

ESTUDO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS – SPDA

Costa, Caio Rafael¹

Xavier, Cenildo de Souza²

- 1- Faculdades Santo Agostinho – FASA, Graduação em Engenharia Elétrica, Montes Claros, MG, Brasil.
- 2- Professor da Instituição Faculdades Santo Agostinho - FASA, Bacharel em Engenharia Elétrica, Pós Graduação em Educação do Ensino Superior, Montes Claros, MG, Brasil.

Resumo:

As Descargas elétricas na atmosfera é um fenômeno muito comum na natureza, às descargas elétricas forma um tema de ampla complexidade, principalmente pelos seus efeitos destrutivos. O presente trabalho tem como objetivo analisar os métodos do sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA, onde são projetados para proteção de pessoas, equipamentos, instalações elétricas e estruturas, sendo que para atingir sua eficiência é de fator predominante a importância de seu correto dimensionamento. Utilizando-se como parâmetro a ABNT – NBR 5419 (2005), onde serão abordados e estudados conceitos para elaboração de um SPDA.

As descargas atmosféricas podem ocorrer em uma estrutura provocando danos materiais e a vida dos usuários, por este motivo a lei que regulariza a referida proteção vem sendo imposta com maior rigidez, com propósito de minorar os acidentes fatais. No desenvolvimento do trabalho foi utilizado o método de pesquisa exploratória e qualitativa.

Palavras chave – Descargas Atmosféricas, SPDA, Segurança.

Abstract:

The Electrical discharges in the atmosphere is a very common phenomenon in nature, the lightning form a topic of wide complexity, especially by its destructive effects. This study aims to analyze the methods of the protection system against lightning - SPDA, which is designed to protect people, equipment, electrical installations and structures, and to achieve its efficiency is of overriding importance to its correct dimensioning . using as parameter the ABNT - NBR 5419 (2005), which will be discussed and studied concepts to prepare a SPDA.

The lightning can occur in a structure causing damage to materials and the lives of users, therefore the law that regulates the protection that has been imposed more rigidity with purpose to reduce fatal accidents. In developing this work we used the exploratory and qualitative research method.

Keywords - Atmospheric Discharge, SPDA, Security

Introdução

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA é projetado para proteção de equipamentos, instalações elétricas, animais e pessoas, sendo que o termo descarga atmosférica mostra de forma genérica que as descargas que ocorrem dentro das nuvens, onde que são duas nuvens próximas uma das outras, com isso pode ser dizer que esse efeito é conhecido como raio que são as descargas elétricas para a terra, sendo assim um dos fenômenos naturais mais notáveis e perigosos no mundo. Desde antiguidade esse fenômeno vem manifestando medo nas pessoas, sendo assim com a implementação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas pode se dizer que conseguimos reduzir os danos e efeitos causados. Enquanto, uma descarga elétrica pode gerar efeitos em seres humanos basicamente de seis maneiras: descargas diretas, descargas laterais, tensão de toque, tensão de passo, descarga subsequente e ondas de choque.

SPDA - É a junção de estudos e conhecimentos, no intuito de criar um uma ligação de um circuito elétrico com solo, onde que se propõe a fazer o escoamento das descargas elétricas atmosféricas. Segundo a NBR 5419 (2005, pg. 22), propõe que as condições vigentes ao projeto, instalação e manutenção de sistema de proteção contra descargas elétricas atmosféricas de estruturas.

Mesmo executando o projeto de acordo a demanda e os padrões que a ABNT – Associação de Normas Técnicas, é empregado equipamentos totalmente qualificados, não bastam para garantir a eficácia do processo e nem a segurança dos seus usuários, pois se execução da instalação for aplicada ou realizada por pessoas que não tem a qualificação necessária, isso pode gerar transtornos, sendo assim comprometendo os padrões operacionais da instalação e sua eficiência onde que e o fator predominante para proteção na segurança de seus usuários.

