

Capítulo VI

Equipamentos de proteção

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

A norma NR 10, item 10.2.9 (Medidas de Controle), declara que, na impossibilidade do uso de proteção coletiva, na extra baixa tensão ou desenergização das instalações, deve ser empregado o uso de proteção individual através de vestimentas adequadas que atendam aos critérios:

- ▶ Condutibilidade;
- ▶ Inflamabilidade;
- ▶ Influências Externas.

As seguintes vestimentas são mais usuais:

- ▶ Calça / Camisa
- ▶ Cueca de algodão (nunca usar de nylon)
- ▶ Macacão
- ▶ Jaleco
- ▶ Balaclava
- ▶ Mangote
- ▶ Luva
- ▶ Capuz
- ▶ Bota
- ▶ Bota de borracha

As tecnologias mais usuais são:

- ▶ Pirovatec (algodão tratado)
- ▶ Protera® Fibra de aramida (nome da Dupont)

- ▶ Algodão com 12% de nylon (ITEX ou Wsek)

Nota: Mesmo utilizando as metodologias de cálculo das normas NFPA 70E ou IEEE Std 1584 não se consegue 100% de proteção, apenas 95%.

Using the methods in NFPA 70E or IEEE Std-1584 does not insure that a worker will not be injured by burns from an arc-flash. Following the NFPA 70E and IEEE 1584 procedures and wearing the proper protective equipment will greatly reduce the possibility of burns. Using the incident energy equations developed from the arc flash tests, it is expected that the personal protective equipment (PPE) classification per the tables in NFPA 70E will be adequate for 95% of the classifications based on test results.

TESTE DAS VESTIMENTAS

Para garantir as calorias especificadas nas vestimentas, as mesmas são testadas conforme a norma IEC 61482-1-1 de 2009 "Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ATPV or Ebt50) of flame resistant materials for clothing (method A)". O material a ser testado deve ser lavado de acordo com a ISO 6330, método 2 A e seco conforme procedimento E (tumble drying). Após isto, as amostras são cortadas e colocadas no painel de teste.

Normalmente, o programa de testes inclui um número mínimo de 20 amostras. Os seguintes dados são registrados para cada amostra:

- ✓ Condições de exposição ao arco: número de arcos, corrente de arco RMS, corrente de arco de pico, tensão do arco, duração do arco, energia dissipada no arco, plotagem da corrente e tensão de arco;

- ✓ Resposta da elevação de temperatura dos dois sensores de cada amostra com a plotagem da resposta média, plotagem da distribuição de energia incidente;
- ✓ Fotografia do material exposto nos painéis;
- ✓ Vídeo

Os tecidos são testados para que sua performance seja garantida. Aplica-se a fonte de calor de um lado e verifica-se a densidade de calor (cal/cm^2) do outro lado. São realizados os testes em várias amostras. Veja Figura 1.



Figura 1 – Ensaio com a quantidade de calor aplicado de um lado do tecido e o sensor colocado no outro lado.

Com base nos resultados das amostras plota-se um gráfico como o mostrado na Figura 2.

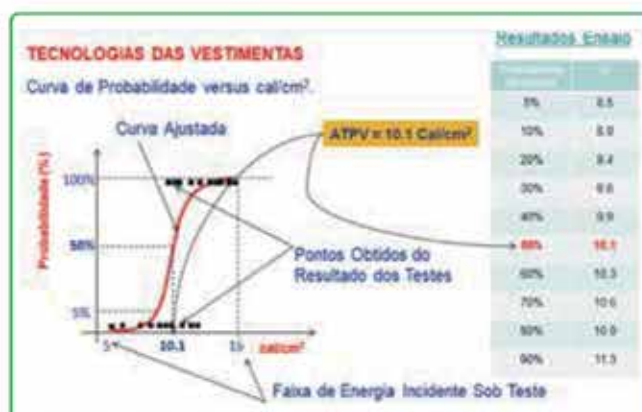


Figura 2 – Probabilidade de queima (%) versus energia incidente.

As vestimentas são testadas para verificar se estão atendendo à especificação (Figura 3).



Figura 3 – Vestimenta testada com energia de $9.4 \text{ cal}/\text{cm}^2$ indicando que alguma energia passa para o lado interno da vestimenta.

As vestimentas de algodão tratado, normalmente, têm um limite de número de lavagens e restrições de produtos para lavar essas vestimentas. Geralmente, o número máximo de lavagens é 100, em empresa especializada.

A utilização de fibra garante um maior número de lavagens, além de um peso menor porque a fibra já fabricada para ser FR.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC)

Entre os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), os mais utilizados são:

- ✓ Detectores de tensão;
- ✓ Conjunto de aterramento;
- ✓ Tapetes isolantes;
- ✓ Luvas de borracha;
- ✓ Varas de manobra;
- ✓ Bloqueio (Lockout);
- ✓ Impedimento (Tagout).

