

## MINICURSO DE ANÁLISE DE CIRCUITOS NO MATLAB®

**Andréia Bispo do Nascimento**- andreia.nascimento@ee.ufcg.edu.br

**Arthur Cruz de Araújo** - arthur.araujo@ee.ufcg.edu.br

**Elvys Raposo Pontes** – elvys.pontes@ee.ufcg.edu.br

**Ilis N. A. Cordeiro** – ilis.cordeiro@ee.ufcg.edu.br

**João Paulo Ramos Agra Mélo**- joao.mello@ee.ufcg.edu.br

**Júlio César C. dos Santos** – julio.santos@ee.ufcg.edu.br

**Larissa Diniz** - larissa.diniz@ee.ufcg.edu.br

**Nayara Brandão de Freitas** - nayara.freitas@ee.ufcg.edu.br

**Priscila Dias Pereira** – priscila.pereira@ee.ufcg.edu.br

**Paola P. Furlanetto** – paola.furlanetto@ee.ufcg.edu.br

**Rayan L. B. França**- rayan.franca@ee.ufcg.edu.br

**Thyago Monteiro Sá** – thyago.pinto@ee.ufcg.edu.br

**Edmar C. Gurjão** – ecandeia@dee.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Av. Aprígio Veloso - 882

CEP: 58109-900, Campina Grande, PB

**Resumo:** Em 2008 o grupo PET-Elétrica da Universidade de Federal de Campina Grande (UFCG) iniciou um Minicurso de Análise e Simulação de Circuitos Elétricos no Ambiente MATLAB® com o propósito de atender às necessidades da graduação. Desde então foram executadas duas edições por ano. No entanto, notou-se que apesar dos excelentes resultados obtidos, o minicurso havia se limitado às necessidades da disciplina e dos alunos, subutilizando assim uma ferramenta de vasto potencial e extensa aplicabilidade. Concomitante a isto, observou-se a demanda dos alunos por um minicurso voltado ao uso do software de forma mais abrangente. O formato original das aulas e do material didático foi alterado a fim de atender aos novos requisitos. As alterações se basearam na adição de conteúdos. Os resultados finais foram quantizados através de questionários de avaliação preenchidos pelos alunos participantes e demonstraram o franco êxito da atividade. Neste trabalho é feita uma descrição do minicurso e os resultados obtidos, em termos da opinião dos participantes.

**Palavras-chave:** Engenharia Elétrica, PET, MATLAB®, Minicurso, Circuitos Elétricos.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O programa PET e o grupo PET-Elétrica UFCG

O PET (Programa de Educação Tutorial) é formado por um grupo de doze alunos de graduação e um professor tutor. O Grupo tem como intuito oferecer uma formação mais abrangente a seus membros, além de contribuir direta e indiretamente para melhoria do curso de graduação ao qual está vinculado.

Atualmente, a gestão do Programa é de responsabilidade da Coordenação de Relações Acadêmicas da Graduação do Departamento de Modernização e Programas da Educação Superior – DEPEM, que corresponde a uma divisão da Secretaria de Ensino Superior do Ministério da Educação – SESu/MEC [SESu/MEC, 2006].

As atividades desenvolvidas baseiam-se na tríade ensino, pesquisa e extensão, estando estes três princípios intimamente relacionados. Buscando assim ser uma ponte de conhecimentos entre a comunidade docente, discente e a sociedade como um todo.

Neste contexto, o grupo PET-Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) desenvolve na graduação de Engenharia Elétrica atividades como seminários, minicursos e clubes de montagem (montagens de circuitos sob a orientação dos participantes do grupo), dentre outras. Sempre pautado nas necessidades da graduação, o Grupo realiza e reformula atividades orientadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Neste panorama, destaca-se o Minicurso de MATLAB<sup>®</sup>, tema central deste artigo.

## 1.2 Motivação para a reformulação do Minicurso de MATLAB<sup>®</sup>

O MATLAB<sup>®</sup> (*Matrix Laboratory*) é um *software* interativo de alto desempenho bastante adequado à resolução de problemas matemáticos atuais, especialmente aqueles relacionados à Engenharia. Um ambiente que garante solução rápida de diversos problemas numéricos, evitando a necessidade de resolver cálculos extensos manualmente ou desenvolver um código em alguma linguagem de programação tradicional (a exemplo de C, C++ e Fortran) e, por conseguinte, otimizando o ganho de tempo.

