

Список цитированных источников

1. Абрамов, И.И. Численное моделирование элементов интегральных схем / И.И. Абрамов, В.В. Харитонов; под ред. А.Г. Шашкова – Мн.: Высш.шк., 1990. – С. 224.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1986. – С. 247.
3. Mathcad 6.0 Руководство пользователя. – М., Мир, 1996. – С. 658.

УДК 002:372.8

Борисюк И.Г., Минько Н.А.

Научный руководитель: зав. кафедрой Парфомук С.И.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННЫХ И ПОСТОЯННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ

Целью настоящей работы является разработка программы в системе программирования Delphi, которая по созданной электрической схеме будет динамически рассчитывать напряжения и токи в ветвях с помощью метода узловых напряжений.

Метод узловых напряжений основан на применении первого закона Кирхгофа и закона Ома для источников цепи. Сущность метода сводится к определению узловых напряжений относительно некоторого базисного узла [1, 2]. Если принять потенциал базисного узла равным нулю, то напряжение между остальными узлами и базисным узлом будут равны потенциалам этих узлов. Поэтому данный метод называют также в цепях постоянного тока методом узловых потенциалов. Зная узловые напряжения ветвей, по закону Ома легко определить токи ветвей.

Поясним на примере электрической схемы, представленной на рис.1:

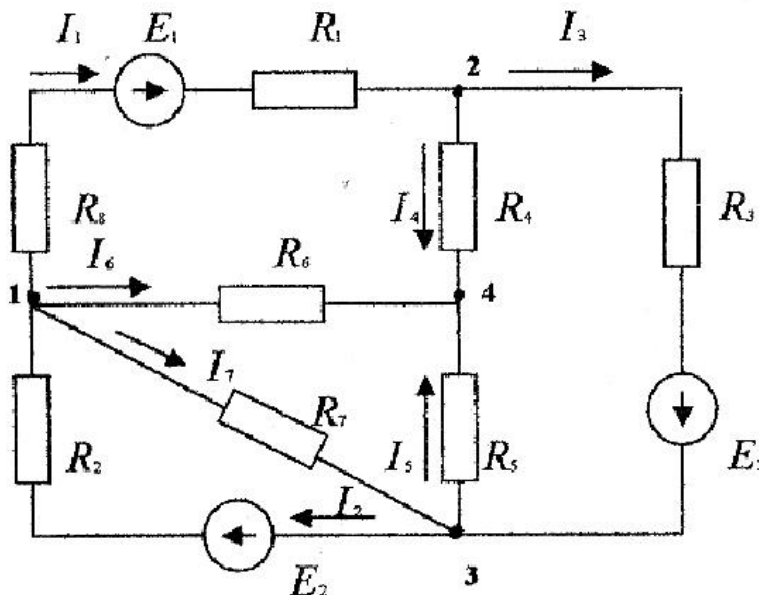


Рисунок 1 – Пример электрической цепи

Узел 4 принимаем за базисный. Неизвестные узловые напряжения U_{14}, U_{24}, U_{34} ; напряжения U_{12}, U_{13}, U_{23} определим через напряжения U_{14}, U_{24}, U_{34} :

$$U_{12} = U_{14} - U_{24}; U_{13} = U_{14} - U_{34}; U_{23} = U_{24} - U_{34}.$$

На основании метода узловых напряжений составляем систему уравнений:

$$\begin{aligned} U_{14}g_{11} - U_{24}g_{12} - U_{34}g_{13} &= I_{11}; \\ -U_{14}g_{21} + U_{24}g_{22} - U_{34}g_{23} &= I_{22}; \\ U_{14}g_{31} - U_{24}g_{32} - U_{34}g_{33} &= I_{33}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $g_{11} = \frac{1}{R_1 + R_8} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_2}$; $g_{22} = \frac{1}{R_1 + R_8} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$; $g_{33} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_2}$ – собственные узловые проводимости узлов;
 $g_{12} = g_{21} = \frac{1}{R_1 + R_8}$; $g_{13} = g_{31} = \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_2}$; $g_{23} = g_{32} = \frac{1}{R_3}$ – проводимости ветвей, соединяющих узлы; $I_{11} = -E_1 \frac{1}{R_1 + R_8} + E_2 \frac{1}{R_2}$; $I_{22} = E_1 \frac{1}{R_1 + R_8} + E_3 \frac{1}{R_3}$; $I_{33} = E_3 \frac{1}{R_3} + E_2 \frac{1}{R_2}$ – узловые токи узлов.

