

Realidade Aumentada para Auxiliar o Aprendizado de Motor Elétrico

Costa-Junior, R.A.; Silva, R.C. ; Cerqueira, C.S.; Almeida, A.T.L.
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
(rcosta62br,claudino,tadeu.lyrio@unifei.edu.br, bodusb@gmail.com)

Resumo

Com o advento da Realidade Aumentada é possível integrar teoria e experimentação em aulas práticas, utilizando as bibliotecas virtuais. O ensino de Motores Elétricos é importante no aprendizado técnico industrial, dada sua utilização. Para ilustrar a teoria envolvida torna-se essencial a prática didática em laboratório. Neste trabalho é apresentada uma ferramenta de auxílio ao aprendizado de motores elétricos que demonstra os componentes individuais e o motor em movimento. Também compara trabalhos relacionados que empregam Realidade Virtual e Aumentada.

1. Introdução

O motor elétrico é o meio mais indicado para a transformação de energia elétrica em mecânica, em termos industriais, para o acionamento das mais variadas cargas como bombas, compressores, sistemas de elevação de peso entre outros. Existe uma ampla variedade de motores elétricos disponíveis comercialmente, dividida em dois grupos: motores de corrente contínua e motores de corrente alternada, sendo que estes podem ser síncronos ou de indução.

Os motores de indução trifásicos (MIT) são os mais utilizados industrialmente para acionar máquinas de qualquer potência em razão de sua robustez, custos e, simplicidade operacional e de manutenção. Seu conhecimento para manuseio, desenvolvimento e manutenção torna-se tão essencial quanto a velocidade das inovações. Detalhes de construção, componentes, conexões, como operam os campos eletromagnéticos compõem os estudos que englobam conceitos teóricos e práticos em disciplinas e treinamentos de MIT [10].

Conceitos práticos trabalhados em laboratório didático enriquecem a aprendizagem ao materializar a visão da teoria. Por outro lado, os riscos de trabalhar com os equipamentos e mesmo o custo do laboratório, não permitem um amplo acesso aos motores no aprendizado.

Com a evolução dos computadores e principalmente do hardware de imagens (placas de vídeos e câmeras) é possível realizar uma simulação do funcionamento do motor, muito além de simples desenhos esquemáticos e animações. Atualmente a Realidade Aumentada (RA) se destaca, pois permite mostrar as atividades da prática de motores. RA é uma variante da Realidade Virtual (RV), que é definida como um sistema que complementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, coexistindo no mesmo espaço [9].

O presente artigo apresenta um exemplo de como a RA pode ser utilizada para gerar uma ferramenta de auxílio ao aprendizado de MIT, salienta seu potencial de utilização e apresenta as vantagens e desvantagens desta tecnologia no processo de aprendizagem.

A seção 2 apresenta o princípio de funcionamento e componentes do MIT, a seção 3 apresenta trabalhos relacionados com o ensino de motores elétricos utilizando RV e RA. Na seção 4 são abordadas as características e a teoria da Realidade Aumentada e na seção 5 é apresentado o Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada – SACRA empregado neste trabalho. Na seção 6 apresenta-se a ferramenta de Auxílio ao aprendizado de ME com a utilização da técnica de Realidade Aumentada. E na última seção, são apresentadas as conclusões e encaminhamentos para futuros trabalhos.

2. Apresentação e funcionamento do MIT

Um motor de indução é o motor de construção mais simples e é composto de duas partes: estator, parte fixa mais externa e, rotor a parte girante. O estator possui três conjuntos de bobinas que permitem a criação do campo girante e a existência de um ou mais pares de pólos o que define a velocidade síncrona. O rotor possui uma gaiola (ou enrolamentos, dependendo do tipo) que permite a circulação de corrente e um núcleo de chapas magnéticas.

Na figura 1 temos uma vista em corte de um MIT, destacando os componentes básicos.

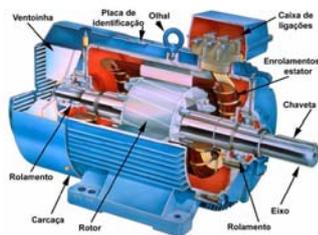


Figura 1. Vista em corte de um MIT.

