

В результате были получены критериальные уравнения, описывающие теплообмен при кипении на оребренных поверхностях с погрешностью $\pm 15\%$, и установлено, что профиль ребра практически не влияет на средний по ребру коэффициент теплоотдачи.

Литература

1. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении. – Киев: Наукова думка, 1980. – 316 с.
2. Толубинский В.И. Скорость роста паровых пузырей при кипении жидкостей //Изв. вузов. Энергетика. – 1963. – № 10. – С. 76-83.
3. Перкинс А., Уэстуотер Дж. Вопросы физики кипения. – М.: Мир, 1964. – С. 258-281.
4. Керн Д., Краус А. Развитые поверхности теплообмена /Пер. с англ. – М.: Энергия, 1977. – 464 с.
5. Овсянник А.В., Вальченко Н.А., Дробышевский Д.А., Новиков М.Н., Коршунов Е.А. Кипение ацетона на горизонтальных трубах с поперечным оребрением в кольцевом канале //Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2002. – № 2, С. 31 -37.
6. Овсянник А.В., Вальченко Н.А., Дробышевский Д.А., Новиков М.Н., Коршунов Е.А. Кипение ацетона на горизонтальных трубах с продольным оребрением в кольцевом канале //Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2002. – № 3.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

С.В. Никитин, Ю.Л. Маханов, Д.А. Петрошенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Бычкова Л.Г.

Задача анализа электрических цепей заключается в определении токов отдельных ветвей или напряжений между двумя любыми узлами цепи. При этом задаются конфигурации цепей, параметры ветвей и источники питания. Методы расчета цепей базируются на законах Кирхгофа. Очевидно, что разветвленная цепь, содержащая большое количество узлов и контуров, требует для расчета большого количества уравнений и, соответственно, большого объема вычислений. Понятно, что решение таких «большеразмерных» задач нужно возлагать на ЭВМ. Стремительное развитие вычислительной техники, в свою очередь, оказывает влияние и на все дисциплины, в которых излагаются различные методы технических расчетов, в том числе и на курс «Теоретические основы электротехники». Применяемые в этом курсе методы анализа цепей получили новое развитие в результате использования матрично-топологических способов записи уравнений. Эти формы записи отличаются простотой составления матриц, а однотипность и формализованность математических операций над матрицами позволяют использовать для решения этих уравнений электронные вычислительные машины.

В работе представлен блок программ, выполненных в диалоговом режиме и позволяющих рассчитывать установившиеся режимы в линейных цепях при постоянных и синусоидальных источниках питания, переходные режимы при воздействии постоянных во времени, синусоидальных и периодических несинусоидальных сигналах, выполнять разложение в ряд Фурье сигналов трапециидальной и произвольной формы; выполнять аппроксимацию нелинейных характеристик. Блок программ используется при расчете курсовых и расчетно-графических работ, а также при подготовке и обработке лабораторных работ на кафедре ТОЭ ГГТУ им. П.О. Сухого.

Для программирования была использована среда объектного программирования Delphi 6. При выборе данной среды программирования мы руководствовались следующими пунктами:

- простота и надежность как в использовании, так и при разработке продукта;
- широкие возможности в управлении: удобный пользовательский интерфейс и работа с длинными именами файлов;
- быстрота обработки данных;
- небольшая емкость, занимаемая на диске;
- визуальная красота получаемого продукта.

Отличия от предыдущей версии программы:

1. Использован графический интерфейс Windows в отличие от вымершего текстового DOS-интерфейса.
2. Добавлена поддержка манипулятора типа «мышь», что облегчает работу с программой.
3. Все расчеты пользователя за сеанс по его желанию сохраняются в один файл, что позволяет кардинально уменьшить количество хранимых на диске файлов и упростить поиск файлов конкретного студента.
4. Одним из главных неудобств предыдущей версии программы было то, что если при вводе данных где-либо была допущена ошибка, приходилось вводить все данные заново. В данной версии можно изменять данные в любой момент времени и наглядно следить за результатами расчетов (вычисления производятся «на лету», т. е. как только изменился один из параметров на экране, система пересчитывает результат и выводит новый ответ). Экран разделен на 2 окна. На левой панели вводятся исходные данные, а на правой – отображается результат расчета.

При запуске, блок программ спрашивает имя, фамилию и учебную группу пользователя, которые будут отражены на распечатке результатов работы программы на принтере. Далее идёт выбор подпрограммы, с которой будет начата работа с блоком программ. Затем загружается само рабочее окошко. Далее во время работ программы, если надо рассчитать что-либо другим методом, достаточно зайти в меню и выбрать необходимый метод, данные расчетов предыдущего метода программа не забывает. Таким образом можно все расчеты курсовой или любой другой работы сохранить в один файл и не задумываться о том, что при переносе своих файлов по какой-то причине на другой компьютер можно потерять файл с одним из методов.

