

## COMO CRIAR UM ELEMENTO DE DETECÇÃO DE ARCO VOLTAICO RÁPIDO E SELETIVO, UTILIZANDO ELEMENTOS DE SOBRECORRENTE E INTENSIDADE LUMINOSA

Eduardo Zanirato / Geraldo Rocha

---

**Resumo** - O guia apresenta a lógica para criação de um disparo rápido e seletivo para a proteção de operadores e eletricitistas de manutenção contra o arco voltaico em cubículos de disjuntores de painéis de média tensão e baixa tensão.

**Palavras-Chave** - Relé de proteção, painel média tensão, painel baixa tensão, arco-voltaico, segurança de pessoal

### 1. Introdução

Uma das maiores preocupações das indústrias hoje em dia são os aspectos de segurança de seu pessoal, onde especial atenção se dá para operadores de subestações e eletricitistas de manutenção. A simples execução de manobras cotidianas dentro de uma subestação, como por exemplo, a inserção de um disjuntor, pode terminar no surgimento de um arco voltaico de efeitos irreversíveis para a saúde do operador provocando queimaduras de alto grau, inalação de gases tóxicos e quentes, incidência de elevados níveis de ruídos e ondas de pressão que podem arremessar o operador a metros de distância vindos a chocar-se com equipamentos existentes na subestação.

O uso de relés de proteção para a detecção de arco voltaico, tem se mostrado ser muito eficiente na detecção e extinção de arco voltaico, pois neste além da proteção de pessoal, pode-se evitar a explosão e destruição do painel causada por este fenômeno.

Um sistema de proteção contra arco voltaico deve ser extremamente rápido e ao mesmo tempo ser seguro e confiável. Isto significa que o sistema deve atuar em altíssima velocidade na detecção do arco voltaico no interior do cubículo e comandar a abertura do disjuntor para a extinção deste fenômeno. Contudo, o sistema de proteção não deverá sobre hipótese alguma atuar caso não exista um arco voltaico interno ao painel.

Para tanto, a melhor solução é a filosofia que combina a detecção de luz no interior do cubículo (que indica a formação do arco voltaico), com a percepção de significativos aumentos dos valores normais de corrente de carga (que confirma a presença de curto-circuito) entre partes vivas no interior do cubículo.

O sistema aqui proposto é composto por unidades sensoras de luz que são dispostas em pontos estratégicos do cubículo e que são interligadas por fibras óticas ao relé de proteção, que por razões de confiabilidade, também executa proteção principal do circuito deste cubículo ou painel, eliminando a necessidade de mais componentes no interior dos cubículos de média ou baixa tensão.

### 2. O Relé de Proteção SEL-751A

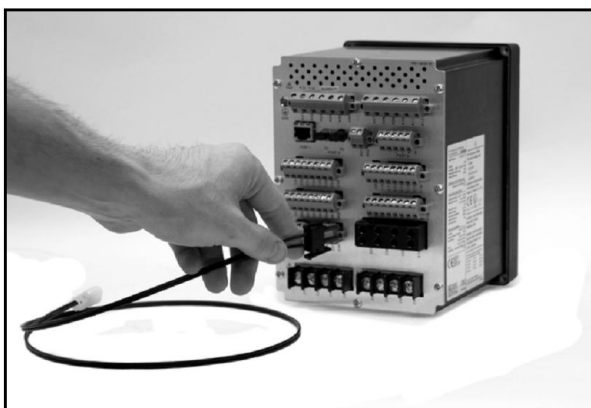
O relé de proteção SEL-751A é um relé de proteção multifunção aplicado em alimentadores de média e baixa tensão que além da função de detecção de arco voltaico, também possui

diversas funções como proteção, medição, monitoramento, controle e integração com sistema supervisorio.

Devido a sua modularidade, recomenda-se a instalação de uma placa saídas digitais de alta-velocidade que permita diminuir o tempo de atuação entre 2 a 5 ms, contra tempos de 7 a 13ms em saídas digitais eletromecânicas.

O sistema de detecção de arco voltaico do relé SEL-751A suporta dois tipos de sensores de luminosidade: sensores pontuais e sensores regionais.

Esta definição deverá ser feita de acordo com as instalações, onde comumente, os sensores pontuais de luz são recomendados para a detecção localizada em pontos de maior possibilidade de ocorrência de arco voltaico, como partes móveis do painel (exemplo, inserção/extração de disjuntor) e os sensores regionais são recomendados para abranger maior área sendo comumente aplicado no compartimento do barramento principal do painel.



*Fig. 01 – Conexão do sensor de luz pontual ao relé SEL-751A*

### **3. Princípio de Funcionamento do Sistema de Proteção contra Arco Voltaico do relé SEL-751A**

O princípio de funcionamento do sistema de proteção contra arco voltaico associa a variação da intensidade da iluminação, captada por até 04 sensores óticos independentes, com a elevação das correntes medidas pelo relé de proteção a valores que ultrapassam os valores previamente ajustados para correntes de fase e neutro.

