УДК 004.942

В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, Я.А. Волжанская

Структура и задачи интерактивного учебника по курсу «Теоретические основы электротехники»

Работа посвящена выявлению задач и построению структуры интерактивного учебника по курсу «Теоретические основы электротехники», реализованного на базе расчетно-моделирующей среды МАРС. Интерактивность достигается путем демонстрации алгоритмов получения моделей и решения задач студенту и проведением различных компьютерных экспериментов, в ходе которых в автоматизированном режиме производится построение и исследование различных математических моделей электрических схем на основе метода компонентных цепей и графоаналитической информации об рассматриваемой цепи.

Ключевые слова: математические модели, автоматизация процесса обучения, компьютерное моделирование, граф электрической цепи, узловая матрица, контурная матрица.

Введение

В настоящее время в процесс обучения техническим дисциплинам внедряется множество программных средств, предназначенных для автоматизации различных форм обучения. Широкое распространение получили разнообразные компьютерные задачники и виртуальные лаборатории, реализованные на основе средств автоматизации математических вычислений и систем компьютерного моделирования. Недостатком этих систем для реализации интерактивных учебников по техническим дисциплинам, в том числе и по курсу «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ), является невозможность получать и визуализировать математические модели для различных объектов.

В данной работе рассматривается структура интерактивного учебника по курсу ТОЭ, реализованного в составе «Автоматизированного учебно-методического комплекса» на основе расчетно-моделирующей среды МАРС.

Структура интерактивного учебника

На кафедре ТОЭ ТУСУРа развивается расчетно-моделирующая среда МАРС (РМС МАРС) [1]. В ее состав входят реализованные на основе единого метода компонентных цепей (МКЦ) [2] система компьютерного моделирования МАРС и система автоматизации математических вычислений «Макрокалькулятор». Совокупность этих систем позволяет автоматизировать эксперименты над различными техническими объектами, в том числе над электрическими цепями, производя визуализацию значений их переменных и характеристик во временной и частотной области.

Интерактивность учебника по курсу ТОЭ заключается в появлении возможностей автоматизированного построения, визуализации и расчета различных математических моделей, которыми описываются электрические цепи (ЭЦ), а также в визуализации различных отчетных форм, используемых при анализе цепей. Математическими моделями, изучаемыми в рассматриваемом курсе, являются системы уравнений, составленные на основе законов Ома и Кирхгофа, а также уравнения и системы, составленные по методам контурных токов и узловых потенциалов и на основе других методов анализа цепей. Получение данных моделей и демонстрация работы методов основаны на топологическом анализе ЭЦ, в основе которого лежат получение и преобразование графа ЭЦ.

Интерактивный учебник по курсу «Теоретические основы электротехники» должен позволять:

– предоставлять возможность изучения теоретического материала в текстовом и графическом виде;

– получать, рассчитывать и экспериментировать с различными математическими моделями электрических цепей на основе графоаналитического анализа цепей;

– выполнять автоматизированные топологические преобразования ЭЦ;

– на основе анализа ЭЦ рассчитывать и визуализировать различные диаграммы, характеризующие процессы в них.

Для реализации данных возможностей структура интерактивного учебника по курсу ТОЭ (рис. 1) должна содержать:

– *Электронный учебник*, позволяющий визуализировать статическую текстовую, математическую и графическую информацию, представляющую собой теоретический материал курса;

– *Расчетно-моделирующую среду МАРС* (РМС МАРС), позволяющую автоматически формировать и редактировать различные модели ЭЦ, используя МКЦ и графоаналитические преобразования.

Для реализации всех задач РМС МАРС в рамках интерактивного учебника, в ее состав включены:

– *Входной редактор схем*, позволяющий вводить и редактировать принципиальные схемы ЭЦ, представленных в формате МКЦ.

– *Универсальное вычислительное ядро* [3], позволяющее производить моделирование ЭЦ в статическом и динамическом (во временной и частотной области) режимах;

– *Библиотека моделей компонентов,* включающая в себя модели основных компонентов ЭЦ, изучаемые в курсе ТОЭ.

– *Система визуализации и обработки результатов экспериментов,* обеспечивающая автоматизированную обработку экспериментальных данных, полученных универсальным вычислительным ядром.

– *Блок графоаналитических преобразований,* позволяющий на основе компьютерной модели ЭЦ, представленной в формате МКЦ, производить графоаналитические преобразования, направленные на получение различных моделей ЭЦ, изучаемых в курсе ТОЭ.

– *Система автоматизации вычислений* – применяется для визуализации, расчета и исследования моделей, полученных блоком графоаналитических преобразований.