Программы, входящие в блок программ:

1. Метод контурных токов. Постоянный ток.
2. Метод узловых потенциалов. Постоянный ток.
3. Метод контурных токов. Переменный ток.
4. Метод узловых потенциалов. Переменный ток.
5. Аппроксимация.
6. Разложение в ряд Фурье треугольной функции.
7. Вычисление переходных процессов в линейных цепях постоянного тока методом переменных состояния.

Уравнения контурных токов и узловых потенциалов (программы 1-4) формируются в матрично-топологической форме. Структура электрических цепей определяется способом соединения элементов, но не зависит от типа элементов. Поэтому указанную структуру можно изучать по абстрактным графическим схемам цепи, на которых не отображается тип элементов. Такие схемы называют графами электрических цепей. Структура графа может быть описана в алгебраической форме в виде топологических матриц, содержащих единицы и нули. Топологическая матрица постоянна для данной схемы. Параметры ветвей вводятся матрицами сопротивлений (или проводимостей) ветвей, матрицами ЭДС и токов источников тока ветвей. Матрично-топологические способы записи уравнений удобны простотой и формализованностью составления мат-

риц, входящих в уравнения, а однотипность математических операций над матрицами позволяет использовать для решения этих уравнений ЭВМ.

Задача аппроксимации нелинейных характеристик актуальна при аналитическом способе расчета нелинейных цепей. Аппроксимация заключается в определении тем или иным способом аналитической зависимости (формулы) между электрическими переменными, описывающими данный элемент, приближенно, но с заданной степенью точности, изображающей реальную (экспериментальную) характеристику элемента, заданную графически или таблично. В качестве аппроксимирующих аналитических зависимостей чаще всего используется полином степени m . Определение коэффициентов полинома удобно определять методом наименьших квадратов, который реализуется с помощью ЭВМ (программа 5). По этому методу коэффициенты a_0, a_1, \dots, a_m аппроксимирующего полинома $U = a_0 + a_1i + a_2i^2 + \dots + a_mi^m$ определяются из условия обеспечения минимума квадратов отклонений в заданных (выбранных) точках аппроксимирующей (приближенной) и аппроксимируемой (точной) характеристик. Результат расчета выводится в виде таблиц значений коэффициентов и графика аппроксимирующего полинома.

Результаты расчета коэффициентов ряда Фурье (программа 6) выводятся в виде таблиц коэффициентов и графика суммы гармонических составляющих.

Метод переменных состояния основан на решении системы дифференциальных уравнений первого порядка, приведенных к форме Коши относительно производных для величин, называемых переменными состояния. Количество переменных состояния, а следовательно и число уравнений системы, должно быть равно порядку дифференциального уравнения, которым описывается рассчитываемая схема, т. е. количеству независимых накопителей энергии. Следует помнить, что если в послекоммутационной схеме имеются контуры, состоящие только из емкостей и идеальных источников ЭДС или сечения, содержащие только индуктивности и источники тока, то каждый такой контур или сечение уменьшают на единицу порядок дифференциального уравнения. В качестве переменных состояния обычно выбираются токи в независимых индуктивностях и напряжения независимых конденсаторов, т. е. те величины, начальные значения которых определяются из законов коммутации. Для того чтобы получить расчетную систему дифференциальных уравнений в переменных состояния, целесообразно сначала записать полную систему уравнений по законам Кирхгофа в дифференциальной форме, затем исключить из уравнений все неизвестные, кроме токов через индуктивности и напряжений на емкостях (и их производных), после чего следует записать полученные уравнения в форме Коши. Сам расчет очень трудоемкий, поэтому и удобно использовать программу (программа 7), в которую вводя время переходного процесса, основную матрицу связи, матрицу связи между входом цепи и переменным состоянием и матрицу начальных условий, получаем результат. Результаты расчета переходных процессов метода переменных состояний выводятся в виде таблиц и графиков переменных состояний и их производных.

Блок программ позволяет быстро, удобно и точно выполнить расчетную (цифровую) часть студенческих заданий, а преподавателям – проверку предоставленных работ.

Разработанный блок программ внедрён в учебный процесс на кафедре ТОЭ и используется при расчете курсовых работ, расчетно-графических работ, при обработке экспериментальных данных, полученных при выполнении лабораторных работ.