Para a implementação de um SPDA, e necessário fazer um estudo sobre a mensuração da resistividade do solo que se destaca por ser um fator determinante para a estimativa correta de um Sistema de Proteção de Contra Descargas Atmosféricas - SPDA.

A maioria dos desligamentos de Redes de Distribuição de Energia Elétrica é provocada por Descargas Atmosféricas diretas ou indiretas, muitas vezes acarretando danos em equipamentos do Sistema. (NOSAKI; PINTO JR; PINTO; FERRAZ; 2005 p.1).

Material e Método

Todos envolvidos ao perante trabalho tem como objetivo fornecer conhecimentos mais apurados acerca dos métodos de SPDA existentes de forma a entender alguns processos e aplicações dessas características no âmbito da engenharia elétrica, tendo como embasamento principal na NBR 5419 (2005).

De acordo com o tema mensurado essa pesquisa pretende desenvolver um sistema de proteção que possa prever a segurança das pessoas, instalações, estruturas e animais. Segundo os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, junto do Grupo de Eletricidade Atmosférica - ELAT comprovam que em media no Brasil ocorrem 100 mortes, causadas por acidentes envolvendo as descargas elétricas atmosféricas conforme o (Gráfico 1), colocando o Brasil no topo dos países com mais índices de fatalidades.

As descargas elétricas regularmente possuem elevados níveis de tensão, tornando-se esta, uma das grandes causadoras de diversas falhas e interrupções dos sistemas elétricos.

Segundo Mamede (2005, pg. 490), a análise das características do solo é de total importância, já que a variação de temperatura, umidade e resistividade podem influenciar no dimensionamento correto das ferramentas que serão usadas para a implantação do SPDA.

Gráfico 1: Quantitativo das mortes ocasionadas por Descargas Elétricas.



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2014.

Resultados e Discussão.

Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas mostradas é a concentração de cargas em diferentes porções entre as nuvens, são fenômenos que equivalem em intensas descargas elétricas que ocorrem na atmosfera (VISACRO, 2005). Embora que o fenômeno das descargas elétricas (FIGURA 1) sempre ter causado problemas ao longo da história, As descargas atmosféricas apresentam valores de intensidade que vão de alguns poucos milhares a centenas de milhares de ampères.

Figura 1 - Descarga Atmosférica



Fonte: Costa, Douglas. ELAT. Março de 2016.

A fim de confirma que os raios são descargas elétricas, em meados do século XVIII um grande cientista chamado Benjamin Franklin, apresentou uma nova visão sobre a teoria da eletricidade, sobrepondo-se que alguns pesquisadores que tentavam desenvolver teorias a respeito da eletricidade. Este ilustre pesquisador americano realizou experiências que fizeram com que o homem começasse a compreender de forma científica o fenômeno da descarga elétrica. Benjamin Franklin foi predecessor de uma famosa experiência ao alcançar faíscas entre um fio metálico de uma pipa que ele fez voar durante uma tempestade e objetos metálicos aterrados. Foi com essa fundamentação no experimento que Franklin inventou o que conhecemos hoje pode para-raios.

Baseado então os estudos sobre sistemas de proteção contra descargas atmosféricas tiveram de ser mais conhecidos e aprofundados. Na Atualidade existem três métodos para se implantar um SPDA, normatizadas pela legislação brasileira: o método Franklin (em homenagem ao criador do para raios), o modelo Eletrogeométrico e o método de Faraday. Um

quarto modelo conhecido como Híbrido, relatado em algumas literaturas, porém ainda não foi filiado a forma direta pela NBR, tem como características construtivas a combinação entre os modelos citados acima – Franklin e Faraday.

Formação da Descarga Atmosférica.

Primeiramente é necessário explicar o conceito de um raio, o raio em si e uma descarga elétrica que se origina entre a junção de nuvens de chuva ou entre uma destas nuvens com a terra. De acordo com Kindermann as nuvens estão carregadas de cargas negativas em sua parte inferior, o que faz com que o solo logo abaixo da nuvem fique com cargas positivas devido à indução desta porção inferior a nuvem ao solo.