Para alcançar tempos de atuação de trip mais velozes, o relé utiliza elementos de sobrecorrente de alta velocidade (50PAF e 50NAF) que possuem filtragem distinta das funções normalmente configurada para correntes de curto-circuito.

As proteções de sobrecorrentes relacionadas a detecção de arco interno utilizam amostragem de correntes “brutas” de um conversor A/D, com uma taxa de amostragem de 16 amostras por ciclo. As amostras individuais são comparadas de maneira individual com o valor de pick-up previamente ajustado. Caso duas amostras possuam valor superior ao pick-up, os relés detectam “função acionada” para posterior tratativa em lógica interna ao relé.

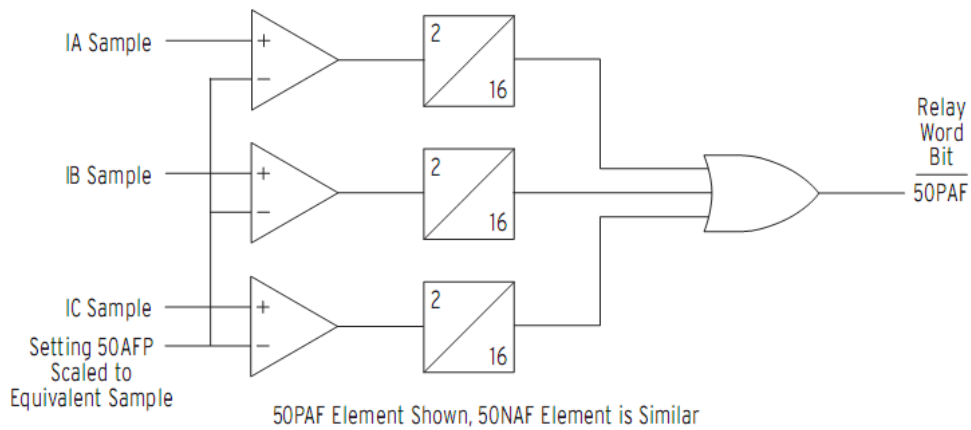


Fig. 02 – Bloco lógica de atuação da função de sobrecorrente de arco

Cada uma das 04 entradas de fibra ótica para sensores de luz é associada com uma curva de tempo inverso que associa a intensidade da luz captada no sensor versus tempo (escala em ¼ ciclo).

A Fig. 03 apresenta a característica da curva de atuação dos sensores de luz baseadas em múltiplos do pick-up previamente ajustado no relé (TOL).

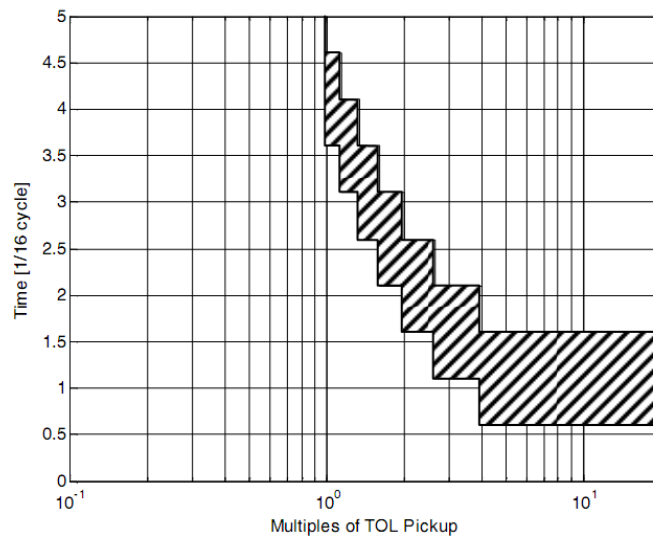


Fig. 03 – Curva intensidade luminosa de tempo inverso (TOL) característica dos relés SEL-751A

É possível selecionar através de programação o valor de pickup individualmente para cada um dos 4 sensores disponíveis. Este ajuste é expresso em porcentagem do fundo de escala, que é diretamente relacionada com a nível de intensidade da luz medida pelo sensor.

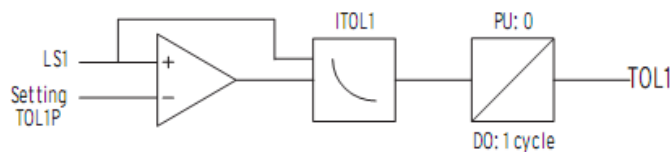


Fig. 04 – Diagrama lógico do elemento TOL para sensor de luz 01

A sensibilidade dos canais sensores de luz pode ser comparada com a intensidade da luz em lux conforme mostrado na Fig. 05.

