

## Capítulo IX

# Dispositivos de proteção contra arco elétrico - relés de proteção digitais com detecção de arco integrada

Por Alan Rômulo e Eduardo Senger\*

No capítulo anterior, foram apresentadas as características fundamentais dos equipamentos dedicados para proteção contra arco elétrico, bem como suas arquiteturas mais usuais. Neste capítulo, são apresentados os principais conceitos sobre os relés de proteção digitais com detecção de arco integrada.

### *Relés de proteção digitais com detecção de arco integrada*

Os relés de proteção numéricos podem possuir o recurso para detecção de arco, sendo dotados de entradas opcionais para os sensores luminosos. A proteção pode ser combinada ainda com elementos para detecção de sobrecorrente de fase e neutro, garantindo uma atuação rápida e confiável do sistema de proteção durante eventos envolvendo arco elétrico.

A Figura 1 demonstra a conexão de um sensor pontual de luz em um relé de proteção digital comercial.

Além da possibilidade de conexão dos sensores luminosos, outra característica importante do relé digital dotado de proteção contra arco elétrico é o tempo que ele leva para detectar uma sobrecorrente no circuito envolvido em uma falta com arco. Para proporcionar uma atuação mais veloz, o relé utiliza elementos de sobrecorrente de alta velocidade, que possuem um sistema de filtragem distinto das funções utilizadas normalmente para correntes de curto-circuito. Para as proteções de sobrecorrente relacionadas à detecção de arco interno, é



Figura 1 – Conexão de um sensor pontual de luz em um relé de proteção digital comercial.

utilizada uma taxa de amostragem de 16 amostras por ciclo. Posteriormente, as amostras são comparadas com os valores de pick up previamente ajustados e, no caso de duas amostras possuírem valores superiores a esse pick up, o relé emite um sinal de função atuada. Esse sinal é tratado posteriormente pela lógica estabelecida no relé.

A Figura 2 demonstra o diagrama de blocos da função de sobrecorrente de arco de um relé comercial.

No relé de proteção comercial do fabricante acima, são utilizadas as seguintes funções de sobrecorrente relacionadas à detecção de arco elétrico:

- 50 PAF (Phase Arc Fault): sobrecorrente de fase instantânea de alta velocidade para detecção de arco elétrico;

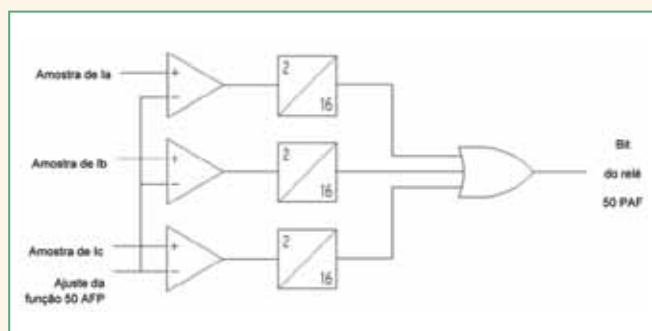


Figura 2 – Bloco lógico da função de sobrecorrente de arco.

- 50 NAF (Neutral Arc Fault): sobrecorrente de neutro instantânea de alta velocidade para detecção de arco elétrico.

Dessa forma, com as informações provenientes dos sensores luminosos e da função de sobrecorrente instantânea de alta velocidade, é possível estabelecer uma lógica AND para que o relé só emita o sinal de trip quando realmente ocorrer um arco elétrico no interior do painel, evitando, dessa forma, atuações indevidas.

A Figura 3 ilustra um modelo de lógica AND que associa esses elementos.

Outro recurso disponível nos relés digitais é a oscilografia, que permite identificar, por meio de gráficos, o comportamento do sistema elétrico durante a ocorrência de um curto-circuito.