Inicialmente, o Minicurso de MATLAB<sup>®</sup> foi estruturado visando auxiliar os graduandos em Engenharia Elétrica a utilizar esta ferramenta na análise e obtenção da resposta de circuitos a entradas pré-determinadas - um conhecimento essencial aos engenheiros eletricitas.

A atividade apresentou ótima repercussão e a apostila desenvolvida tornou-se referência no ensino de circuitos elétricos utilizando este *software*. Entretanto, o grupo PET-Elétrica percebeu a necessidade de ampliar o minicurso e oferecer maior ênfase às demais funcionalidades do MATLAB<sup>®</sup>. Conseqüentemente abordou-se temas não mais restritos à análise e resolução de circuitos elétricos, proporcionando uma abordagem mais geral e abrangente de utilização do *software*.

## 2 O MINICURSO

### 2.1 Descrição do projeto

Criado no ano 2008, o Minicurso de MATLAB<sup>®</sup> está em sua 5ª edição, e segue apresentando ampla aceitação por parte dos graduandos. Ele tem sido realizado semestralmente, sendo a sua última edição no período 2011.1.

O minicurso é organizado e ministrado por três integrantes do PET-Elétrica e tem uma carga horária de dezessete horas e meia, distribuídas em cinco aulas. Nestas, os alunos não só conhecem as ferramentas básicas do *software*, mas também aprendem a aplicá-las em problemas da Engenharia Elétrica, com ênfase para a análise de circuitos.

O material didático utilizado foi desenvolvido por membros do Grupo e é suscetível a reformulações, como a ocorrida em sua 5ª edição. O mesmo é disponibilizado de forma impressa e virtual, sendo referência em sites de busca.

A turma é composta por dez alunos que, a partir do semestre 2011.1, passaram a se inscrever por meio do site do Grupo. A inscrição é efetivada através do pagamento de uma taxa relativa à impressão do material didático.

As aulas são realizadas à noite, fora do horário letivo, em laboratórios do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE), que fornecem os aparatos necessários para a execução do minicurso.

## 2.2 Objetivos

Inúmeras disciplinas do curso de Engenharia Elétrica da UFCG requerem conhecimentos de MATLAB<sup>®</sup>. Entretanto não há um estudo preparatório intensivo e o graduando é apresentado à ferramenta de maneira limitada. Neste sentido, percebeu-se a necessidade de oferecer um minicurso complementar cujo objetivo é reparar tal carência; introduzir e exercitar algumas funcionalidades do programa utilizadas no curso com maior recorrência.

Mostra-se que as aplicações do *software* não se restringem aos exemplos ministrados nas disciplinas, sendo capaz de facilitar a resolução de diversos outros problemas de engenharia.

O minicurso também visa apresentar uma abordagem alternativa dos assuntos nos quais o MATLAB<sup>®</sup> é aplicável, apesar de não ser explorado no decorrer da graduação. Busca-se melhorar a compreensão dos conteúdos ministrados além de aumentar o interesse dos alunos, uma vez que exemplos relacionados à Engenharia Elétrica estimulam a curiosidade e participação (mesmo quando correspondem às disciplinas mais avançadas na grade curricular e ainda não estudadas).

## 2.3 Metodologia

O minicurso de MATLAB<sup>®</sup> é organizado de forma a auxiliar os alunos de graduação que estão matriculados ou já cursaram as disciplinas essenciais do quinto semestre, em especial a que aborda o conteúdo referente ao estudo de circuitos em regime permanente senoidal, fasores e filtros: *Circuitos Elétricos II da grade curricular em Engenharia Elétrica da UFCG*.

No início de cada semestre, durante o planejamento do grupo PET-Elétrica, são definidas a melhor data para realização do minicurso e o grupo de responsáveis - este é constituído por três petianos devidamente capacitados. As tarefas relacionadas à atividade serão subdivididas pelos mesmos e são constituídas por revisão e impressão das apostilas, inscrições, listas de presença, preparação de material extra para a aula e reserva de laboratório com infraestrutura adequada no DEE.

