

## Capítulo VII

# Dispositivos de proteção contra arco elétrico – sensores de luminosidade

Por Alan Rômulo e Eduardo Senger\*

O emprego de painéis resistentes a arco interno e a utilização de EPIS, abordados nos capítulos anteriores, são meios eficientes para proteção contra os efeitos do arco elétrico. Contudo, nenhuma das duas técnicas atua diretamente na redução da fonte de energia incidente.

A redução da energia incidente é conseguida pela utilização de dispositivos de detecção de arco. A redução da energia incidente, além de contribuir para o aumento da segurança dos trabalhadores, reduz significativamente a explosão decorrente da abertura de um arco elétrico, o que evita danos mais graves na instalação elétrica.

A Tabela 1 apresenta os tipos de proteção contra arco elétrico e as consequências para os trabalhadores e os equipamentos de um cubículo.

De acordo com a Tabela 1, a utilização do relé de detecção de arco é o único tipo de proteção

capaz de prover um elevado nível de proteção para os trabalhadores e os equipamentos. As principais características desses equipamentos serão abordadas neste e nos próximos capítulos.

### Sensores de luminosidade

Uma falta envolvendo arco elétrico produz uma radiação que pode ser detectada analisando o espectro de luz visível. Por esse motivo, o tipo mais comum de proteção contra arco elétrico utiliza-se dessa luz emitida pelo próprio arco para eliminação da falta, detectada por sensores conhecidos como sensores de luminosidade. Os primeiros sensores de luminosidade utilizados com essa finalidade foram desenvolvidos na década de 1980, mas passaram a ser usados em larga escala somente a partir do ano 2000.

Existem basicamente dois tipos de sensores de luminosidade: sensores pontuais e sensores de fibra ótica. A Figura 1 apresenta dois modelos comerciais desses sensores.

**TABELA 1: TIPOS DE PROTEÇÃO CONTRA ARCO ELÉTRICO E SUAS CONSEQUÊNCIAS**

TIPO DE PROTEÇÃO	CONSEQUÊNCIAS	
	Trabalhador	Equipamentos
EPIS/Vestimentas especiais	Proteção elevada	Dano elevado
Painel com proteção para arco interno	Proteção elevada	Dano parcial
Operação remota	Proteção elevada	Dano elevado
Relé de detecção de arco	Proteção elevada	Proteção elevada



Figura 1 – Sensor pontual e sensor de fibra ótica.

Os sensores pontuais são fototransistores que transmitem as informações referentes à luminosidade detectada no interior do painel por meio de sinais elétricos para as entradas do relé. Os sensores são instalados em diversos pontos do painel e cada sensor protege uma única zona, como o compartimento do disjuntor ou o compartimento dos barramentos. Os sensores dentro de uma zona definida podem ser conectados juntos, enviando somente um sinal de trip para o relé de proteção.

Com relação à área coberta pelo sensor pontual, este possui um ponto focal para detecção do arco, ou seja, a cobertura do sensor é definida e limitada, o que reduz a possibilidade do sensor atuar indevidamente devido a alguma luminosidade externa e também facilita a identificação do ponto exato da falta. Contudo, essa característica também limita a área de cobertura da proteção contra o arco no interior do painel. A Figura 2 ilustra a faixa de detecção de um sensor pontual típico, limitada a 20 graus em relação ao ponto central.

O desenvolvimento dos sensores de fibra ótica começou com o advento da fibra ótica, passando por diversas pesquisas com o objetivo de observar a luz emitida pelas descargas elétricas.

A fibra ótica é um tipo de sensor que realiza a detecção de luz por toda sua superfície. Uma vantagem em utilizar esse tipo de sensor é que ele pode cobrir uma área extensa de um painel por meio de um enlace único, fornecendo uma proteção mais abrangente. Porém, dada a extensão da fibra ótica, ela pode vir a sofrer danos devido a dobras e pressões, o que pode inviabilizar a sua funcionalidade.