O princípio de funcionamento do MIT está ilustrado no diagrama da figura 2. O campo magnético criado nas bobinas do estator está girando, o rotor acompanha seu movimento devido à indução de correntes nas barras e o surgimento de um campo resultante correspondente.

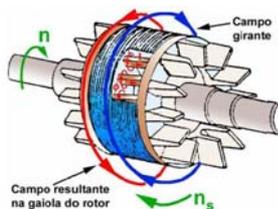


Figura 2. Princípio de funcionamento do MIT.

Observe-se nessa breve apresentação e princípio funcionamento do MIT a abstração necessária na assimilação dos conceitos.

Mesmo com as visualizações esquemáticas de componentes e seu funcionamento, compreender o inter-relacionamento de componentes e fenômenos durante o funcionamento ainda fica difícil e demanda grande esforço do aprendiz.

3. Realidade Virtual e Máquinas Elétricas

RV é considerada como a experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computador, ou seja, é uma simulação gerada por computador, de um mundo real ou apenas imaginário. O uso da RV como ferramenta auxiliar de ensino em graduação foi proposta para máquinas elétricas pelo Professor e Pesquisador A. Cardoso e colaboradores, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) [4], [6].

Nos trabalhos, demonstra-se o quanto essa técnica auxilia no ensino de máquinas elétricas, permitindo experimentos virtuais, facilidade no entendimento da parte teórica. A visualização imersiva da máquina

transforma o aprendiz em uma pessoa ativa no processo, entre outras vantagens. Com os avanços da RV, a técnica de ensino foi aprimorada com o uso da RA e disponibilizada no site da UFU: www.alexandre.eletrica.ufu.br/trabalhos.htm.

O sistema de demonstração de um motor elétrico virtual começa esperando que o usuário escolha uma das opções: *Close All*, *Closed Engine*, *Internal Engine Parts*, *Internal Engine Parts 2*, *Rotor* e *Open Engine Expand*. Ao escolher a uma das opções que não seja a *Close All*, o usuário coloca o marcador na frente da câmera e tem a imagem do motor com a forma da opção escolhida. Em cada uma destas opções o usuário pode escolher se deseja ou não ver o motor com animação e conforme roda o marcador, tem-se uma vista do motor de outros ângulos.

4. Realidade Aumentada e MIT

RA “é um sistema que suplementa o mundo real com objetos gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando a propriedade de combinar objetos reais e virtuais no ambiente real” [9]. A ligação entre a RV e a RA está no espectro que começa no mundo real e termina na RV. Entre os extremos, existe a Realidade Misturada, onde elementos do mundo real se misturam com elementos do mundo virtual.

A Realidade Misturada é a união do ambiente real com o ambiente virtual utilizando o computador como interface, sendo particularizado de duas maneiras: A Virtualidade Aumentada, onde existe predominância de elementos virtuais no ambiente misturado, e a RA, onde os elementos reais predominam sobre os virtuais [1], [11]. Tem-se então que a RA é uma particularização da Realidade Misturada.

RA proporciona ao usuário interagir de forma segura e agradável, eliminando em parte a necessidade de treinamento, pelo fato de trazer elementos virtuais para o mundo real. Isto é possível pela combinação de técnicas de visão computacional, computação gráfica e realidade virtual, gerando como resultado uma correta sobreposição de objetos virtuais no ambiente real [1], [2], [3], [5] e [8].

As idéias de ferramenta auxiliar com RA proposta nesse trabalho iniciam com um objeto real utilizado no laboratório didático de máquinas elétricas, o LME/UNIFEI, mostrado na figura 3. Na figura 4, tem-se o mesmo motor com um marcador que é um inicializador da técnica de RA. Na figura 5 mostra-se um exemplo de aplicação desenvolvida em RA, onde os objetos virtuais são sobrepostos ao mundo real.

Assim os dois mundos (virtual e real) coexistem conjuntamente.



