

# “CONCEPÇÃO DO PROTÓTIPO DE UM TURBOGERADOR SUPORTADO À MANCAL MAGNÉTICO”

Wellington dos Santos Pereira<sup>1</sup>; Marco Antonio Fumagalli<sup>2</sup>

Estudante do Curso de Engenharia Mecânica; e-mail: [w.santos.pereira@gmail.com](mailto:w.santos.pereira@gmail.com)<sup>1</sup>  
Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: [fumagalli@umc.br](mailto:fumagalli@umc.br)<sup>2</sup>

**Área do Conhecimento:** Ciências Exatas e Tecnológicas

**Palavras-chaves:** Mancal Magnético; Turbogenerador; Energia Renovável

## INTRODUÇÃO

Devido ao momento crítico do ramo de energia que vivemos, e das constantes ameaças de falta de energia, existe uma grande necessidade de criar fontes geradoras de energia que sejam limpas, com um alto rendimento, e que possam garantir um melhor conforto para os usuários. Desta necessidade este projeto visa desenvolver um turbogenerador, utilizando a técnica de levitação a mancal magnético. Neste turbogenerador o eixo é suportado por mancais magnéticos radiais e axiais, o que a falta de atrito possibilita altas rotações do eixo. No centro do eixo é alocado uma máquina assíncrona, que terá a função de motor e gerador a alta rotação, e na extremidade do eixo uma pequena turbina. Esta máquina utiliza a redução da pressão do gás, para movimentar a turbina.

## OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo propor a concepção mecânica de um turbogenerador suportado por mancais magnéticos. Nesta concepção mecânica o eixo será suportado por dois mancais magnéticos radiais e mancais axiais. No centro do eixo será alocado um motor assíncrono, fabricado pela empresa **Elektromaschinen und Antriebe AG**, que terá a função de motor e gerador, e na ponta do eixo uma pequena turbina. Com isto, pretende-se adquirir todo o embasamento teórico referente a esta nova tecnologia.

### Para este fim têm-se como objetivos específicos:

- Dimensionar os mancais magnéticos radiais e axiais, e propor sua construção;
- Escolher sensores apropriados para o sistema;
- Dimensionar o motor assíncrono;
- Dimensionar mancais de segurança;
- Dimensionamento do eixo e o seu modelamento;
- Concepção mecânica global do sistema.

## METODOLOGIA

Para essa aplicação é proposta a utilização de Mancais Magnéticos Ativos (AMB), os quais podem suportar corpos em sua totalidade sem nenhum contato, através de forças magnéticas. Forças magnéticas podem ser geradas por ímãs permanentes ou por forças magnéticas ativamente controladas. É sabido, portanto, que a estabilidade de um corpo em suspensão em todos os graus de liberdade (DOFS), não pode ser alcançada por ímãs permanentes, pelo menos um elemento ativo é sempre necessário para a estabilização de tal sistema [1].

Equacionando um mancal magnético ideal, temos para um lado relação entre força  $F$  e corrente  $i$ , e entre força  $F$  e densidade de fluxo  $B$  são dadas como:

$$F = \frac{N^2 A \mu_o}{4} \left( \frac{i}{s-x} \right)^2 \quad (1)$$

$$F = \frac{A B^2}{\mu_o} \quad (2)$$

e a relação entre tensão  $u$  e corrente  $i$ , e entre tensão  $u$  e densidade de fluxo  $B$  por:

$$u = \frac{N^2 A \mu_o}{2} \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{i}{s-x} \right)^2 \quad (3)$$

$$u = NA \frac{\partial}{\partial t} (B) \quad (4)$$

onde  $N$  é o número de enrolamentos na bobina,  $A$  o fluxo na área da seção transversal,  $\mu_o$  a permeabilidade magnética do ar,  $s$  é o entreferro nominal, e  $x$  o desvio do entreferro nominal. Estas relações ideais não levam em conta a perda do material, os campos de dispersão e a resistência elétrica da bobina. O deslocamento  $x$  é considerado muito pequeno em relação ao entreferro  $s$ . Estas quatro restrições são muito razoáveis para os cálculos de máxima força estática e dinâmica, e não há muita variação de uma descrição ideal [2,3].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram simulados os diferentes modos rígidos e elásticos de vibração do eixo. A figura 01 mostra a primeira frequência natural do eixo de 1258,77 Hz.