A Figura 3 demonstra uma alternativa para o enlace físico realizado por um único sensor de fibra ótica (ilustrado na cor azul) em um painel elétrico. O mesmo sensor faz a proteção contra arco elétrico nos compartimentos dos barramentos, dos disjuntores e das gavetas.

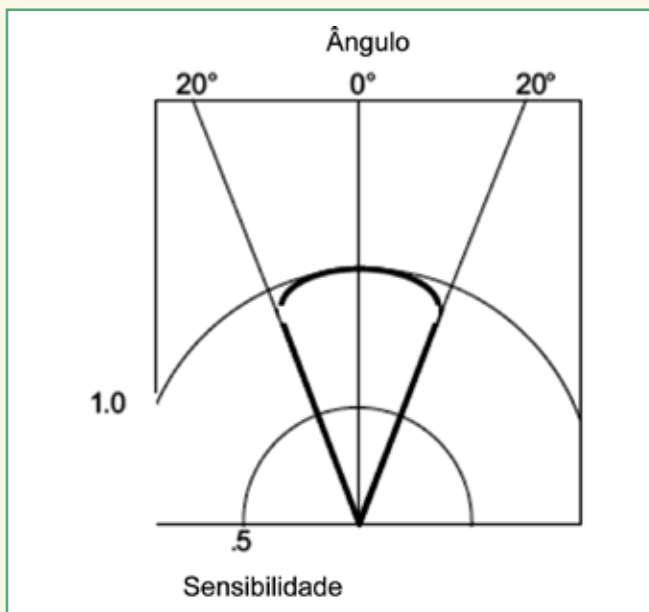
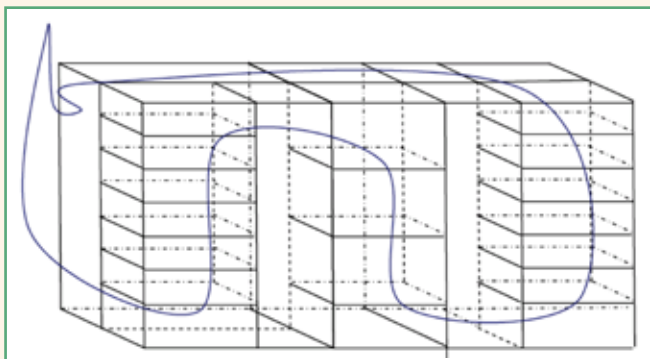


Figura 2 – Ângulo de detecção do sensor pontual.



**Figura 3 – Detecção de arco via sensor de fibra óptica nos compartimentos de barras, gavetas e disjuntores.**

Diferentemente do que ocorre com o sensor pontual, o sensor de fibra óptica possui uma área de atuação maior, permitindo que a luz originada por um arco elétrico seja detectada por toda a extensão da fibra. A fibra óptica possui uma janela de detecção de praticamente 360 graus. Essas características, dependendo da aplicação, podem aumentar ou diminuir a confiabilidade do sistema elétrico. Entretanto, o sensor de fibra óptica também pode ser utilizado para detectar pontos definidos. Para isso, somente uma pequena parte da fibra fica exposta, enquanto o restante dela é utilizado somente para fazer a conexão com o relé de proteção.

A escolha do tipo de sensor adequado para a instalação depende da aplicação. O enlace utilizando os sensores de fibra óptica é menos custoso do que a utilização de sensores pontuais quando a instalação envolve painéis de baixa tensão e centro de controle de motores (CCM) com múltiplos compartimentos. Já as vantagens em utilizar o sensor pontual é que os dispositivos são de fácil instalação em painéis existentes e podem fornecer o local exato oem que ocorreu a falta, já que são instalados individualmente em cada compartimento.

Existe ainda a possibilidade de utilizar um sensor de arco do tipo lapela. Este tipo de dispositivo é destinado à proteção dos trabalhadores que realizam intervenções em instalações elétricas energizadas. O sensor de lapela é preso na roupa do trabalhador e conectado ao dispositivo de detecção de arco. Caso ocorra um arco elétrico, o sensor de lapela irá detectar essa ocorrência e enviar um comando de abertura para o disjuntor. A Figura 4 demonstra um sensor do tipo lapela.