Решая систему уравнений (1), определяем узловые напряжения U_{14}, U_{24}, U_{34} , по ним – напряжения U_{12}, U_{13}, U_{23} . По напряжениям ветвей находим токи ветвей на основании закона Ома. Например, ток

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{13}}{R_2} = \frac{E_2 - (U_{14} - U_{34})}{R_2}.$$

Для автоматизации поставленной задачи использована система программирования Delphi. Разработанная программа позволяет производить расчёт параметров цепей переменных и постоянных напряжений и токов. Решение задачи состоит из 3-х этапов:

1. Построение схемы. Первый этап осуществляется с помощью панели элементов, расположенной в верхней части формы (рис. 2). Выбранные элементы можно поворачивать, соединять, перемещать и т. п.

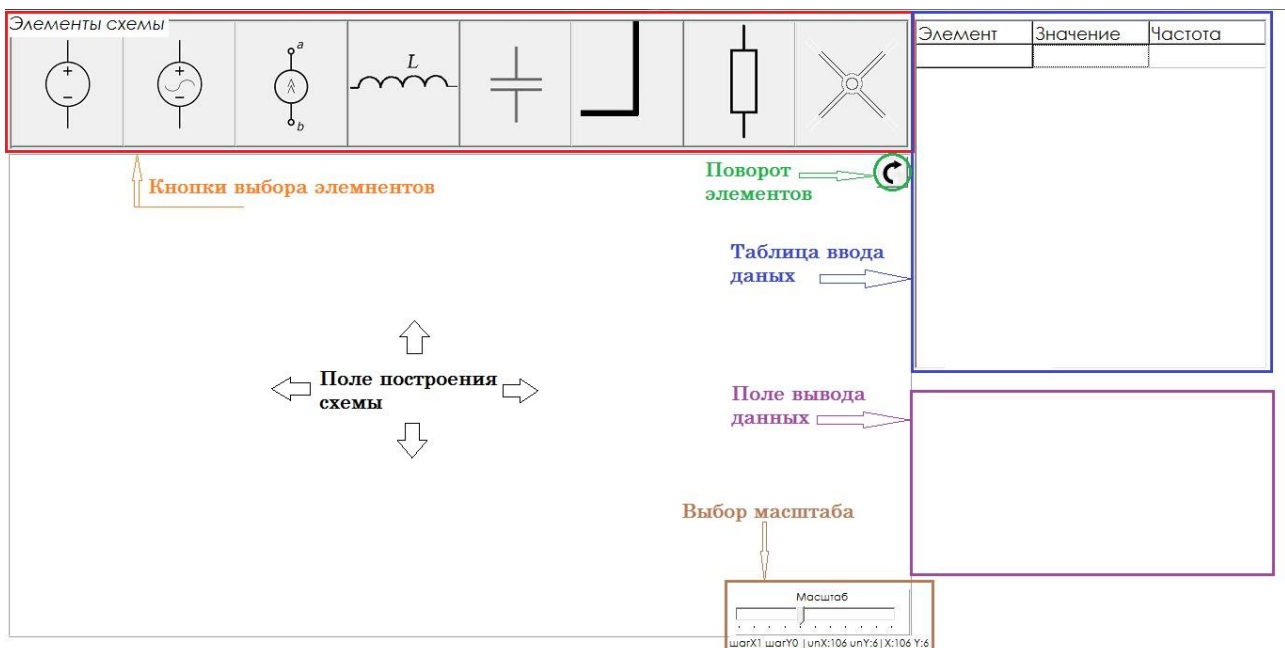


Рисунок 2 – Построение электрической схемы

2. Ввод исходных данных. К построенным элементам добавляют данные с помощью таблицы, расположенной в правой верхней части формы.