Figura 3. Motor trifásico de indução.

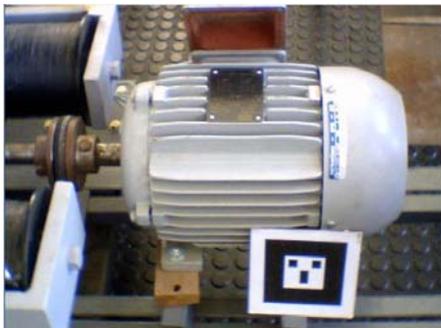


Figura 4. MIT com o marcador de RA.



Figura 5. MIT com o motor virtual.

As figuras estimulam as aplicações de RA pela mistura dos objetos reais com os virtuais, criando um ambiente motivador, atrativo e lúdico.

5. SACRA

Para a composição da figura 5, foi utilizada a ferramenta de software construída a partir da biblioteca ARToolKit [71], que prevê a utilização de dispositivos de baixo custo, como a webcam.

Na interação do usuário com o SACRA [12] foram utilizados marcadores (placas de papel quadradas contendo um símbolo), que atuaram como interface tangível de RA. A interface disponibilizou técnicas de interação, com base nas propriedades dos marcadores: visibilidade, posição e orientação [13].

SACRA permite a interação com objetos virtuais associados a marcadores e pontos cadastrados em relação a um referencial. Estes referenciais são dados por um marcador de referência. A interação com objetos virtuais é realizada por marcadores com funções especializadas, denominados marcadores de ação. SACRA usa marcadores de ação e de referência, que devem estar devidamente cadastrados, seguindo uma ordem estabelecida por suas ações.

Os marcadores apresentam comportamentos que estão associados aos possíveis estados identificáveis do sistema de rastreamento. Nesse caso, é possível identificar: a presença do marcador na cena; a distância do marcador em relação a outros marcadores ou objetos virtuais e a orientação do marcador e o seu ângulo de rotação. Esses comportamentos podem ser utilizados em conjunto, ampliando o tipo de interação como aliar a detecção da distância e da rotação. No SACRA, os pontos cadastrados são posições extraídas das transformações relativas entre um determinado marcador de referência visível na cena e o marcador de inspeção.

6. Ferramenta de Auxílio ao Aprendizado

A proposta de uma ferramenta auxiliar no aprendizado de MIT que possa ajudar nas atividades didáticas do Laboratório de Máquinas Elétricas - LME da UNIFEI, foi elaborado um ambiente de RA, utilizando o SACRA para sua montagem. O sistema pode ser representado por uma “máquina de estados” composta de cinco estados, observada na figura 6.

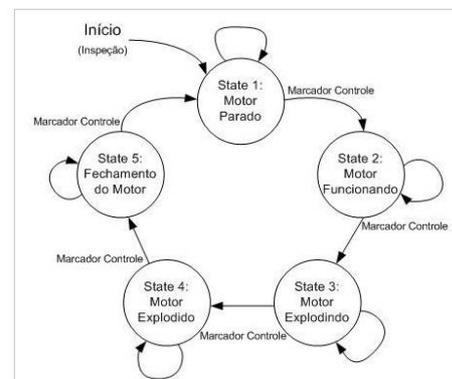


Figura 6. Diagrama de funcionamento do SACRA

O diagrama da figura 6 apresenta uma aula introdutória de MIT demonstrando seus componentes e funcionamento. Os estados são acionados com o marcador de base, aqui considerado como sendo o marcador de referência do SACRA, dos marcadores de controle e inspeção (marcador de ação do SACRA), conforme a figura 7:

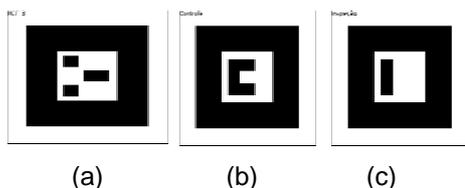


Figura 7. Marcadores do sistema: (a) de base, (b) de inspeção. (c) de controle,

Ao colocar o marcador de base na frente da webcam será iniciado o programa, neste instante, com o marcador de inspeção ou clicando na tecla <a> aparecerá o motor elétrico virtual mostrado na figura 8. Este é o início da sequência de estados,

