

SIMUMAQ: UMA FERRAMENTA DESENVOLVIDA EM JAVA PARA SIMULAÇÃO DE MÁQUINAS DE INDUÇÃO TRIFÁSICAS EM CONTEXTO EDUCACIONAL

Carolina Fernanda da Silva – carolinafernanda26@hotmail.com ¹

Flávia Magalhães Freitas Ferreira – flaviamagfreitas@gmail.com ¹

Gustavo Guimarães Parma – gustavo.parma@gmail.com ²

Rose Mary Souza Batalha – batalha@pucminas.br ¹

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, MG

Prédio 05, R. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico, MG, 30140-100

² Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, MG / Prédio 05, R. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico, MG, 30140-100

Resumo: No presente artigo é apresentado o Simumaq, um software de simulação de máquinas elétricas de indução trifásica (MIT), implementado em Java, desenvolvido para auxiliar professores e alunos no processo de aprendizado. O programa computacional permite simular o regime permanente, o transitório em uma partida direta e o controle vetorial de velocidade, fornecendo a visualização de gráficos como velocidade, conjugado, tensões, correntes entre outros. Neste artigo, inicialmente são identificados o problema e a motivação para elaboração de um software com fins didáticos e educacionais. É apresentado, então, um estudo da máquina elétrica de indução pela análise de seu circuito equivalente fasorial, o modelamento matemático dinâmico nos eixos de referência $\alpha - \beta$ e o desenvolvimento do controle vetorial de velocidade utilizado. O programa foi codificado utilizando a linguagem Java, com o Netbeans. Optou-se por tais recursos devido às possibilidades de desenvolvimento disponíveis, ampla documentação e por se tratar de uma ferramenta gratuita. A validação do programa é realizada comparando-se os resultados obtidos pela simulação do software com aqueles matematicamente esperados.

Palavras-chave: máquinas elétricas de indução. Software de simulação. Regime permanente; Transitório durante partida direta. Controle vetorial.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Pinto (2012), apesar da expansão dos cursos superiores, conseqüentemente do curso de engenharia, a quantidade de engenheiros que se formam é insuficiente em relação à demanda do mercado. Esse autor afirma que os profissionais recém-formados não estão apresentando as competências exigidas pelas indústrias e empresas. Seria necessário formar 60 mil engenheiros por ano no Brasil para que a demanda fosse suprida, contudo apenas se formam 32 mil engenheiros (Gomez et al., 2015). Em uma outra pesquisa é prevista a falta de engenheiros no mercado e o impacto na economia do país (Almeida, 2019).

Em um estudo de caso realizado por Reis et al. (2012) no CEFET/RJ, entre os anos de 2008 e 2010, foram levantados os principais motivos para evasão nos cursos de engenharia. A

pesquisa aponta que 14% dos alunos abandonaram a faculdade devido a “desmotivação para o estudo em virtude das práticas tradicionais de ensino”. Anualmente cerca de 20% dos alunos evadem das Instituições de Ensino Superior (IES) privadas, conforme afirma Christo et al. (2018), um dado alarmante e que pode desencadear consequências negativas tanto para o curso quanto para a faculdade. No primeiro trimestre de 2018, o Conselho Nacional de Educação (CNE) recebeu uma proposta de atualização das diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. O documento formulado pela Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) e pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge) (EDUCAÇÃO, 2019) propõe mudanças na formação base e desenvolvimento de competências do discente. As diretrizes gerais desse programa de disciplinas incentivam as ideias que contemplem novos meios de apresentar os conteúdos para os alunos, indo ao encontro de aprimorar as práticas de ensino já ultrapassadas, empregando diferentes métodos a fim de potencializar a instrução em engenharia.