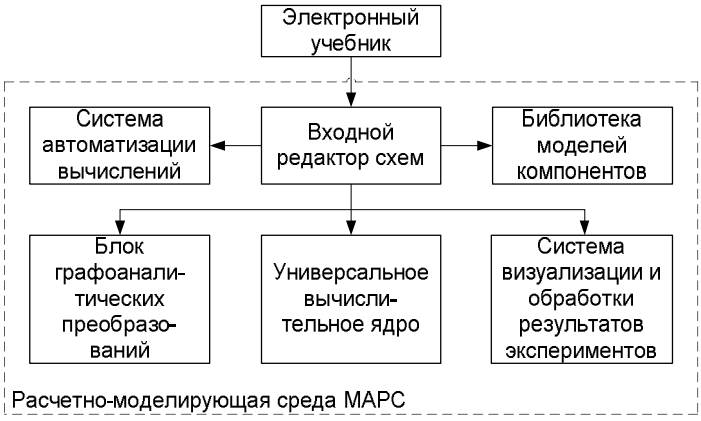

Рис. 1. Структура интерактивного учебника по курсу «Теоретические основы электротехники»

Таким образом, РМС МАРС, дополненная блоком графоаналитических преобразований ЭЦ, позволит реализовать интерактивный учебник по курсу ТОЭ, в рамках которого каждый студент получит возможность на основе компьютерной модели ЭЦ, представленной в формате МКЦ, получить разнообразные математические модели ЭЦ и произвести их расчет и экспериментирование над ними.

Алгоритмы графоаналитического анализа электрических схем методом компонентных цепей

Метод компонентных цепей (МКЦ) [2], являясь методом объектно-ориентированного компьютерного моделирования, позволяет представить любой физический объект, в том числе и любую электрическую цепь в виде

$$C = (K, B, N),$$

где K – множество компонентов цепи; B – множество всех связей компонентов из K; N – множество узлов цепи.

Формирование топологических уравнений модели ЭЦ производится согласно МКЦ для каждого из узлов, исключая базисный. Каждый компонент для каждого своего узла в топологический массив *M1* сохраняет пару значений:

$$(\alpha_j \cdot B_j, N_i),$$

где N_i – номер узла; B_j – номер ветви, инцидентной узлу N_i; α – коэффициент, который принимает -1, если ветвь B_j выходит из узла N_i, и $+1$, если ветвь B_j входит в узел N_i.

В ТОЭ для получения различных математических моделей ЭЦ нашли широкое применение две топологические матрицы – узловая и контурная. Узловую матрицу ЭЦ можно построить на основе информации о цепи, хранящейся в матрице $M1$. Считая узловую матрицу A, в которой число строк соответствует числу узлов, исключая базисный, а число строк – числу ветвей цепи, изначально заполненной нулями, попарно выбираем элементы из матрицы $M1$. Номер узла будет соответствовать номеру строки, а номер ветви будет соответствовать номеру столбца матрицы, куда необходимо записать единицу со знаком ветви из рассматриваемой пары.

Для построения контурной матрицы необходимо разработать алгоритмы поиска дерева цепи для определения системы независимых контуров и построения контурной матрицы.

Построенные матрицы для любой электрической цепи позволят автоматически сформировать уравнения законов Кирхгофа, а также системы уравнений по различным методам расчета разветвленных ЭЦ. Разработанные алгоритмы значительно расширят как возможности самой РМС, так и представления студентов о методах анализа цепей в рамках интерактивного учебника.

Заключение

В данной статье на основе анализа курса «Теоретические основы электротехники», изучаемого большинством технических специальностей вузов, расчетно-моделирующей среды МАРС предложена структура интерактивного учебника. Отличие разрабатываемого учебника от существующих учебных материалов состоит в том, что обучаемый, используя его, может автоматически получать и исследовать разные математические модели изучаемых в курсе объектов, соответствующие изучаемым методам их анализа.

Литература

1. Среда моделирования МАРС // В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко и др. – Томск: В-Спектр, 2007. – 295 с.

2. Дмитриев В.М. Автоматизация моделирования промышленных роботов / В.М. Дмитриев, Л.А. Арайс, А.В. Шутенков. – М.: Машиностроение, 1995. – 304 с.

3. Дмитриев В.М. Архитектура универсального вычислительного ядра для реализации виртуальных лабораторий / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.В. Ганджа // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2004. – № 2. – С. 24–28.

Дмитриев Вячеслав Михайлович
Д-р техн. наук, проф., зав. каф. ТОЭ ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-39-15
Эл. почта: decan@toe.tusur.ru

Ганджа Тарас Викторович
Канд. техн. наук, доцент ВКИЭМ ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-39-15; 8-913-846-11-77
Эл. почта: gandga@toe.tusur.ru

Волжанская Яна Александровна
Студентка 5 курса ТУСУРа

Dmitriev V.M., Gandsha T.V., Volzanskaja Ja.A.

Structure and tasks of interactive tutorial on the course «Theoretical foundations of electrical engineering»

The paper is devoted to identifying problems and building the structure of the interactive tutorial on the course «Theoretical foundations of electrical engineering», which is realized on the basis of calculation and modeling environment MARS. The interactivity is achieved through demonstrating algorithms of models construction and problems solution for students, and conducting various computer experiments. In the course of the experiments,construction of various mathematical models of electrical circuits, which uses the component circuits technique and graphic-analytical information on the circuit analyzed, is carried out in automatic mode.

Keywords: mathematical models, automation of training process, computer modeling, circuit graph, nodal matrix, contour matrix.