo com a norma, os obstáculos podem ser desmontáveis sem a ajuda de uma ferramenta ou de uma chave, entretanto, devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.



Colocação fora de alcance – A medida é destinada a impedir os contatos fortuitos com as partes vivas. É o espaçamento necessário para que pessoas que circulem nas proximidades das partes vivas em média tensão não possam entrar em contato com essas áreas, seja diretamente, seja por intermédio de objetos que elas manipulem ou que transportem. Entre esses objetos estariam vergalhões, varas de ferro, eletrodutos galvanizados, trenas metálicas ou metros e elementos que, pela condição de classificação de zonas livres, controladas e de risco da NR 10, não sejam descaracterizados nas instalações. Há uma figura muito tradicional na norma que ilustra essas dimensões mínimas no seu item “5.1.1.4.3”.

Acesso indireto

O acesso indireto às partes vivas pode acontecer pela falha na isolamento promovida pelos meios tradicionais. Essa falha poderá tornar acessíveis as partes condutoras e expô-las a um contato direto a outra parte condutora que normalmente estaria desenergizada. A proteção contra choque elétrico por contato indireto é o conjunto de prescrição que visa a impedir que apareça na instalação uma tensão que possibilite, após um contato, o risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas. Isso é garantido pelo aterramento, pela equipotencialização e pelo seccionamento automático da alimentação.

Aterramento – Esta medida prevê que as massas sejam ligadas a condutores de proteção nas condições especificadas para cada esquema de aterramento, como comentado no capítulo anterior deste fascículo. Esse tipo de ligação prevê a equipotencialização das partes acessíveis, garantindo, assim, os potenciais de toque e de passo.



Ligação equipotencial – A opção anterior, quando aplicada, leva a essa condição de equipotencialização. A diferença de potencial existente por contato entre dois ou mais pontos em qualquer parte da instalação não pode ser superior à tensão de contato limite suportável pelo ser humano – aos limites indicados, aplicam-se às tolerâncias definidas na IEC60038. Esta regra é aplicada se, em cada edificação, existir uma ligação equipotencial principal reunindo os elementos já conhecidos na ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, como: condutores de proteção principais, condutores ligados a canalizações metálicas de utilidades e serviços e a todos os demais elementos condutores estranhos à instalação, incluindo os elementos metálicos da construção e outras estruturas metálicas, condutores de aterramento e sua malha terra, além do sistema SDPA.

Seccionamento automático da alimentação – Essa opção tem o objetivo de evitar que uma corrente se mantenha por tempo longo



o suficiente para ocasionar um sobreaquecimento na instalação. Esta medida de proteção requer o conhecimento do esquema de aterramento e das proteções de sobrecorrente e sobrecarga. Seu princípio de aplicação é muito diferente do esquema diferencial residual que encontramos na ABNT NBR 5410, uma vez entendendo os níveis de corrente que são aplicados nesse tipo de instalação.

5.2 - Proteção contra efeitos térmicos

Da mesma forma como temos comentado – e é uma preocupação constante na norma –, as pessoas, o patrimônio e a produção de uma instalação elétrica devem também ser protegidos contra os efeitos prejudiciais do calor ou da radiação térmica produzida pelos equipamentos elétricos, particularmente, quanto aos riscos de queimaduras, de combustão ou de deterioração de materiais. Pela ordem do autor:

Proteção contra queimaduras – Diz respeito aos limites máximos admissíveis pelas partes acessíveis de equipamentos elétricos situadas na zona de alcance normal. Essas partes não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperatura indicados em tabela específica da norma. Todas as partes da instalação que possam, em serviço normal, atingir, ainda que por períodos curtos, temperaturas que excedam os limites dados nessa tabela devem ser protegidas contra qualquer contato acidental. Dessa tabela destacamos que as

alavancas, os volantes, as chaves ou os punhos de dispositivos de controle manuais metálicos não devem exceder a 55 °C e os não metálicos não devem passar de 56 °C.

