

PLATAFORMA EDUCACIONAL FOSS PARA O PROJETO DE FONTES DE ALIMENTAÇÃO LINEARES

Francisco J. Gomes – chico.gomes@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Engenharia Elétrica.
Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário.
36036-900 – Juiz de Fora, Minas Gerais.

Arthur L. E. Reis – arthur.reis@engenharia.ufjf.br

João T. A. Vianna – tito.vianna@engenharia.ufjf.br

Leonardo M. F. de Melo – melo.leonardo@ieee.org

Leonardo P. Vieira – leonardo.vieira@engenharia.ufjf.br

Ricardo S. Viol – ricardo.viol@engenharia.ufjf.br

Resumo: *O trabalho consiste de um ambiente computacional interativo, amigável, baseado em Free Open Source Software - FOSS, com características instrutivas, para ser utilizado como ferramenta de auxílio à educação e aprendizagem nas disciplinas de introdução à eletrônica, bem como para interessados que necessitem projetar corretamente uma fonte regulada. O ambiente apresenta os passos necessários à aprendizagem do dimensionamento de uma fonte de tensão contínua constante, regulada, para alimentação de equipamentos eletrônicos de baixa potência; o ambiente se estrutura, didaticamente, em blocos, que permitem ao usuário escolher um método pré-determinado, cabendo ao programa analisar tais escolhas e fornecer os componentes necessários, existentes no mercado, catalogados em um banco de dados. O ambiente computacional, como um todo, propõe uma base conceitual das fontes de tensão reguladas, gerando suas curvas de tensão e circuitos esquemáticos, além de fornecer suporte ao aluno de engenharia para criação da sua própria fonte, na prática. Apesar de ser uma ferramenta computacional simples, apresenta características abrangentes no âmbito de projetos de fonte de alimentação, podendo atender qualquer usuário, iniciante ou avançado, que necessite alimentar um circuito eletrônico qualquer.*

Palavras-chave: *Fontes de alimentação, FOSS, Dimensionamento, Ambiente computacional, Plataforma educacional.*

1. INTRODUÇÃO

A notabilidade da inovação, na educação em engenharia, tem se ampliado constantemente no meio acadêmico, tornando-se cada vez mais um dos focos centrais de pesquisa e desenvolvimento. Como apresentado em GOMES (GOMES *et al.*, 2010): “A questão da educação em engenharia, e procedimentos, técnicas, posturas e visões adotadas neste processo, como é de largo conhecimento, não é matéria simples, demandando confrontos de perspectivas, agregação de conhecimentos, avaliação de experiências e capacidade para extrair lições e aprendizagem de resultados obtidos”. Dentro de tal contexto, a busca pelo emprego de diversas ferramentas tecnológicas dentro deste complexo tema, que é educar, mostra-se exponencial. Conceitos como Web 2.0 (GOMES *et al.*, 2010) e Simulação baseada em Web - *Web-based Simulation* - (DORMIDO, 2002) são frequentemente citados e aplicados em publicações e projetos recentes. O advento de linguagens e softwares de

programação do tipo FOSS também fomenta essa busca por uma educação mais dinâmica e adequada ao mundo atual. (O'HARA & KAY, 2003).

Instigado por essa necessidade de novas visões, procedimentos e ferramentas aplicadas ao âmbito educacional (FELDER & SILVERMAN, 1988), este projeto, inspirado em trabalho anterior (ESPERIDON *et al.*, 2006), e ao qual busca agregar valores, tem por objetivo a criação de um ambiente de auxílio à aprendizagem para execução de projetos de fontes de tensão lineares.

Nesta direção, o artigo apresenta um ambiente computacional com características interativas que permite ao usuário aprender e desenvolver fontes de alimentação para baixas potências. O ambiente foi dividido, didaticamente, nas partes principais que integram as fontes lineares: transformador, retificador, filtro e regulador, cada qual delas com opções para que o usuário possa escolher e utilizar as que gostaria de incluir em seu projeto. O ambiente disponibiliza ainda uma lista de componentes comerciais, catalogados em um banco de dados, colocando o usuário com os componentes reais existentes no mercado, o que lhe confere características de aplicabilidade prática. Como forma de permitir ao usuário visualizar os resultados do projeto que desenvolveu, são apresentadas, na interface gráfica, as formas de onda da tensão de saída da fonte e do filtro, com seus respectivos *ripple* considerável se comparada à primeira.

Toda a estrutura do programa foi desenvolvida utilizando *Java*, uma linguagem de programação orientada a objetos, através da plataforma IDE - Ambiente de Desenvolvimento Integrado - *NetBeans*. Todas as ferramentas utilizadas apresentam características de FOSS, programas livres e de código aberto, o que gera custos reduzidos para sua distribuição, adicionalmente ao fato que o trabalho em FOSS é sempre colaborativo.

