

IMAGENS MAGNÉTICAS DE BAIXA AMPLITUDE GERADAS POR FANTOMAS RETANGULARES DE MICROPARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

Milena da Costa Oliveira¹; Juan A. Leyva-Cruz²;

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: milena-uefs@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: japhysics@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Métodos de regularização, processamento de imagens, elementos finitos.

INTRODUÇÃO

A área da ciência relacionada com a energia eletromagnética aplicada à medicina e biologia é sem dúvida na atualidade um dos tópicos de pesquisas mais atraentes e de interesse crescente na comunidade científica internacional e no Brasil. Vários esforços têm sido feitos para criar técnicas diagnósticas apoiadas na obtenção de imagens magnéticas e elétricas para ajudar de forma coadjuvante e/ou substituir em alguns casos, as metodologias médicas de diagnóstico por imagens Standards. Atualmente vários artigos tem sido publicados [1-3] propondo novas modalidades de tomografias de imagens elétricas e/ou magnéticas a nível pré-clínico e tem mostrando bons resultados. Estes estudos têm apontado que as técnicas biomagnéticas exibem maior potencial para serem implementadas na prática clínica. Um dos objetivos das técnicas biomagnéticas é fazer uma análise das imagens magnéticas e de suas fontes, tais como as imagens da distribuição da corrente elétrica no coração ou estômago. Entretanto, os equipamentos utilizados para implementar estas técnicas são extremamente caros, localizados em poucas unidades de saúde, de grandes dimensões, de aí seus elevados pesos e sua difícil movimentação, além de serem na maioria, eventualmente delicados nos seus manuseios em particular, os raios-X são nocivos para saúde.

O objetivo deste trabalho foi estudar as técnicas alternativas de imageamento do corpo humano, baseado em medições de campos magnéticos de baixa intensidade e da reconstrução das fontes magnéticas a partir das imagens magnéticas. Obtendo imagens das fontes magnéticas em 2D de um fantoma magnético de artéria sanguíneas.

METODOLOGIA:

Fantomas magnéticos

Os fantomas aqui usados foram basicamente mantas magnéticas as mesmas usadas em geladeiras os quais também foram simulados usando COMSOL. Também foi usado o sistema magnético mostrado na figura abaixo.

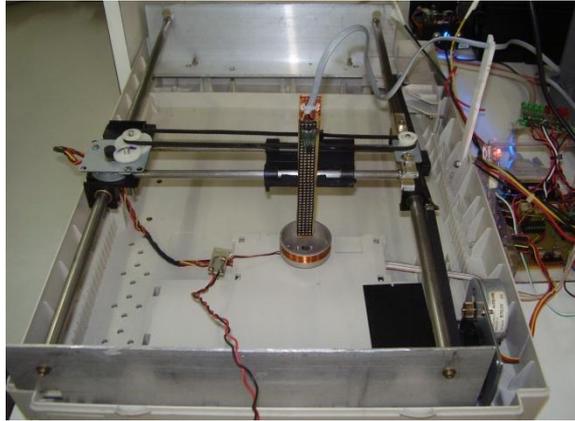


Figura 1: Fotografia dos motores de passo e da parte mecânica do sistema de posicionamento X-Y motorizado do *Scanner Magnético*.

Na Fig. 1 observamos as fotos dos motores de passo utilizados para a construção do sistema de posicionamento X-Y, do *Scanner Magnético*. Ela é composto por dois motores de passo para o eixo-X e eixo-Y, os dois da marca MITSUMI modelo M42SP-7 com resistência de 30Ω , e ângulo de passo de 7.5° . Ambos os motores foram alimentados com 12 V , conseqüentemente a corrente para cada um deles foi de 400 mA , respectivamente.

Circuito de condicionamento dos sinais analógicos

Uma etapa importante na montagem do *Scanner Magnético* é a formada pelo sensor magnético e seu circuito de condicionamento do sinal analógico que ele gera em resposta ao estímulo físico que atua sobre ele (nosso caso é o campo magnético) e que é de nosso interesse medir. Um sensor magnético também pode ser considerado um transdutor de energia magnética em energia elétrica. Nesta pesquisa, o sensor utilizado é o magnetômetro magnetorresistivo modelo HMC1001 da Honeywell.