Alguns trabalhos apresentam a construção de ferramentas que auxiliam no ensino de matérias na engenharia, como por exemplo a obra de Teixeira Pereira et al. (2009), que propõe o desenvolvimento de um programa computacional com uma interface amigável e a análise completa do motor de indução trifásico em regime transitório e permanente. A linguagem utilizada para o desenvolvimento do programa foi o Java pela facilidade na criação de interfaces e a proximidade com a linguagem “C”. Geaquinto e Assunção (2006) apresentam um algoritmo com interface gráfica para simulação do motor de indução trifásico desenvolvido no Matlab®. A interface de entrada de dados elaborada destaca-se pela dinamicidade e explicação dos componentes do circuito da máquina. Outros artigos também trazem a proposta de estudos e desenvolvimento de *softwares* de simulação de máquinas elétricas, tanto para fins educacionais, como por exemplo Porobic et al. (2017), quanto para aplicações específicas como fizeram Aiello et al. (2018), Mojlish et al.(2017), Jandaghi e Dinavaho (2019).

O *software* desenvolvido no presente trabalho tem como foco o fácil acesso pelos alunos, didaticidade e ser uma ferramenta de apoio para os professores, proporcionando análises da velocidade, tensões, correntes, potências entre outras variáveis e permitindo a visualização gráfica desses eventos. A elaboração dessa interface cumpre o objetivo de inovar na metodologia de ensino, apresentando alternativas de aprendizado com o uso da tecnologia, podendo ser utilizada em diversas matérias como eletromagnetismo, máquinas elétricas, acionamentos elétricos, circuitos elétricos, entre outras.

2 CIRCUITO EQUIVALENTE DO MOTOR

A análise em regime permanente do motor é realizada pelo modelo de circuito equivalente, conforme Umans et al. (2014), e para a análise proposta no presente artigo algumas considerações são necessárias:

- O motor de indução trifásico se caracteriza por possuir enrolamentos distribuídos, equilibrados e simétricos no estator.
- Os enrolamentos possuem a mesma quantidade de espiras.
- As fases são espaçadas por 120° ao longo do perímetro do estator.



2.1 Cálculo das Correntes

Para a simulação do regime permanente, adota-se o equivalente de *Thevenin* da mesma forma que Del Toro (1994).

Analisando o circuito, obtém-se a equação da corrente I_2 :

$$I_2 = \frac{V_{th}}{\sqrt{(R_{th} + r_2/s)^2 + (X_{th} + x_2)^2}}$$

Onde:

V_{th} – Tensão equivalente de Thévenin	r_1 – Resistência elétrica dos enrolamentos do estator
R_{th} – Valor da resistência de Thévenin	r_2 – Resistência elétrica dos enrolamentos do rotor
X_{th} – Valor da reatância de Thévenin	S – Escorregamento do motor
X_m – Reatância de magnetização	
x – Reatância elétrica do estator	
x_2 – Reatância elétrica do rotor	

O conjugado pode ser calculado por:

$$T = \frac{1}{\omega_s} \frac{3 \frac{r_2}{s} V_{th}^2}{[(R_{th} + r_2/s)^2 + (X_{th} + x_2)^2]}$$

Sendo ω_s a velocidade angular síncrona.

Com o escorregamento (S) na partida do motor com valor igual a 1, o conjugado de partida pode ser calculado através da equação:

$$T_p = \frac{1}{\omega_s} \frac{3r_2 V_{th}^2}{[(R_{th} + r_2)^2 + (X_{th} + x_2)^2]}$$

E o torque máximo:

$$T_{max} = \frac{1}{2\omega_s} \frac{3V_{th}^2}{[R_{th} + \sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + x_2)^2}]}$$

A corrente de estator é dada pela equação:

$$I_1 = \frac{\sqrt{(r_1)^2 + (X_m + x_1)^2}}{x_m \sqrt{(R_{th} + r_2/s)^2 + (X_{th} + x_2)^2}} V_{th}$$

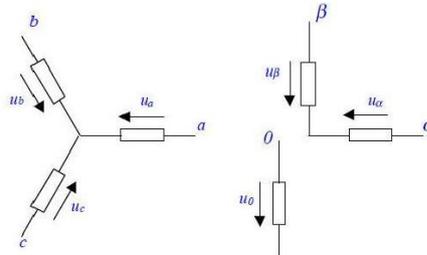
A modelagem matemática acima foi utilizada para elaboração do algoritmo de simulação do regime permanente da máquina, ressaltando que essa simulação é realizada sem carga no eixo e que os resultados são dependentes do número de amostras requerido e informado pelo usuário. O número de amostras é responsável pela quantidade de vezes que as variáveis serão calculadas. Para exemplificar, caso o usuário informe que o valor de amostras será 10, então teremos apenas 10 valores calculados para cada variável ao longo da simulação.