O artigo está dividido como segue: a seção 2 apresenta uma introdução teórica dos conceitos envolvidos no projeto; a seção 3, a plataforma base para o desenvolvimento do projeto; a seção 4, a estrutura do programa, incluindo exemplos de simulação; e, por fim, a seção 5 expõe a conclusão do projeto e as projeções de atividades futuras.

2 AS FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Fontes de alimentação são dispositivos responsáveis por fornecer energia elétrica aos circuitos eletroeletrônico sendo, por isto, um equipamento que deve ser escolhido e manipulado com cuidado, pois qualquer equívoco pode resultar em provimento inadequado de tensão e/ corrente, que podem ser danosas à saúde humana ou aos equipamentos. Como a grande maioria dos circuitos eletroeletrônicos é alimentada em corrente contínua, a fonte de alimentação linear deve retificar a onda alternada proveniente da rede elétrica e fornecer ao equipamento um valor de “tensão contínua o mais constante possível, apesar das variações na tensão de linha e na corrente drenada pela carga” (SEDRA & SMITH, 2007), o qual é atingido através de processos auxiliares, posteriores à retificação.

Como cada circuito eletrônico possui características únicas, que o diferencia dos demais, suas fontes também devem apresentar diferentes características para suprir a demanda de cada projeto. O projeto e dimensionamento corretos do alimentador exigem conhecimento técnico e vasta experiência no ramo; entretanto, o tema pode ser simplificado de forma que alunos e interessados na área possam aprender por si próprios. Essa simplificação é possível dentro do contexto atual em que “novas tecnologias computacionais expandiram consideravelmente a gama de problemas que podem ser resolvidos” (DORMIDO, 2002).

Pensando nos usuários que possuem conhecimentos ainda inadequados sobre fontes de alimentação e suas etapas de funcionamento, o ambiente desenvolvido fornece uma estrutura de suporte que detalha toda a estrutura teórica existente por trás de cada componente disponibilizado, além de fornecer dicas e instruções sobre eles de forma que sejam utilizados

corretamente no projeto. Serão analisadas, na sequência, as características principais de cada componente utilizado na estruturação do ambiente desenvolvido.

2.1 Transformador

O primeiro componente das fontes de alimentação é o transformador. Esse dispositivo, como explicado em PAIVA (PAIVA, 2011), “transforma uma corrente alternada senoidal, com uma determinada tensão, numa corrente elétrica senoidal, com uma tensão eventualmente”. Além disso, a partir do acoplamento magnético dos enrolamentos, o transformador também fornece o isolamento necessário para o circuito e para os usuários (ELLIOT, 2011).

Neste trabalho, este elemento trabalha como abaixador de tensão da rede, já que esta é inadequada para circuitos eletrônicos. Em sua saída, o programa através de seu banco de dados, fornece o modelo comercial do transformador mais adequado para o projeto.

2.2 Retificador

O processo de retificação consiste em fazer com que uma tensão ou corrente alternada, seja transformada em contínua ondulada (com *ripple*), o que é feito por meio de semicondutores que só permitem passagem de corrente em um sentido. Em circuitos de baixa potência são empregados diodos, enquanto nos de alta tiristores. Conforme descrito por SEDRA (SEDRA & SMITH, 2007), os principais tipos de retificadores são: retificador de meia-onda, retificador de onda completa com *tap* central e retificador de onda completa em ponte.

No processo de retificação presente no ambiente tutorial existe a possibilidade de projeção das três topologias, indicando ao final quantos diodos serão utilizados e a qual dentre os componentes comerciais existentes o usuário deverá recorrer.

2.3 Filtro

Após o processo de retificação, o circuito já possui uma tensão com polaridade definida. Entretanto, o valor obtido na saída é pulsante (como a tensão senoidal aplicada ao diodo) e, por isso, inadequado para alimentar circuitos eletrônicos os quais precisam de uma tensão de alimentação em corrente contínua.

Sendo assim, são utilizados filtros logo após a retificação de modo a se obter uma tensão mais próxima de uma tensão constante. Nesse bloco da fonte, busca-se que o fator de ondulação (*ripple*) seja reduzido para o menor possível (no caso ideal, nulo), como pode ser observado no trabalho de CIPELLI (CIPELLI & SANDRINI, 1987).

O capacitor carrega eletricamente quando os diodos retificadores estão em condução, e fornece esta energia à carga quando eles estão em corte, tornando a tensão sobre a carga a mais constante possível. Devido à excelente aplicabilidade de filtros capacitivos para esse tipo de fonte, esta é a única opção presente no programa, havendo possibilidade futura de implementação de um filtro indutivo e outros.