Por causa dos ruídos de natureza eletromagnética presentes no Laboratório e das variações da tensão elétrica na saída do sensor magnético serem da ordem de alguns mV , é necessária a criação de uma etapa de filtragem seletiva e de amplificação do sinal, principalmente fazendo uso de um amplificador de instrumentação.

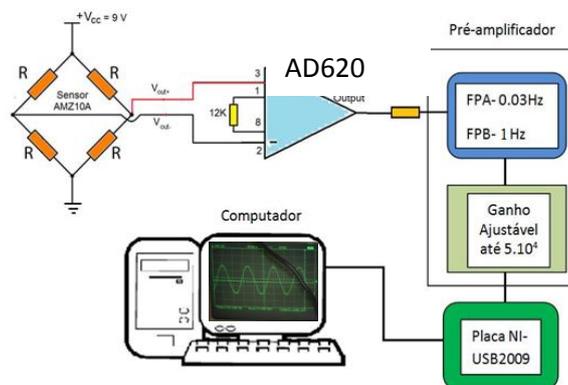


Figura 2: Diagrama em bloco do circuito de condicionamento do sinal proveniente do sensor magnético utilizado no sistema experimental, o principal componente é o amplificador de instrumentação AD620.

Na Fig. 2 mostramos o circuito de condicionamento dos sinais baseado no amplificador operacional do tipo, AD620 da *Analogical Devices*. Este circuito integrado foi escolhido porque apresenta como uma de suas principais características uma taxa de rejeição em modo comum mínimo de 100 dB, além de ter uma densidade de ruído de entrada de $9 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ e na banda de baixas frequências (0.1 Hz até 10 Hz) que é uma das faixas de frequências de nosso interesse o ruído é da ordem de $0.28 \text{ } \mu\text{V}$ pico a pico. Desta forma o sensor poderia captar variações na ordem de nanoteslas com ultra-baixo ruído. Os cabos usados para alimentar e conduzir os sinais de saída do sensor foi coaxial com blindagem ao ruído eletromagnético.

RESULTADO E DISCUSSÃO:

Utilizando o sistema magnético de imagens foi proposto um experimento simples para medir os sinais de campo magnético de três tipos de fantoma, que simulam artérias do coração. A figura abaixo mostra estes fantasmas que foram feitos de mantas magnéticas, que é um tipo de imã permanente que gera campo magnético de baixa amplitude.

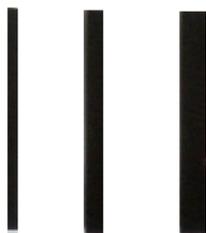


Figura 3. Fantasmas magnéticos feitos de mantas magnéticas que simulam as artérias coração de espessura de 1 mm, 5 mm e 10 mm.

Na Figura 3, mostramos os fantasmas magnéticos usados nestes experimentos prévios. Estes fantasmas imitam as artérias do coração de forma estática, e são mantas magnéticas que simulam as artérias coração de espessura de 1 mm, 5 mm e 10 mm.

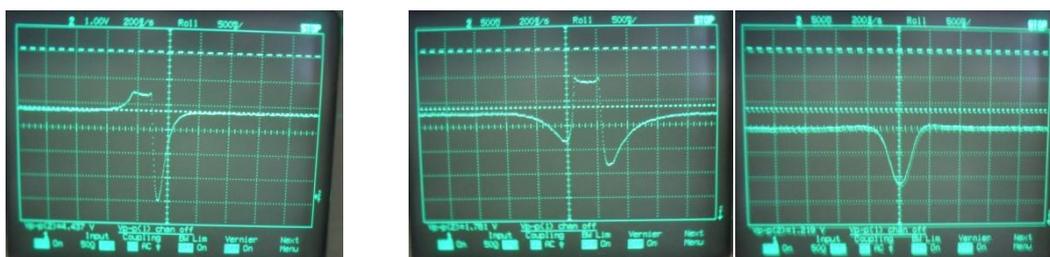


Figura 4. Gráficos típicos de campo magnético gerados pelos fantasmas magnéticos feitos de mantas magnéticas que simulam as artérias coração de espessura de 1 mm, 5 mm e 10 mm.