3 MODELO DINÂMICO DA MIT

Este trabalho utiliza a modelagem ortogonal que facilita a implementação da lógica algorítmica e algébrica no programa computacional. Segundo Gasparetto (2006) a modelagem matemática tem por fim promover a verificação do comportamento temporal transitório das variáveis do equipamento. No modelo ortogonal, substituímos o tradicional modelo trifásico,

com eixos defasados de 120° entre si, por um sistema ortogonal com 2 eixos defasados em 90° entre si, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Representação dos sistemas de coordenadas trifásico e ortogonal



Fonte: Elaborado pelos autores.

O método de discretização do tipo *Backward difference* é utilizado para realizar os cálculos necessários, reduzindo a complexidade, conforme Barros et al. (2018). O modelo matemático descrito nesta seção será utilizado para a simulação da partida direta e para o controle vetorial.

4 CONTROLE VETORIAL DE VELOCIDADE DA MIT

Segundo Jacobina e Lima (1996), as estratégias de controle de fluxo e conjugado podem ser classificadas como estratégias escalares ou vetoriais. No programa computacional desenvolvido optou-se por realizar o controle vetorial do tipo direto, utilizando como referência o fluxo estático e buscando um desacoplamento entre o controle de torque e de velocidade, fazendo com que a MIT atue próximo ao funcionamento de uma máquina CC. Para fins de maior simplificação é utilizada a transformação $d-q-0$, a qual trata o enrolamento rotórico girante como rotórico pseudoestacionário, transformando um conjunto de enrolamentos girantes em um conjunto de enrolamentos fixos, como descrito por Barros et al. (2018). Assim, pode-se posicionar os eixos de uma forma que facilite a elaboração das equações e da lógica de programação para desenvolvimento do *software*. Será necessária, pois, a transformação das variáveis de tensão, fluxo e corrente de $\alpha-\beta$ para $d-q-0$.

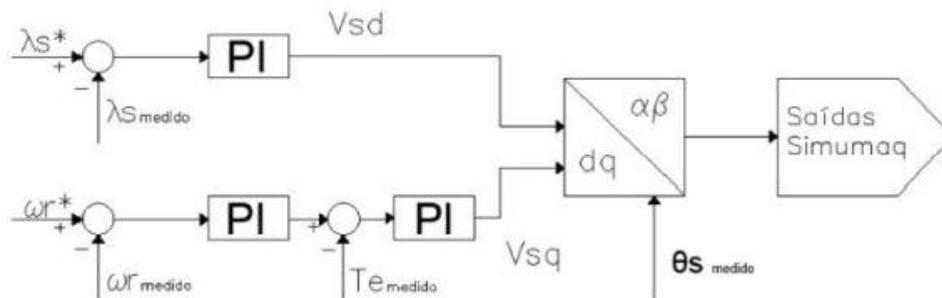
Opta-se pelo posicionamento do eixo d de uma forma que coincida com a direção do vetor de fluxo do estator θ_s . Através do alinhamento do fluxo do rotor com o eixo d , podemos afirmar que $\omega = \omega_s$, conseqüentemente conclui-se que o sistema de coordenadas está girando à mesma velocidade do campo girante. Daí a ideia do enrolamento rotórico pseudoestacionário, pois dá-se a impressão que o sistema do campo girante está parado.

A orientação do controle será feita pelo campo do estator, com isso a variável λ_{qs} será anulada. Assim, ao manter o fluxo λ_{dS} constante, pode-se controlar o torque da máquina através da corrente de quadratura do estator, e conseqüentemente, utilizando a tensão de quadratura do estator. A desvantagem deste método de orientação é que não é possível alcançar um completo desacoplamento dos eixos de quadratura, uma vez que o fluxo do eixo direto do estator depende das correntes de quadratura, segundo Gasparetto (2006). Será utilizado um controlador do tipo PI para diminuir a interação dos eixos.