A nuvem carregada induz no solo cargas positivas que ocupam uma área correspondente ao tamanho da nuvem. Como a nuvem é arrastada pelo vento à região de cargas positivas no solo acompanha o deslocamento da mesma, formando praticamente uma sombra de cargas positivas que segue a nuvem. (KINDERMAN, 1997, pg.10)

Segundo Visacro Filho (2005, pg.36) a indução de cargas opostas gera um forte campo elétrico na zona intermediária entre nuvem e solo, formando uma diferença de potencial de valores elevados.

Correspondente à grande diferença de potencial, entre o solo e as nuvens, a qual poderá atingir valores expressivos como de um milhão de quilo volts, que supere a rigidez dielétrica do ar. Com isso, é criado um caminho para as cargas elétricas migrem na direção do solo formando assim o que é chamado de raio piloto.

O raio piloto é definido como túneis de ar disposto entre a nuvem e o solo e ionizado, neste exato momento pode-se dizer que nuvem e o solo estão em curto-circuito. De acordo com Mamede (2005, pg.490), em função da aproximação de uma das divisões do raio piloto ao solo, ocorre uma descarga ascendente constituída de cargas elétricas positivas. Com a formação do túnel de ar ionizado, nuvem e solo passam a estar literalmente curto-circuitada, nesta condição ocorre a descarga de retorno sentido ao solo para nuvem que utiliza do túnel ionizado para o deslocamento, esta segunda descarga são de valores elevadíssimos, destacando 2.000 a 200.000 ampères e uma velocidade de 30.000 km/seg.

Tipos de Descargas Atmosféricas

A partir dos itens (Descargas Atmosféricas e Formação das Descargas Atmosféricas), em que abordamos a eletrificação das nuvens, pode se dizer que os principais tipos de descargas atmosféricas são as negativas, as positivas e as bipolares. Para se ter um breve entendimento de como cada tipo é estabelecido, é preciso informar o conceito da teoria o poder das pontas.

O Poder das Pontas

Esta teoria aborda uma propriedade físicas das cargas em relação aos extremos de um corpo. De Acordo Viascro:

Fundamentalmente, nos corpos carregados eletricamente, esta propriedade traduz a tendência das cargas elétricas se encontrarem nas extremidades do corpo. Uma importante consequência desse efeito consiste no aumento do campo elétrico nessas extremidades, em relação a outras partes do corpo. (VISACRO FILHO, 2005, pg.37)

Isso relata o motivo de que sempre quando uma descarga elétrica acontece, a mesma tende atingir objetos localizado a grandes alturas, erguidos para o céu. Define-se por tanto os tipos de formação das descargas atmosféricas.

Descarga Negativa

As descargas negativas podem ser expostas como uma transferência de cargas elétricas das nuvens para a terra. Como abordado no item (Formação das Descargas Atmosféricas), após a polarização das nuvens, é criado um campo elétrico no solo com cargas oposta a base das nuvens. Devido a uma elevação do campo elétrico no centro das nuvens, este valor pode ultrapassar a rigidez elétrica do ar, que neste caso é por volta de 3 MV por metro.

Segundo (VISACRO FILHO. 2005 pg. 38), a elevação do campo elétrico e a densidade das cargas elétricas positivas induzidas na superfície do solo ocorrem devido a proximidade do canal carregado negativamente ao solo.

Devido esta proximidade do canal descendente a superfície do solo pode surgir a descarga elétrica ascendente, com estas suas ultimas pode se relatar uma provável ocorrência de descargas elétricas que interliga o canal descende e um dos ascendentes, sendo assim este devido sua distância que atinge em poucas centenas de metros. Nesse momento que esta descarga unir o canal descendente e o ascendente entre solo e nuvem é estabelecida uma

corrente de alta potência. Por este motivo estes tipos de descargas elétricas são conhecidos como descargas negativas, Visacro Filho (2005)

Descarga Positiva

Para as Descargas elétricas positivas a polarização das nuvens não muda. As cargas elétricas positivas, normalmente estão concentradas na parte superior das nuvens. Com ação dos ventos fortes sobre as nuvens, de acordo Visacro Filho (2005, pg.47), estes projetam um descolamento maior da parte superior das nuvens diferentemente da parte inferior. Desta forma, um canal descendente de cargas elétricas positivas pode expandir de um ponto concentrado de cargas positivas e um canal ascendente negativo pode ocorrer partindo do solo.

