

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA AUXILIAR PARA ENSINO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS EMPREGANDO REALIDADE VIRTUAL

Daniel C. Rocha¹, Anésio L. F. Filho¹, Danielle A. Leite¹, Fernanda G. Vilela¹,
Priscila O. Libardi¹, Antônio F. L. de Sousa², Lázaro V. de O. Lima², Leticia G.
Calixto²

¹Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade de
Brasília - Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Brasília – DF – Brasil, ²Instituto Federal
de Brasília - Brasília- DF

{dcr110, leiteadanielle, fegvilela, priscila.libardi, lazavini, leticiagome
scalixto, antonioflavionte, anesioleles}@gmail.com

Resumo. *Este trabalho apresenta o resultado da utilização de realidade virtual no desenvolvimento de um sistema para auxiliar o ensino prático e teórico do conteúdo relativo aos motores de indução trifásicos, uma das mais importantes cargas do sistema elétrico brasileiro. O sistema é composto por módulos, um de ensaio e um de apoio didático aos estudantes. No módulo de ensaio, dentre várias possibilidades, o usuário pode executar e testar a conexão do motor, observar os efeitos da inversão e da falta de fase, além de realizar os ensaios a vazio e de rotor bloqueado. O módulo de apoio didático aborda aspectos como o campo magnético girante e a constituição física do motor, bem como permite que sejam realizadas simulações computacionais que fornecem o conjugado, a potência de saída, dentre outras grandezas do motor.*

1. Introdução

A Realidade Virtual (RV) aborda, em geral, experiências de imersão e interação baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real [Tori et al., 2006]. O crescente avanço tecnológico tem tornado os computadores pessoais cada vez mais rápidos e acessíveis [Kurose et al., 2010], e isso permite que a RV deixe de ser objeto de estudo somente dos grandes centros de pesquisa. Em consequência, o que hoje se observa são várias propostas que visam a utilização da RV como ferramenta de apoio à educação, principalmente, para o Ensino a Distância (EAD) [Barilli et al., 2011], [Martins et al., 2013], [Tao et al., 2010], [Abulrub et al., 2011].

Atualmente, diversos laboratórios de máquinas elétricas em instituições de ensino padecem de uma infraestrutura que não permite a abordagem de aspectos importantes relacionados ao ensino deste tipo de carga. De fato, é comum a ausência de motores em número suficiente para atender a todos os alunos ou de unidades que funcionam adequadamente. Ressalta-se que a construção e a manutenção deste tipo de laboratório envolve elevados custos. Além disso, em geral, os equipamentos são lacrados e não permitem que o aluno identifique as suas partes internas, o que torna abstratos conteúdos como o princípio de funcionamento da máquina. Tudo isso caracteriza-se como uma significativa limitação no processo de ensino/aprendizagem de

um assunto tão importante como máquinas elétricas em cursos técnicos e de engenharia. E ainda não se pode deixar de considerar os riscos à integridade humana e financeiros que o manuseio errôneo dos aparelhos pode gerar.

Considerando-se os aspectos ora mencionados, surgiu a ideia de desenvolvimento deste projeto que visa à elaboração de um sistema que possa auxiliar o ensino de máquinas elétricas através do uso de ambientes virtuais. O programa elaborado é composto por um módulo de ensaio e outro que fornece um apoio didático aos estudantes. No módulo de ensaio, dentre várias possibilidades, o usuário pode executar e testar a conexão do motor, observar os efeitos da inversão e da falta de fase, além de realizar os ensaios a vazio e de rotor bloqueado. O módulo de apoio didático aborda aspectos como o campo magnético girante e a constituição física do motor, bem como permite que sejam realizadas simulações computacionais que fornecem o conjugado, a potência de saída, dentre outras grandezas do motor.

Trata-se de uma ferramenta eficiente de suporte à educação, aplicável a qualquer computador pessoal e em qualquer momento, e por consequência, mais barato do que os métodos tradicionais de ensino de máquinas.

Por se tratar de um projeto que envolve estudantes de engenharia elétrica da Universidade de Brasília e do Instituto Federal, espera-se com a integração entre estes grupos de participantes, a obtenção de resultados que possam estimular os estudantes de forma a reduzir a evasão dos cursos onde estas disciplinas são ministradas, e ainda, aumentar o número de interessados em ingressar nas universidades de engenharia em nosso país.

2. Trabalhos relacionados

Nos últimos anos, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos usando realidade aumentada e realidade virtual como ferramentas auxiliaadoras para o ensino de engenharia. A seguir, tem-se um breve resumo de alguns trabalhos com este propósito.

