



Protection Against Atmospheric Discharges for Photovoltaic Plants

Pedro Henrique Rocha Martins and André Augusto Ferreira

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

January 31, 2025

Preparação de Artigos para as Conferências & Simpósios SBA: Análise e Implementação de Proteções Contra Descargas Atmosféricas em Usinas Fotovoltaicas

Pedro Henrique Rocha Martins* André Augusto Ferreira**

*Laboratório Solar Fotovoltaico da UFJF, (e-mail: rocha.martins@estudante.ufff.br).

**PROAC - Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora, (e-mail: andre.ferreira@ufff.br)

Abstract: This paper presents an analysis of the implementation of electronic protections against transient electrical surges caused by lightning strikes and network switching events by the utility company. Protection against lightning strikes is comprised of the Lightning Protection System (LPS), which is responsible for capturing, conducting, and dissipating the lightning discharge into the ground. The paper also addresses Surge Protection Measures (SPM), which aim to protect the system's electronics from transients caused by electromagnetic and electric field effects. To ensure the safety and continuity of operations at power plants, the implementation of the Electric Storm Alert System (ESAS) is proposed, designed to protect workers from potential accidents involving lightning strikes at the site. This system includes a lightning discharge detector capable of identifying three main components of lightning strikes: optical, magnetic, and electrostatic pulses. In this way, the system aims to prevent accidents related to step voltage, touch voltage, or upward leaders, ensuring greater safety for employees in the workplace.

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise sobre a implementação de proteções eletrônicas contra surtos elétricos transitórios causados por descargas atmosféricas e manobras na rede elétrica da concessionária. A proteção contra descargas atmosféricas é composta pelo Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que tem a função de captar, conduzir e dissipar as descargas no solo. Também são abordadas as Medidas de Proteção contra Surtos (MPS), que visam proteger o sistema eletrônico contra os efeitos dos transitórios gerados por campos eletromagnéticos e elétricos. Com o objetivo de garantir a segurança e continuidade das operações nas usinas, propõe-se a implementação do Sistema de Alerta Tempestade Elétrica (SATE), que visa proteger os trabalhadores contra os riscos de acidentes provocados por descargas atmosféricas. Este sistema inclui um detector de descargas, capaz de identificar três componentes principais das descargas atmosféricas: pulsos ópticos, magnéticos e eletrostáticos. Dessa forma, busca-se prevenir acidentes relacionados à tensão de passo, tensão de toque ou líderes ascendentes, garantindo maior segurança aos funcionários no ambiente de trabalho.

Keywords: Atmospheric Discharges; Electric field; Electromagnetic field; Electronics; Open area Protection; Radio Frequency; Security; Transient Outbreaks

Palavras-chaves: Descargas Atmosféricas; Campo elétrico; Campo eletromagnético; Eletrônica; Proteção de área aberta; Radiofrequência; Segurança; Surtos Transitórios.

1. INTRODUÇÃO

Este documento é um template para Microsoft Word. Se estiver lendo uma versão em papel deste documento, faça o download do arquivo eletrônico, **sbaconf.doc** da página web da conferência. **Não coloque nenhum cabeçalho/rodapé ou número de página em execução no documento submetido.**

Pode digitar sobre seções de sbaconf.doc ou recortar e colar de outro documento e, em seguida, usar o estilo certo para cada parte do artigo. Realce uma seção que você deseja designar com um determinado estilo e, em seguida, selecione o nome apropriado no menu de estilo. O estilo ajustará suas

fontes e espaçamento entre linhas. *Não altere os tamanhos das fontes ou o espaçamento entre linhas para inserir mais texto em um número limitado de páginas.* Use itálico para enfatizar, não sublinhe.

Os artigos a serem submetidos poderão ser redigidos em língua portuguesa, espanhola ou inglesa, tamanho A4, coluna dupla, em formato PDF. O limite de páginas pode variar de conferência para conferência. Observe o limite de páginas do evento para o qual seu artigo será submetido.

2. PROCEDIMENTO PARA SUBMISSÃO

A seguir, algumas subseções são apresentadas.

2.1 Estágio de Revisão

Para a submissão, siga as instruções do sistema de submissão de artigos e da página web do evento.