O trabalho de divulgação consiste em confeccionar cartazes atrativos e distribuí-los em vários ambientes da universidade, bem como divulgar na lista de emails da graduação de Engenharia Elétrica.

As pré inscrições são realizadas *online* no site do PET-Elétrica e os alunos devem confirmá-las mediante o pagamento de uma taxa, realizado em data marcada, na sala do Grupo. Tal valor corresponde à impressão e encadernação das apostilas.

A apostila contempla conteúdos básicos, iniciando com a apresentação do ambiente MATLAB<sup>®</sup>. Durante as aulas subsequentes os seguintes assuntos são abordados: operações com vetores e matrizes, gráficos 2D e 3D, resolução de sistemas lineares, números

complexos, operadores lógicos e relacionais, além da análise e representação de circuitos elétricos.

Destaca-se a importância de utilizar com maior eficiência os recursos do *software*, enfatizando, portanto, que se trata de um ambiente projetado para trabalhar com matrizes. Esta é uma constante nas aulas, uma vez que os estudantes estão habituados a linguagens como C e C++. Em todo o minicurso ressaltam-se, mediante exemplos e exercícios, as dificuldades transpostas quando a programação é direcionada à linguagem de alto nível própria do MATLAB®.

Inúmeros exercícios são propostos no decorrer das aulas, estas atividades despendem muito tempo justificando a elevada carga horária; o minicurso se estende por cinco dias e as aulas tem duração de três horas e meia. Os organizadores se dividem de modo a garantir no mínimo um ministrante e um monitor por dia, assegurando um treinamento voltado às dificuldades que porventura surjam em meio à realização das tarefas.

Ao término, um questionário avaliativo é entregue aos participantes. As opiniões e sugestões recebidas são fonte de melhoria para as edições subsequentes.

## 2.4 Descrição das edições

A conclusão da primeira edição do material didático ocorreu em outubro de 2008. Até tal data, o intuito da atividade era, apenas, sanar as deficiências ocasionadas pela inexperiência dos alunos com a utilização das ferramentas disponíveis no MATLAB® para a análise de circuitos. O material teórico constituía-se da introdução ao ambiente seguida pela aplicação da ferramenta na análise dos circuitos.

O material didático foi desenvolvido para atender às aulas, desta forma, o conteúdo disposto na apostila era visto, na íntegra, durante as exposições do conteúdo. No formato original havia quatro dias de aulas teóricas com breves exemplos práticos de aplicação e uma aula inteiramente dedicada a exercícios, ministrada no último dia.

No primeiro dia era ministrado o conteúdo referente à introdução incluindo uma exposição sobre sintaxe, constantes e operações básicas com matrizes e números complexos. Os demais encontros foram todos dedicados à aplicação na análise de circuitos. A segunda aula abordava a modelagem dos dispositivos elétricos básicos (resistor, capacitor, indutor e fontes de alimentação), na terceira o assunto visto incluía as formas de representação de circuitos elétricos no tempo e na frequência e a análise dos circuitos elétricos (através dos métodos de tensões de nó, correntes de malha, circuitos equivalente de Thévenin e Norton e superposição), esta era tradicionalmente a aula mais longa e mais cansativa devido ao caráter repetitivo dos métodos estudados e a lentidão para a resolução dos exemplos. Por fim, na quarta aula o assunto estudado envolvia resposta natural e ao degraú de circuitos RLC e potência complexa.

Apesar da intensa procura, era notável a evasão dos alunos no último encontro referente à resolução de exercícios práticos. Ao todo ocorreram cinco edições do minicurso, entre o segundo semestre de 2008 e o segundo semestre de 2010, neste mesmo formato com pequenas modificações apenas na ordem do conteúdo ministrado. O formato original das aulas atendia ao propósito de proporcionar aos participantes a experiência na utilização do *software*, fornecendo conhecimento de uma ferramenta assaz poderosa capaz de auxiliar no laboratório da disciplina e também na vida acadêmica e em estudos posteriores. O material teórico se tornou referência como um dos itens mais pesquisados em sites de busca para o propósito de utilização do MATLAB®.