De acordo com Reginatto (1993), o controle vetorial pode ser classificado de acordo com a referência utilizada no sistema de coordenadas de campo. O controle de velocidade do tipo direto faz a medição direta da posição angular do vetor, enquanto que no controle do tipo indireto essa informação é obtida através de um cálculo do escorregamento do motor. Neste

trabalho foi utilizado o controle orientado direto, representado na Figura 2. O usuário informará a velocidade ω_r de referência juntamente com o fluxo de estator λ_s . Tanto a velocidade quanto o fluxo são valores comparados com estados anteriores medidos, gerando o erro que é implementado no controlador do tipo PI. O ramo relacionado ao fluxo entrega o valor de tensão no eixo d , e o ramo referente à velocidade, em conjunto com o torque, entrega o valor de tensão no eixo q . Por último, os valores de referência d - q são convertidos para os eixos de referência α - β .

Figura 2 – Implementação do fluxo do rotor de forma direta.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste trabalho o controle vetorial desenvolvido tem como base o motor detalhado na Tabela 1. Os valores dos ganhos dos controladores foram gerados para o modelo do motor apresentado e estudado no trabalho de Parma (2000). Apesar da disponibilidade de simulação de apenas uma máquina, diversos conceitos podem ser analisados tais como a reação da máquina em termos de tensões, correntes, velocidade e outras variáveis, ao aplicar uma carga ou inverter a rotação, servindo como uma excelente ferramenta didática para alunos e docentes.

Tabela 1 - Dados do motor simulado no Controle Vetorial

Tensão de alimentação [V] - ligação Δ/Y	92.4/160
Corrente Nominal[A] - ligação Δ/Y	14.4/8.3
Potência [CV]	2.0
Velocidade Nominal [rpm]	1715
Resistência de estator[Ω]	0.995
Indutância de dispersão de estator [H]	2.362E-03
Resistência de rotor [Ω]	0.696
Indutância de dispersão de rotor [H]	3.525E-03
Indutância de Magnetização [H]	45.601E-03
Coefficiente de perdas rotacionais [$W \cdot s^2/rad^2$]	8.718E-04
Momento de Inércia [$N.m.s^2$]	6.547E-03

Fonte: PARMA, 2000.

5 DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE GRÁFICA

Java foi a linguagem escolhida para o desenvolvimento do *software* e dentre os principais motivos da escolha encontram-se a gratuidade do programa e a aplicabilidade da linguagem em diversos ambientes de desenvolvimentos *Integrated Development Environment* - IDE). As IDEs servem como ferramentas de apoio ao desenvolvedor de *software*, facilitando e tornando a elaboração de códigos mais rápida e intuitiva. Para elaboração do *software* proposto neste



trabalho utiliza-se a IDE Netbeans, que fornece uma gama de recursos, como por exemplo: itens de barra, ferramentas, atalhos de teclado, gerenciamento de janelas, interface amigável entre muitas outras ações que economizam tempo e permitem que o desenvolvedor consiga se dedicar à lógica do programa e ao mesmo tempo alcançar uma interface amigável e moderna. A Netbeans é gratuita e de código aberto, ou seja, permite a modificação e otimização do software original. O *software* intitulado "SIMUMAQ" oferece em sua interface a oportunidade de se trabalhar com a máquina em regime permanente, de se analisar o transitório na partida direta e de se realizar o controle vetorial de velocidade.

A entrada de dados do motor é realizada manualmente. É importante que todos os dados sejam inseridos para então dar início à simulação. É possível a visualização de alguns gráficos disponíveis durante a simulação. Dentro da imagem do gráfico pode-se alterar cores de fundo da imagem, colocar legendas, alterar título, utilizar o recurso de zoom e salvar o gráfico no computador do usuário. Além disso ao clicar no botão "Gravar" é gerado um arquivo *txt*, e ao importar esse arquivo em alguma ferramenta de planilhas tem-se a possibilidade de geração de diferentes análises dos resultados. Limpando a área de dados pode-se iniciar uma nova simulação, ou o usuário pode optar por voltar ao início para começar uma nova experiência.