Sendo assim, segundo Visacro Filho:

(...) um canal descendente positivo pode evoluir a partir de um centro de cargas positivas e um canal ascendente negativo pode evoluir a partir do solo. Da eventual conexão de ambos pode ocorrer a descarga positiva para o solo. (VISACRO FILHO, 2005, pg.47)

Descargas Bipolares

Uma pequena parte das ocorrências de descargas atmosféricas tem como aspecto a descarga bipolar, este fenômeno possui princípios de descargas negativas e sucessivamente de descargas positivas. Como abordado por Visacro (2005, pg.47) a extremidade superior do canal de uma descarga típica negativa encontra um canal conectado a um centro de cargas positivas na nuvem. A corrente positiva deste canal flui pelo canal conectado ao solo, sendo este o caminho original da descarga.

Métodos de Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas-SPDA tem como, finalidade proteger as estruturas, os equipamentos e os indivíduos de descargas atmosféricas, além de minorar seus efeitos. A NBR 5419 (2005) reconhece três métodos de para proteção das descargas atmosféricas: Modelo Eletrogeométrico, método de Franklin e o método da Gaiola de Faraday. Um quarto modelo conhecido como Híbrido, relatado em algumas literaturas, porem ainda não foi filiado a forma direta pela NBR, tem como características construtivas a combinação entre os modelos citados acima – Franklin e Faraday.

Método de Franklin

Este método foi idealizado pela descoberta do cientista Benjamin Franklin como abordado no primeiro parágrafo do item (Descarga Atmosférica) deste trabalho. A finalidade de criar um meio que possa absorver o elevado potencial da descarga elétrica para o solo com o objetivo de proteger pessoas, equipamentos, instalações e estruturas. Este método utiliza uma haste elevada acima da estrutura a se qual quer proteger, minimizando assim à distância e de modo consequente à rigidez dielétrica do ar entre a fonte da descarga elétrica (nuvens carregadas) e o solo. Também conhecido como método de ângulo de proteção (Figura 2), consiste em estabelecer volume de proteção acarretado por um cone, cujo o ângulo de geratriz com a vertical varia de acordo o nível de proteção pretendido para uma determinada altura de construção conforme a Tabela 1, (CREDER, 2000).

Figura 2 – Método Franklin



Fonte: NBR 5419,2005.

Tabela 1 - Ângulo de Proteção do Método Franklin

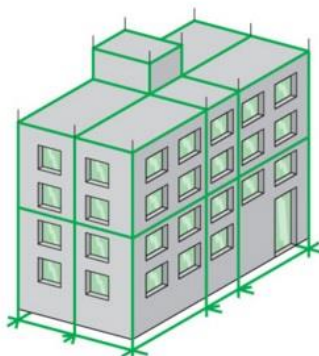
Nível de Proteção	Altura da estrutura a ser protegida			
	0 a 20 m	21 a 30 m	31 a 45 m	46 a 60 m
I	25°	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
II	35°	25°	Não se aplica	Não se aplica
III	45°	35°	25°	Não se aplica
IV	55°	45°	35°	25°

Fonte: NBR 5419,2005.

Método de Gaiola de Faraday

Este método consiste em ordenar por todos os lados do volume a ser protegido uma malha de condutores elétricos fixados na estrutura nus conforme a (Figura 3). Baseado na teoria de Michael Faraday, na qual o campo no interior de uma gaiola formada por condutores elétricos que conduzem uma corrente qualquer nula, independente do valor da corrente. Nas extremidades dos condutores elétricos haverá um campo que poderá gerar tensões induzidas em outros condutores elétricos que estiver em paralelo com os condutores da malha. Segundo Mamede (2005, pg. 509), instiga as estruturas com uma grande área horizontal, nas quais seria necessária uma grande quantidade de captores do tipo Franklin.