Note que conferências impõem limites estritos para o número de páginas. Portanto, é melhor prepara sua submissão inicial no formato final, tendo assim uma estimativa acurada to tamanho do artigo. Assim, o esforço para adequar o formato da submissão final será mínimo.

2.2 Estágio Final

Espera-se que os autores atentem para as margens especificadas. Os artigos da conferência precisam receber os dados da conferência e paginados para inclusão nos anais.

2.3 Margens

Todas as dimensões são em **centímetros**. A SBA não fará qualquer formatação final do seu trabalho. Seu manuscrito deve estar pronto. Não modifique as margens. Se estiver criando um documento por conta própria, observe as margens listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Margens da página

Página	Topo	Bottom	Esquerda/Direita
Primeira	3,5	2,5	1,5
Demais	2,5	2,5	1,5

2.4 Figuras e Criação do PDF

As figuras devem de ser inseridas no documento com o comando Inserir | Imagem | de arquivo, nunca copiadas e coladas. Ao inserir figuras observe que a resolução deve ser alta, de forma a não perder informação no momento de imprimir. Veja a Fig. 1 como exemplo.

Quando incluir a imagem, certifique-se de inserir a imagem real em vez de um link para o computador local. Tanto quanto possível, use as ferramentas padrão de conversão de PDF, o Adobe Acrobat ou o Ghostscript, para obter melhores resultados. É importante que todas as fontes sejam incorporadas/incluídas no PDF resultante.

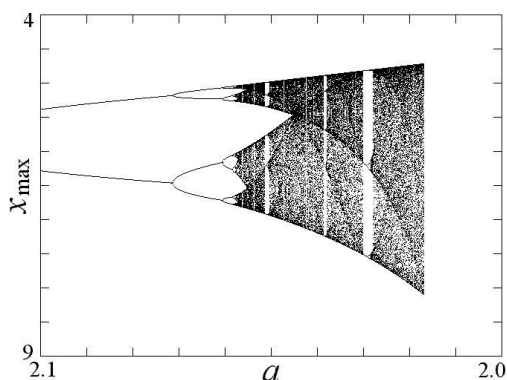


Fig. 1 Bifurcação: Máximos locais de x com o amortecimento a decrescendo.

2.5 Copyright

A SBA ou os organizadores do congresso devem requerer, no momento devido, um formulário de transferência de Copyright. Mais informações serão dadas na página web da conferência.

3. ESTILO MATEMÁTICO

Se está usando Word, usar o Microsoft Equation Editor ou o MathType para equações (Insert | Object | Create New | Microsoft Equation or MathType Equation). “Float over text” não deve ser usado.

4. UNIDADES

Use preferencialmente unidades do Sistema Internacional (SI). Outras unidades podem ser utilizadas como unidades secundárias (entre parênteses). Isto se aplica em armazenamento de dados. For exemplo, escreva “15 Gb/cm² (100 Gb/in²).” Uma exceção é quando unidades inglesas são usadas na identificação de algum item comercial, como “disco de 3,5 polegadas”. Evite misturar unidades SI com outras, como por exemplo corrente elétrica em amperes e campo magnético em oersteds. Isso frequentemente causa confusão, pois as equações não batem dimensionalmente. Se você realmente precisar usar unidades mistas, deixe claras as unidades para cada termo em uma equação. A unidade SI para força do campo magnético H is A/m. No entanto, se você quiser utilizar unidades de T, refira-se à densidade de fluxo magnético B ou a força do campo magnético simbolizada por $\mu_0 H$. Use um ponto centralizado para separar unidades compostas, p. ex., “A·m².”

5. DICAS ÚTEIS

5.1 Figuras e Tabelas

Legendas dos eixos das figuras são frequentemente uma fonte de confusões. Use palavras ao invés de símbolos. Por exemplo, escreva a quantidade “Magnetização”, ou “Magnetização M ”, não apenas “ M ”. Coloque unidades entre parênteses. Não marque os eixos apenas com unidades ou quantidades. Por exemplo, escreva “Temperatura (K)”, não “Temperatura/K”.