Os valores resultantes da simulação em Regime Permanente são: escorregamento, fator de potências, velocidade (rpm e rad/s), correntes (estator e rotor), conjugado mecânico, potências (entrada, saída, estator e útil), rendimento e fator de potência.

Os valores resultantes da simulação de Partida direta com transitório são: tempo, conjugado mecânico, velocidade (rpm e rad/s), tensões trifásicas, correntes trifásicas, tensões *alpha - beta*, fluxo *alpha - beta* (estator e rotor).

Na simulação de controle vetorial, é importante lembrar que o *software* disponibiliza um modelo específico de motor com os dados já inseridos, sendo possível então simular essa máquina e analisar os gráficos e valores ofertados, alternando entre motor com carga, sem carga e inversão de sentido de giro do eixo da máquina.

6 SIMULAÇÃO E TESTES

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos utilizando-se as opções de simulação do *software* desenvolvido.

6.1 Simulação Regime Permanente

Nesse modo de simulação é possível observar os gráficos de velocidade *versus* fator de potência, velocidade *versus* rendimento, velocidade *versus* corrente I_l e velocidade *versus* torque. Além disso, com a função de gravar dados em um arquivo *.txt* é possível gerar outros gráficos com diferentes variáveis.

A simulação é realizada variando o valor de escorregamento de 1 a 0. O intervalo entre um ciclo de cálculos e outro é determinado em relação a quantidade de amostras que o usuário inserir. A título de exemplo, foi mostrada na Figura 3 a curva de velocidade *versus* conjugado de onde se extrai o valor de torque máximo que o motor pode desenvolver, neste caso um valor próximo a 57,9 N.m.

Figura 3 – Gráfico de Torque versus Velocidade –
Regime permanente.

Fonte: Elaborado pelos autores.

6.2 Simulação Partida direta com Transitório

Na simulação da partida direta com transitório, o programa computacional Simumaq oferece a visualização dos gráficos das tensões trifásicas (v_{sa} , v_{sb} e v_{sc}), as correntes trifásicas (i_1 , i_2 e i_3), torque, velocidade, tensões α - β e fluxos α - β .

Acompanhando a curva de torque *versus* tempo apresentada na Figura 4, pode-se observar o transitório do torque durante a partida até a entrada no regime permanente. A máquina demora aproximadamente 0,45 segundos para se estabilizar e apresenta um conjugado de 4 N.m no regime.

Figura 4 – Gráfico Torque versus Tempo -
Transitório.

Fonte: Elaborado pelos autores.

