



**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

## **ESTUDO SOBRE O DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CHAVE FUSÍVEL SOB OS PONTOS DE VISTA NORMATIVO-TÉCNICO E DOS MATERIAIS<sup>1</sup>**

**STUDY ON THE FUSE KEY PROTECTION DEVICE FROM THE NORMATIVE-TECHNICAL AND MATERIAL POINTS OF VIEW**

**Giovanna de Oliveira de Brito<sup>2</sup>, João Victor Pezzetta Roncata<sup>3</sup>, Rafael Henrique Bandeira<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho de revisão bibliográfica da disciplina Materiais Elétricos e Magnéticos do curso de graduação de Engenharia Elétrica.

<sup>2</sup> Estudante do curso de Engenharia Elétrica.

<sup>3</sup> Estudante do curso de Engenharia Elétrica.

<sup>4</sup> Professor da disciplina de Materiais Elétricos e Magnéticos do curso de Engenharia Elétrica.

### **RESUMO**

Dispositivos de proteção são cada vez mais necessários nos sistemas elétricos, sejam eles em instalações residenciais, industriais, em subestações ou em redes de distribuição de média tensão (MT) ou baixa tensão (BT). Esse fato decorre devido às normas estarem mais rígidas a cada versão, com o propósito de garantir maior qualidade na distribuição de energia. Bem como, maior segurança aos consumidores e aos equipamentos eletroeletrônicos conectados à rede. Com base nisso, o presente trabalho buscou desenvolver uma revisão bibliográfica sobre Chaves Fusíveis utilizados como dispositivo de proteção em redes de MT, com intuito de entender o funcionamento, aplicabilidade e possibilitar relação com o estudo dos materiais elétricos.

**Palavras-chave:** Proteção. Chave Fusível. Interrupção. Materiais Elétricos.

### **INTRODUÇÃO**

Existem atualmente diversos tipos de dispositivos de proteção. A principal função desses equipamentos é assegurar a desconexão do sistema elétrico, quando estes são submetidos a qualquer anormalidade que o faça operar fora dos parâmetros previstos [1].

Um curto-circuito, por exemplo, pode trazer efeitos mecânicos e térmicos aos equipamentos conectados à rede de distribuição. Os efeitos mecânicos podem deformar e romper materiais isolantes, devido a força resultante do curto ser proporcional ao quadrado da corrente instantânea. Bem como, os efeitos térmicos podem danificar os materiais condutores e isolantes em virtude do aquecimento excessivo desses materiais, que por sua vez é causado pelo tempo de permanência da falha e alto valor de corrente [2].



Com isso, é perceptível a importância da correlação entre a composição material dos dispositivos de proteção, bem como, suas informações técnicas de operação.

## **METODOLOGIA**

Para o presente artigo foi realizada revisão bibliográfica do tema abordado em livros, monografias e normas técnicas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Chaves Fusíveis**

As chaves fusíveis, também conhecidas como corta-circuito, são dispositivos de proteção com característica de interrupção permanente [2][6]. São compostas pela base (que contempla o isolador, articulações, terminais, entre outros), porta fusível e o elo fusível (que contempla o botão, arruela, o elemento fusível, cordoalha, entre outros [6]. Possuem vasta aplicação em rede de distribuição, visto que são consideradas como uma forma barata de proteção [7].

### **Interrupção e Princípio de Funcionamento**

Em condições de falha na linha, a sobrecorrente percorre o elo fusível. Devido ao efeito térmico acaba causando o derretimento do mesmo e por consequência a interrupção do circuito [3]. Com isso, constitui-se a formação do arco.

O aumento da temperatura promovido pelo arco elétrico provoca a queima e decomposição parcial do interior do porta fusível que é composto por fibras de ionização. Liberando dessa forma, gases de ionização que atuam para extinguir a existência do arco. Além de contribuírem para o aumento da pressão interna no porta fusível, que resulta na abertura das extremidades pelas quais o arco é expelido [2][3]. A interrupção do circuito é monofásica [6].

### **Classificação**

A classificação dos elos das chaves fusíveis está relacionada com a *speed ratio* (SR), que é obtida, por convenção, a partir da razão entre a corrente mínima de fusão em 0,1 segundos e pela corrente mínima de fusão em 300 segundos.

*Elos Fusíveis tipo K* - São classificados como rápidos e possuem SR entre 6 e 8,1 [3]. São amplamente aplicados na proteção de ramais alimentadores da rede de distribuição [8].



*Elos Fusíveis tipo T* - São classificados como lentos, pois possuem SR entre 10 e 13 [3]. Assim como os elos tipo K, são aplicados na proteção de ramais alimentadores da rede de distribuição [8].

*Elos Fusíveis tipo H* - São classificados como muito lentos, possuem um tempo de atuação longo [8]. São amplamente utilizados na proteção de transformadores da rede de distribuição, visto que devido a sua atuação lenta evitam a operação desnecessária durante transitórios de curta duração [3] e por essa razão são conhecidos como elos de altos surtos [8].

### **Especificações Técnicas - Padrões dos Materiais**

As concessionárias de energia que desempenham a aplicação dos dispositivos de proteção na rede de distribuição utilizam como base uma série de normas com o objetivo de estabelecer especificações e exigências mínimas para fabricação, aquisição, controle de qualidade, inspeção, acondicionamento e aplicação desses dispositivos e dos componentes que os compõem [11].

