

Desenvolvimento de uma Plataforma Educacional Interativa, Baseada em FOSS, Para Aprendizagem de Motor de Passo

F. J. Gomes, *Membro Sênior, IEEE*, L. R. Conceição, I. L. Paula, L. A. Vitoi, e P. R. Marciano, *Membro, IEEE*

Resumo--Desenvolvido totalmente em FOSS (Free and Open Source Software), no caso a linguagem Java, a intenção do programa é que, ao lançar mão desta ferramenta, o usuário não somente aprenda toda base teórica, mas também adquira um conhecimento próximo ao que ele alcançaria se, de fato, tivesse contato prático com o motor. A sua interface atende diversos públicos, desde iniciantes, com explicações sobre o motor de passo, seus componentes e seus tipos, a mais experientes, demonstrando aplicações do motor de passo. O software também conta com um ambiente no qual o usuário pode interagir com um motor de passo real, além de apresentar ao aluno, através de ambientes simulados, situações reais nas quais o motor de passo é empregado. O trabalho proposto permite vislumbrar uma potencial ferramenta de aprendizagem na engenharia e áreas afins, como técnicas, industriais e empresariais, já que o ambiente apresenta facilidade de utilização e interface extremamente amigável propiciando facilidade de manuseio e despertando o interesse dos usuários.

Palavras Chave—Ambiente computacional, Educação em Engenharia, Motor de Passo, Plataforma Educacional, Software Educacional - FOSS.

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da engenharia nos últimos anos, está munido de um poderoso aliado, o computador. A magnificência deste recurso está ligada ao fato da engenharia ser uma ciência baseada na interação da matemática e de seus desdobramentos com o mundo físico, ao passo que o computador detém ampla capacidade de simulação e virtualização. Ele pode ser usado para compor, com relativa praticidade, imagens, vídeos e, inclusive, modelagens de sistemas físicos regidos pelas equações que determinam seu comportamento. Sem contar que o computador é um meio participativo capaz de proporcionar a “imersão” [1] - termo definido como o prazeroso poder de um ambiente simulado envolver toda nossa atenção e sistema sensorial.

Agradecemos ao Programa de Educação Tutorial do SESu – MEC pelo suporte oferecido ao desenvolvimento deste trabalho.

F. J. Gomes, L. R. Conceição, L. A. Vitoi, P. R. Marciano, I. L. Paula são do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, CEP 36030-330 (e-mail: chico.gomes@ufjf.edu.com).

De modo a acrescentar didática ao ensino em engenharia, o projeto a seguir apresentado realiza a experiência de aplicar essas propriedades para levar amplo conhecimento acerca de motores de passo aos alunos da UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora. A ferramenta principal deste trabalho é um ambiente desenvolvido em FOSS (Free and Open Source Software), particularmente em linguagem Java, por alunos desta universidade, o qual estará disponível no Blog Energia Inteligente, <http://peteletricaufjf.wordpress.com/>, com textos e interface acessíveis a qualquer pessoa.

A escolha desta ferramenta baseia-se na necessidade de se atender as demandas criadas pela nova geração de estudantes, como constatado por [3] – [4] – [5]: “Concomitantemente, a realidade, com suas novas demandas e mudanças contínuas, coloca novos desafios, novas situações e novos perfis profissionais necessários à empregabilidade e à formação integral dos estudantes obrigando a busca incessante de novas análises, novos meios e métodos que permitam aos educadores posturas mais adequadas aos processos necessários à educação. Há que se buscar novas posturas, utilizar novas ferramentas, empregar novos métodos e meios para se alcançar os resultados necessários e desejados.”

O tema motor de passo foi escolhido devido a sua aplicabilidade em posicionamento com precisão, o que o torna um dispositivo requisitado em diversos projetos, além de provocar interesse pela eletrônica nos usuários, uma vez que o tal motor é de fácil integração com o sistema digital e serve como atuador em uma vasta gama de sistemas que resolvam problemas cotidianos.