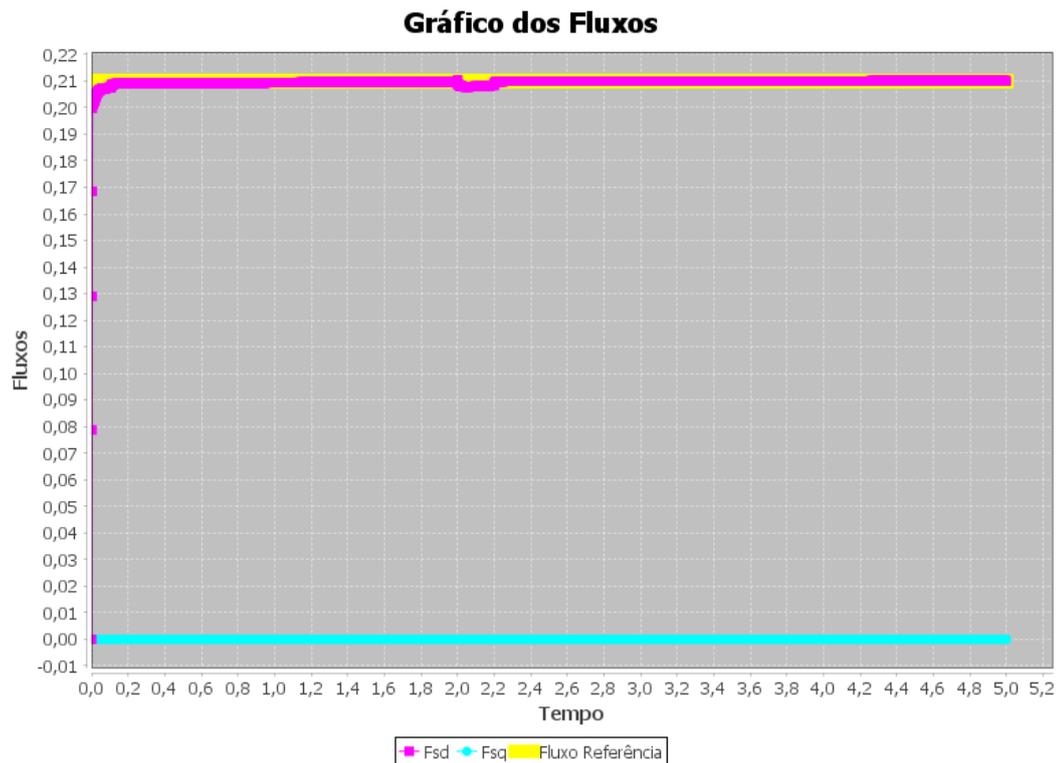
6.3 Simulação Controle Vetorial

Os dados do motor utilizado para análise do controle vetorial foram apresentados na Tabela 1. O controle deste motor é para a velocidade elétrica de referência de 150 rad/s. Nesta simulação é possível aplicar ou retirar a carga e inverter o sentido de giro do eixo do motor.

Os gráficos gerados para visualização são das tensões trifásicas (v_{sa} , v_{sb} e v_{sc}), correntes trifásicas (i_1 , i_2 , e i_3), fluxos $d-q$, torque, velocidade e os fluxos $\alpha - \beta$.

A curva apresentada na Figura 5 mostra os fluxos $d-q$ em quadratura. O fluxo q com valor 0 e o fluxo d com valor próximo à 0,21, que é exatamente o valor informado pelo usuário. No tempo 2,0s ocorre a inversão do sentido de giro do motor. O torque e o fluxo são diretamente proporcionais, apesar da utilização do controlador PI para minimizar o efeito desse acoplamento, ainda é possível observar um pequeno deslocamento do fluxo d no instante em que o torque é alterado.

Figura 5 – Curva dos Fluxos $d-q$ - Controle Vetorial.



As simulações apresentadas nesta seção podem ser aplicadas dentro de sala de aula pelos professores, fomentando entre os alunos o interesse prático pela matéria, podendo propor cenários reais nos quais os discentes analisariam dados sugerindo soluções e aplicando essas soluções no programa.

7 CONCLUSÕES

A proposta deste trabalho foi o desenvolvimento de uma ferramenta que servisse de apoio para estudante e docentes durante o aprendizado de máquinas elétricas. Dados e estudos são apresentados como forma de identificar o problema de evasão e desmotivação dos estudantes de engenharia com as formas arcaicas de ensino. O intuito de elaborar um *software* de simulação passa pela motivação de aliar a tecnologia com a teoria e propor outras formas de estudo e aprendizado, envolvendo alunos e professores em dinâmicas diferentes de metodologia de ensino.

Apesar do resultado encontrado com a ferramenta ser satisfatório, ainda existe uma gama de possibilidades de experimentos e melhorias a serem realizadas, como por exemplo verificar

a aplicação de tal conteúdo como ferramenta educacional através da utilização deste por alunos e professores da área de engenharia e a implementação da simulação de diferentes modelos de máquinas elétricas.

REFERÊNCIAS

AIELLO, G *et al.* Real-Time Emulation of Induction Machines for Hardware in the Loop Applications. In **2018 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM)**, Amal_, 2018, pp. 1340-1345.

ALMEIDA, Lucas de. **Engenheiros e crescimento econômico: Evidências empíricas do impacto da quantidade de engenheiros no crescimento econômico dos estados.** 50 f. Monografia (Especialização) – Curso de Ciências Econômicas, Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas, Universidade de Brasília - Unb, Brasília, 2019.