#### *I. Base da Chave Fusível*

De acordo com a NBR 5032, o isolador deve ser de porcelana vitrificada sólida. A superfície não pode conter bolhas ou outras imperfeições que permitam a entrada e acúmulo de água. Assim como, suas extremidades devem ser completamente vedadas [13]. A porcelana vitrificada é um material isolante. O emprego em isoladores se sucede devido a sua alta rigidez dielétrica, que é a resistência à passagem de corrente elétrica. Além de dispor de elevada resistência ao arco elétrico, tração e compressão [14].

Os parafusos, porcas e arruelas de fixação do isolador devem ser de material aço-bronze ou aço inoxidável, visto que essas ligas metálicas após serem processadas junto com metais como o cromo e o níquel, passam a apresentar resistência a corrosão e oxidação [15]. Bem como, as partes ferrosas devem ser revestidas através da imersão em zinco fundido [13], que atua na proteção também contra a corrosão [16].

#### *II. Porta Fusível*

O tubo do porta fusível deve ser de fibra de vidro com revestimento interno em fibra vulcanizada, para auxiliar na extinção do arco elétrico [11][13]. As fibras de vidro são compostas por finos filamentos de vidro unidos por resinas. Apresentam alta resistência mecânica e elétrica, são incombustíveis e possuem baixa condutividade térmica, possibilitando, dessa forma, eliminar as transmissões de calor em determinada área [17].



### *III. Elo Fusível*

Os elos fusíveis precisam ser fabricados e instalados de forma que suas características elétricas e mecânicas não sejam alteradas permanentemente devido a ação do ambiente ou do tempo [12].

As cordoalhas devem ser trançadas ou torcidas e precisam ser flexíveis de forma a não interferir no funcionamento da chave fusível. O material tem de ser o cobre estanhado ou cobre eletrolítico e nas partes condutoras é vedado o emprego de material ferroso devido a corrosão e oxidação [11][12]. A estanhagem deve ser sem falhas (sem fios soltos ou quebrados) [11].

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As concessionárias de energia têm como objetivo e responsabilidade entregar energia elétrica de qualidade e com segurança para todos os seus consumidores. Para isso, é necessário que o emprego de dispositivos de segurança seja bem coordenado e que a escolha dos dispositivos seja coerente com a necessidade da rede de distribuição. Tendo em vista isso, as concessionárias utilizam como base as normas de manuais especiais contendo especificações técnicas que padronizam e orientam desde a catalogação dos dispositivos, bem como composição material, valores nominais, ensaios, coordenação, implementação na rede, entre outros.

No presente artigo foi utilizado como fonte as normas aplicadas pela FECOERGS (responsável pela padronização das cooperativas de energia do Rio Grande do Sul), Copel (localizada no Paraná) e Celesc (localizada em Santa Catarina). É importante salientar que apesar de cada norma trazer detalhes que divergem uma das outras, todas são baseadas em normas técnicas brasileiras (NBRs) da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

A união dos conhecimentos de funcionamento dos dispositivos de proteção e de suas normas vigentes e composições materiais, possibilitam uma boa base para entendimento de como funcionam os sistemas de distribuição de energia e como operam as concessionárias de energia. Dessa forma, é possível conhecer um pouco mais sobre essa área de atuação que abrange o currículo do Curso de Engenharia Elétrica, sob uma perspectiva diferente da normalmente abordada.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MAMEDE, João. F. MAMEDE, Daniel. R. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. Rio de Janeiro: Editora LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2013. 620 p.
- [2] ELETROBRÁS, Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Proteção de Sistemas Aéreos de Distribuição**. Vol. 2, Rio de Janeiro: Editora Campus, 1982. 234 p.
- [3] FRAZÃO, Rodrigo José. A. **Proteção de Sistema Elétrico de Potência**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. 200 p.
- [5] MATTEDE, Henrique. **Arco elétrico, o que é? Como é formado?** Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/arco-eletrico-o-que-e-como-e-formado/>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [6] DOS SANTOS, Sebastião. P. **Tecnologia em Religamento de Redes de Distribuição**. Itatiba, 2012. 31 p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade São Francisco.
- [7] MARDEGAN, Cláudio. Dispositivos de proteção. **Proteção e Seletividade**, pt.III, cap.V, fascículo, p.26-36, maio 2010.
- [8] LEME, Daniel. M; DA CUNHA, Márcio. A; PITOCCO, Tadeu. A; RIZZARDI, Wellington. C. **Sistemas de Proteção de Rede de Distribuição de Energia Elétrica**. Itatiba, 2013. 77 p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade São Francisco.
- [11] FECOERGS. **Especificação Técnica - Distribuição: Elo Fusível**. ETD 007.01.43. Agosto, 2008. 27 p.
- [12] COPEL. **Elo Fusível**. NCT 813810/29. Dezembro, 2009. Volume 2, 5 p.
- [13] CELESC. **Manual Especial: Sistema de Desenvolvimento de Sistemas de Distribuição; Subsistema Normas e Estudos de Materiais e Equipamentos de Distribuição: Chaves Fusíveis de Distribuição**. E-313.0014. Novembro, 2020. 62 p.
- [14] **ISOLADORES Elétricos**. Disponível em: <<https://www.aasabrasivos.com.br/isoladores-eletricos>>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- [15] ALVES, Liria. **Aço Inoxidável**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/aco-inoxidavel.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2021
- [16] **O PROCESSO de zincagem por imersão a quente**. Disponível em: <<http://www.icz.org.br/o-processo-de-zincagem-por-imersao-a-quente.php>>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- [17] **FIBRA de vidro: O que é e para que serve**. Disponível em: <<http://www.comfibras.com.br/blog/5/Fibra-de-vidro:-O-que-e-e-para-que-serve>>. Acesso em: 05 jun. 2021.