Light Level	Example
50 lux	Living room
80 lux	Brightly lit room
500 lux	Brightly lit office
1,000 lux	TV studio
> 20,000 lux	Direct sunlight
20,000 to >1,000,000 lux	Arc-flash event <sup>a</sup>

<sup>a</sup> A. D. Stokes, D. K. Sweeting, "Electric Arc Burn Hazards", IEEE Transactions on industry applications, Vol. 42, No. 1. January/February 2006.

Fig. 05 – Níveis de iluminação típicos para alguns tipos de ambientes

#### 4. Criando uma lógica de trip utilizando elementos rápidos de sobrecorrente e intensidade luminosa

Conforme visto anteriormente, o relé utiliza elementos de sobrecorrente de alta velocidade (50PAF e 50NAF) que possuem filtragem distinta das funções normalmente configurada para correntes de curto-circuito, com 16 amostras por ciclo.

Assim sendo, as funções de sobrecorrente rápidas não rejeitam os efeitos das harmônicas e tendem naturalmente a atuar por “sobre-alcance” sob condições de alta carga harmônicas.

Para evitar atuação involuntária deste elemento, recomenda-se o ajuste desta função em duas vezes o valor da máxima carga presumida.



Fig. 06 – Tela de ajustes dos elementos de sobrecorrente de alta velocidade

Temporárias ativações do elemento de sobrecorrente do detector de arco durante condições de inrush e partidas de motores são esperadas e não devem provocar a atuação de trip do relé, uma vez que também levam em consideração os níveis de luz existentes nos sensores de arco voltaico.

Após definir o tipo de sensor de luz a ser utilizado, deve-se ajustar o pickup dos elementos sensores de luz. O ajuste típico para esses sensores deve ser baseado no nível de iluminação ambiente para cada ponto de instalação, sendo que este valor pode ser continuamente verificado através das interfaces do relé. Valores de ajuste usualmente são superiores ao maior nível de iluminação possível para cada ambiente.

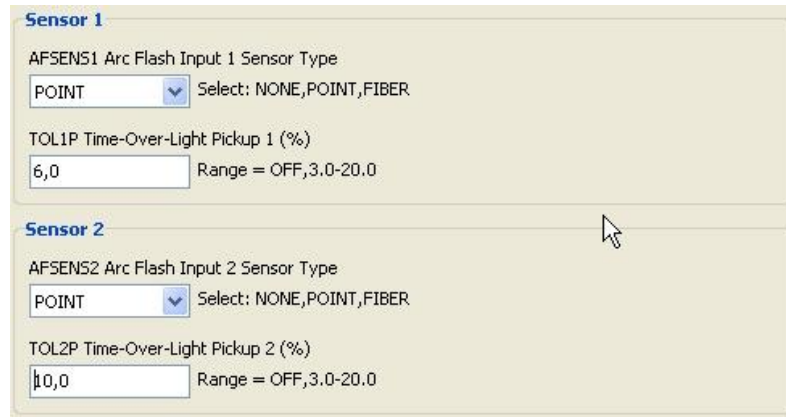


Fig. 07 – Tela definição e ajustes dos sensores de luz

Para a verificação dos níveis de intensidade luminosa para cada sensor, o usuário poderá utilizar o próprio frontal do relé de proteção (METER > Light Intensity) ou através do software de parametrização pelo comando MET L do Hyperterminal.

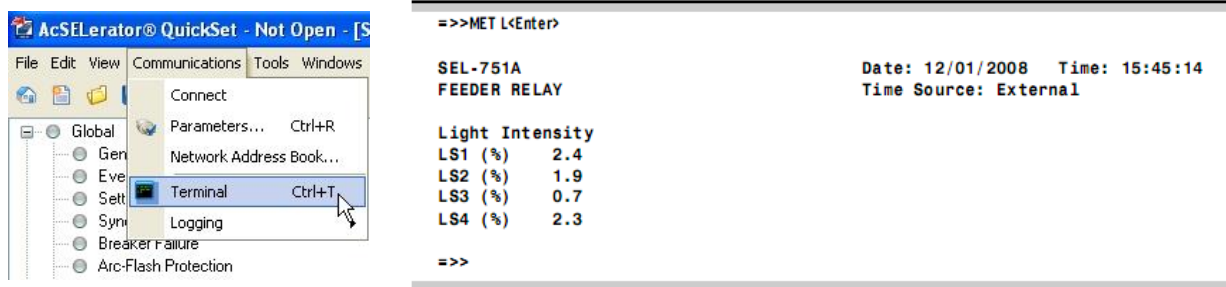


Fig. 08 – Visualização dos níveis de iluminação via software AcSelerator®

A lógica de trip deve ser composta por uma lógica AND entre os elementos de sobrecorrente de alta velocidade (50PAF ou 50NAF) e detecção de luz (TOLn).