2.4 Regulador

A última etapa da fonte é a regulação. Um regulador é um dispositivo que funciona de forma a linearizar o máximo possível a saída da fonte na tensão desejada: por mais que a entrada receba uma tensão pulsante e maior que a desejada no regulador, este deve apresentar em sua saída um valor constante fixo, e suportar também as variações na corrente da carga.

Há formas de se regular a tensão utilizando componentes eletrônicos básicos, como diodos zener e transistores, mas atualmente a utilização de circuitos integrados (CI's) é cada vez mais comum.

A escolha do regulador adequado ocorre de acordo com a aplicação da fonte projetada. Em outras palavras, para circuitos em que os valores de correntes são reduzidos, opta-se pela aplicação de circuitos integrados, como o LM317, que por si só consegue fornecer diferentes tensões na saída, dependendo do valor de resistência a ele associado. No caso de aplicações com valores maiores de corrente, a preferência é por reguladores constituídos de elementos discretos baseados em transistores.

O projeto da fonte de alimentação linear desenvolvido neste trabalho permite que o usuário tenha à sua disposição os circuitos integrados da família 78XX e LM317, além dos transistores em série e paralelo com a carga e a regulação utilizando somente um zener.

3 IMPLEMENTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

O ambiente foi desenvolvido utilizando-se um *Free Open Source Software – FOSS*, ou seja, um programa livre e de código aberto. Sua escolha foi feita principalmente pelo fato de não existirem custos para a utilização dos programas e das demais ferramentas que as compõem, como também pela não restrição da licença e da distribuição dos mesmos (OSI, 2011). Além disso, existem outras vantagens que impulsionaram este trabalho em direção ao FOSS, tais como confiabilidade, estabilidade, segurança, desenvolvimento da capacidade local, entre outros, características as quais levam ao crescimento da aplicação do software livre nos mais diversos campos de estudo e trabalho, tanto acadêmicos quanto industriais.

A programação foi feita com ferramentas da plataforma Java, desenvolvida e mantida pela Sun, subsidiária da Oracle, utilizando-se a linguagem de programação Java. Essa escolha foi feita levando em consideração a facilidade no desenvolvimento da programação, simplicidade da interface do programa e a gama de recursos que essa plataforma disponibiliza para os programadores (JAVA, 2011). Dessa forma, o trabalho pôde ser feito de modo que a interação usuário/ambiente computacional fosse a melhor possível.

A implementação do programa foi realizada no *NetBeans* IDE, um ambiente de desenvolvimento integrado, gratuito, de código aberto e que oferece total suporte para aplicações que utilizam a plataforma Java. Sua arquitetura visa facilitar e auxiliar o desenvolvedor a escrever seus softwares de maneira mais rápida, simplificando seu desenvolvimento e aumentando sua produtividade.

Como citado no primeiro título deste artigo, o programa dispõe de uma lista de componentes comerciais que possibilitam ao usuário a montagem da fonte projetada. Para esta finalidade, houve a necessidade da criação de um banco de dados no qual constam os valores comerciais. Esse banco de dados foi criado através de matrizes de dados. Estas são geradas no momento em que o programa é iniciado e, posteriormente, são acessadas para se coletar os valores comerciais mais próximos dos valores ideais calculados.

Para plotagem dos gráficos, a biblioteca *open source JFreeChart* (GILBERT & MORGNER, 2011) foi utilizada.

4 AMBIENTE COMPUTACIONAL E ESTRUTURA GRÁFICA

O objetivo do programa é a disponibilidade de uma vasta variedade de topologias de fontes de alimentação, mas de forma que sua utilização seja fácil e objetiva. A tela de abertura do programa apresenta um breve resumo dos procedimentos que devem ser tomados no mesmo e a possibilidade de escolha do idioma, entre português e inglês. Escolhido o idioma, na tela seguinte, o usuário inicia o projeto de sua fonte: deparando-se com os blocos de

retificação, filtragem e regulação, ele pode escolher quais opções deseja. Além desses blocos, o usuário também deve determinar os parâmetros essenciais para que o programa possa fazer os cálculos, que são: tensão e frequência da rede, tensão de saída e corrente máxima da fonte.

Definidos os parâmetros pelo usuário, o programa realiza o cálculo da fonte e escolhe, através do banco de dados, os melhores componentes que irão constituí-la. Por fim, todos estes componentes e suas especificações são apresentados na interface final do programa, encerrando o projeto.

A seguir, são apresentados tópicos sobre a estrutura de ajuda do programa e dois exemplos de topologias projetadas pelo programa, uma com regulação a zener e outra com regulação transistorizada série.

4.1 Módulo de ajuda e tutorial das fontes

O grande diferencial do projeto é o auxílio que ele disponibiliza caso o usuário não esteja familiarizado com as opções fornecidas. Uma janela de ajuda no programa fornece uma base para a teoria do projeto de fontes lineares reguladas, incluindo uma simples explicação do funcionamento do programa em si e exemplos de utilização deste. A intenção dessa estrutura é permitir que o usuário entenda como projetar sua fonte de maneira correta.

