

O Desafio do Ensino de Circuitos Elétricos na Formação Básica em Engenharia Elétrica na UERJ

Nival Nunes de Almeida, D.Sc.*
Bernardo Severo da Silva Filho, M.Sc.*
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia

Rua São Francisco Xavier, 524, 5^o andar, Sala 5019-B
Maracanã - Rio de Janeiro – Brasil – CEP 20550 013

Resumo – Os conceitos desenvolvidos em Circuitos Elétricos se baseiam em princípios gerais aplicáveis a um grande número de técnicas de análise e de projeto, úteis também em outros campos das engenharias. Neste trabalho busca-se resumir algumas metodologias que vêm sendo empregadas no ensino das disciplinas de circuitos elétricos da Faculdade de Engenharia da UERJ.

Palavras-chaves – circuitos elétricos, educação em engenharia.

I. INTRODUÇÃO

O Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) possui cinco ênfases pertencentes a três departamentos:

- Departamento de Engenharia Elétrica:
 - Ênfase em Sistemas de Potência
 - Ênfase em Eletricidade Industrial;
- Departamento de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações:
 - Ênfase em Sistemas Eletrônicos
 - Ênfase em Sistemas de Telecomunicações;
- Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação:
 - Ênfase em Sistemas e Computação.

Um dos grandes desafios enfrentados pelos três departamentos da área elétrica consiste em definir a estrutura básica do que venha a ser o ensino de Circuitos Elétricos, integrante da formação comum às cinco ênfases. O maior problema repousa, ainda, na metodologia empregada e não no estabelecimento do conteúdo das primeiras cadeiras cursadas por todas as ênfases.

Assim, razões históricas justificam alguns enfoques setoriais que, ao longo do tempo, vêm centrando o interesse em certos assuntos pontuais, como por exemplo, o regime permanente e senoidal, muitas vezes em detrimento da sua abordagem mais ampla, que permita chegar aos outros

tratamentos como um caso particular da teoria geral de circuitos.

Uma outra questão resulta da dificuldade de transmitir aos alunos uma visão integrada das técnicas de sistemas lineares, topologia, de cálculo numérico e de outros conhecimentos desenvolvidos na formação básica, cursada em disciplinas da Física e da Matemática.

Outro aspecto que pode ser destacado, e bastante comum em outras disciplinas, é a dificuldade e até a ausência de contextualização do conhecimento, impedindo uma abordagem que envolva o aluno com problemas simples do cotidiano. Por exemplo, entender como uma bateria elétrica possa ser representada por um modelo de fonte de tensão ideal associada a um elemento dissipador de energia.

Vale, também, registrar que nos primeiros cursos, início dos anos sessenta, o regime era seriado e basicamente a bibliografia adotada era Corcoran [1]. Posteriormente, no final dos anos sessenta, já se utilizava o Close [2] como bibliografia básica e o Desoer [3] como complementar. Nos anos setenta, a metodologia teoria-prática foi aperfeiçoada, inserindo exercícios preparatórios antes das aulas de laboratório. No entanto, essa abordagem ficou prejudicada já que foi constatada uma cultura de cópia de preparatórios dos anos anteriores.

Atualmente, o curso compreende duas disciplinas semestrais na área: Circuitos Elétricos I e Circuitos Elétricos II, cada uma de 5 créditos / 90 horas, correspondendo a quatro aulas teóricas e duas de laboratório por semana. A bibliografia básica é ainda Close [2], e as complementares são: Quevedo [4], Jonhson [5] e Nilsson [6].

II. METODOLOGIA ATUAL

Hoje, com o desenvolvimento de modernas ferramentas computacionais, e melhores interfaces humano-máquinas, os estudantes têm tido oportunidades cada vez mais eficientes em ampliar seus conhecimentos através do uso de

* Professores do Curso de Engenharia Elétrica da UERJ
e-mail: nival@uerj.br
severo@uerj.br

simuladores. No entanto, temos verificado que esse lúdico computacional tem-se mostrado ineficaz, pois o estudante se abstrai por demais do mundo real. Diante deste fato, procuramos conjugar o trinômio teoria-simulação-prática de forma mais eficiente.

Nesse sentido, em sala de aula apresentamos o fenômeno físico, via experimento, e construímos a teoria através de modelos, cujos comportamentos aproximam os resultados esperados com base no conhecimento desenvolvido nesta parte teórica. Por exemplo, fazemos a análise de circuitos a partir de redes puramente resistivas até a inclusão de elementos armazenadores de energia.

Ao ingressar na disciplina de Circuitos Elétricos I, o estudante já tem conhecimentos de alguns componentes e de instrumentos básicos de eletricidade: Multímetro e Osciloscópio. Nesta fase, apresentamos a ferramenta EWB¹, pois este ambiente possui uma excelente interface gráfica com o usuário, e simulamos circuitos com interesse prático, por exemplo, em eletrônica, i.e., com elementos passivos e fontes dependentes. Ao final de Circuitos Elétricos I os estudantes são levados a desenvolver trabalhos usando uma outra ferramenta: PSPICE² (versão do SPICE para computadores PC compatíveis).