Proteção contra incêndio – Este item ressalta basicamente que os componentes elétricos não devem apresentar perigo de incêndio para os materiais vizinhos. Essa norma prevê que quando existirem componentes fixos, cujas superfícies externas possam atingir temperaturas que venham a causar perigo de incêndio a materiais adjacentes, esses devem:

- Ser montados sobre materiais ou contidos no interior de materiais que suportem tais temperaturas e sejam de baixa condutância térmica; ou
- Ser separados dos elementos da construção do prédio por materiais que suportem tais temperaturas e sejam de baixa condutância térmica; ou
- Ser montados de modo a permitir a dissipação segura do calor, a uma distância segura de qualquer material em que tais temperaturas possam ter efeitos térmicos prejudiciais, sendo que qualquer meio de suporte deverá ser de baixa condutância térmica;
- Ser montados de forma que seu meio isolante, no caso de disjuntores, transformadores de força, quando derramados em alta temperatura, por serem fluidos, não escorram ou passem para outros ambientes não preparados para suportar temperaturas elevadas, ou que dêem acesso ao espaço utilizado pelos profissionais. Bacias

de contenção, canaletas de dreno são exemplos de medidas de controle desse risco.

5.3 - Proteção contra sobrecorrentes

Aqui nos deparamos com a parte do capítulo que aparentemente se preocupa com o patrimônio, ou seja, com os equipamentos e com os sistemas elétricos. Porém, olhando como mais atenção, verificaremos que a segurança aqui ainda se refere aos profissionais e à produção também.

Começaremos os comentários aqui pela natureza dos dispositivos de proteção. Os dispositivos podem garantir simultaneamente a proteção contra correntes de curto-circuito (I_{cc}) e correntes de sobrecargas (I_{sc}).

Proteção contra (I_{cc}) e (I_{sc}) – Este item ressalta basicamente que os componentes elétricos não devem apresentar condições e ajustes para interromper qualquer sobrecorrente menor ou igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto em que o dispositivo está instalado. Tais dispositivos podem ser disjuntores acionados por meio de relés secundários com as funções 50 e 51 (50 – relé de sobrecorrente instantâneo e 51 – relé de sobrecorrente temporizado), fase e neutro (onde é fornecido o neutro). Jamais se admitem relés cujo acionamento seja feito de forma primária, ou seja, com a corrente de primária. Ficam as observações da norma transcritas aqui:

- Quando forem utilizados relés com as funções 50 e 51 microprocessados, deve ser garantido que, em uma falta de energia, exista uma fonte de alimentação de reserva, com autonomia mínima de 2 h, garantindo a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.
- Os transformadores para instrumentos conectados aos relés secundários devem ser instalados sempre à montante do disjuntor ou chave a ser atuada, garantindo assim a proteção contra falhas do próprio dispositivo.
- Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor e permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva.



- O sistema geral de proteção da unidade consumidora deve permitir coordenação com o sistema de proteção da concessionária, ser dimensionado e ajustado de modo a permitir adequada seletividade entre os dispositivos de proteção da instalação.

Proteção contra (ICC) – Este item ressalta que os dispositivos de proteção de sobrecorrente de curto-circuito exclusivo podem ser utilizados quando a proteção contra a corrente de sobrecargas for realizada por outros meios ou quando se admitir a omissão da proteção contra sobrecargas. Ficam as observações da norma transcritas aqui:

- Disjuntores acionados através de relés com a função 50;
- Dispositivos fusíveis limitadores de corrente conforme a ABNT NBR 8669 e do tipo expulsão conforme a ABNT NBR 7282 para uso exclusivo em instalações externas.



5.4 - Proteção contra sobretensões

Da mesma forma que a ABNT NBR 5410 invoca a orientação da ABNT NBR 5419 – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, essa norma pretende chamar atenção para as sobretensões nas instalações elétricas de média tensão, que não devem comprometer a segurança das pessoas, nem a integridade das próprias instalações e dos serviços prestados. Assim, dispositivos como cabo guarda cruzando o topo das estruturas e para-raios de resistência não linear são considerados como medidas de proteção contra sobretensão de origem atmosférica. O dimensionamento, o aterramento e as ligações à malha terra seguem as orientações da norma ABNT NBR 5419 e no caso de subestações em prédios e abrigadas o projeto deve analisar a possibilidade de instalação de para-raios em conexões que transitam do cabo isolado de alta tensão para estruturas isoladas pelo ar.

5.5 - Proteção contra mínima e máxima tensão e falta de fase

A segurança ainda é invocada no uso de medidas de proteção para uma queda de tensão significativa, ou falta dela, seguida ou não de seu restabelecimento posterior. Os relés funções 59 e 60 ainda podem ser usados e normalmente são chamados de relés de sobretensão e subtensão, sendo acoplados aos dispositivos de seccionamento.