Na “Figura 1” é apresentada a tela de ajuda na aba “Fontes Lineares (Teoria Geral)”. As outras abas são referentes a cada um dos processos que compõem o projeto. Em cada aba, além de uma explicação sobre a função do bloco no funcionamento da fonte, há um detalhamento sobre cada opção disponibilizada pelo programa, bem como imagens e esquemas ilustrativos dos mesmos.

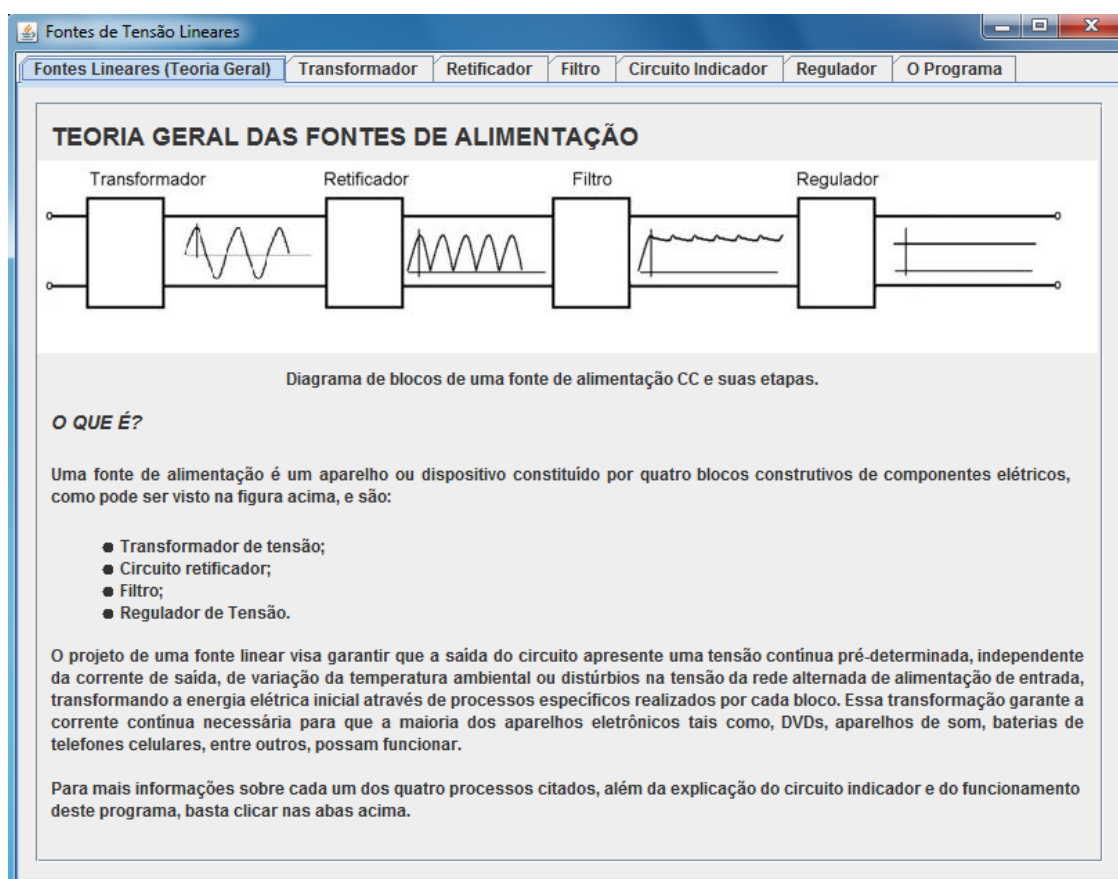


Figura 1 – Tela de ajuda sobre a “Teoria Geral das Fontes de Alimentação”.

Além do suporte do módulo de ajuda, foi desenvolvido um tutorial sobre fontes lineares de tensão, cujo objetivo é explicar os procedimentos necessários à confecção de uma placa de circuito impresso. Dessa maneira, o projeto pode ser posto em prática por qualquer pessoa que nunca teve a oportunidade de aprender a criar uma placa como essa. Esse material está disponível na internet, para todos aqueles que tiverem interesse, no seguinte domínio: <http://peteletricaufjf.wordpress.com/publicacoes/tutorial-fonte-linear-de-tensao/>.