Multiplicandos podem ser especialmente confusos. Escreva “Magnetização (kA/m)” ou “Magnetização (10³ A/m)”. Os labels das figuras devem ser legíveis, do tipo 8 a 12 pontos.

5.2 Referências

Use referências no estilo Harvard (veja no final deste documento). Notas de rodapé devem ser evitadas. Note que o estilo preferido de referências é o que se encontra no final deste documento. Artigos que não foram publicados devem ser citados como “unpublished”. Use maiúscula apenas na

primeira palavra do título do artigo, exceto para nomes próprios, acrônimos e símbolos. Todos os autores devem ser explicitados nos artigos. Note que você pode citar Morris et al. (1990) quando a citação fizer parte do texto ou com (Morris et al. 1990) caso contrário.

5.3 Abreviações e Acrônimos

Defina as abreviações e os acrônimos na primeira ocorrência do texto do artigo, mesmo se foram definidos no abstract. Abreviações conhecidas, como SI ou SBA, não precisam ser definidas. Abreviações que incorporam pontos não devem conter espaços (escreva “C.N.R.S.”, não “C. N. R. S.”). Não use abreviações no título, exceto se forem inevitáveis.

5.4 Equações

Numere as equações de forma consecutiva, com números entre parênteses encostados no lado direito da margem, como em (1). Para tornar suas equações mais compactas, você pode usar /, a função exp, ou expoentes apropriados. Use parênteses para evitar ambiguidades. Pontue as equações quando estas forem parte do texto, como em

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) dr d\varphi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)] \quad (1)$$
$$\cdot \int_0^\infty \exp(-\lambda |z_j - z_i|) \lambda^{-1} J_1(\lambda r_2) J_0(\lambda r_i) d\lambda.$$

Certifique-se que os símbolos em sua equação tenham sido previamente definidos (ou defina-se imediatamente depois). Símbolos devem aparecer em itálico, *T* pode se referir à temperatura, mas *T* é a unidade tesla. Refira-se a “(1)”, não “Eq. (1)” ou “equação (1)”, exceto no começo de uma frase: “Equação (1) é ...”.

5.5 Outras Recomendações

Deixe um espaço após pontos e vírgulas. Uma afirmação entre parênteses no final de uma sentença é pontuada exteriormente (assim). (Uma frase entre parênteses é pontuada internamente.) Evite contrações (por exemplo, “prá” chegar ao resultado --- use “para”). A vírgula serial é preferida: “A, B, e C” ao invés de “A, B and C.”

Hifenizar modificadores complexos: “zero-field-cooled magnetization.” Evite construções do tipo, “Usando (1), o potencial foi calculado.” [Não está claro quem ou o que usou (1).] Escreva assim, “O potencial foi calculado usando (1),” ou “Usando (1), calcula-se o potencial.”

6. CONCLUSÕES

Uma seção com a conclusão não é obrigatória. Apesar de uma conclusão poder ser usada para rever os principais pontos do artigo, não deve simplesmente replicar o resumo na conclusão. Uma conclusão pode ser utilizada para frisar a importância do artigo ou delinear extensões e aplicações.

AGRADECIMENTOS

Coloque aqui seus agradecimentos.

REFERÊNCIAS

Lista de referências organizadas alfabeticamente de acordo com o primeiro autor, linhas subsequentes recuadas. Não faça referência a números. Publicações dos mesmos autores devem ser listadas em ordem de ano de publicação. Se houver mais de um trabalho do mesmo autor e com a mesma data, identifique-os como a, b, etc. Morris et al. (1990a, b). Por favor, note que todas as referências listadas aqui devem ser citadas diretamente no corpo do texto.

Brown, F., Harris, M.G., and Other, A.N. (1998). Name of paper. In Name(s) of editor(s) (ed.), *Name of book in italics*, page numbers. Publisher, Place of publication.

Smith, S.E. (2004). *Name of book in italics*, page or chapter numbers if relevant. Publisher, Place of publication.

Smith, S.E. and Jones, L.Q. (2008). Name of paper. *Name of journal in italics*, volume (number), page numbers.

Apêndice A. PRIMEIRO APÊNDICE

Apêndice B. SECOND APÊNDICE