Uma motivação para levar a cabo o projeto foi a oportunidade vislumbrada de disponibilizar informações precisas e melhor organizadas sobre o assunto na Internet, na tentativa de contribuir para que o ensino em engenharia acompanhe as transformações tecnológicas e organizacionais.

O trabalho está estruturado como segue: a seção 2 apresenta as características do motor de passo que o tornam um interessante objeto de estudo para o tutorial, a seção 3 trata do desenvolvimento do software e hardware utilizados pelo tutorial e a seção 4 mostrará os resultados obtidos.

II. MOTOR DE PASSO

O motor de passo é um motor elétrico, que pode ser controlado por sinais digitais. Seu funcionamento é fundamentado no princípio básico da atração e repulsão

magnética e permite deslocamentos extremamente precisos a base de um pequeno ângulo chamado passo. O número de passos de um deslocamento é proporcional ao número de pulsos em seus terminais, e a velocidade de rotação proporcional à frequência dos pulsos.

A procura por conhecimento a cerca do motor de passo cresce cada vez mais, amparada pela expansão da automação industrial e robótica, trazendo aos motores de passo um ganho de notoriedade. Ressalta-se que o desenvolvimento das áreas de informática e eletrônica que vem ocorrendo facilita a implementação de sistemas para o controle de motores de passo. Como exemplo, o emprego de microcontroladores, possibilitando montagens simples e a alteração de uma variedade de parâmetros através de rápidas manipulações em programas computacionais.

Assim, o motor de passo foi escolhido como objeto deste tutorial que coloca em prática uma técnica pedagógica eficiente, o aprendizado baseado em problema – PBL (Problem-Based Learning) [2]. Nos próximos tópicos serão detalhadas as estruturas do software e hardware construídos para tal.

III. DESENVOLVIMENTO

O tutorial foi projetado em um ambiente gráfico interativo com o objetivo de facilitar o aprendizado por parte do usuário, tornando-o mais atrativo. Foi desenvolvido em Java, linguagem de programação orientada a objeto que engloba um programa para execução denominado máquina virtual ou “Java Virtual Machine”, totalmente livre, e para a compilação do código criado, utilizou-se um compilador NetBeans, também uma IDE de código aberto. O Java tem uma grande vantagem frente às outras plataformas de desenvolvimento, que é a possibilidade do mesmo software ser executado em diversos sistemas operacionais sob uma mesma compilação, não sendo necessário reescrever ou recompilá-lo para outros dispositivos.

Além da interface gráfica, desenvolveu-se uma placa que efetua a comunicação do computador com um motor de passo, através da porta serial, possibilitando apresentar na prática o motor de passo ao usuário que, utilizando a interface digital do tutorial, pode controlar um motor de passo real.

A. Ambiente Digital

Ao criar uma ferramenta interativa de aprendizagem, o Tutorial possibilita que o usuário não somente aprenda toda base teórica, mas também adquira um conhecimento próximo ao que ele alcançaria se, de fato, tivesse contato prático com o motor. A sua interface atende diversos públicos, desde iniciantes, com explicações sobre o motor de passo, seus componentes, seu funcionamento e seus tipos, a mais experientes, demonstrando aplicações do motor de passo. Seu conteúdo baseia-se em estudos e observações, realizadas em laboratório, do comportamento de motores de passo operando sob as mais distintas circunstâncias, até mesmo as não recomendadas pelo fabricante, situação esta que permite verificar os limites de operação do componente, bem como sua dinâmica em situações não previstas na operação normal.

O conteúdo do tutorial foi dividido em páginas; para acessá-las o ambiente disponibiliza uma página principal, na qual o usuário pode conferir uma prévia dos conteúdos abordados no tutorial, como pode ser visto na Figura 1. Ao longo das páginas o usuário encontrará ambientes inteligentes, ilustrados e animados, cujo propósito é facilitar a utilização da ferramenta e deixá-la mais atrativa, o que funciona como um elemento motivador para os estudos. A teoria é exposta de forma dinâmica, pois o usuário navega pelos menus e os ambientes vão se modificando de acordo com suas escolhas. Além disso, o ambiente ainda conta com uma barra de menu na qual encontram-se atalhos para as demais páginas, e respostas para algumas das dúvidas mais frequentes sobre motores de passo.