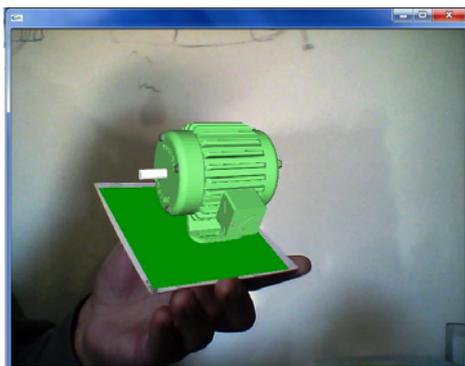


Figura 8. Estado 1 – Motor Parado

State 1: Motor Parado. Aqui é exibido um modelo do MIT e um áudio contendo a descrição do modelo e apresentando as partes externas, é solicitado ao usuário que rotacione a imagem do modelo e identifique as partes. É também informado, via áudio, que o usuário pode usar o marcador de controle para ir para o passo seguinte.

State 2: Motor Funcionando. Neste estado é exibido o MIT com seu eixo em rotação, juntamente com um som gravado de um motor real do LME/UNIFEI. Novamente ao colocar o marcador de controle o usuário terá o passo 3.

State 3: Motor Explodindo. Agora é apresentada uma animação da desmontagem do motor e através do

áudio são apresentadas as principais partes internas do MIT (Painel de controle, Estator e Rotor), conforme vai ocorrendo a desmontagem do motor. Em seguida é informado que o usuário pode passar para o próximo passo com o marcador de controle.

State 4: Motor Explodido. Neste é apresentada a vista explodida do MIT (figura 9) e pedido ao usuário que verifique as partes e identifique o cabeamento do painel de controle. Novamente com o marcador de controle ele pode ir para o passo 5.

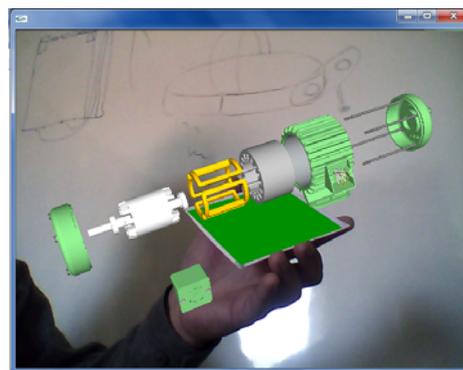


Figura 9. Estado 4 – Motor Explodido

State 5: Fechamento do Motor. Finalmente é apresentada uma animação do fechamento do motor com um áudio explicando as etapas de construção do MIT. E através do marcador de controle é reiniciada a aplicação.

A montagem deste trabalho utilizou as imagens armazenadas no repositório *Google SketchUp Warehouse* animando-as com *Blender*. Isso permitiu elaborar o script de exportação do *VRML97* para cada componente do MIT e em seguida para reativar as animações empregou-se o *Vivaty*. O áudio foi gravado e os ruídos filtrados utilizando a ferramenta *Audacity*.

7. Conclusões

No trabalho são apresentadas três situações distintas para aprendizagem de máquinas elétricas, uma usando Realidade Virtual, e outras duas usando Realidade Aumentada. Todas têm a vantagem de ser uma alternativa lúdica de iteração do aprendiz com o ambiente computacional, além das facilidades que todas agregam com a interligação com a WEB.

A diferença entre as duas técnicas de Realidade Aumentada está na forma da interação do usuário com a ferramenta. O Professor e Pesquisador A. Cardoso

utiliza a iteração com o computador no clique do mouse para os estágios desejados e no presente trabalho são utilizados marcadores e o teclado para uma sequência de etapas de aprendizado, além de usar áudio como forma de comunicação e ilustração para o aprendiz.

