

MODELAGEM E FABRICAÇÃO DE UMA ENGRENAGEM MAGNÉTICA DE FLUXO AXIAL

LUCAS DOS SANTOS PEREIRA¹; CARLOS GUILHERME DA COSTA NEVES²

¹Universidade Federal de Pelotas – lucaspereiraifsul12@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - carlos.neves@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Engrenagens e caixas de câmbio são amplamente utilizados para variação de velocidade e transmissão de torque em várias aplicações industriais.

As engrenagens mecânicas têm uma alta densidade de torque, mas sofrem de alguns problemas inerentes, como desgaste por atrito, ruído e aquecimento, enquanto a vibração e a confiabilidade são de grande preocupação. Em contraste, a engrenagem magnética apresenta vibração e ruído reduzidos, pouquíssima manutenção, melhor confiabilidade, proteção à sobrecarga inerente e ausência de contato entre os eixos de entrada e saída (NEVES ET ALL, 2017).

A topologia de fluxo magnético axial é particularmente adequada para aplicações que requerem alta densidade de potência, isolamento hermético entre os eixos de entrada e saída, como bombas para uso nas indústrias química farmacêutica, alimentícia e aeroespacial (COOKE ET ALL, 2019).

O objetivo deste estudo é modelar e fabricar um protótipo de engrenagem magnética de fluxo axial (EMFA), cuja de relação de engrenagem é 11:1, utilizando software Solidworks® (SW) tanto para a modelagem das peças quanto para as simulações, com foco no fluxo magnético, e nas forças de origem magnéticas e nas deformações mecânicas resultantes

2. METODOLOGIA

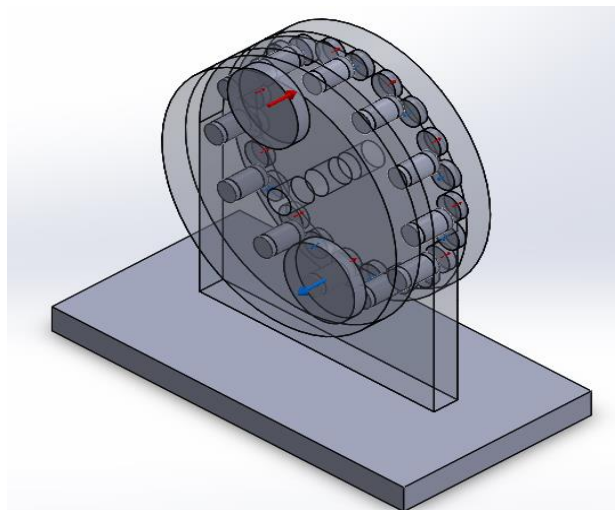
Inicialmente foi realizada os desenhos das peças no software SW para posteriormente serem feitos os cálculos das densidades de fluxos magnéticos e também das densidades de força magnética nos componentes da engrenagem, utilizando o módulo de Eletromagnetic Works® (EMS) do SW que utiliza o Método de Elementos Finitos (MEF).

A modelagem computacional via SW é essencial para obter a geometria da engrenagem. Já a modelagem via EMS é importante para fornecer imagens e os valores das grandezas que auxiliam na compreensão dos fenômenos físicos, projeto e otimização da EMFA. Devido ao EMS ser uma extensão do SW há uma facilidade na troca de dados entre as duas ferramentas, visto que outros softwares disponíveis são mais complexos.

Após ser desenhada e dimensionado a EMFA foi impressa em 3D utilizando PLA como material. As peças impressas foram o rotor de alta velocidade, o rotor de baixa velocidade e o suporte dos moduladores. O rotor de alta velocidade constitui-se de 2 polos (1 par de polos ou $p_h=1$) e o rotor de baixa velocidade constitui-se de 22 polos (11 pares de polos ou $p_L=11$), todos utilizando ímãs de Neodímio-Ferro Boro (NdFeB). Para os 12 moduladores ($n_s=12$) feitos com parafusos comuns, já que para obter relação de engrenagem 11:1, o número de moduladores deve ser igual a soma

do número de pares de polos do rotor de alta velocidade e do número de pares de polos do rotor de baixa velocidade, ou $n_s = p_h + p_L$ (NEVES ET ALL, 2017). A distribuição dos ímãs está representada na figura 1, onde também estão indicadas em flechas vermelhas o polo sul do ímã e as flechas azuis o polo norte colocados de forma intercalada, bem como os moduladores cilíndricos entre os dois rotores.

Figura 1: Esboço da engrenagem magnética axial e disposição dos ímãs e disposição dos ímãs presentes no rotor de baixa velocidade e alta velocidade.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de testar se a relação de engrenagem prevista estava sendo obtida foi acoplado um motor (cuja a velocidade nominal era 3600 rpm), ao rotor de alta velocidade e foi medido através de um tacômetro a rotação no rotor de baixa velocidade, obtendo-se uma velocidade de (327 rpm), ou seja, uma rotação de saída 11 vezes menor que de entrada.

Foi verificado que o PLA o suporta os esforços magnéticos e não apresenta fadiga mecânica.

4. CONCLUSÕES

Através dos softwares utilizados foi possível dimensionar os componentes da EMFA e prever o funcionamento da mesma antes da fabricação do protótipo. Na continuidade do projeto será feita a otimização dos componentes visando aumentar a relação potência/peso. É importante concluir que aprendizagem sobre os softwares mencionados e a experiência de usar uma impressora 3D, agrega muito conhecimento e trabalha das mais diversas habilidades motivando e enriquecendo o conhecimento. Assim enriquecendo conhecimento e criando novas habilidades para aplicação em futuros projetos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NEVES, Carlos Guilherme C.; GOETTEMS, Mateus Felipe; FILHO, Aly Flores. **Construction of a Coaxial Magnetic Gear**. 18th International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, 2017.

BARROS, Alan; COLETO, Alexandre H. A; LABREGO, Filipe G; CHABU, Ivan.(2014). **Engrenagem Eletromagnética com Relação de Transmissão Discretamente Variável** - Modelagem e Validação Experimental.

S. Mezani, K. Atallah. **A high-performance axial-field magnetic gear**. Journal of Applied Physics. April 2006.

T. Lubin, S. Mezani, and A. Rezzoug, “**Development of a 2D Analytical Model for the Electromagnetic Computation of Axial-Field Magnetic Gears**,” IEEE Trans. Magn., vol. 49, no. 11, pp. 5507–5521, 2013.

G. Cooke, R.S. Dragan and K. Atallah “**Axial Field ‘Pseudo’ Direct Drive**”. Joint MMM-Intermag Conference., Washington, DC, 2019.