

SIMULAÇÃO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS AVANÇADAS E CONTROLE DIGITAL

Gabriela da Costa Perez¹, Renato Camargo Giacomini¹

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
gabrielacostaperez@gmail.com, renato@fei.edu.br

Resumo: Neste artigo é apresentado um estudo sobre motores síncronos de relutância, por meio de simulações que possibilitam a observação de parâmetros de funcionamento dessas máquinas. Com isso, é possível determinar métodos de controle para que aspectos negativos de funcionamento sejam diminuídos. Assim, serão apresentados nesse projeto características dessas máquinas elétricas e, como principal objetivo, a utilização do controle digital a fim de melhorar o desempenho na aplicação.

1. Introdução

Motores síncronos de relutância têm ganhado relevância em usos acadêmicos e industriais, devido às suas amplas variedades de aplicação e suas vantagens quando comparados a outros motores. [1]

Embora apresentem vantagens significativas, esses motores desenvolvem variações em seu funcionamento devido a fatores mecânicos e eletromagnéticos, o que dificulta sua aplicação em áreas industriais. [1]

Tendo isso em vista, a implementação de simulações que permitam uma análise profunda desses motores, torna-se extremamente vantajosa. Esse processo desencadeia em uma otimização dos custos do projeto, e permite um desenvolvimento mais rápido e eficiente.

As simulações e os scripts do presente trabalho foram feitos em Python. Trata-se de uma linguagem interpretada, de alto nível, com tipagem dinâmica e orientada a objetos, desenvolvida com uma sintaxe simples e de fácil aprendizado. [2]

Por meio dessas simulações é possível determinar parâmetros que influenciam as variações no comportamento dos motores. A partir disso, torna-se possível explorar técnicas de controle para a otimização dessas máquinas. Este projeto visa o estudo desses tipos de controle a fim de melhorar a eficiência dos motores.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 MOTORES SÍNCRONOS DE RELUTÂNCIA

Um motor síncrono de relutância variável (SynRM) tem como principal diferencial não possuir enrolamentos ou ímãs em seus rotores. Nessa configuração, o rotor é constituído de um material ferromagnético de geometria anisotrópica, que faz com que a relutância magnética varie em relação ao ângulo de rotação. [2]

Apesar de sua vantagem construtiva, um dos desafios encontrados pela utilização desses motores é o controle

do *ripple* de torque. Essa produção de torque desigual é gerada pelas variações dos campos magnéticos no rotor, o que ocasiona diversos ruídos. Isso pode desenvolver operações com menores eficiências nos motores, o que se torna desvantajoso em aplicações acadêmicas e industriais.

2.2 CONTROLE DIGITAL

O controle digital é um ramo que utiliza computadores digitais, microprocessadores e FPGAs, com intuito de atuar como controladores de um sistema. [3] Esses são responsáveis pelo desenvolvimento e implementação do algoritmo de controle.

O controle digital de motores de relutância variável é uma área da engenharia elétrica e de controle que se concentra na operação eficiente e precisa de motores síncronos de relutância (SynRM).

Esse oferece várias vantagens sobre os métodos de controle analógico tradicionais, incluindo precisão aprimorada, capacidade de implementar algoritmos sofisticados de controle e ajuste dinâmico de parâmetros. Portanto, esse projeto visa o estudo desses tipos de controle com intuito de desenvolver uma operação mais eficiente dos motores.

3. Metodologia

O trabalho de pesquisa tem como finalidade geral aprofundar o conhecimento sobre o comportamento dos motores síncronos de relutância (SynRM), por meio das simulações em Python, e estudar os dados obtidos. Com isso, o principal objetivo torna-se o estudo do controle digital sobre essas máquinas a fim de melhorar seu desempenho.

Com intuito de alcançar o objetivo proposto, foram necessárias pesquisas, em artigos acadêmicos, sobre os tipos de controle vetorial, e sua influência sobre motores síncronos de relutância. Deste modo, foram observados alguns tipos de controle, como o controle vetorial *sensorless*, e o controle por meio de circuitos eletrônicos chamados de conversores estáticos.

Assim, torna-se possível avaliar as técnicas necessárias e de melhores desempenho para a implementação e validação experimental. Deste modo, com esses estudos, tornou-se possível a elaboração de uma Revisão Bibliográfica detalhada sobre a pesquisa em relação a parte do controle digital.

Em relação ao funcionamento do motor, foi feito um estudo com base nas simulações em arquivos Python, e

com auxílio de projetos de Doutorado e Iniciação Científica presentes na FEI. Para isso, as ferramentas utilizadas foram o ambiente de programação Visual Studio Code, para a realização das simulações, e o ambiente FEMM (Finite Element Method Magnetics), para extrair as propriedades magnéticas do motor, como pode ser visto na Fig. 1.

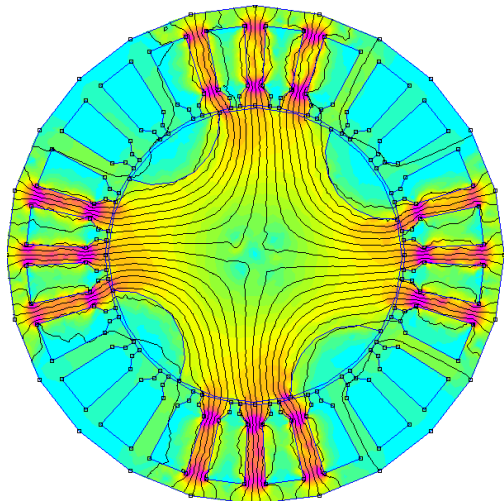


Fig. 1 – Estrutura do Motor de Relutância Variável (*SynRM*) simulada no FEMM.

4. Conclusões

Com o objetivo de melhorar o desempenho do motor por meio do estudo do controle digital, foi feita a parte de pesquisa do projeto até então. Para etapas futuras, será necessário decidir um tipo de controle para que o processo de experimentação se inicie. Assim, será possível aprimorar os estudos e promover uma validação do experimento de acordo com os resultados que serão obtidos.

4. Referências

- [1] Catálogo. Motor Síncrono de Relutância. Fonte: <<https://search.abb.com/>>.
- [2] CARVALHO, C. (2023) O Que é Python? Fonte: <<https://www.alura.com.br/artigos/python>>.
- [3] BARATELLA, A. (2014). Controle Vetorial e Escalar para Motores de Indução Trifásicos. Fonte: <Controle%20vetorial%20e%20escalar%20para%20motores%20de%20indução%20trifásicos.pdf>.
- [4] MATTEDE, H. Escorregamento de motor. Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/escorregamento-de-motor-o-que-e-e-como-calcular/>
- [5] BIDA, VLADISLAV M. (2018). PMSM Vector Control Techniques – A Survey. Fonte: <www.researchgate.net/publication/323860209_PMSM_vector_control_techniques_-_A_survey>.
- [6] M. J. d. M. Filho e V. R. Bernardeli, “Implementação de um sistema de controle digital para máquina a relutância variável operando como gerador no modo autoexcitado,” 2013.
- [7] F. P. Scalcon, “CONTRIBUIÇÕES AO ACIONAMENTO E CONTROLE DOS MOTORES DE RELUTÂNCIA VARIÁVEL E SÍNCRONO DE RELUTÂNCIA,” Santa Maria, RS, Brasil, 2019.

¹ Gabriela da Costa Perez, 11.122.223-8. Aluna de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 02/2024 a 01/2025.