Доступны следующие виды сокращений ввода и единиц измерения: Pt=10¹⁵ (пета); T=10¹² (тера); G=10⁹ (гига); M=10⁶ (мега); K=10³ (кило); m=10⁻³ (мили); mk=10⁻⁶ (микро); n=10⁻⁹ (нано); p=10⁻¹² (пико); f=10⁻¹⁵ (фемто); R – Омы (Ом); L – Генри (Гн); F – Фарад (Ф).

Пример ввода: 124 mkF=124*10⁻⁶ Ф= 0,000124 Фарад.

3. Расчёт и вывод токов ветвей и узловых потенциалов. Вывод осуществляется во второй таблице, расположенной в правой нижней части формы.

На примере (рис. 3) на резисторе R1 протекает ток J1, равный - 0,0006213 Ампер.

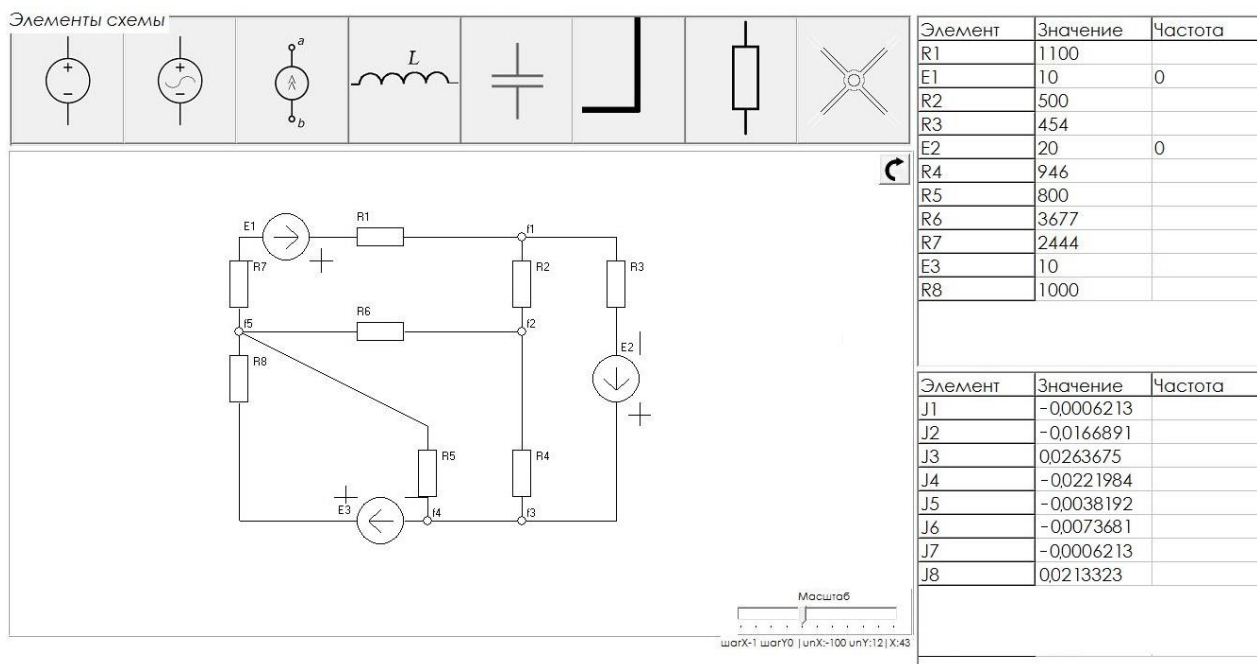


Рисунок 3 – Пример расчета

Аналитический расчет для примера, показанного на рис.1, полностью совпадает с решением, полученным в программе, что демонстрирует корректную работу автоматизированной системы.

На данном этапе программа находится в разработке и в дальнейшем планируется усовершенствование интерфейса и добавление новых возможностей программы, а именно: расчет цепи не только постоянного, но и переменного тока; построение потенциальной диаграммы; вывод потенциалов узлов в форме.

Список цитированных источников

1. Матханов, П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи. – М.: Высш.шк., 1990.
2. Крылов, В.В. Основы теории цепей для системотехников: Учебное пособие для вузов – М.: Высш.шк., 1990.