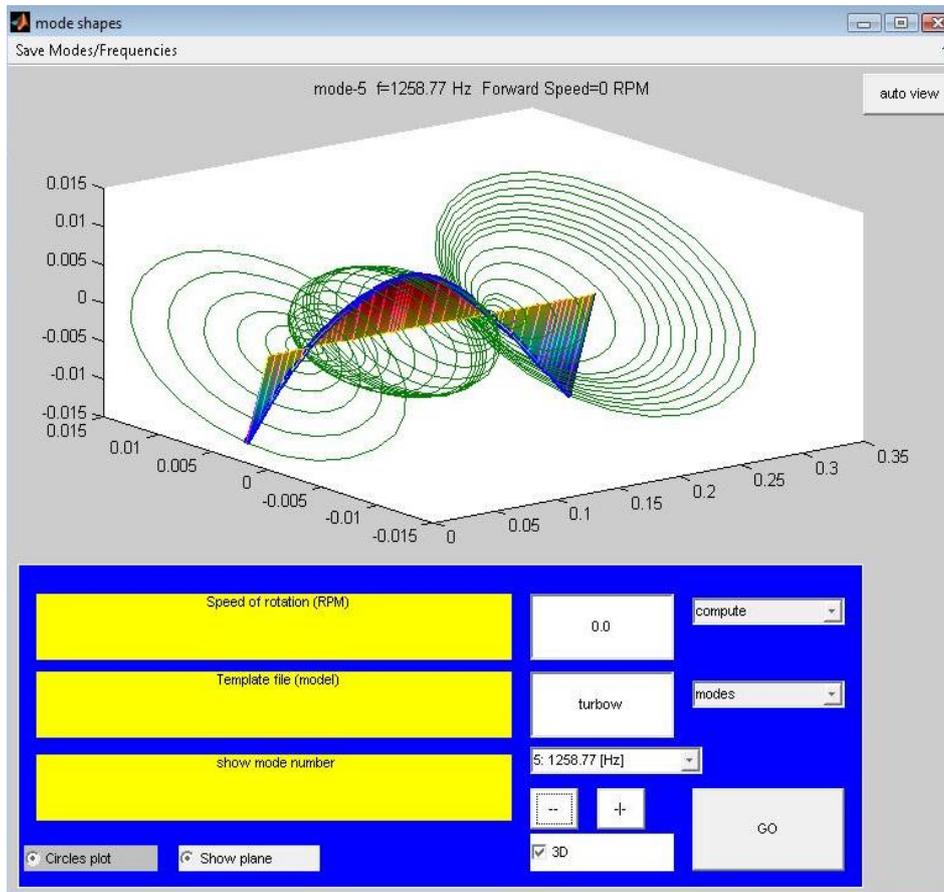


Figura 01 – Simulação do primeiro modo elástico de vibração em 3D

Devido ser um sistema compacto, o primeiro modo elástico do eixo de 1258,77 Hz, como mostrado na figura acima, se encontra muito acima da rotação de trabalho, que é de 500 Hz . Foram especificados os mancais magnéticos, construídos com materiais de ferro silício laminados, com uma força máxima de 230 N. Para produzir o giro do eixo a altas rotações; foi especificado do motor assíncrono capaz de gerar até 3 kW. Neste sistema mecânico será utilizada uma turbina, que se encontra no mercado, fabricada pela empresa **BorgWarner**. Sensores indutivos serão utilizados para medir a posição do eixo geram um sinal proporcional à posição utilizado para alimentar o controle de posicionamento do eixo [4]. Estes sensores são produzidos pela firma **Mecos Traxler AG**.

## **CONCLUSÕES**

Conclui-se que é possível a criação de tal tecnologia e a elaboração do projeto de um modelo de turbogerador sustentado a mancais magnéticos, que permite gerar energia de uma forma limpa e com um alto rendimento; e também, a aplicação destes equipamentos em meios laboratoriais, onde não é permitida a contaminação do meio. Foi desenvolvido, portanto, neste trabalho o embasamento teórico necessário para a construção do protótipo físico.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Schweitzer G., Bleuler H. and Traxler: Magnetic Bearings, VdF-Verlag, Zurique, Suíça, 1994.

Proceedings of the Internacional Symposium on Magnetic Bearings (ISMB), Zurique, 1994.

Fumagalli, M., Schweitzer, G.; Motion of a Rotor in Rigid Retainer Bearing, Proc. Fifth Internat. Symp. on Magnetic Bearings, Kanazawa, Aug. 1996.

Gasch R., Pfuetzner H.; Introduction to Rotordynamic, Springer-Verlag, 1975.