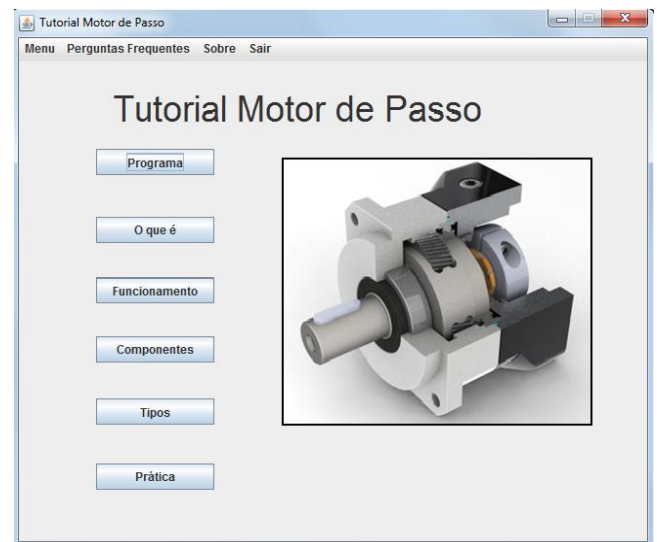


Fig. 1. Página principal do programa

O ambiente ainda apresenta ao usuário situações reais nas quais o motor de passo é empregado. A metodologia de aprendizado adotada é baseada em questionamentos: propõe-se ao usuário um problema que deve ser solucionado e, ao final, o ambiente simula o resultado, através de animação, e apresenta comentários avaliando as escolhas feitas. Com isso espera-se criar uma ferramenta que os auxilie na implementação de projetos reais envolvendo motores de passo, além de testar os conhecimentos adquiridos através do tutorial.

O ambiente também permite a interação do usuário com um motor de passo real: presenciar seu funcionamento e, ao mesmo tempo, acompanhar a simulação do que ocorre em seu interior - Figura 2. Nessa situação, o usuário controla o motor, determinando o sentido, a velocidade e a quantidade de passos que deseja; o programa corrige o usuário caso algum parâmetro seja inviável, com alertas na tela. Esta funcionalidade do ambiente exigiu o uso da API RXTX, que possibilita a implementação da comunicação serial, necessária para a realização do controle do motor de passo pelo ambiente.

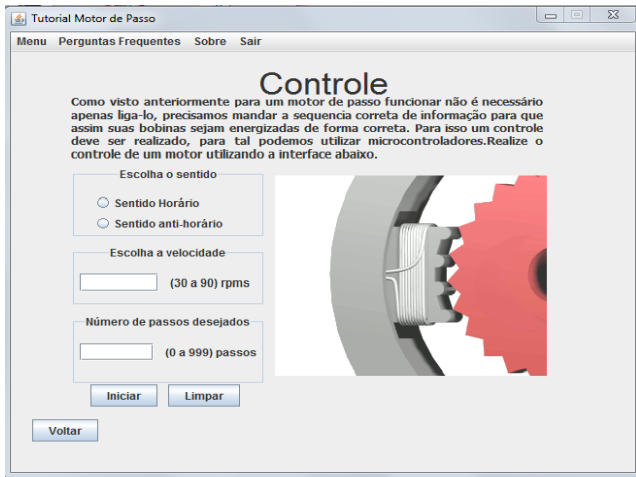


Fig. 2. Interface para o controle do motor de passo

B. Hardware

Para que o usuário possa controlar o motor de passo foi necessário efetuar o desenvolvimento de uma placa de comunicação que desempenhasse o papel de driver entre o ambiente computacional e o módulo físico utilizado. A comunicação da placa com o computador é através da porta serial RS-232 que é um padrão para troca serial de dados binários. Para isto, foi utilizada a placa Arduino Single-Sided Serial Board, um open hardware e software; todas as informações necessárias para sua confecção e utilização podem ser encontradas no site <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardSerialSingleSided3>, além do CI ULN2803 como é mostrado no diagrama de circuito da figura 3.