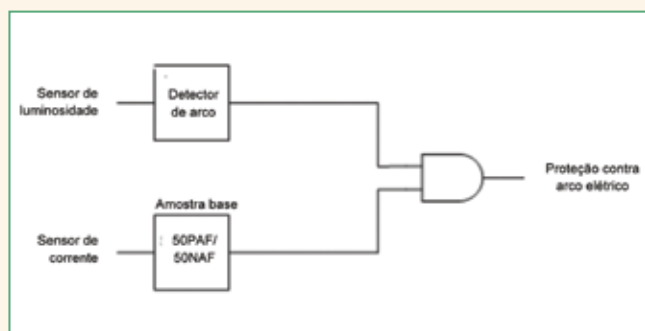
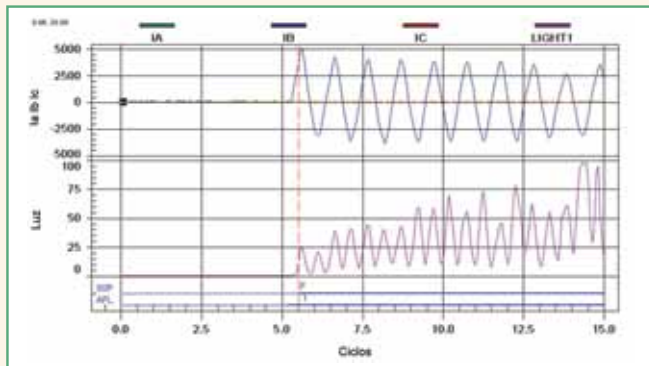


Figura 3 – Diagrama lógico de trip para detecção de arco elétrico.

Os relés dotados de proteção contra arco elétrico permitem, também, que a oscilografia detecte o comportamento da luz emitida por um arco elétrico.

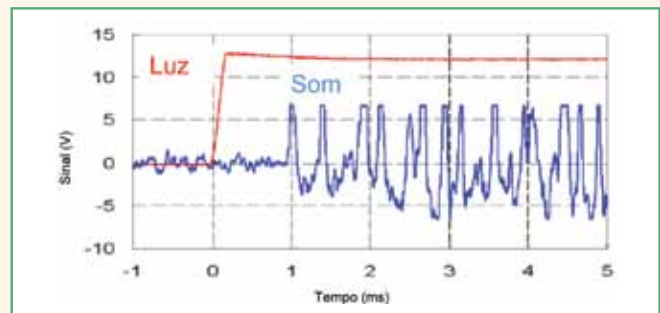
A Figura 4 mostra uma oscilografia envolvendo um curto-circuito entre a fase B e a terra, onde é possível verificar o comportamento da corrente e da luz proveniente do arco elétrico.



**Figura 4 – Oscilografia de uma falta fase-terra com detecção de corrente e luminosidade.**

Uma alternativa para proteção contra arco elétrico é utilizar sensores que combinam a detecção de luz e som. A diferença entre a velocidade da luz ( $3 \times 10^8$  m/s) e do som (343 m/s) gera um atraso de tempo único, suficiente para diferenciar um evento de arco elétrico de outras fontes de luz e som. Dessa forma, é possível detectar um evento de arco elétrico de maneira rápida e confiável. Para isso, é utilizado um sensor capaz de detectar a luz e o som simultaneamente. Este sensor deve ser instalado próximo aos pontos potenciais de geração de arco elétrico.

A Figura 5 demonstra o comportamento da luz e do som, bem como o tempo requerido para detecção do arco elétrico.