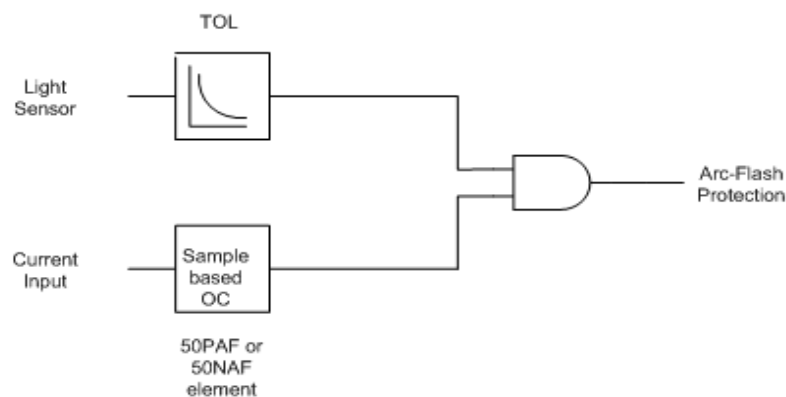
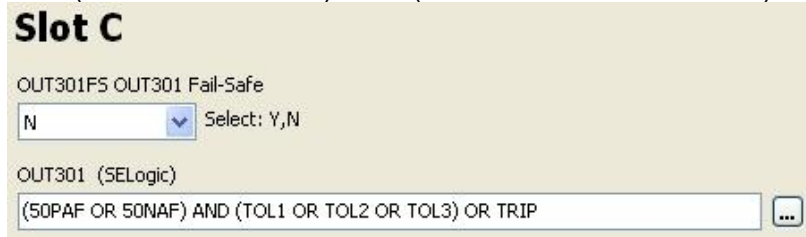


Fig. 09 – Diagrama lógico de trip para detecção de arco voltaico

O usuário irá definir através da programação do relé de proteção quais ações serão tomadas na detecção de um arco voltaico, como exemplo, acionar o disjuntor, enviar alarmes remotos, etc, visando a extinção mais rápida possível do arco voltaico.

Considerando que o relé SEL-751A esta sendo utilizado como entrada de um painel e os sensores de luz LS1, LS2, LS3 estão instalados abaixo do disjuntor que interrompe a corrente, o sinal de trip será enviado diretamente para a saída física de alta velocidade OUT301:

OUT301:= (50PAF OR 50NAF) AND (TOL1 OR TOL2 OR TOL3) OR TRIP



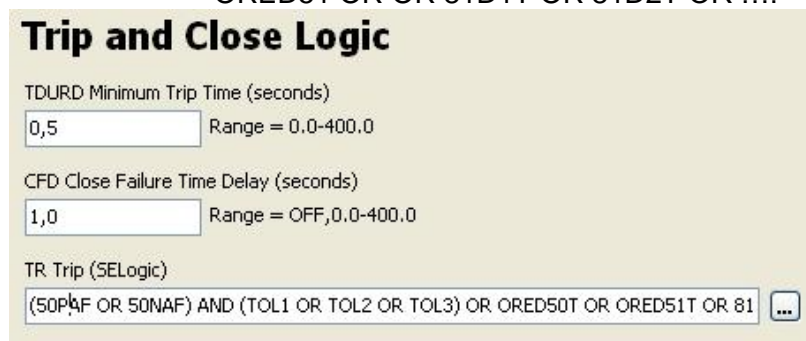
**Slot C**

OUT301F5 OUT301 Fail-Safe  
N Select: Y,N

OUT301 (SELogic)  
(50PAF OR 50NAF) AND (TOL1 OR TOL2 OR TOL3) OR TRIP

Fig. 10 – Equação lógica para acionamento da saída digital de alta velocidade OUT301

TR:= (50PAF OR 50NAF) AND (TOL1 OR TOL2 OR TOL3) OR ORED50T OR ORED51 OR OR 81D1T OR 81D2T OR ...



**Trip and Close Logic**

TDURD Minimum Trip Time (seconds)  
0,5 Range = 0.0-400.0

CFD Close Failure Time Delay (seconds)  
1,0 Range = OFF,0.0-400.0

TR Trip (SELogic)  
(50PAF OR 50NAF) AND (TOL1 OR TOL2 OR TOL3) OR ORED50T OR ORED51T OR 81

Fig. 11 – Equação lógica de trip do relé de proteção

## 6. Conclusões

O sistema de proteção contra arco voltaico já é consagrado pelas indústrias de grande porte como o mais eficiente sistema de proteção para a segurança pessoal, aparelhagem e equipamentos. Foi apresentado a filosofia de um sistema detecção de arco voltaico extremamente rápido (detecção em cerca de  $\pm 2$  ms) com possibilidade de integração em rede de alta confiabilidade e que otimiza recursos em painéis.