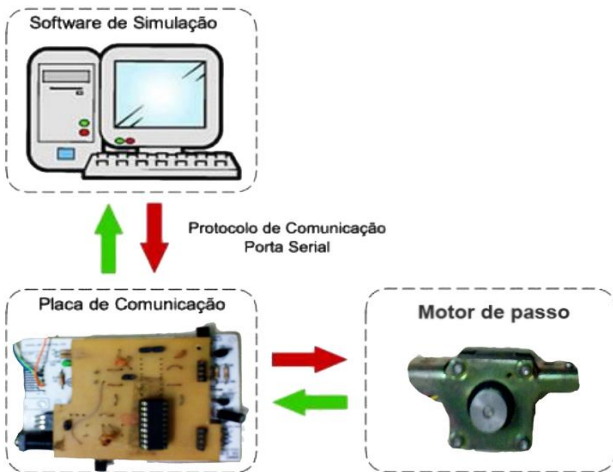


Fig. 3. Estrutura do circuito

A placa Arduino Single- Sided Serial Board utiliza como base o microcontrolador Atmega-8, desenvolvido pela Atmel. O circuito recebe as informações vindas do computador, referentes ao número de passos e a velocidade que o motor deve efetuar, analisa-as e faz a tradução para comandar o motor. Também é responsável por fazer a conversão dos sinais vindos da porta serial do computador, que variam entre

-12V e +12V, para sinais compatíveis com o padrão TTL de 5V do microcontrolador.

A outra parte da placa de comunicação é referente ao CI ULN2803, que atua como um regulador de corrente recebendo os sinais vindos do Arduino, amplificando-os a níveis apropriados para serem utilizados pelo motor. Os esquemas elétricos da placa Arduino e do regulador de corrente são mostrados na figura 4.

Foi utilizado um motor simples, bipolar com cinco fios do modelo 15PM-K014-20 produzido pela MINEBEA CO, aproveitado de driver de disquete antigo. Na figura 5 encontra-se a montagem do módulo.

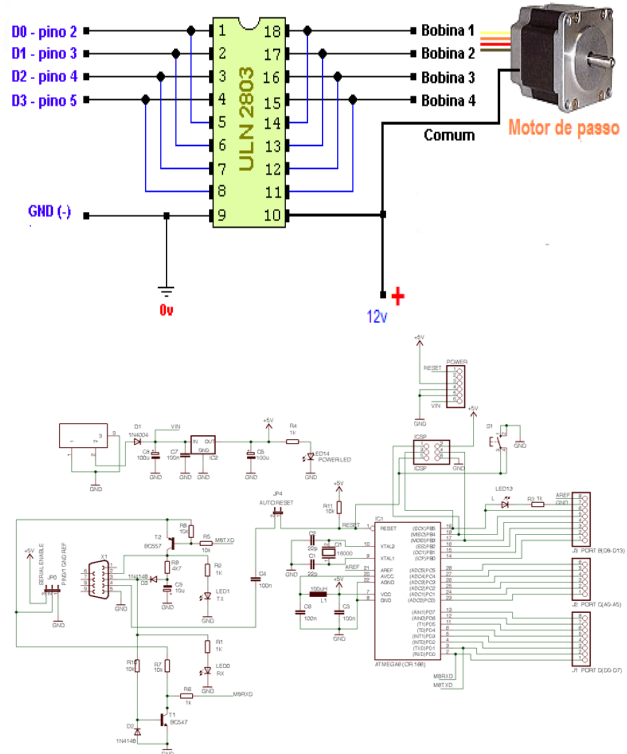


Fig. 4 Esquema elétrico UNL2803 (acima) e Arduino Single- Sided Serial Board (abaixo)