4.2 Exemplo de topologia de uma fonte I

Para demonstrar o funcionamento do programa e os procedimentos que o envolvem, observa-se, neste exemplo, a definição dos seguintes parâmetros: tensão da rede de 127V, frequência de 60 Hz, objetivando-se uma saída de 5V e corrente máxima de 25mA na fonte; retificador em ponte; filtro capacitivo; e regulação com circuito integrado da família 78XX. Foi também feita a opção pelo circuito indicador de chave mais LEDs, referente à inserção de um conjunto de LEDs para a indicação do funcionamento da fonte: quando ligada na tomada, e em *Stand by* o LED vermelho acende; quando em funcionamento o LED verde é aceso. A interface de leitura de dados com esses parâmetros selecionados é apresentada na “Figura 2”.

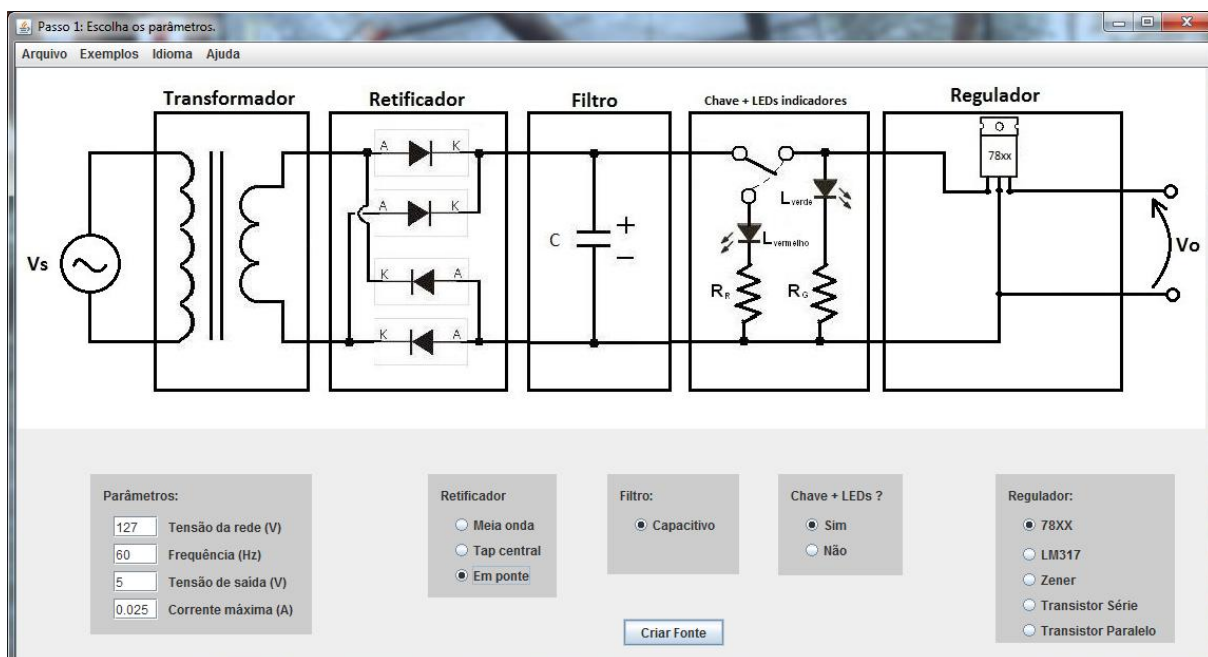


Figura 2 – Tela de escolha dos parâmetros do primeiro exemplo.

Ao clicar no botão “Criar Fonte”, o programa seleciona as opções disponíveis no banco de dados para a elaboração da fonte desejada. Por exemplo, para transformador o programa recomenda o TR-100-012, com tensão de entrada de 127V e saída de 12V. A “Figura 3” apresenta a interface de saída do programa, na qual encontram-se: a forma de onda da fonte projetada e os componentes necessários para construção da mesma.

Com o objetivo de comprovar a coerência e veracidade da resposta obtida no programa, na “Figura 4” é possível ver o resultado da simulação feita no software Multisim Pro Versão 10.0, para um circuito com os componentes indicados na saída do programa.

Analisando as duas formas de onda apresentadas, observa-se que os comportamentos das tensões de saída possuem características semelhantes no programa e na simulação, comprovando a fiabilidade do primeiro.