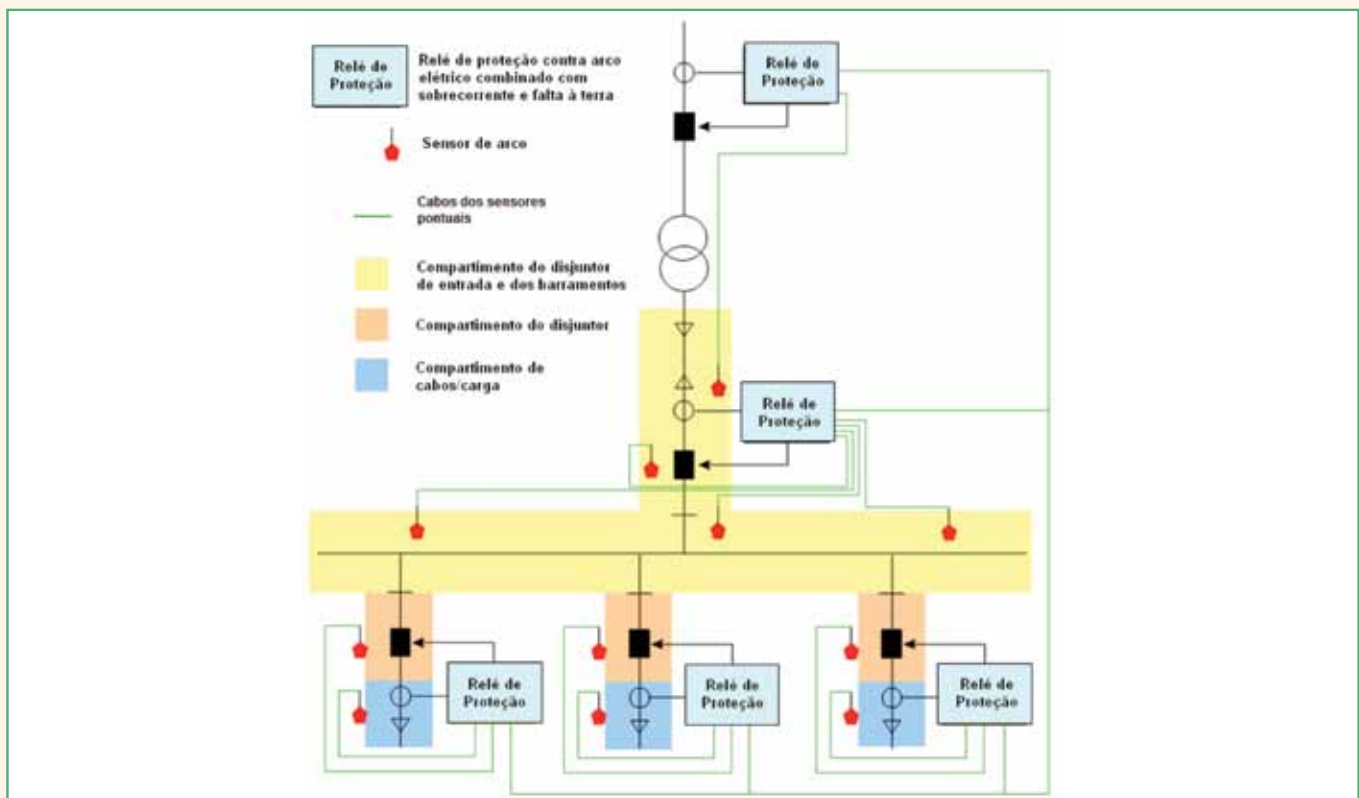
**Figura 5 – Comportamento da luz e do som na ocorrência de um arco elétrico.**

De acordo com a Figura 5, o tempo requerido para o sensor detectar o arco elétrico e emitir o sinal de desligamento é de aproximadamente 1 ms, o que permite uma rápida extinção da falta.

A vantagem em utilizar esse tipo de sensor decorre do fato de que ele dispensa a medição de corrente como um critério de confirmação para a ocorrência de um arco, o que torna a instalação mais simples, pois não há a necessidade de instalação de transformadores de corrente.

Com relação à arquitetura do sistema de proteção, podem ser utilizadas diversas configurações, dependendo dos requisitos operacionais do sistema elétrico e da lógica de seletividade e operação dos dispositivos de detecção de arco.

A Figura 6 mostra um esquema de sistema de proteção seletivo utilizando relés numéricos equipados com o sistema de detecção de arco.



**Figura 6 – Esquema de proteção contra arco utilizando relés numéricos.**

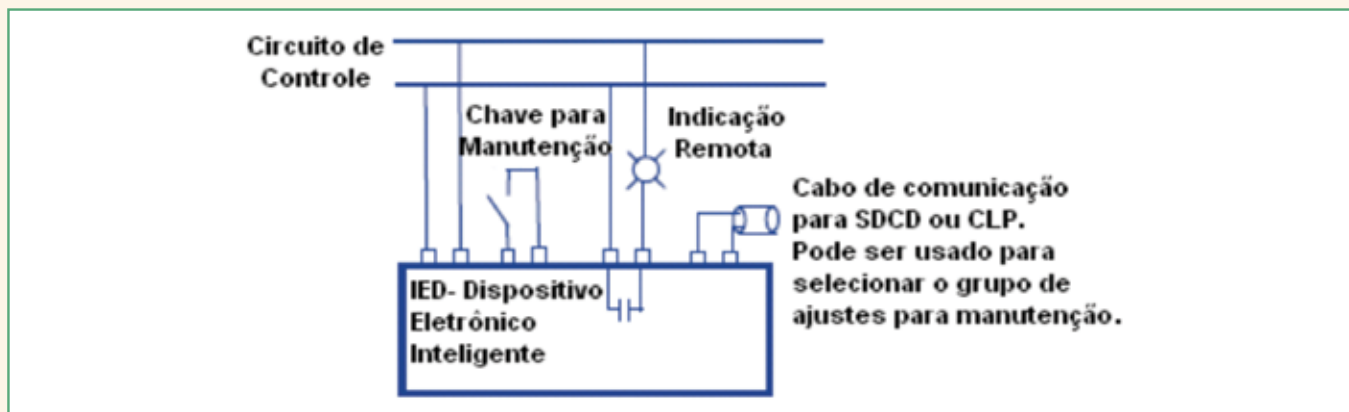


Figura 7 – Chave para seleção de grupo de ajuste para manutenção.