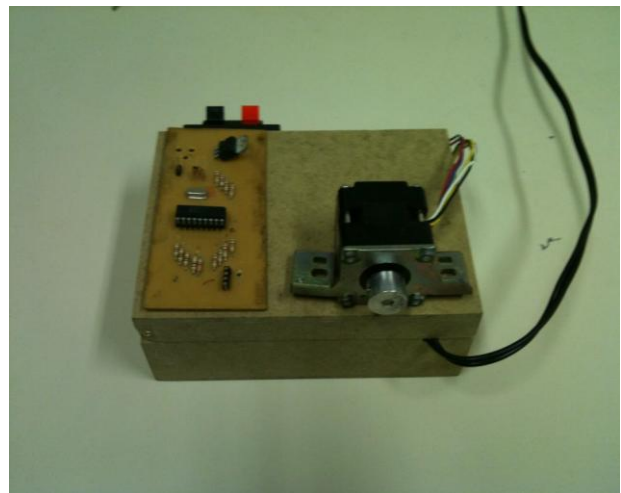


Fig. 5 Montagem do módulo

IV. RESULTADOS

"Os cursos em uma educação convencional são oferecidos de acordo com cronogramas determinados: um estudante tem que estar no local determinado, na hora determinada para ter o acesso à informação e trabalhar sua educação, o que se denomina "knowledge by chance": existe normalmente um instrutor para um grupo grande de estudantes, o que conduz a falta de atenção individual, gerando ouvintes passivos e desinteresse ao longo do curso" [6]. O programa apresentado mostrou-se uma boa alternativa para esta falha na educação convencional, já que foi nítido o interesse dos alunos e a motivação em pesquisar ainda mais sobre o assunto, o qual foi abordado de uma forma interativa e menos maçante.

No intuito de colocar a eficiência do Tutorial à prova, realizou-se um minicurso sobre motor de passo com doze graduandos em Engenharia Elétrica da UFJF, participantes do Programa de Educação Tutorial (PET). O material básico utilizado foi o programa apresentado neste artigo. Pôde-se perceber um grande envolvimento por parte dos alunos ao utilizar o material apresentado, demonstrando o grande interesse deles frente às novas formas de ensino na engenharia.

Ao final do curso foi distribuído um questionário avaliando a nova forma de ensino e a funcionalidade do programa, em uma escala de 0 a 10, a média da avaliação foi de sete, resultado que se mostra muito satisfatório. Os participantes foram também questionados sobre o que acharam do programa e o que gostariam de modificar. O resultado superou as expectativas, "O programa é bem didático e intuitivo, isto fez com que conseguisse me manter concentrado e aumentou ainda mais meu interesse sobre o assunto." e "O programa me mostrou a teoria de uma forma diferente daquela que estamos acostumados a ver em sala de aula, eu particularmente adorei poder acompanhar simulações gráficas que mostram o que está de fato acontecendo" foram algumas das respostas fornecidas pelos alunos.

V. CONCLUSÃO

Baseando nas intenções preliminares do projeto e nos resultados obtidos, é nítido seu benefício a graduandos em engenharia e quem mais utilizá-lo. Certamente, o diferencial dessa maneira de transmitir conhecimento é que ela se adequa a hora em que o estudante está mais interessado em aprender o assunto e consegue prender sua atenção muito mais do que um livro. Outra vantagem sobre o referido suporte textual é que o entendimento é potencializado por animações e até mesmo práticas amparadas pelo próprio software em detrimento de poder contar somente com textos descritivos e figuras.

Na UFJF, está sendo tratado com professores de duas disciplinas relacionadas a eletrônica digital a apresentação do ambiente aos alunos. Pretende-se que a partir dos semestres seguintes, ele seja utilizado por todas as turmas, complementando o conteúdo destes cursos.

A ideia de se criar este tutorial veio após seus autores realizarem uma série de experiências e observações com motores reais, além de pesquisas em livros avançados visando

sua utilização em um projeto anterior. Logo, o ambiente foi entendido como um meio eficaz de documentar os estudos, podendo ser resgatados posteriormente e até aproveitados por outros alunos. Seguindo esta mesma linha, almeja-se fazer outros programas similares, concentrando toda informação prática necessária para o uso de certo dispositivo de forma bem didática. Especula-se que o próximo objeto de estudo seja o microcontrolador Arduino, abrangendo toda a sua programação e inserção no circuito.