Figura 3 – Método Gaiola de Faraday



Fonte: NBR 5419,2005.

De acordo Kindermann (1997, pg. 108) a determinação da distância máxima dos espaçamentos dos condutores elétricos da malha, ocorre em relação ao grau de proteção solicitado de acordo a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2- Espaçamento dos Condutores

Quadrícula da Gaiola de Faraday	
Grau de proteção	Distância Máxima dos Espaçamentos
I	5m
II	10m
III	10m
IV	20m

Fonte: GERALDO KINDERMANN, 1997, pg. 108

Ainda de acordo kindermann (1997, pg. 108) o outro lado da Gaiola de Faraday pode ser dimensionada de 1,5 a 2 vezes maior, conforme Tabela 3 abaixo:

Tabela 3- Retângulo da Gaiola de Faraday

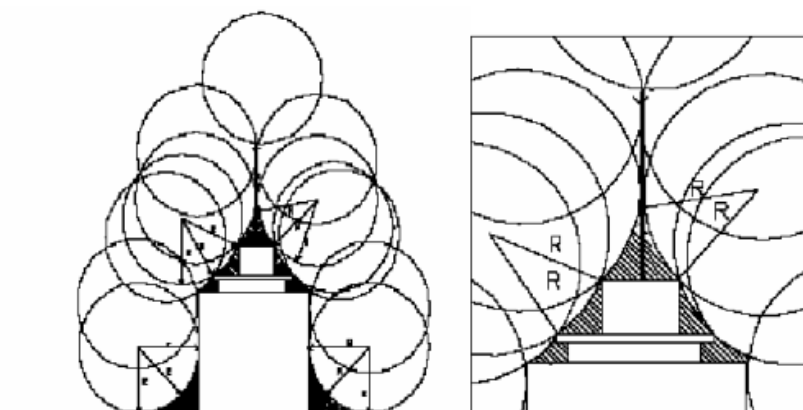
Quadricula da Gaiola de Faraday	
Grau de proteção	Retângulo da Gaiola de Faraday
I	5 x 7,5
II	10 x 15
III	10 x 15
IV	20 x 30

Fonte: GERALDO KINDERMANN, 1997, pg. 109

Método Eletrogeométrico

Também conhecido como método da esfera rolante ou fictícia, e bastante recomendado para estrutura complexa ou muitas altas com formas arquitetônicas, sendo baseados em estudos realizados para delimitar o volume de proteção dos captores de um SPDA. Este método foi desenvolvido pelo Prof. Anton Schwaiger, da Universidade de Munique - Alemanha, em 1923. Atualmente este método faz parte da Norma Internacional: NFPA 780 Standard for The Installation of Lightning Protection como abordado por Kindermann (1997). O método eletrogeométrico manifestou-se com a necessidade de um modelo para se aplicar as linhas de transmissão de energia elétrica, sendo assim bem depois ajustado para atender as grandes estruturas.

