

Desenvolvendo Modelos e Simulações Numéricas para Diferentes Levitadores

L. M. FREIRIA *, E. S. SANTOS, R. S. RODRIGUES, C. V. ABUD

Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil

freiria.leonardo@gmail.com*

Introdução

A levitação acústica é um fenômeno físico de interesse em diversas áreas como farmacêutica, mineradora, química, principalmente por ser um processo sem contato e sem limitação quanto ao tipo de material a ser levantado. Dentre diversos modelos de levitadores o mais comum é o de eixo único, constituído por um transdutor de ondas ultrassônicas e um refletor posicionado a uma distância multipla de meio comprimento de onda, criando-se uma onda estacionária e, proporcionando a levitação de partículas entre os nós de pressão.

Palavras-Chave: Levitador Acústico; Ondas Ultrassônicas; Pressão Acústica;

A equação (1) modela a amplitude de pressão acústica proporcionado pelo levitador acústico,

$$P(r) = P_0 V \frac{D_f(\theta)}{d} e^{i(\phi + kd)}; \quad (1)$$

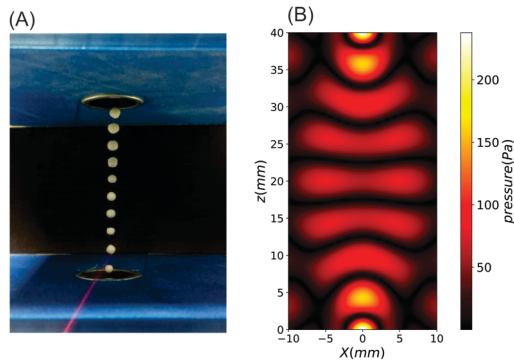


Figura 1: (A) Protótipo de levitador de eixo único desenvolvido na Universidade Federal de Goiás. (B) Simulação numérica para o levitador de eixo único, considerando a equação 1.

Resultados e Discussões

Para a coleta dos dados experimentais utilizou a função *Slow Motion* em uma câmera de um *smartphone*, possibilitando a coleta de 240 frames por segundos. Ainda, utilizou-se funções do MATLAB (*MATrix LABoratory*) para capturar todos os frames do vídeo e, localizar a esfera que está sendo levitada e a posição de sua origem.

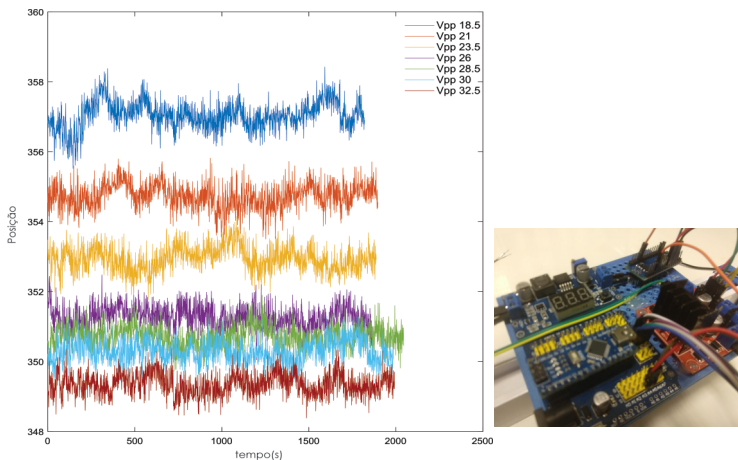


Figura 2: Posição da partícula que está sendo levitada, considerando alteração apenas na tensão de alimentação dos transdutores e, deslocamento em eixo y, em um levitador acústico de eixo único. Além disso é apresentada a montagem dos componentes eletrônicos para o modelo de levitador.

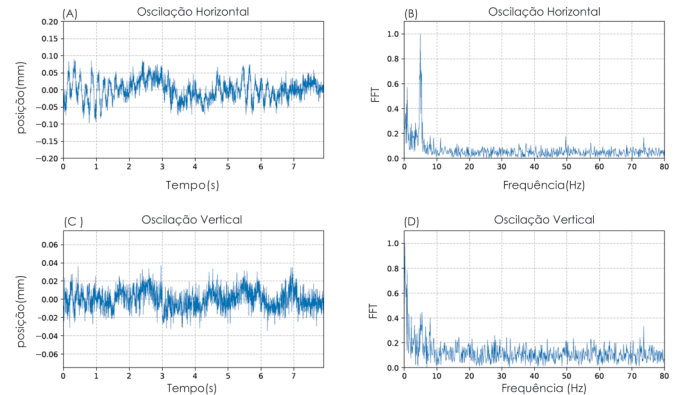


Figura 3: (A) Posição no eixo x da partícula que está sendo levitada, coletada experimentalmente com tensão de 32.5V. (B) Frequência adquirida através da FFT da posição da partícula. (C) Posição no eixo y da partícula que está sendo levitada, coletada experimentalmente com tensão de 32.5V. (D) Frequência adquirida através da FFT da posição da partícula.

Perspectivas

$$U = 2\pi R^3 \left[\frac{\langle p^2 \rangle}{3\rho c^2} - \frac{\rho \langle u^2 \rangle}{2} \right] \xrightarrow{F = -\nabla U} F_z = \alpha \sin \beta (Z - Z_p) \quad (2)$$

Na Equação (2) pode-se observar uma força restauradora não linear. A Equação (3) apresenta o balanço de forças:

$$m\ddot{Z} = F_z + F_{grav} + F_{arraste} \quad (3)$$

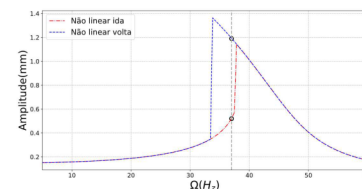


Figura 4: Histerese e múltiplas soluções nas proximidades da frequência natural do sistema

Conclusão

Através do fenômeno físico de levitação, a dinâmica da partículas propoem um modelo não linear, diante deste fato, pode-se pressupor fenômeno como a histerese, dinâmica não linear e ao Caos. Como próximo passo, busca-se confrontar os dados experimentais com os teóricos e principalmente obter o fenômeno de histerese experimentalmente, porém, para tanto será necessário aplicar filtros e utilizar mecanismo com maior taxa de captura de frames.

Referências

- [1] M. A. B. ANDRADE; N. PÉREZ; J. C. ADAMOWSKI. Review of progress in acoustic levitation. Brazilian Journal of Physics, 2017.
- [2] L. P. Gorkov, Sov. Phys. Dokl, 1962, Vol. 6, no 773.
- [3] FUSHIMI, Hill, et al. Nonlinear trapping stiffness of mid-air single-axis acoustic levitators. APPLIED PHYSICS LETTERS, 2018, vol.113, no 034102, p.1-5.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) processo (88881.127849/2016-01) e ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Otimização da Universidade Federal de Goiás.