Todos tem as vantagens de motivar o usuário com a experiência de visualização e funcionamento de um aparelho virtual, forte visualização imersiva, economia no custo de um ambiente para prática em MIT, notável poder de ilustrar características e processos dos objetos reais para os virtuais, visualização iterativa com MIT, permitir ao aprendiz conectar o conteúdo da literatura específica com a prática minimizando a necessidade do motor real em funcionamento, encorajar a criatividade no momento da aprendizagem e facilitar a oportunidade de aprendizes de diferentes culturas e saberes.

Outra vantagem destacável é o custo computacional desse tipo de ferramenta didática e a facilidade de concepção de aplicativos, justificando essa abordagem pelo desenvolvimento deste tipo de interface.

As três ferramentas completam-se e novos projetos podem ser construídos e melhorados para que o usuário e/ou aprendiz, cada vez mais, tenha um ambiente agradável para trabalhar.

Como trabalho futuro, em concepção no âmbito do Projeto CNPq/FAPEMIG, “Ambiente Temático Interativo com Realidade Aumentada ” e, colaboração com a atividade didática do LME-UNIFEI, poderão ser agregados mais efeitos sonoros e textuais nas peças com a entrada de novos marcadores de ação, ou clique em teclas, ou até a iteração do usuário com o equipamento virtual, colocando uma certa inteligência no sistema para perceber “o quê” o usuário deseja de informação. Neste caso compensa rever as sugestões de C. Kirner sobre HiperRealidade [2].

Essa nova etapa proposta permite o aprofundamento dos conteúdos de MIT, bem como a virtualização dos equipamentos do LME-UNIFEI nas iterações de RA.

8. Observações

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projeto “Ambiente Temático Interativo com Realidade Aumentada”, financiado pelo CNPq (Proc. 58842/2009-7) e FAPEMIG (Proc. APQ-03643-10).

9. Referências

- [1] AZUMA, R. T., “Tracking Requirements Augmented Reality”, *Communications of the ACM*, 36(7):50-51, July/1993.
- [2] BAJURA, M.; NEUMANN, U., “Dynamic Registration Correction in Video-Based Augmented Reality Systems”, *IEEE Computer Graphics & Applications*, 15(5):52-60, Sept/1995.
- [3] BOMAN, D. K. “International Survey: Virtual Environment research”, *IEEE Computer*, 28(6):57-65. Junho/1995.
- [4] DELAIBA, V. H. B. LAMOUNIER JR, E. A. “Estudo e desenvolvimento de ambientes virtuais, como ferramenta de suporte para aplicação direta no estudo de motores elétricos e na eficiência energética.” Projeto FAPEMIG C-007/2006 .
- [5] FEINER, S. et al., “Knowledge-Based Augmented Reality”, *Communications of the ACM*, 36(7):52-62. Julho/1993.
- [6] JUNIOR, A.B.A., CARDOSO A. e LAMOUNIER JR, E. A., “Estudo de Máquinas Elétricas Auxiliado por Técnicas de Realidade Virtual”, *Anais do WRVA 08*, Bauru, 2008.
- [7] KATO, H., BILLINGHURST, M., AND POUPYREV, I. “ARToolKit version 2.33 Manual”, Novembro/2000.
- [8] KIRNER, C., AND TORI, R., “Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade”. In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ed. São Paulo, 2004, v. 1, p. 3-20.
- [9] KIRNER, C.; SISCOUTO, R.. “Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada”. In: Kirner, C.; Siscouto, R.. (Org.). “Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações”. 1 ed. Porto Alegre – RS: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2007, v. 1, p. 2-21.
- [10] KOSOW, I. L. “Máquinas Elétricas e Transformadores”. Editora Globo, 1982.
- [11] MILGRAM, P. et. al. , “Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum”. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, V.2351, 1994.
- [12] SANTIN, R., KIRNER,C. “ARToolKit: Conceitos e Ferramenta de Autoria Colaborativa”, In: SISCOUTO, R., R. COSTA, (Org.), *Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica*, SBC, Porto Alegre, 2008, pp. 178-276.
- [13] SANTIN, R., “Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada”, *Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação*, Universidade Metodista de Piracicaba, 2008.