5.6 - Proteção contra inversão de fase

Essa condição de segurança prevê que, devidamente aplicada, protege as instalações contra inversão de fase, de forma que o relé de proteção correspondente atue no dispositivo de seccionamento apropriado, evitando assim que máquinas girantes de alta potência,

inversores e transformadores de alta tensão sejam danificados ou que tragam mau funcionamento ao sistema elétrico.

5.7 - Proteção das pessoas que trabalham nas instalações elétricas de média tensão

Essa condição de segurança é muito enfatizada na NR 10 e prevê que as instalações elétricas devam ser construídas e instaladas de forma que possam ser empregadas as medidas necessárias para garantir a proteção das pessoas que trabalham nas instalações elétricas. A norma define que os equipamentos de proteção a serem utilizados pelos trabalhadores sejam, no mínimo, equipamentos de proteção individual, como capacetes, óculos de segurança, luvas, etc.; e equipamentos de proteção coletiva, como detector de tensão, botas e estrado ou tapete isolante. A norma prevê e destaca que:

- Se os terminais de neutro de vários equipamentos estão ligados em paralelo, o projeto das instalações deve prever que seja possível isolá-los individualmente, uma vez que são condutores de energia que possam sofrer intervenções sem desligamentos gerais do sistema;
- Ainda na fase de projeto, devem ser providos meios para descarregar a energia acumulada nos equipamentos que ainda possam transferir potencial elétrico mesmo após a sua desconexão da instalação. Isso acontece com capacitores e cabos elétricos de alta e média tensão de grande extensão;
- Os equipamentos que são operados manualmente devem permitir o uso de dispositivos de travamento mecânico para evitar o seu religamento. É um dos cinco itens de segurança previstos no procedimento da NR 10 para a segurança quando no trabalho em instalações elétricas;
- Cada parte de uma instalação que possa ser isolada de outras partes deve possuir dispositivos que permitam o seu aterramento e curto-circuitamento.

5.8 - Proteção contra fuga de líquido isolante

Complementando o item correspondente à proteção de efeitos térmicos citados

anteriormente, é previsto que as instalações que contenham 100 litros ou mais de líquido isolante devam ser providas de tanque de contenção. Já as instalações abrigadas, se o piso for impermeável com soleira de contenção apropriada, podem ser utilizadas como depósito se não mais que três transformadores ou outros equipamentos estiverem instalados e que cada um deles contenha menos de 100 litros.

5.9 - Proteção contra perigos resultantes de faltas por arco

Esse item talvez seja um dos mais importantes pelo seu nível de perigo e pelas condições de proteção e dispositivos disponíveis. O arco elétrico se forma e sua corrente, não sendo elevada o suficiente para caracterizar um curto franco e não sendo baixa para compor o critério de sobre carga em ajuste, inicia normalmente um processo de aumento súbito de temperatura que fatalmente atinge níveis mortais, danosos e prejudiciais.

Nesse caso, os dispositivos e os equipamentos que possam gerar arcos durante a sua operação devem ser selecionados e instalados de forma a garantir a segurança das pessoas que trabalham nas instalações. Válvulas de exaustão, detectores de luz e raios ultravioletas são exemplos mais corriqueiros na tentativa de minimizar esses riscos.

A abertura de seccionadoras – mesmo que com carga de magnetização

dos transformadores – e o chaveamento de cabos de força requerem algumas medidas para garantir a proteção das pessoas contra os perigos resultantes dos efeitos desses arcos elétricos produzidos:

- Especificação de dispositivos de abertura sob carga;
- Sistemas de intertravamento de forma a impedir manobras erradas;
- Previsão em projeto de coberturas sólidas ou barreiras ao invés de coberturas perfuradas ou telas;
- Previsão ou especificação em projeto de equipamentos passíveis de operação a uma distância segura.

Como comentado em todos os artigos, proponho uma abordagem isolada, integrada e sempre aplicada a casos práticos para a garantia da continuidade das discussões no fórum estabelecido após o início do lançamento de cada periódico. A leitura dos artigos deverá ser complementada pelo fórum e nunca se esgotar como a “verdade” absoluta e inequívoca.

**MARCUS POSSI é engenheiro eletricista e diretor da Ecthos C&D. Possui cerca de 20 anos de experiência na construção e gerenciamento de obras de subestações e usinas em média e alta tensão no Rio de Janeiro. É secretário da norma ABNT NBR 14039 – Instalações de Média Tensão de 1KV até 36,2 kV.*

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