Em Circuitos Elétricos II, utilizamos também a ferramenta Matlab³, que permite simulações de circuitos envolvendo assuntos tais como: Espectro de Freqüência e Diagramas de Bode.

No tocante às aulas de Laboratório, são empregados fundamentalmente os mesmos equipamentos básicos utilizados nas simulações e o aluno é incentivado a estabelecer a correlação entre modelo e objeto concreto. Existe ainda, contudo, dificuldade em sincronizar a prática de laboratório com o encadeamento da apresentação teórica. Isto se traduz em uma perda importante da eficácia esperada. Apesar do planejamento elaborado em comum acordo entre os professores de teoria e prática, muitas vezes há dificuldade em adotar uma seqüência que permita utilizar as quinze semanas com atividade experimental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais recentemente tentamos abordagens teóricas encontradas em Orsini [7] e Burian [8] cujo resultado ainda não se mostrou totalmente viável para aplicação na UERJ. Isto foi identificado muito mais em função de lacunas de formação em disciplinas cursadas pelos estudantes nos institutos básicos do que da abordagem propriamente dita. A forma de contornar essas dificuldades foi a de desenvolver temas relevantes, necessários à modelagem mais abrangente, na disciplina de Análise de Sistemas Físicos. Assim, tópicos da teoria geral de sistemas lineares e, em particular, as técnicas baseadas em variáveis de estado, são desenvolvidos nesta disciplina.

Além disso, o modo de formulação das questões elaboradas nos diversos ENC (Exame Nacional de Cursos)

a partir de um envolvimento do estudante com situações do cotidiano, tem-se mostrado muito interessante. Isto pode ser verificado no relatório dos coordenadores de cursos [9]. Assim, estamos tentando aplicar este tipo de formulação em nossas provas onde o aluno é motivado a desenvolver sua capacidade de análise e de interpretação. Contudo, os estudantes, ainda resistem a este modo de apresentação das questões, em função de hábitos de aprendizado calcados em formulações do tipo: *Resolva, Calcule, Determine ...* Não obstante, temos observado nos relatórios institucionais emitidos pelo INEP, um aproveitamento, de nossos estudantes, relativamente acima da média nacional nas questões de circuitos elétricos.

Por outro lado, o Programa REENGE⁴ permitiu a elaboração de um ambiente laboratorial de graduação dotado de recursos que reforçam a metodologia teoria-simulação-experimentação. Foi desenvolvida uma plataforma baseada no Pícolog⁵, cuja utilização será reforçada no próximo semestre. A plataforma consiste num conjunto de baixo custo e de utilização bastante amigável, constituída por uma placa de aquisição de dados conectada a um microcomputador e de um sistema de programação, que permite efetuar medições e análises obtendo relatórios que podem ser recuperados e reutilizados. Um exemplo interessante é a sua aplicação na análise espectral e de transitórios.

Finalmente, os resultados alcançados até o momento evidenciam a ocorrência de uma evolução razoável do aprendizado nas disciplinas de circuitos elétricos por parte dos alunos e, de certa forma, vêm se consolidando numa maior motivação dos docentes envolvidos na área.

REFERÊNCIAS

- [1] Kerchner, Russell M. e Corcoran, George F., Alternating-Current Circuits. John Wiley & Sons. New York. 1960.
- [2] Close, Charles M., The Analysis of Linear Circuits. 1966.
- [3] Desoer, Charles A. e Kuh, Ernest S., Basic Circuit Theory. New York. McGraw-Hill. 1967.
- [4] Quevedo, Carlos P., Circuitos Elétricos. Ed. Guanabara Dois. Rio de Janeiro. 1983.
- [5] Johnson, D.E., Hilburn, J.L., Johnson, J.R., Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos. Ed. Prentice-Hall do Brasil Ltda. Rio de Janeiro. 1994.
- [6] Nilsson, J.W., Riedel, S.A., Circuitos Elétricos. Ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 1999.
- [7] Orsini, Luis Q., Curso de Circuitos Elétricos. Ed. Edgard Blucher. São Paulo. 1991.
- [8] Burian Jr., Yaro, Circuitos Elétricos. Editora da Unicamp. Campinas. 1993.
- [9] Relatório Síntese do ENC2000 - Engenharia Elétrica/INEP - Ministério da Educação.

¹ Electronics Workbench, TM: Interactive Image Technologies Ltd.

² PSPICE, TM: MicroSim Corporation

³ Matlab, TM: The MathWorks, Inc.

⁴ Reestruturação do Ensino de Engenharia - Programa do governo brasileiro para melhoria do ensino de engenharia

⁵ Pícolog, TM: Pico Technology