

Resenha de Livro: Circuitos Elétricos, Magnéticos e Teoria Eletromagnética, por Yaro Burian Jr.

Ábaco Livraria Ltda., Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP, Campinas, 1996, 101 páginas, ISBN: 85-900041-1-0.

Este livro trata dos temas clássicos que se aprende num curso de engenharia elétrica. Mas ele o faz de forma a abrir a mente do estudante para aspectos que geralmente são deixados de lado pela maior parte dos livros.

O livro começa tratando dos conceitos de corrente e de tensão que são fundamentais para a teoria de circuitos elétricos. Para apresentar o conceito de corrente elétrica o autor faz uma analogia hidráulica (corrente sendo considerada análoga à vazão de um fluido pouco compressível como a água através de uma canalização). A tensão elétrica pode ser considerada nesta analogia como análoga à pressão, com as cargas livres sendo análogas à massa do fluido. Após esta analogia física apresenta as formulações matemáticas destes conceitos. Trata em seguida de resistência e de força eletromotriz. O último aspecto são as leis de Kirchhoff, formuladas em 1845.

Outro capítulo trata das equações de Maxwell. Este é um outro aspecto da teoria eletromagnética estudado por intermédio dos campos elétrico e magnético. Um aspecto importante deste capítulo é o estudo de validade das leis de Kirchhoff no caso de correntes variáveis. Para isto utiliza as equações de Maxwell e como podem-se derivar a partir dela leis gerais para a teoria de circuitos. Discute então o conceito de corrente, introduzindo e explicando de forma clara a corrente de deslocamento de Maxwell. Apresenta ainda em que situações pode-se desprezar esta corrente em relação à corrente de condução usual, isto é, para que ordens de grandeza da frequência de oscilação da corrente isto pode ser feito.

Trata então de circuitos em regime não estacionário, introduzindo também o conceito de capacitor. Um aspecto novo e extremamente rico deste livro é a discussão detalhada do cálculo e medida da tensão em presença de fluxos magnéticos variáveis. O autor discute experiências que realizou na época em que ainda era estudante no Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. Nestas experiências um laço formado por dois resistores diferentes contornava uma perna de um núcleo de transformador ligado à rede elétrica. As tensões medidas entre os dois nós do laço de resistores, pelos dois lados, dão resultados diferentes. Este é um fenômeno extremamente curioso já que a tensão entre os mesmos pontos, medida por caminhos diferentes, dá resultados diferentes. A explicação deste aparente paradoxo é feita de forma clara e didática no livro. Este exemplo auxilia na compreensão dos conceitos fundamentais da teoria eletromagnética.

Em seguida a isto vem toda uma discussão das linhas de transmissão, com capacitâncias e indutâncias distribuídas. A matemática do problema é desenvolvida, discutindo-se a velocidade de propagação do sinal, em geral da ordem da velocidade da luz no vácuo. Vem então a pergunta mais importante e instigante de todo o livro, embora numa nota de rodapé (p. 54): "É possível, para alguma geometria de linha, ter valores de capacitância e indutância por unidade de comprimento menores, que levassem a uma velocidade de propagação maior?" Ou seja, poderíamos esperar a propagação de um sinal eletromagnético a velocidades superluminais para alguma geometria específica? O autor não fornece nenhuma discussão sobre esta questão fundamental. Vale aqui ressaltar que Kirchhoff chegou não apenas nas leis dos circuitos elétricos mas foi dos primeiros a formular a equação de ondas

para um sinal propagando-se ao longo de um fio condutor. Fez isto baseado na eletrodinâmica de Weber, sem os conceitos de tempo retardado nem de corrente de deslocamento. Publicou seus resultados em 1857, sete anos antes de Maxwell chegar em resultados análogos através dos conceitos de campos elétrico e magnético. Os dois trabalhos fundamentais de Kirchhoff neste sentido (um de 1850 em que mostra a compatibilidade da lei de Ohm com a eletrodinâmica de Weber e o outro de 1857 em que deriva a equação do telegrafista para propagação de sinais ao longo de um condutor) já se encontram traduzidos para o inglês, [1] - [2].

Discute então os multicapacitores e chama a atenção para a nomenclatura e trabalho de James Clerk Maxwell neste sentido. Faz todo o tratamento dos circuitos magnéticos em analogia aos elétricos, chegando às leis de Kirchhoff para circuitos magnéticos e ao transformador ideal. No final do livro há uma bibliografia com alguns dos principais textos didáticos sobre o assunto. Um índice ao final do texto é bastante útil para se localizar tópicos específicos.

O autor formou-se em engenharia no Instituto Tecnológico de Aeronáutica durante seus áureos tempos, onde também obteve seu mestrado. O doutorado foi obtido na Universidade de Toulouse, na França. É professor titular na Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP desde 1971, continuando a lecionar e a pesquisar desde então. Já ministrou diversos cursos de teoria eletromagnética e de circuitos elétricos a nível de graduação e de pós-graduação. Publicou o livro Osciladores Eletrônicos em 1972. Seu outro livro, Circuitos Elétricos, já saiu em três edições: 1977, 1991 e 1993.

Creio que o presente livro pode ser adotado com proveito como um texto complementar nos cursos de engenharia elétrica, física e matemática. Qualquer professor ou estudante que se interesse por circuitos elétricos, pela teoria eletromagnética e pelos limites da teoria de circuitos vai certamente se beneficiar com o estudo desta obra.

André Koch Torres Assis, Instituto de Física, UNICAMP, 13083-970 Campinas, SP, homepage: <http://www.ifi.unicamp.br/~assis>

[1] G. Kirchhoff, On a deduction of Ohm's law in connexion with the theory of electrostatics, Philosophical Magazine, vol. 37, pp. 463-468 (1850).

[2] G. Kirchhoff, On the motion of electricity in wires, Philosophical Magazine, vol. 13, pp. 393-412 (1857).

