

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Análise Matemática e Computacional de um Sistema de Levitação Eletromagnética de Baixo Custo

Saul V. Winik¹

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Mestrado em Modelagem Matemática, UNIJUÍ, Ijuí, RS

Eliseu Kotlinski²

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Curso de Engenharia Elétrica, UNIJUÍ, Ijuí, RS

1 Resumo

Define-se por levitação o estado de um corpo que permanece no espaço a certa distância de uma superfície sem tocá-la, suspenso graças a uma força de sustentação que compensa a força da gravidade. Assim, este artigo tem como objetivo principal a realização da análise de um sistema de levitação eletromagnética (EML) de baixo custo utilizando ferramentas computacionais através da matemática por trás do fenômeno da levitação [1, 3, 5].

2 Metodologia

Nesta levitação é possível erguer um corpo ferromagnético utilizando a força de atração exercida por um eletroímã [2, 4]. O sistema estudado é constituído de 03 blocos, o próprio eletroímã e o objeto ferromagnético a ser levantado, o sensor de posição do objeto a ser levantado e o controlador do sistema. Analisando o primeiro bloco, definiu-se as equações (1), (2) e (3) que descrevem as grandezas existentes quando analisado o circuito em malha aberta.

$$f = C_B \cdot \frac{i^2}{X^2} \quad (1)$$

$$V = R \cdot i + L \cdot \frac{\partial i}{\partial t} \quad (2)$$

$$\frac{\partial X^2}{\partial t^2} = m \cdot g - f \quad (3)$$

Elas foram nomeadas de equação elétrica, mecânica e eletromagnética do sistema. Na sequência foram linearizadas utilizando os termos lineares da expansão de Taylor, mudou-se o domínio das equações do tempo para a frequência e em seguida relacionando

¹saul.winik@gmail.com

²eliseuk@unijui.edu.br

as equações resultantes destes processos, encontrou-se a equação da planta do sistema em malha aberta. Verificou-se que a resposta do sistema era instável, então com o propósito de estabilizar a resposta foi realizado o fechamento da malha e a utilização do compensador por avanço de fase por ser simples e de baixo custo. Para fins de experimentos foram determinados valores iniciais para alguns parâmetros tanto físicos do sistema final quanto dos valores que se desejava obter em corrente e em posição do objeto a ser levantado do eletroímã. Está representado na Figura 1 o circuito final do levitador desenhado e simulado utilizando o software SIMULINK [5].

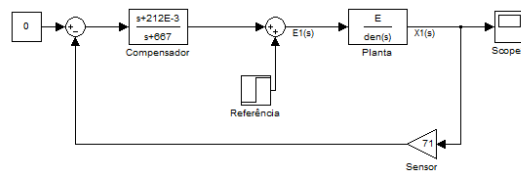


Figura 1: Circuito Completo em Malha Fechada do Sistema.

Ao executar a simulação do sistema apresentado na Figura 1, encontrou-se um sinal de posição amortecido, estável, tendendo a 11,3mm a partir de 9 segundos.

3 Conclusões

O principal problema de trabalhar com a levitação por atração é sua instabilidade, porém a resposta do sistema foi um sinal amortecido a partir de 9 segundos de simulação, e a variação da resposta final era de aproximadamente 1mm.

Podendo-se afirmar que as equações (1), (2) e (3) utilizadas na descrição do sistema foram as adequadas ao problema, pois os resultados encontrados representaram uma resposta final adequada para a dedução das equações características.

Referências

- [1] D. Halliday and R. Resnick, Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. Vol. 3 . Rio de Janeiro: LTC, (2012).
- [2] A. Rodrigues, Maglev os Trens do Futuro. Disponível em: <https://sites.google.com/site/maglevcomboiosdofuturo/tipos>. Acessado em: 10/10/2015.
- [3] E. Santiago, Levitação Magnética, (2012). Disponível em: <http://www.infoescola.com/fisica/levitacao-magnetica/>. Acessado em: 15/10/2015.
- [4] Superconductors. Disponível em: <http://www.superconductors.org/>. Acessado em: 01/11/15.
- [5] S. V. Winik, Estudo das Tecnologias da Levitação Magnéticas - Modelagem Matemática e Computacional. Trabalho de Conclusão de Curso, UNIJUÍ, (2015).