BARROS, Rodrigo Cassio *et al.* Métodos de discretização aplicados no detector de corrente harmônica baseado na estrutura da SOGI-PLL: Um estudo comparativo. In **Vii Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Gramado, Rs, 2018.

COSTA-JUNIOR, R. A *et al.* Realidade Aumentada para Auxiliar o Aprendizado de Motor Elétrico. In **Vii Workshop de Realidade Virtual e Aumentada**, Unifei, Itajubá, jan. 2010.

DEL-TORO, Vicente. **Fundamentos de Máquinas Elétricas.** Porto Alegre: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994. 574 p. Tradução de Onofre de Andrade Martins.

EDUCAÇÃO, Ministério da Educação Conselho Nacional de. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Distrito Federal: Conselho Nacional de Educação /câmara de Educação Superior, 2019. Processo 23001.000141/2015-11.

GASPARETTO, Radamés. **Projeto de Conclusão Controle Vetorial do Motor de Indução.** 62 f. TCC (Doutorado) - Curso de Bacharel em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

GEAQUINO; Assunção. Desenvolvimento de um algoritmo para a simulação do motor de indução trifásico. In **Anais do 12o Encontro de Iniciação Científica e Pós-graduação do Ita Xii Encita / 2006:** Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, out. 2006
Jacobina, Lima. Estratégias de controle para sistemas de acionamento com máquina assíncrona. In **Sba Contole Automação**, Campina Grande, Pb, v. 7, n. 1, p. 15-28, abr. 1996.

JANDAGHI, B *et al.* Real-Time HIL Emulation of Faulted Electric Machines Based on Nonlinear MEC Model. In **IEEE Transactions on Energy Conversion**, vol. 34, no. 3, pp. 1190-1199, Sept. 2019, doi: 10.1109/TEC.2019.2891560.

MOJLISH, S *et al.* Review of Hardware Platforms for Real-Time Simulation of Electric Machines. In **IEEE Transactions on Transportation Electrification**, vol. 3, no. 1, pp. 130-146, March 2017, doi: 10.1109/TTE.2017.2656141.

PARMA, Gustavo Guimaraes. **Treinamento de redes neurais artificiais baseado em sistemas de estrutura variável com aplicações em acionamentos elétricos.** 274 f. Tese



(Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais - Ufmg, Belo Horizonte, 2000.

PINTO, Harley. Engenheiros, escassos e pouco qualificados. In **Revista Instituto de Educação Tecnológica** - Iete, São Paulo, p. 1-06, dez. 2012.

POROBIC, V, *et al.* Educational framework for a motor drive control systems: Design and performance assessment. In **Comput Appl Eng Educ**, S25: 264-276. doi:10.1002/cae.21795.
REGINATTO, R. **Controle por campo orientado do motor de indução com adaptação de parâmetros via MRAC**. 1993. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

REIS; *et al.* Evasão no ensino superior de engenharia no brasil: Um estudo de caso no CEFET/RJ. In **XI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, set. 2012.

UMANS, Stephen D. **Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley**. 7. ed. Amgh Editora Ltda, 2014. 728 p.

SIMUMAQ - A TOOL DEVELOPED IN JAVA FOR SIMULATION OF THREE-PHASE INDUCTION MACHINES IN AN EDUCATIONAL CONTEXT

Abstract: *This article presents the Simumaq, a software for three-phase induction machine (MIT), implemented in Java, developed to assist teachers and students in the process of learning. The computer program allows to simulate the permanent regime, the transient during a direct start and the vectorial speed control, allowing the visualization of graphs such as speed, conjugate, voltages, currents, among others. In this article, the identification of the problem and the motivation for preparing the software for didactic and educational purposes are initially presented. It is presented, then, a study of the electric induction machine by the analysis of its phasor equivalent circuit, the dynamic mathematical modeling in the reference axes α - β and the development of the velocity used vector control. The computer program was coded using the Java language, with Netbeans. Such resources were chose due to the available development possibilities, extensive documentation and because it is a free tool. The validation of the software is performed by comparing the results obtained by simulating the software with those mathematically expected.*

Keywords: *Electric induction machines; Simulation software; Permanent regime; Transient during direct start; Vector control*