Em [Macedo, 2012] encontra-se uma ferramenta que emprega realidade aumentada para auxílio no ensino do campo magnético girante em um motor monofásico de corrente alternada.

Já em [Forte et al., 2008] tem-se apresentado um sistema de apoio ao ensino de física no ensino médio utilizando a realidade virtual para simulação e visualização de situações envolvendo lançamento de projétil e movimento circular.

O trabalho de [Tao et al., 2010] mostra uma plataforma de realidade virtual para simulação do comportamento de um motor trifásico assíncrono e o usuário pode interagir com o motor por meio de uma operação virtual.

Em função do que se observou na literatura atinente, partiu-se para o desenvolvimento deste estudo que visa desenvolver um sistema em realidade virtual que se preste como ferramenta auxiliar para o ensino de algumas disciplinas consideradas de difícil compreensão, como máquinas elétricas e conversão de energia.

3. Ferramentas utilizadas

A utilização de realidade virtual na plataforma propõe uma imersão de modo que haja um reconhecimento do ambiente real no mundo virtual. Esse ambiente foi criado com o auxílio dos softwares 3DS MAX, Blender e Unity 3D.

O 3DS MAX é um software desenvolvido pela Autodesk para modelagem 3D. Ele foi empregado no presente projeto para a modelagem de vários objetos nas cenas. O Blender, que é um software de modelagem e animação 3D de código aberto, foi utilizado durante o desenvolvimento deste projeto como ferramenta para realização de algumas modelagens dos objetos. Já o Unity 3D, que é um *game engine* que acelera a produção de aplicativos de interface gráfica mais complexa, foi utilizado para a criação do ambiente virtual e apresenta como vantagens a facilidade de modelar ambientes tridimensionais próprios para navegação e exploração, a disponibilização do sistema na internet a baixo custo computacional e de tráfego de rede, e o grande realismo das peças comparadas às estruturas reais.

4. Sistema Auxiliar: arquitetura e utilização

A arquitetura foi dividida em dois módulos básicos, independentes entre si. São eles: o “Módulo de Ensaio” e “Módulo de Apoio Didático”. Cada um deles possui subdivisões distintas, sendo, no módulo de Ensaio: Atividades 1 a 8 e, no módulo de Apoio Didático: Explosão do Motor, Campo Girante e Simulador.

4.1 Ensaio

Este módulo foi baseado em ensaios realizados no laboratório de conversão de energia da Universidade de Brasília. Por esta razão, suas subdivisões são alicerçadas nas atividades descritas no roteiro do experimento e tem por objetivo observar os efeitos de falta e inversão de fases no MIT (motor de indução trifásico) e realizar ensaios de rotor bloqueado e a vazio de forma a obter os parâmetros do circuito equivalente [Carvalho, 2006].

As tarefas são apresentadas ao usuário à medida que este avança no programa, como se pode verificar na Figura 1. O roteiro no formato “pdf” e a descrição da atividade estão disponíveis no menu, juntamente com uma janela de anotações, que podem ser salvas em um arquivo .txt. A disposição dos componentes da cena foi executada de modo a replicar o que normalmente ocorre no laboratório, aumentando assim a imersão da plataforma.



Figura 1. Interface principal do ensaio

Ao final do ensaio, o usuário pode salvar os resultados obtidos em um arquivo no formato .txt. Esses resultados são previamente conferidos pelo programa, sendo utilizada uma margem de erro. Essa saída de dados é importante para que haja a interação entre a plataforma e o laboratório.

4.2 Apoio Didático

O apoio didático fornece opções que complementam o ensino teórico. As subdivisões realizadas nesse módulo são: explosão do motor, campo girante e simulador. A exibição do recurso de explosão do motor deve-se à impossibilidade dos alunos de visualizarem as partes internas constituintes da máquina, considerando-se que no laboratório, em geral, só se encontram motores lacrados. Desta forma, o software assume um papel importante ao permitir que o motor seja desmontado e os componentes internos visualizados, conforme mostra a Figura 2. Nesta seção, é possível analisar peça por peça com base na exibição de informações adicionais.