No caso da Figura 6, se ocorrer um curto-circuito envolvendo arco elétrico no compartimento de cabos (ilustrado pelo quadrado azul na Figura 6), por exemplo, somente o disjuntor correspondente ao circuito envolvido será desligado, garantindo a seletividade do sistema elétrico.

Outra forma, distinta das anteriores, de prover maior segurança contra os efeitos do arco elétrico é configurar, no relé de proteção digital, grupos de ajustes para manutenção e manobras em equipamentos elétricos. Por meio do acionamento de um botão/chave local, por meio de comunicação remota ou utilizando a IHM do próprio relé, é possível selecionar um grupo de ajustes configurado somente com a proteção de sobrecorrente instantânea, eliminando qualquer atraso intencional. Isso faz com que o disjuntor atue no menor tempo possível e evite, dessa forma, que a energia incidente liberada atinja valores muito elevados.

A Figura 7 apresenta um esquema que pode ser aplicado para seleção de um grupo de ajuste para manutenção. Nesse caso, o grupo de ajustes é selecionado por uma chave local.

Embora seja uma solução de baixo custo, a aplicação desses grupos de ajuste possui a desvantagem de comprometer a coordenação e seletividade do sistema de proteção da unidade, pois o recurso de temporização é inibido. Dessa forma, essa solução deve ser aplicada somente quando os trabalhadores realizarem manutenções ou manobras próximas a instalações energizadas.

### Conclusão

A utilização de relés digitais com detecção de arco integrada é uma solução eficiente para proteção dos trabalhadores e da instalação contra os riscos do arco elétrico.

A vantagem da aplicação desse tipo de relé decorre do fato de que, com apenas um dispositivo, é possível integrar todos os requisitos de proteção do sistema elétrico com a proteção contra arco elétrico, dispensando o uso de dispositivos auxiliares dedicados à proteção apenas contra arco elétrico.

Contudo, deve-se atentar para o fato de que nem todos os relés digitais são dotados desse recurso. Adicionalmente, os relés digitais que possuem esse recurso integrado necessitam

de entradas auxiliares, que são opcionais para conexão dos sensores de luminosidade.

Para se evitar desligamentos (trips) indesejados, recomenda-se sempre a utilização de proteção combinada de detecção de luz e sobrecorrente, em que o comando de desligamento é realizado apenas se as duas condições estiverem satisfeitas.

### Referências

- KUMPULAINEN, L.; DAHL, S. Minimizing hazard to personnel, damage to equipment, and process outages by optical arc-flash protection. In: *IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, Europe, 2010*.
- LUNA, R.; CASSIDY, B.; FRANCO, J. Reducing arc flash risk with the application of protective relays. In: *IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, PCIC, 2009*.
- 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.
- ROSCOE, G.; VALDES, M. E.; LUNA, R. Methods for arc-flash detection in electrical equipment. In: *IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference, PCIC, 2010*.
- SEL – Schweitzer Engineering Laboratories. “Memória de cálculo para os ajustes do relé de proteção de alimentador SEL-751A”. Disponível em: <<http://www.selinc.com.br/calculo/ROTEIRO%20DE%20AJUSTES%20SEL-751A.PDF>>. Acesso em: 04 abr. 2012.
- SEL – Schweitzer Engineering Laboratories. “Como criar um elemento de detecção de arco voltaico rápido e seletivo, utilizando elementos de sobrecorrente e intensidade luminosa”. Disponível em: <[http://www.selinc.com.br/guia\\_aplic/ag\\_protecao\\_arco.pdf](http://www.selinc.com.br/guia_aplic/ag_protecao_arco.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2012.
- ZELLER, M.; SCHEER, G. Add trip security to arc-flash detection for safety and reliability. In: *Power Systems Conference, IEEE, 2009*.

\*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 SENGER 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@atitudeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeditorial.com.br)