As alterações foram executadas no primeiro momento do minicurso, relativo à apresentação e introdução do MATLAB®, além dos pontos abordados já citados anteriormente houve acréscimo de tópicos relativos ao tratamento de polinômios, à análise simbólica, aos gráficos em domínio discreto, coordenadas polares e em três dimensões e à programação com funções e operadores lógicos e relacionais, estruturas de controle de fluxo, funções e *scripts*. Além disso, houve também mudança quanto aos exemplos utilizados. Nas edições anteriores, era comum o uso dos exemplos sugeridos na apostila. Após a reformulação, novos exemplos foram incluídos com contextualização envolvendo outros conteúdos já conhecidos pelos alunos como transformada de Fourier, utilização de diodos e amplificadores operacionais, circuitos ressonantes e construção de sinais como o degrau e a rampa.

Os conteúdos foram reorganizados e a aula que, na edição original, se destinava exclusivamente aos exercícios foi distribuída ao longo da semana sem qualquer perda. Dada a nova configuração, a primeira aula, além do conteúdo original, passou a conter análise de polinômios e análise simbólica. A segunda abordou a construção dos gráficos, utilização de funções, operadores lógicos e relacionais. A terceira se restringiu à demonstração e utilização de laços e estruturas de controle de fluxo. A quarta foi destinada à modelagem dos constituintes básicos dos circuitos, análise nos domínios do tempo e da frequência e métodos de análise de circuitos. Por fim, a última discutiu resposta ao degrau e natural dos circuitos RL e RC e potência complexa.

### 3 RESULTADOS E ANÁLISE

Com base nos levantamentos das respostas dos questionários propostos, o PET-Elétrica fez uma avaliação da atuação do *Minicurso de Análise de Circuitos no MATLAB®*, diante da graduação, realizado no primeiro semestre de 2011.

Na inscrição para o minicurso exigiu-se como pré-requisito ter concluído ou estar cursando *Circuitos Elétricos II*, uma vez que as aulas oferecidas baseiam-se no conteúdo abordado nessa disciplina. Porém, como a inscrição foi realizada pela internet, não houve um controle rígido sobre o cumprimento desta exigência. Determinados estudantes, ignorando a advertência, se inscreveram sem possuir a base teórica necessária para o entendimento do minicurso, o que ocasionou certa dispersão destes alunos nas aulas que necessitavam dos assuntos especificamente relacionados à análise de circuitos. Além disso, mesmo alocando o minicurso fora do horário letivo, foi constatada a ausência em parte das atividades; faltas estas motivadas por outras responsabilidades da graduação.

Após a reformulação do minicurso os graduandos se mostraram ainda mais interessados, fato verificado em uma procura muito superior ao número de vagas ofertadas. Acredita-se que esta reação se deve ao conteúdo ser mais amplamente abordado, superando o que é proposto pela disciplina. Visto que esse *software* é de grande utilidade no decorrer da graduação e da vida profissional, forneceu-se aos alunos o conhecimento para aplicar os recursos do MATLAB® em outras situações.

O Grupo PET-Elétrica, buscando o aprimoramento de suas atividades, propôs aos dez participantes, ao fim da edição, um questionário de avaliação do minicurso. Os resultados obtidos oferecem uma visão geral e estão apresentados na Figura 1, os dados comprovam a qualidade e repercussão do referido minicurso.