Na Figura 4, mostramos os gráficos típicos de campo magnético gerados pelos fantasmas magnéticos feitos de mantas magnéticas que simulam as artérias coração de espessura de 1 mm, 5 mm e 10 mm. Como podemos ver o sistema de imagens construído tem a capacidade de registrar os sinais gerados por fontes magnéticas com dimensões de 1 mm, 5 mm e 10 mm. Estes resultados mostram que para futuros experimentos o sistema apresenta potencial para fazer imagens de campo magnéticos com resolução de até 1 mm.

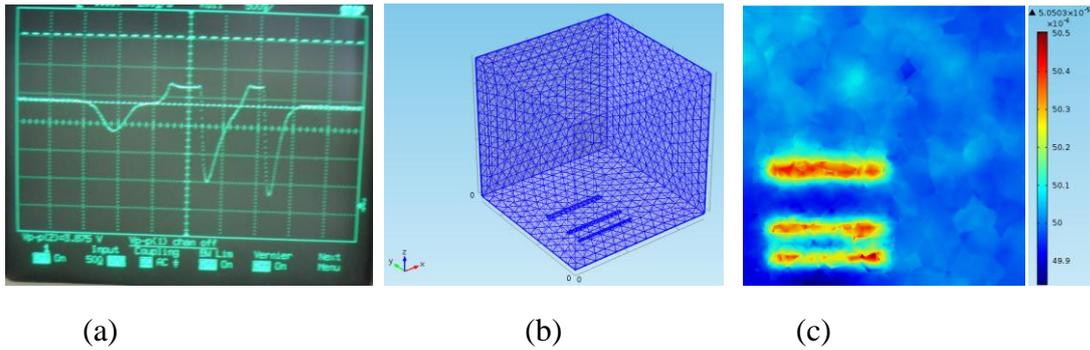


Figura 5. (a) Gráficos típicos de campo magnético gerados pelos fantasmas magnéticos feitos de mantas magnéticas que simulam as artérias coração de espessura de 1 mm, 5 mm e 10 mm todos juntos. Geometria dos fantasmas com elementos finitos obtidos usando COMSOL Multiphysics e (c) imagens magnéticas geradas para uma distancia de litof de 8 mm.

Na Figura 5a podemos observas uma exemplo de sinais do campo magnético medidos pelo magnetômetro HMC1001. Em Figura 5b mostramos a geometria destes fantasmas magnéticos de artérias sanguíneas com elementos finitos, obtidos usando COMSOL *Multiphysics* e suas imagens magnéticas geradas para uma distancia de litof de 8 mm pode ser vista na Figura 5c.

CONCLUSÃO:

Neste trabalho foi realizada uma extensa revisão bibliográfica sobre as bases física matemáticas do problema de reconstrução de imagens magnéticas usando elementos finitos. Várias etapas do cronograma do plano de trabalho forma cumpridas, foram realizadas uma Revisão Bibliográfica sobre as técnicas de Reconstrução de imagens, o que envolveu o estudo de solução de sistemas de equações com várias incógnitas, dentro dos quais destacamos os métodos de regularização, usando valores singulares. Além disso, também foram estudados os fundamentos teóricos dos métodos de elementos finitos e atualmente estamos na fase de implementação e desenvolvimento da Ferramenta computacional, para reconstrução de imagens magnéticas.

REFERÊNCIAS:

- 1]. W Andrä, H Danan, W Kirmsse, H Kramer, P Saupe, R Schmiege, M E Bellemann. A novel method for real-time magnetic marker monitoring in the gastrointestinal tract. *Phys Med Biol*. Oct; 45:3081-93. 2000.
- [2]. Werner Weitschies, Olaf Kosch, Hubert Mönnikes, Lutz Trahms. [Show]Magnetic Marker Monitoring: An application of biomagnetic measurement instrumentation and principles for the determination of the gastrointestinal behavior of magnetically marked solid dosage forms. *Adv Drug Deliv Rev*. Jun 15; 57:1210-22. 2005.
- [3]. E Stathopoulos, V Schlageter, B Meyrat, Y Ribaupierre, P Kucera. Magnetic pill tracking: a novel non-invasive tool for investigation of human digestive motility. *Neurogastroenterol. Motil*. Feb ;17:148-54. 2005.