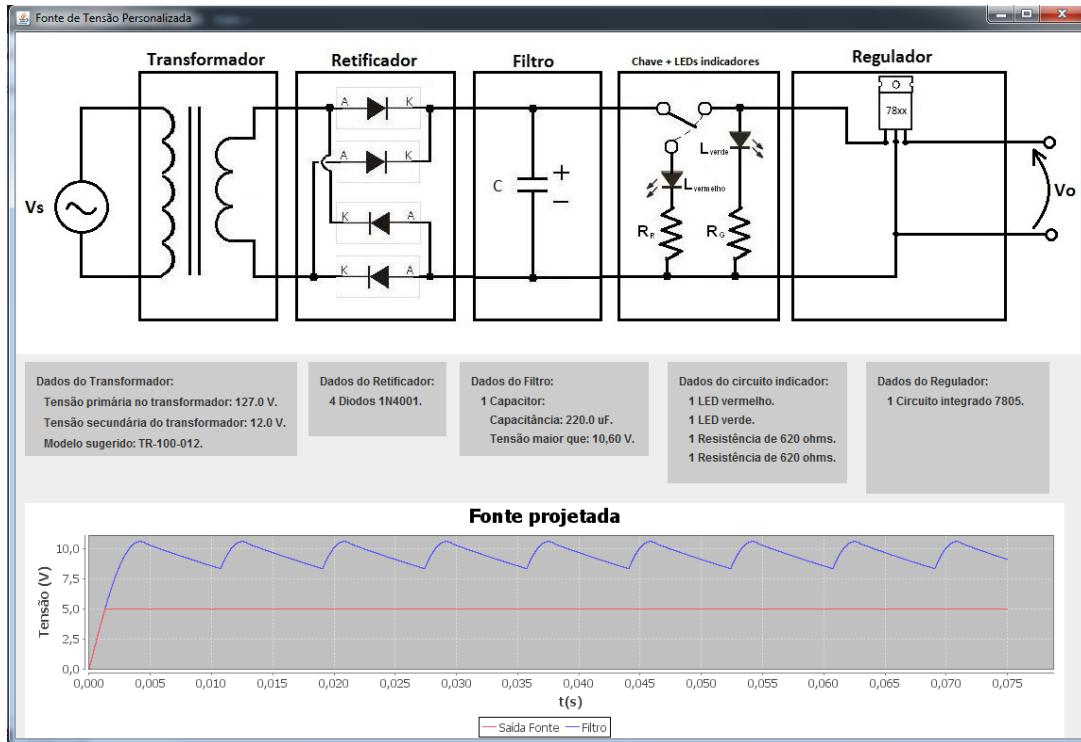


Figura 3 – Tela de saída para o projeto da seção 4.2.

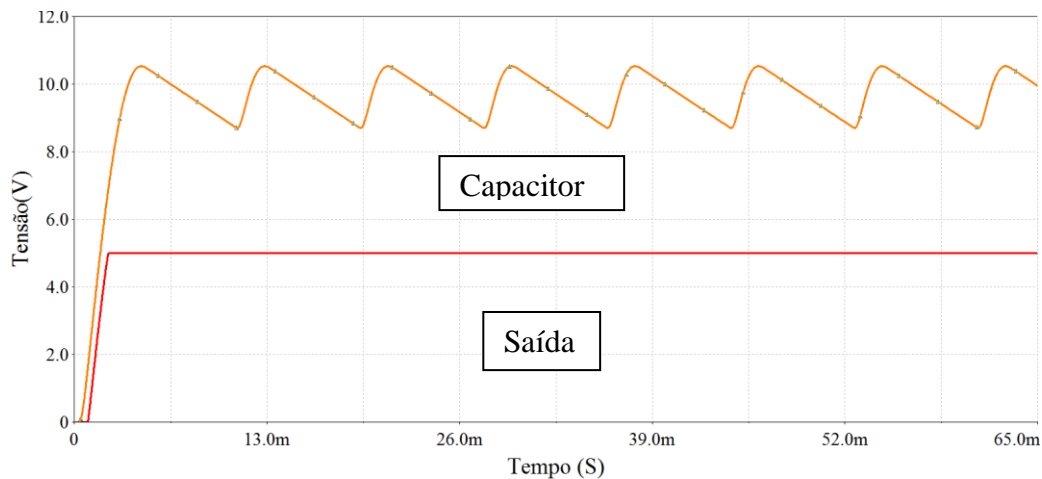


Figura 4 – Forma de onda da tensão de saída do filtro (onda de cima) e da fonte (de baixo).

4.3 Exemplo de topologia de uma fonte II

Para este segundo exemplo, as especificações são as seguintes: tensão de rede de 220V; frequência de 50Hz; tensão de saída de 5.8V; corrente máxima de 1.5A; retificador com tap central; filtro capacitivo; regulação a transistor série; e ausência de circuito indicador. Na “Figura 5” é apresentada a janela de saída do programa.

A “Figura 6” ilustra a forma de onda das novas condições estabelecidas, utilizando mais uma vez o simulador de circuitos Multisim Pro 10.0, para efeito de comparação.

Novamente é possível identificar, através da semelhança dos resultados dos gráficos, que o ambiente desenvolvido atesta sua coerência no que diz respeito aos cálculos do programa.

