

UTILIZANDO FEMM PARA ANÁLISE DE CAMPO ELÉTRICO PROVOCADO POR POSTES DE ENERGIA ELÉTRICA EM PEDESTRES

Lucas de Araújo Amaral
 Wellington Maycon Santos Bernardes
 José Roberto Camacho
 Geraldo Caixeta Guimarães

Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Faculdade de Engenharia Elétrica
 Av. João Naves de Ávila, 2121. Bloco 1E Campus Santa Mônica. CEP: 38408 – 100. Uberlândia - MG
 wellingtonmaycon@ieee.org

O presente trabalho é aplicado em um poste de distribuição de energia elétrica convencional para simulação de campo elétrico e sua influência em pedestres, onde as características físico-constructivas da rede estão totalmente relacionadas com seu desempenho e comportamento. Dessa maneira, foi essencial realizar uma análise dos elementos que a compõe, ou seja, foram necessários estudos acerca do material, da disposição dos cabos condutores, dos isoladores, das estruturas de sustentação e das ferragens utilizadas.

A modelagem e simulação da estrutura em questão foram todas realizadas com a versão 4.2 do software livre FEMM (*Finite Elements Method Magnetics*). A facilidade e a precisão inerentes ao método de elementos finitos o tornam uma ferramenta poderosa para a obtenção da solução de problemas de diversas áreas. Atualmente, esse método é muito pouco aplicado e existem poucos trabalhos que utilizam essa ferramenta bastante eficaz em várias aplicações [3].

Depois de desenhado e terem sido definidas as propriedades de cada estrutura, o software está apto para realizar as simulações. Alguns materiais possuem as seguintes permissividades relativas em F/m: ar = 1, madeira, de 10 a 60, solo, de 2 a 20, cimento Portland, de 5,9 a 6,7, alumínio, de 8,1 a 9,7 e ferro galvanizado = 5000 [4]. A Figura 1 mostra a estrutura já modelada e a Tabela I mostra as suas dimensões físicas.

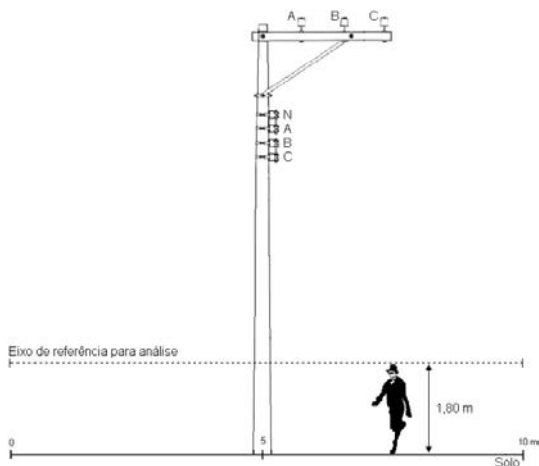


Figura 1 – Modelo da estrutura estudado com eixo de referência.

Tabela I
 Dimensões físicas da estrutura [1]

| Estrutura padrão | Poste de concreto de seção circular (B1) |
|--|--|
| Tipo da estrutura | Tipo beco com pino simples |
| Distância entre solo e rede de baixa tensão (m) | 5,5 |
| Distância entre isoladores de baixa tensão (m) | 0,4 |
| Distância entre baixa tensão e cruzeta de madeira (m) | 0,8 |
| Comprimento da cruzeta (m) | 2,4 |
| Distância entre isoladores da cruzeta (m) | 0,6 |
| Altura total da estrutura (m) | 8,4 |
| Seção circular a 1 m do solo (m ²) | 0,156 |
| Seção dos condutores da rede primária (mm ²) | 84,99 |
| Seção dos condutores da rede secundária (mm ²) | 84,99 |

Para a análise de resultados foi considerado a altura relativa ao solo de 1,8 m. Essa altura foi escolhida, pois se refere à altura de uma pessoa padrão em pé. Sendo assim, por exemplo, a Figura 2 mostra a variação de campo elétrico para a referida altura no instante t_0 , quando a fase A do lado primário apresenta seu valor máximo igual a 19516, 147 V. Já a Figura 3, mostra o pós-processamento, ou seja, a última etapa do processo. Para as simulações desse trabalho o software utilizou 50953 nós e 101576 elementos com uma precisão de 1×10^{-8} .

