

Mostra de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSC 2023



TÍTULO

MANCAIS MAGNÉTICOS: IMPLEMENTAÇÃO DE MANCAIS SEM CONTATO MECÂNICO NO ENSINO DE ENGENHARIA.

AUTORES

Joel Stryhalski
Lukian de Faria Ferreira, Samuel Rosa de Lima Segundo
Rodrigo Trentini Preuss, Bruno Marcon

RESUMO

Este se dedica a investigar e implementar mancais de levitação magnética empregando uma combinação de revisão da literatura, implementação de algoritmos de controle e montagem experimental. O posicionamento do eixo de um motor elétrico foi monitorado por meio de um sensor indutivo para estabelecer a posição radial do eixo. Esta informação foi tratada por um algoritmo de controle que varia a corrente elétrica em bobinas localizadas no protótipo visando manter o eixo sem apoio mecânico.

PALAVRAS-CHAVE

Mancal magnético, Eletromagnetismo, Sistemas de Controle, Microcontroladores, Eletrônica.

GRANDE ÁREA

ENGENHARIAS (30000009)

ÁREA

ENGENHARIA ELÉTRICA (30400007)

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Mancais magnéticos são sistemas de rolamento que utilizam forças magnéticas para sustentar um eixo rotativo, eliminando a necessidade de contato físico com a estrutura circundante. Em contraste com os mancais mecânicos tradicionais, esses dispositivos se baseiam na levitação magnética, oferecendo inúmeras vantagens, como redução da fricção, maior eficiência, maior vida útil e desempenho superior em aplicações de alta velocidade e precisão. A essência dos mancais magnéticos reside na geração de campos eletromagnéticos por meio de bobinas, os quais interagem com o eixo ferromagnético do motor. O sistema de controle compreende sensores para monitorar a posição do eixo e um controlador para

processar essas informações, que em resposta, muda a largura dos pulsos de tensão do PWM enviadas para as bobinas do mancal. Apesar das notáveis vantagens, a adoção de mancais magnéticos é limitada devido às complexidades técnicas de implementação. Neste trabalho foi explorado os avanços nesse campo, empregando uma abordagem multifacetada que integra ensino, pesquisa e extensão. O objetivo é estimular a investigação e aplicação de soluções técnicas em prol da comunidade e dos setores produtivos locais. Para tal, conceitos importantes foram utilizados, como campos magnéticos e materiais apropriados para interagir com eles, sensores e sistema de controle para garantir a estabilidade, ciência e engenharia de materiais e otimização de geometria foram cruciais para o desenvolvimento do projeto.

METODOLOGIA

A metodologia incluiu revisão do estado da arte para identificar soluções técnicas disponíveis (Aguirre, 2007, Contim, Angelico e Bittar, 2016, Eaton, Rama e Singhal, 2010), e estabelecer as bases do projeto. Feito isso foi desenvolvido um circuito com sensor indutivo, que em resposta à distância do eixo em relação a posição de repouso, varia a frequência entre 140 e 150 kHz. O mancal consiste em chapas estampadas com 8 conjuntos de bobinas, e foi desenvolvido para produzir os campos magnéticos que mantém o eixo levitando. A tensão (e a corrente) nestas bobinas é controlada por um microcontrolador. Nesta etapa, o microcontrolador é programado para coletar os dados do sensor indutivo e calcular as variáveis do sistema, e posteriormente, enviar pulsos de tensão com largura modulada (PWM) mais largos ou mais estreitos, variando a tensão e a corrente média nas bobinas do mancal. Um drive de potência, efetua a comunicação entre a saída da placa de controle (arduíno) e as bobinas de levitação, juntamente com um diodo de roda livre, posicionado para evitar picos de tensão que poderiam danificar as o drive. Foi desenvolvido um código no arduino, para que o mesmo pudesse controlar um PWM ("Pulse Width Modulation" Modulação por largura de pulso), capaz de acionar o sistema. Este circuito incorpora a programação e os componentes essenciais necessários para realizar todos os testes. Com o esquema elétrico devidamente configurado, verificou-se a operacionalidade e a levitação do eixo.

RESULTADOS

Com a utilização de um osciloscópio, foi observado que a frequência fornecida pelo sensor variava em relação à distância do eixo do motor. O sinal PWM emitido pela placa controladora, quando o eixo está em repouso, apresenta uma frequência de 150.000 Hz. No entanto, esse valor reduz para 145.000 Hz quando o eixo está totalmente levantado. Assim, existe uma região ativa de 5.000 Hz para ajustar o PWM e permitir a levitação do eixo.

Destacou-se um elevado valor de histerese durante a magnetização do eixo. Mesmo quando a tensão sobre as bobinas de controle se aproximava de zero, o eixo não retornava à região ativa conforme esperado. Diante desse desafio, foram implementadas melhorias no conjunto para evitar esse retardo na resposta do eixo. No intuito de reduzir a histerese, uma abordagem foi transpassar o eixo, introduzindo um furo radial em seu centro. Adicionalmente, foram incorporadas chapas laminadas feitas do aço utilizado na fabricação de rotores e estatores. Essas medidas visaram otimizar a resposta do sistema e proporcionar uma maior sensibilidade às variações de controle.

Essas modificações, ao minimizar a histerese, contribuíram para uma resposta mais ágil do eixo à variação de controle. A introdução do furo radial e a adição das chapas laminadas demonstraram ser estratégias eficazes para aprimorar a eficiência do sistema de levitação magnética, proporcionando uma maior estabilidade e controle preciso do eixo em diferentes posições. Assim, as adaptações realizadas não apenas otimizaram a resposta do sistema, mas também ofereceram uma solução efetiva para superar os desafios relacionados à histerese, garantindo um desempenho mais confiável e consistente do sistema de levitação magnética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos experimentos até então realizados, não é possível ainda definir a eficiência do mancal no motor, uma vez que a levitação do eixo ainda está em fase de teste, todavia, com os dados obtidos, nota-se que o mancal magnético no motor é uma alternativa relevante e premente para substituição de rolamentos mecânicos. O código desenvolvido mostrou-se eficiente, uma vez que o PWM emitido pelo arduino responde à variação da frequência enviada pelo sensor. Dessa forma, na fase de levitação do eixo, será possível controlar com precisão a posição do eixo, para que atue apenas na região ativa. O retardo por histerese na resposta do eixo para sua variação de fluxo pode dificultar o controle do eixo, porém, este problema é remediável por meio da substituição do material do eixo, ou ainda incluindo as chapas estampadas.

LINK DO VÍDEO

https://drive.google.com/file/d/1w0hKMzDWxbAXR54qNFMNwD_ows4NHfQk/view?usp=sharing

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, L. A. (2007). Introdução à identificação de sistemas. 3ª Edição, Ed. UFMG, Minas Gerais, Brazil, 730p.

Contim, T. R., Angélico, B. A., & Bittar, A. (2016). Levitador magnético didático controlado por Arduino. XXI Congresso Brasileiro de Automática – CBA 2016.

Eaton, D., Rama, J., & Singhal, S. (2010, September). Magnetic bearing applications & economics. In 2010 Record of Conference Papers Industry Applications Society 57th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference (PCIC) (pp. 1-9). IEEE.

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.