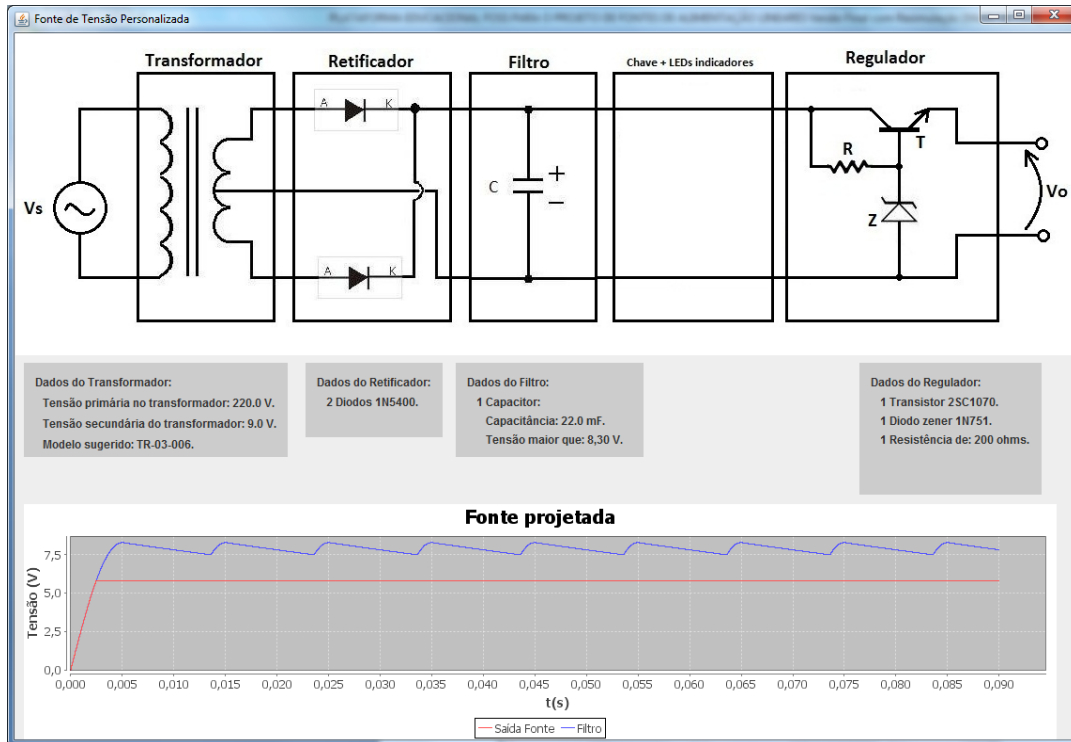


Figura 5 – Tela de saída para o projeto da seção 4.3.

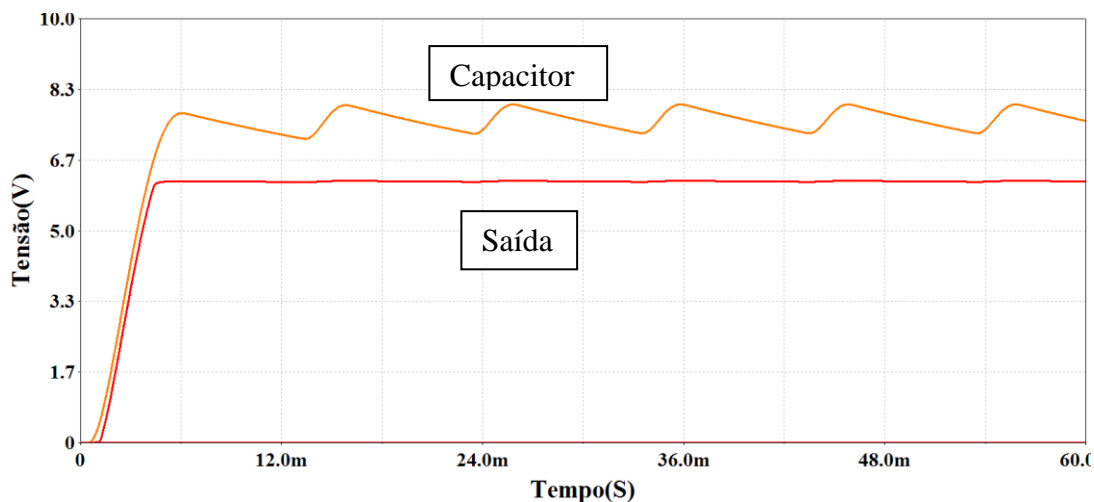


Figura 6 – Forma de onda da tensão sobre o capacitor (onda de cima) e da tensão de saída.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto neste artigo, é possível perceber que o ambiente computacional desenvolvido apresenta as ferramentas e condições necessárias para que o usuário possa produzir seu próprio projeto de fontes de alimentação, além de aprender sobre o tema ao longo do processo. O diferencial do programa consiste na estrutura de ajuda, que auxilia os usuários iniciantes no entendimento dos processos que compõem a elaboração e o dimensionamento de uma fonte de tensão linear.