Figura 4 – Método Eletrogeométrico



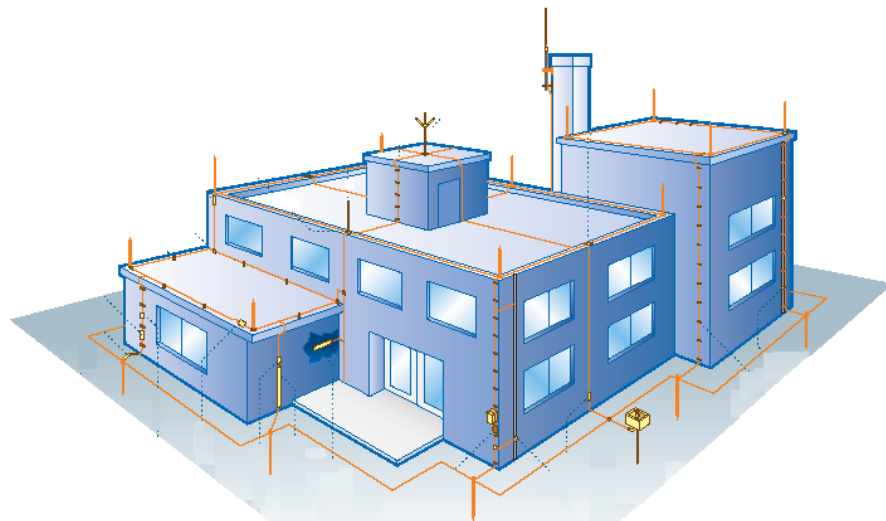
Fonte: Coutinho; Altoé (2003).

Método Híbrido

Este método tem por objetivo a combinação dos métodos abordados nos itens (Método de Franklin e Método Gaiola de Faraday). Apesar do método de proteção gaiola de Faraday apresentar o melhor desempenho na proteção, mostrando uma maior eficiência e abrangência ao longo do tempo, segundo (VISACRO FILHO, 2005, pg. 242). O sistema híbrido foi criado com objetivo de que os dois modelos se completem.

Na elaboração de um sistema Híbrido de acordo mostrado na (Figura 5), este passa a projetar a proteção utilizando do método Gaiola de Faraday para toda a estrutura do prédio e o método de Franklin para proteção da parte elevada da edificação (VISACRO FILHO, 2005, pg. 242). Os prédios possuem objetos e corpos elevados acima da estrutura a qual se quer proteger, como antenas, pequenas edificações, caixas d'água entre outros. Sendo assim, neste tipo de proteção os cabos de descidas dos captosres Franklin são ligados a malha, garantindo desta forma a eficácia na proteção de toda a estrutura com a equipotencialização do sistema.

Figura 5 – Método Híbrido



Fonte: VISACRO FILHO, 2005, pg. 243.

Conclusão

Com os constantes estudos, nosso trabalho visou a aquisição de conhecimentos elementares na questão do surgimento das descargas atmosféricas, que possui algumas características de gerar transtornos e estragos nas estruturas, instalações, equipamentos eletrônicos, podendo até matar pessoa. Podemos conjecturar uma implementação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas que requerem sempre altos investimentos.

Sendo assim esse artigo tem por objetivo agregar informações de certa complexidade, não somente ao grande público, mas também aos engenheiros, arquitetos e profissionais da área de elétricas, a abrangência e os benefícios de se utilizar um método de SPDA adequado em suas instalações estruturais, ficando assim todos protegidos de eventuais riscos que envolvem as descargas elétricas. Enfim se todo projeto estrutural obtiver um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sendo essa instalação de maneira correta teríamos uma minimização significativa no número de acidentes fatais envolvendo descargas atmosféricas.

Referências

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419 - Proteção de Estruturas Contra Descarga Atmosférica, 42 páginas, 2005.

CREDER, H. Instalações Elétricas. 14. ed. São Paulo: LTC, 2000.

ELAT/INPE. Portal do ELAT: Histórico. Disponível em:

<<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/elat/elat.historico.php>>. Acesso em: 14/10/2016

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Infográfico – Mortes por ano. [<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/infografico.-.mortes.por.raios.php>] Acesso em 18/10/2016.

KINDERMANN, Geraldo e CAMPAGNOLO, Jorge Mário. Aterramento Elétrico. Porto Alegre. 1995.

KINDERMANN, Geraldo. Descargas Atmosféricas. 2. Ed. PortoAlegre: Sagrac-DC Luzzatt Editores, 1997. 127 p.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. LTC (8° Ed.), Rio de Janeiro. 2005

VISACRO FILHO, Silvério. Descargas atmosféricas. Uma abordagem de engenharia. 1. Ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda. 2005.