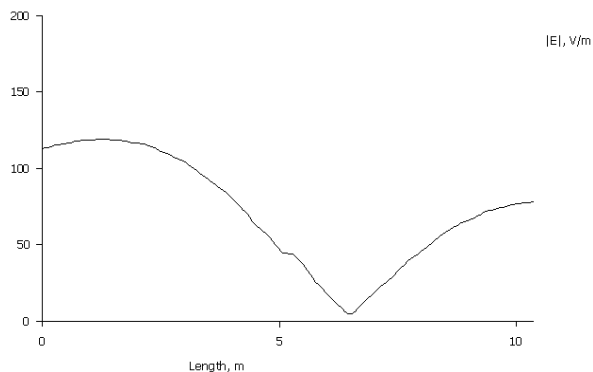


Figura 2 – Variação de campo elétrico em t_0 .

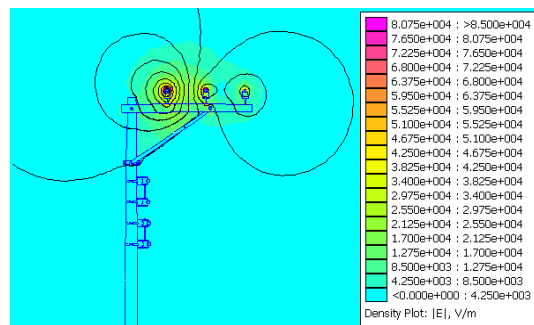


Figura 3 – Distribuição das linhas equipotenciais na cruzeta em t_0 .

Nesse sentido, verificou-se que a região submetida aos maiores níveis de campo elétrico está compreendida a aproximadamente 2,5 m do poste no sentido oposto ao da cruzeta de madeira, atingindo valores próximos de 115 V/m para o instante t_0 . Considerando então que a rigidez dielétrica do ar assuma para esse caso o valor padrão de 10 kV/cm [4], os valores obtidos mostram que a possibilidade de um arco voltaico é bem reduzida, uma vez que os valores obtidos estão cerca de 8700 vezes menor no tempo t_0 , tendo sido provada inicialmente a segurança das redes aéreas aos pedestres, desde que estas estejam instaladas corretamente.

Ainda, o limite máximo de campo elétrico para público em geral, gerado por linhas de distribuição a 60 Hz, convencionado pela Organização Mundial da Saúde para a exposição do público em geral, com base em recomendações da *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* é de 4,17 kV/m. Dessa forma, para o instante t_0 , o campo elétrico obtido é aproximadamente 36 vezes menor do que o recomendado pelas normas, confirmando mais outra vez a salubridade aos pedestres.

Em alguns trabalhos semelhantes, nota-se que o campo elétrico emitido pelas estruturas das redes elétricas urbanas está dentro dos limites aceitáveis e assim não provoca consequências graves à saúde do corpo humano [5], mas a desvantagem é que utiliza instrumentos de medição para tal constatação. Por meio do FEMM, o resultado é rápido e aproxima bem do valor real.

A contribuição principal desse estudo é a simulação a baixo custo do campo elétrico provocado por postes nos pedestres, que estão sujeitos a efeitos de tensões e correntes induzidas, já que é uma preocupação atual das concessionárias de energia elétrica e dos órgãos públicos [2]. Por fim, como o valor de referência para exposição humana a campos elétricos está estabelecido a partir de correlações entre grandezas físicas e seus efeitos biológicos da exposição, o limite excedido poderia causar, por exemplo, mudanças agudas na excitabilidade do sistema nervoso central.

Palavras-chave: campo elétrico, educação em Engenharia, método dos elementos finitos.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5434: Redes de distribuição área urbana de energia elétrica - Padronização**, Rio de Janeiro - RJ, 1982.
- [2] BRASIL. Decreto-Lei nº 11934, de 5 de maio de 2009. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 mai. 2009. Seção 1, p. 1.
- [3] A. F. L. Nogueira. O uso da simulação numérica de campos eletromagnéticos como ferramenta de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 7 p., 2008.
- [4] W. Schmidt. **Materiais elétricos isolantes e magnéticos**, 2^a ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 1979. 2 v.
- [5] T. P. Scussel. **Medição de campos elétrico e magnético em uma subestação de energia elétrica**, 2002. 54 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2002.