A interatividade proposta no trabalho, aliada às características tutoriais, faz com que exista certa simplicidade no modo de visualizar os passos que ocorrem no dimensionamento

de uma fonte linear desde a etapa da entrada, quando o transformador recebe a corrente alternada, até a saída, quando a corrente é contínua.

Portanto, o trabalho possui os requisitos básicos para que qualquer usuário, iniciante ou avançado, possa entender, projetar e aplicar os conhecimentos obtidos na proposta das fontes de alimentação lineares. Além disso, é importante destacar o poder e o caráter tutorial, que torna o projeto ideal para o aprendizado e aplicação de conhecimentos dos estudantes de engenharia elétrica e profissionais relacionados à área de eletrônica, o qual teoria e prática são aliadas nesse processo.

5.1 Projeções futuras

Devido à vasta aplicabilidade do projeto, futuramente podem ser introduzidas diversas melhorias no programa. Algumas possibilidades nas quais já se pensa são: implementação de fontes de tensão simétricas, cálculo de proteção contra curtos-circuitos, aprimoramento dos modos de filtragem, melhoria nas formas de regulação usando a configuração Darlington e o amplificador de erro, entre muitos outros. Isso sem mencionar a facilidade na adição de novas opções em cada um dos blocos, devido ao fato de ter sido utilizada uma linguagem orientada a objetos. O objetivo é qualificar e quantificar o programa com mais recursos para que este seja uma referência no que diz respeito ao projeto de fontes lineares.

Agradecimentos

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) do MEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIPELLI, A. M. V.; SANDRINI, W. J. **Teoria e Desenvolvimento de Projetos de Circuitos Eletrônicos**. 7ª Ed. São Paulo: Érica, 1983.

CLOSE, C. M. **The Analysis of Linear Circuits**. N. York: Harcourt Brace Jovanovich, 1967.

DORMIDO, S. B. **Control Learning: Present and Future**. 15th Triennial IFAC World Congress, Barcelona, Spain, 2002.

ELLIOT, R. **Linear Power Supply Design**. Disponível em: <<http://sound.westhost.com/power-supplies.htm>> Acesso em: 10 fev. 2011.

ESPERIDON, J. A.; CÉSAR, T. C.; GOMES, F. J. Fontes de Tensão Lineares: Procedimentos Integrados de Cálculo, Análise e Otimização. Anais: **XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Rio Grande do Sul: UPF, 2006.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. **Learning and Teaching Styles In Engineering Education**. Engr. Education, 78(7), 674-681, 1988.

GILBERT, D.; MORGNER, T. **Jfreechart project**. Disponível em: <<http://www.jfree.org/jfreechart>> Acesso em: 02 abr. 2011.

GOMES, F. J.; *et al.* Transversalidade na Educação em Engenharia com a Web 2.0: O Projeto Energia Inteligente. Anais: **XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza: Gran Marquise, 2010.

JAVA. **Saiba mais sobre a tecnologia Java.** Disponível em: <www.java.com/pt_BR/about/>. Acesso em: 11 jan. 2011

O'HARA, K. J.; KAY, J. S. **Open Source Software and Computer Science Education.** Computing Sciences in Colleges, USA, v.18, n.3, p 1-7, 2003.

OSI. **The Open Source Definition.** Disponível em: <<http://www.opensource.org/docs/osd>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

PAIVA, E. **Transformadores.** Disponível em: <<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/eduardop/MqE/transformadores.pdf>> Acesso em: 13 fev. 2011.

SEDRA, A.S.; SMITH, K.C. **Microeletrônica.** 5ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

FOSS EDUCATIONAL PLATAFORM FOR THE LINEAR POWER SUPPLY DESIGN

Abstract: *The project aims to develop an interactive computing environment, based on a FOSS platform, with instructional characteristics, in order to scale a constant voltage source for supplying low-power electronics. This platform intends to act as a tool to aid teaching and learning in introductory courses in electronics, besides being useful for those interested in the area, such as designers of control circuit who demand a correct elaboration of a regulated source. The program consists of the four necessary blocks for the operation of a power supply, within which the user has the possibility to choose a pre-determined method, leaving the program to analyze these methods and thus provide the necessary components that are available on the market, which were cataloged in a database. Therefore, the computational environment as a whole provides a theoretical basis, regarding regulated sources, generating graphics of voltage, schematic figures of the circuit, apart from providing the necessary support for the electrical engineering student to make his own source in practice. Despite being a simple computational tool, it presents an embracing feature when it comes to projects of power supply, and can meet any user, beginner or advanced, who needs to supply any electronic circuit.*

Key-words: *Power Supplies, FOSS, Computing Environment, Education Platform.*