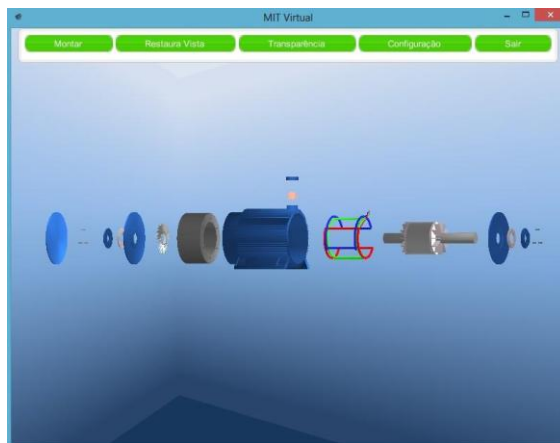


Figura 2. Explosão do Motor

A compreensão do campo magnético girante no entreferro do motor também se traduz em uma dificuldade observada em sala de aula. Para sanar esse problema, foram utilizados vetores para indicar os campos produzidos por cada enrolamento. Isso permite observar o campo produzido tanto para o caso equilibrado quanto para o desequilíbrio, ou ainda, no desligamento de uma das fases. Além disso, o software possui o simulador que permite ao usuário escolher diferentes configurações do motor e da carga (constante, linear, quadrática ou inversa). Os dados obtidos na simulação podem ser exportados para um arquivo .txt.

5. Conclusões

Este artigo apresentou de forma sucinta os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento de uma plataforma de ensino de máquinas elétricas calcada no emprego de realidade virtual.

Inicialmente, coletou-se os dados e parâmetros das máquinas utilizadas no laboratório da UnB para utilização nas máquinas virtuais. Visando-se contornar algumas limitações do tradicional processo de transferência de conhecimento na mencionada área, estruturou-se a ferramenta em dois módulos, de ensaio e de apoio didático.

Em seguida, descreveu-se detalhadamente cada módulo e submódulos da plataforma, elencando-se suas contribuições para o ensino de máquinas elétricas.

Com a explosão do motor, é possível aprender mais sobre a sua composição e a função de cada componente. Utilizando o simulador, o estudante pode verificar o comportamento da máquina para diferentes tipos de carga e situações de operação. Com

a visualização dinâmica do campo magnético girante, pode-se observar a contribuição de cada enrolamento e a interação entre os diversos fluxos.

Dos testes executados, conclui-se que a plataforma didática tem potencial para servir de complemento ao tradicional método de ensino de máquinas elétricas. O aluno tem liberdade para trabalhar e manipular o MIT conforme sua disponibilidade de tempo, local e de forma que não seria possível no ensino tradicional. Por meio do ensaio virtual, o estudante tem disponibilidade de se preparar com antecedência para o ensaio em laboratório, verificando de antemão suas dúvidas e os resultados esperados. Após a aula prática, o aluno pode praticar novamente em sua residência, não havendo necessidade da presença de um supervisor nem o risco de danificar equipamentos.

6. Referências Bibliográficas

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Pará, Brasil: Editora SBC, 2006. 412 p.

KUROSE, J.; ROSS, K. Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down. 5ª ed. São Paulo, Brasil: Editora Pearson, 2010. 592 p.

BARILLI, E.; EBECKEN, N.; CUNHA, G. A Tecnologia de Realidade Virtual como Recurso para Formação em Saúde Pública à Distância: Uma Aplicação para a Aprendizagem dos Procedimentos Antropométricos. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, Brasil, v. 16, p. 1247 - 1256, 2011.

MARTINS, V.; OLIVEIRA, A.; GUIMARÃES, M. Implementação de um Laboratório de Realidade Virtual de Baixo Custo: Estudo de Caso de Montagem de um Laboratório para o Ensino de Matemática. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, Rio Grande do Sul, Brasil, v. 5, n. 1, p. 98 - 112, abr. 2013

ABULRUB, A.; ATTRIDGE, A.; WILLIAMS, M. Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning. In: *Global Engineering Education Conference: Learning Enviroments and Ecosystems in Engineering Education*, IEEE, Amman, Jordan, 2011.

FORTE, C.; OLIVEIRA, F.; SANTIN, R.; KIRNER, C. Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância. In: *Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, São Paulo, Brasil, 2008.

MACEDO, S.; FERNANDES, F.; LEITE, E.; LIMA, J.; BIASUZ, M.(2012). Uso de Realidade Aumentada como apoio ao Ensino do Campo Girante de um Motor de Corrente Alternada. In: *XXIII Simpósio Brasileiro de Informática e Educação*. Rio de Janeiro.

TAO, G.; ZHANG, X.; ZHANG, Q. (2010).Virtual Operation of Motor Based on the Virtual Reality Technology. In: *Second International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*.

CARVALHO,G. *Máquinas Elétricas: Teoria e Ensaio*s. 1ª Edição. Brasil: Editora Érica, 2006. 260 p.