



SOLUÇÃO SÉRIE PARA O CAMPO ELÉTRICO INDUZIDO POR ESTIMULADORES MAGNÉTICOS DO TIPO SLINKY

Marcílio A. F. Feitosa¹, Eduardo Fontana²

Grupo de Fotônica, Departamento de Eletrônica e Sistemas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE 50.740-530, Brazil, Phone/Fax: +55 81 21268955
(¹marciliofeitosa@uol.com.br.; ²fontana@ufpe.br).

Introdução: A estimulação magnética consiste na excitação de tecidos orgânicos por um campo magnético variável no tempo [1]. No desenvolvimento dessa técnica, interesse crescente tem sido devotado na literatura ao emprego de estimuladores magnéticos na configuração *slinky* (mola de brinquedo), devido a possibilidade de melhor focalização magnética, relativamente a outras configurações [2]. Neste trabalho é desenvolvida uma solução série para o cálculo do campo elétrico induzido nessa configuração válida para um número arbitrário de espiras do estimulador, computacionalmente eficiente para o projeto e estudo da dinâmica do sistema.

Método: A indução de corrente elétrica nos tecidos orgânicos que se encontram por sob a pele, requer uma forte e rápida variação no campo magnético do estimulador. Bobinas na configuração *slinky* (ver figura) têm sido escolhidas por produzirem melhor focalização de campo relativamente a tradicional bobina circular [2]. Na busca por uma geometria ótima de estimulador, foram realizadas simulações do campo induzido bem como do comportamento dinâmico da propagação dos impulsos elétricos em células nervosas. Nessas simulações foi observado que a formulação convencional que emprega integrais elípticas [3] para o cálculo do campo elétrico induzido requer um grande esforço computacional. Devido a essa limitação, foi desenvolvida uma expressão analítica para o campo elétrico induzido bem como para o seu gradiente espacial, que é a função de ativação nas células nervosas. Essa nova formulação se baseia na expansão do campo em polinômios de Legendre e é generalizada para qualquer arranjo de espiras do tipo indicado na figura. A formulação permite a realização do projeto de estimuladores *slinky* de N espiras, com a k -ésima espira tendo raio r_k , corrente i_k e inclinação α_k , conforme mostrado na figura.

Resultados: Foram realizadas simulações computacionais no ambiente Mathcad 2001 tanto para a formulação integral como para a formulação série. Observou-se que a solução série permitiu uma redução no tempo de computação de um fator de pelo menos 10 relativamente à formulação integral. De fato, para um elevado número de espiras de corrente (> 10), a formulação integral torna-se praticamente inviável.

Discussão e Conclusões: Foi desenvolvido um método computacional eficiente para o cálculo do gradiente espacial do campo elétrico induzido por estimuladores do tipo *slinky*. Este método está sendo utilizado em estudos de otimização e projeto de estimuladores magnéticos com boa focalização de campo para aplicações em nervos periféricos. O comportamento em tempo real da dinâmica das fibras nervosas sob influência do campo induzido está sendo estudado e novos resultados serão publicados em breve.

Referências:

- [1] Kai-Hsiung Hsu, Srikantan S. Nagarajan, and Dominique M. Durand, "Analysis of Efficiency of Magnetic Stimulation," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol.50, no. 11, pp. 1276-1285, Nov. 2003.
- [2] C. Ren, P. P. Tarjan, and D. B. Popovic, "A Novel Electric Design for Electromagnetic Stimulation – The Slinky Coil," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 42, no. 9, pp. 918-925, Sep. 1995.
- [3] J. D. Jackson, "Classical Electrodynamics," 3rd ed., Wiley, 1999.