**Figura 4 – Sensor para arco do tipo lapela.**

## Conclusão

Este artigo iniciou a abordagem sobre os principais dispositivos de proteção contra arco elétrico. Neste capítulo, as características fundamentais dos sensores de luminosidade foram apresentadas, sendo que a melhor escolha entre os tipos de sensores disponíveis comercialmente depende das características físicas da instalação, bem como da relação custo-benefício.

É importante ressaltar que a utilização dos sensores de luminosidade, conectados a unidades de detecção de arco ou a relés de proteção digitais, é o único tipo de proteção capaz de prover um elevado nível de proteção para os trabalhadores e os equipamentos. Por esse motivo, a aplicação desses relés deve ser priorizada em um projeto que tenha como objetivo reduzir os níveis de energia incidente. Entretanto, as quatro técnicas relacionadas na Tabela 1 podem ser aplicadas conjuntamente, o que aumenta consideravelmente o nível de segurança da instalação.

Nos próximos capítulos serão apresentadas as arquiteturas e os equipamentos usuais para a proteção contra arco elétrico.

## Referências

- KAY, J. A.; ARVOLA, J.; KUMPULAINEN, L. Protection at the speed of light: arc-flash protection combining arc flash sensing and arc-resistant technologies. In: IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference (PCIC), 2009.
- KUMPULAINEN, L.; DAHL, S. Selective arc-flash protection. 20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – Part 1 (CIRED- IEEE), 2009.
- MELOUKI, B.; LIEUTIER, M.; LEFORT, A. The correlation between luminous and electric arc characteristics. Journal of Physics D: Applied Physics, v. 29, n. 11, 1996.
- QUEIROZ, A. R. S. Utilização de relés digitais para mitigação dos riscos envolvendo arco elétrico. Dissertação (Mestrado em Ciências – Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, 2011.
- ROCHA, G. et al. Detecção de arco voltaico em painéis de média e baixa tensão. In: III PCIC BR – “Petroleum and Chemical Industry Conference” – IEEE, 2010.
- ROSCOE, G.; VALDES, M. E.; LUNA, R. Methods for arc-flash detection in electrical equipment. In: IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference (PCIC), 2010.
- VALDES, M.; MEINERS, S.; ASOKAN, T. Rápida mitigación de energía, sin corto circuito, para control de arc flash en sistemas de baja y media tensión. In: IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, Brazil (PCIC-BR), 2010.
- VAMP. Catálogo. Disponível em: <[http://www.vamp-reles.com.br/home/hp/Publicacoes/Arco\\_eletrico.pdf](http://www.vamp-reles.com.br/home/hp/Publicacoes/Arco_eletrico.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2012.
- VAMP. Catálogo. Disponível em: <[http://www.vamp-reles.com.br/home/Produtos/Conteudo/Home/Guia\\_de\\_Aplicação\\_Sistema\\_de\\_Detecção\\_de\\_Arco\\_VAMP\\_08\\_08\\_08.pdf](http://www.vamp-reles.com.br/home/Produtos/Conteudo/Home/Guia_de_Aplicação_Sistema_de_Detecção_de_Arco_VAMP_08_08_08.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2012.
- VAMP. Disponível em: <<http://www.vamp.li/Manuals/Portuguese/VM221.PO009.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

\*ALAN RÔMULO SILVA QUEIROZ é engenheiro eletricista graduado pela Universidade Santa Cecília (Santos, SP), mestre em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e membro do IEEE-IAS. EDUARDO CÉSAR SINGER é engenheiro eletricista e doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É professor livre-docente na área de Proteção de Sistemas Elétricos na Universidade de São Paulo e coordenador do Laboratório de Pesquisa em Proteção de Sistemas Elétricos (Lprot).

**Continua na próxima edição**  
Confira todos os artigos deste fascículo em [www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)  
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail [redacao@atitudeeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeeditorial.com.br)