RELÉS MONITORES DE ARCO FOTOSSENSÍVEIS ASSOCIADOS A UMA CHAVE DE ATERRAMENTO ULTRARRÁPIDA

Como mencionado neste artigo, um dos principais fatores que faz a energia incidente ter um valor elevado é a resistência do

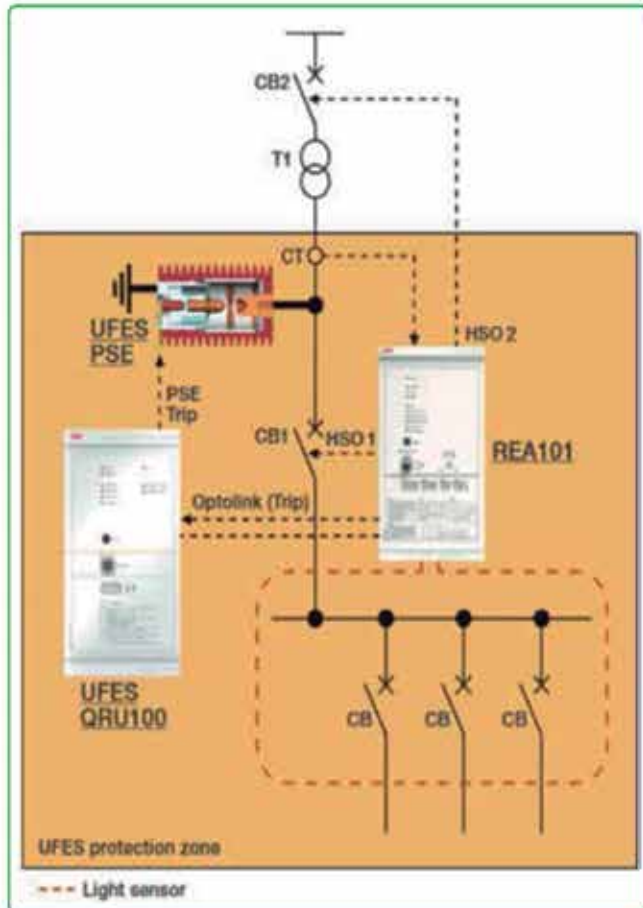


Figura 4 - UFES da ABB. Chave curto-circuitadora acoplada a relé monitor de arco (REA).

arco, pois é onde há a dissipação de energia. No mercado, existe um equipamento que consiste de uma chave de aterramento ultrarrápida, cujo nome comercial é UFES* (Ultra-Fast Earthing Switch). Na prática, o que esta chave faz é aplicar um curto-circuito trifásico franco jumpeando um arco à terra. Com isto, elimina-se a resistência de arco e a corrente de falta não cai, fazendo com que os tempos de eliminação não se elevem. A Figura 4 mostra o princípio de funcionamento.

PAINÉIS DE CAMPO À PROVA DE EXPLOÇÃO COM DISJUNTORES WFR

Para melhorar a proteção dos trabalhadores em painéis de campo, uma solução que pode ser usada é utilizar painéis à prova de explosão, com proteção de entrada utilizada com um dos dispositivos mostrados a seguir:

- ✓ Disjuntor de baixa tensão com WFR (Wave Form Recognition);
- ✓ Fusível ultrarrápido;
- ✓ Fusível limitador.

As Figuras 5 e 6 ilustram o exposto.



Figura 5 - Painel à prova de explosão.



Figura 6 - Solução com painel à prova de explosão, disjuntor WFR ou fusível limitador ou ultrarrápido.

O problema do arco à montante pode ser minimizado com a solução indicada na Figura 7.

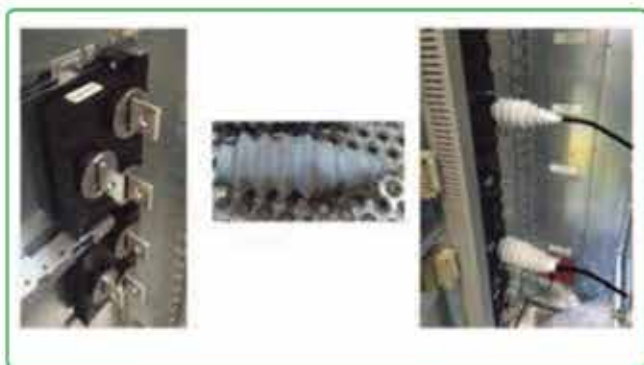


Figura 7 – Utilização de capa isolante nas conexões entre os cabos e as terminações.

TEMPORIZAÇÃO DO BOTÃO DE COMANDO “LIGA”

Uma boa técnica para proteger o trabalhador que opera painéis é a de temporizar o comando “liga”. Isto é feito colocando um relé de tempo para acionar a bobina de fechamento do disjuntor. O relé de tempo é acionado pela chave de comando liga.

Outros dispositivos e técnicas

(a) Técnicas preventivas:

- ✓ Treinamento;
- ✓ Operações remotas;
- ✓ Controle de acesso;

- ✓ Intertravamentos;
- ✓ Procedimentos de desenergização e energização da NR 10;
- ✓ Lockout;
- ✓ Tagout.

(b) Técnicas preditivas:

- ✓ Inspeção termográfica;
- ✓ Inspeção ultrassônica;
- ✓ Inspeção de descargas parciais.

CLÁUDIO S. MARDEGAN é engenheiro especialista formado pela Unifei, especialista em proteção de sistemas elétricos industriais e qualidade de energia. É membro sênior do IEEE e chairman do Capítulo 6 do Buff Book, atual 3004 series (3004.6) sobre Ground Fault Protection. É chair ainda do Capítulo 13 – Protection Coordination e vice-chair de Surge Protection do IEEE. É diretor da EngePower Engenharia e Comércio Ltda.

GIUSEPPE PARISE é engenheiro electricista e, desde 1973, trabalha no Departamento de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Sapienza em Roma, onde é Professor Pleno de Sistemas Elétricos de Potência. Tem mais de 320 artigos publicados e é autor de duas patentes e três prêmios de artigos do IEEE/IAS PSD. É membro ativo do IEEE Industry Applications Society (past Member at Large of Executive Board).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em
www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários
 podem ser encaminhados para redacao@atitudedeeditorial.com.br