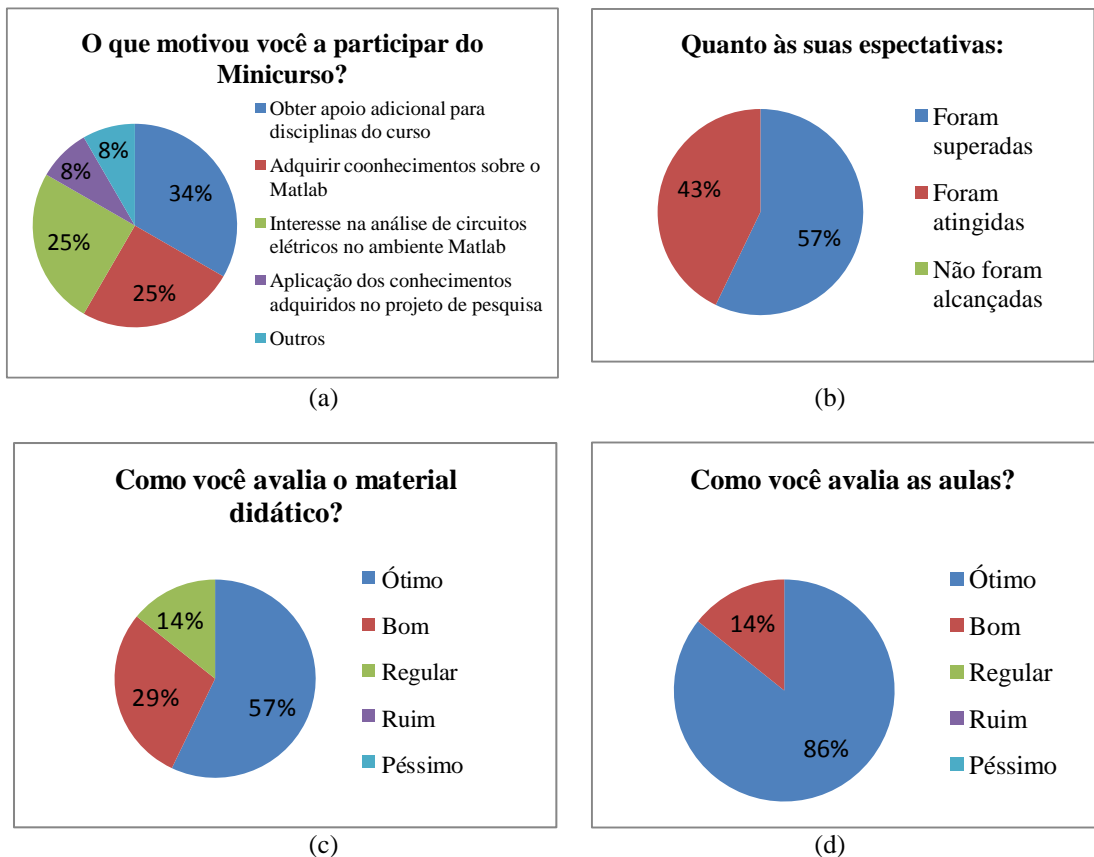


Figura 1 – Resultado da avaliação proposta à turma 2011.1.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Minicurso de Análise e Simulação de Circuitos Elétricos no Ambiente MATLAB®* tem sido executado pelo Grupo PET-Elétrica da UFCG desde 2008 com o propósito de fornecer conhecimento e experiência na utilização do *software*. Desde a primeira edição os resultados obtidos excederam as expectativas do Grupo tanto na procura quanto na avaliação e na qualidade do material teórico desenvolvido. Observando a necessidade de expandir o conteúdo abordado nas aulas, o Grupo PET-Elétrica efetuou modificações no formato original da atividade, a fim de proporcionar aos alunos um estudo mais abrangente sobre as utilidades da ferramenta além da análise e simulação de circuitos elétricos. Mais uma vez os resultados da atividade se mostraram excelentes, a avaliação realizada com os alunos não só mostrou que 86% consideram o material didático entre bom e ótimo como 86% avaliam as aulas como ótimas e 100% consideram que as expectativas foram atingidas ou superadas. O levantamento destes números quantifica o sucesso irrefutável do Minicurso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**PET Elétrica.** Disponível em <<http://pet.ee.ufcg.edu.br/>> Acesso em: 09 de agosto. 2011.

**MATLAB.** Disponível em <<http://www.mathworks.com/>> Acesso em: 09 de agosto de 2011.

## MINICOURSE OF CIRCUITS ANALYSIS IN MATLAB®

**Abstract:** *Since 2008 the group PET-Elétrica of the Federal University of Campina Grande (UFCG) has developed an Electric Circuits Analysis and Simulation in MATLAB® Short Course in order to comply with graduation requirements. Two editions had been implemented every year; they used to be extremely successful. However, the Group noted that despite of the excellent results obtained, the short course had been limited to the needs of discipline and students, not fully utilizing the vast potential and broad applicability tool. Parallel to this, there was the demand of students for a short course aimed to use the software more broadly. The original format of the classes and the material were modified. The changes were based on adding content. The final results were quantized through evaluation questionnaires filled by the students at the end of the classes. This evaluation had demonstrated the activity success.*

**Keywords:** *Electrical Engineering, PET, MATLAB®, Short Course, Electric Circuits.*