VI. REFERENCES

- [1] MURRAY, Janet H. Hamlet no Holodeck. São Paulo: Editora UNESP, 2003.
- [2] N. P. Kuri , G. G. MANZATO, and A. N. R. SILVA, "Aprendizado baseado em problemas em uma plataforma de ensino a distância: uma aplicação do COL na EESC-USP," Revista Minerva, vol.4, pp27-39, 2007.
- [3] HAGER, P.; HOLLAND S. Graduate Attributes, Learning and Employability. Springer, Dordrecht, 2006.
- [4] KRAUSS, J.; BOSS S. Reinventing Project-Based Learning: Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age, ISTE Editions, Washington, 2007.
- [5] SIURANA, Ma. C. S. Los Programas de Ingeniería ante el Espacio Europeo de Educación Superior, Universidad Politécnica de Valencia, 2002. J. Jones. (1991, May 10). *Networks*. (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>
- [6] DORMIDO, S. B. Control Learning: Present and Future. 15th Triennial IFAC World Congress, Barcelona, Spain, 2002.
- [7] AVOLIO, Edwin. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Faculdade de Engenharia. Uma contribuição ao estudo e desenvolvimento de sistemas de movimento utilizando motores de passo, 2004. Tese

VII. BIOGRAFIAS



Francisco José Gomes é graduado em Engenharia Elétrica pela UFJF, Mestre em Ciências e Técnicas Nucleares pela UFMG e Doutor em Engenharia Elétrica pela UNICAMP. É professor Associado III da UFJF. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica e Educação em Engenharia, com ênfase em Automação Industrial, atuando principalmente nos seguintes temas: Controle de processos industriais, Controladores PID, Controladores Nebulosos, Modelagem de Processos e Controle em Tempo Real.

Atua na área de Otimização de Processos, bem como em Planejamento e Gestão de Processos. Na área de Educação em Engenharia, é Tutor do Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Elétrica desde 1991, tendo implantado este programa na UFJF, com várias publicações sobre o tema de Educação em Engenharia.



Lucas Reis Conceição é graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Membro do IEEE e participante do capítulo de robótica do ramo estudantil da UFJF desde 2010. Participou na organização da edição de 2010 das olimpíadas de robôs da Universidade Federal de Juiz de Fora, juntamente ao ramo estudantil e o Programa de Educação Tutorial da mesma. Atualmente, é bolsista do Programa de Educação Tutorial, atuando e realizando trabalhos nas áreas de Controle de

Processos, Eletrônica de Potência e Educação em Engenharia.



Paulo César Ribeiro Marciano é graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Tornou-se membro do IEEE em 2010, neste mesmo ano, iniciou sua participação no capítulo de robótica do ramo estudantil da UFJF. Participou, juntamente ao ramo estudantil e o Programa de

Educação Tutorial, da última edição das olimpíadas de robôs e do desafio MindStorm. Atualmente é bolsista do Programa de Educação Tutorial, atuando e realizando trabalhos nas áreas de Educação em Engenharia e Eletrônica.



robótica.

Igor Lima de Paula, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora, tornou-se membro do IEEE em 2010 tendo participado, até então, de diversos eventos e minicursos promovidos pelo ramo estudantil IEEE desta universidade, inclusive ministrando um minicurso sobre Linux. Teve, também, papel como organizador das Olimpíadas de Robôs. Igor é aluno bolsista do Programa de Educação Tutorial e suas principais áreas de interesse são geração de energia e



Potência e Educação em Engenharia.

Laís Abrantes Vitoi é graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Desde 2010 é membro do IEEE e participante do capítulo de robótica e de potência do ramo estudantil da UFJF. Participou na organização da edição de 2010 das olimpíadas de robôs da Universidade Federal de Juiz de Fora, juntamente ao ramo estudantil e o Programa de Educação Tutorial da mesma. Atualmente, é bolsista do Programa de Educação Tutorial, atuando e realizando trabalhos nas áreas de Controle de Processos, Eletrônica de