

Решение электротехнической задачи в программе TINA-TI

Никитин Леонид Андреевич

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассмотрен пример решения электротехнической задачи двумя способами: аналитическим, используя законы Кирхгофа и метод контурных токов, также представлено решение в программе TINA-TI на основе построения схемы и вычисления значений постоянного тока.

Ключевые слова: задача, электрическая цепь, SPICE-симулятор, Первый закон Кирхгофа, Второй закон Кирхгофа, метод контурных токов, принцип баланса мощностей, электродвижущая сила (ЭДС).

The solution to the electrical tasks in the program TINA-TI

Nikitin Leonid Andreyevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article presents an example of the solution of the electrical problem in one of two ways: analysis using Kirchhoff's laws and mesh analysis, also presented the solution the TINA-Tina the basis of the scheme and calculation of values of DC

Key words: objective, electrical circuit SPICE simulator, the First Kirchhoff's law, the Second law of Kirchhoff method of loop currents, the principle of balance of power, electromotive force (EMF).

Научный руководитель: Смирнова А.С., к.п.н., доцент, доцент кафедры информационных систем, математики и методик обучения

Программа TINA-TI предполагает собой SPICE-симулятор с обычным, подсознательно ясным графическим дизайном, позволяющим овладеть программным обеспечением в короткие сроки. Данная программа не обладает той или иной ограниченностью в количестве применяемых приборов и конструкций, без трудностей справляется с комплексными схемами, безусловно подойдет с целью прогнозирования действия разных аналоговых методик и импульсных источников питания.

При помощи программы TINA-TI допустимо «с чистого листа» сформировать план любой сложности, совместить части ранее готовых решений, проконтролировать и установить многие качественные характеристики схемы.

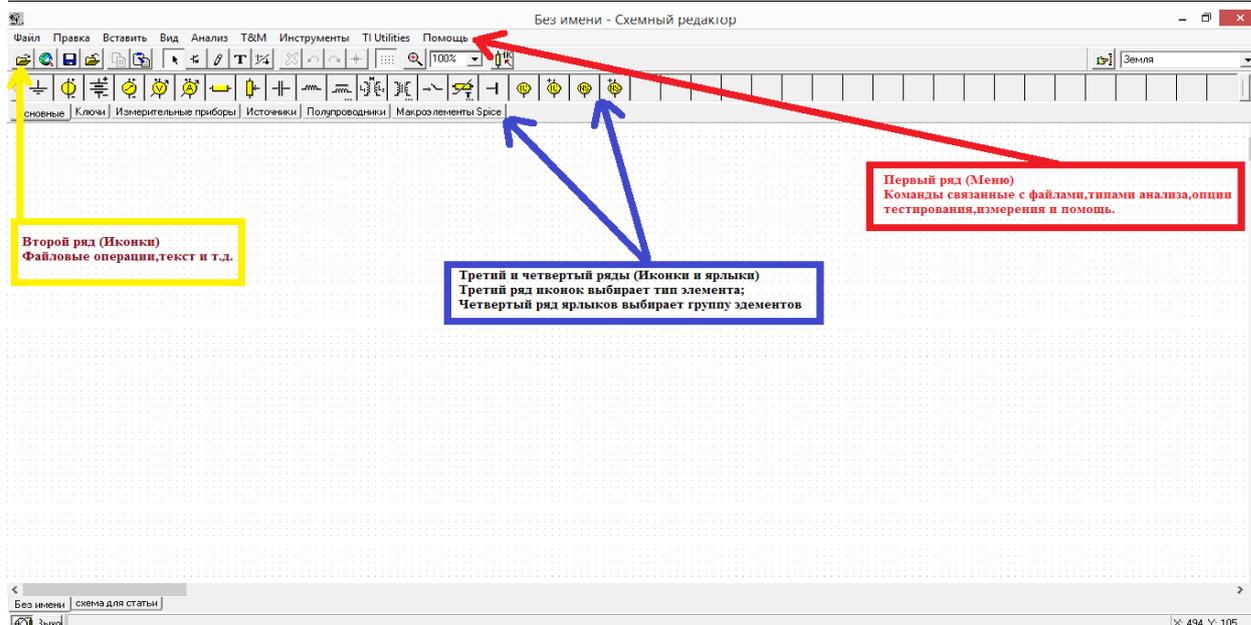


Рисунок 1 – Рабочее окно программы TINA-TI

Все без исключения элементы, продемонстрированные в TINA-TI, распределены согласно 6 группам: ключевые бездейственные радиодетали, источники, полупроводники, замерные оборудование, макроэлементы SPICE и список источников.

TINA-TI дает обширные способности согласно рисованию и редактированию электронных схем. Затем, как их формирование завершено, настает последовательность симуляции. Существуют последующие типы рассмотрений: согласно постоянному и переменному току (сюда вступает: вычисление узловых напряжений, формирование таблицы результатов, создание переходных характеристик и температурный анализ), переходных процессов, шумов, преобразование Фурье и другие. Каждый из вариантов обладает различными оригинальными опциями. В связи с типом выполняемого анализа программа генерирует итоги в варианте графиков либо таблиц. До старта той или иной симуляции производится контроль схемы на ошибки (ERC). Все без исключения обнаруженные недостатки отражаются в особенном окошке в варианте перечня. При щелчке мыши в строчке с ошибкой «непонятый» программному обеспечению компонент либо область схемы акцентируются маркерами.

Рассмотрим решение задачи по электротехнике в программе TINA-TI.

Задача. Для электрической цепи рисунке 2, выполнить следующее:

- 1) составить уравнения для определения токов путем непосредственного применения законов Кирхгофа;
- 2) определить токи в ветвях методом контурных токов и составить баланс мощностей.

Значения ЭДС источников и сопротивлений приемников:

$E_1 = 130 \text{ В}$, $E_2 = 110 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 21 \text{ Ом}$, $R_4 = 16 \text{ Ом}$, $R_5 = 19 \text{ Ом}$, $R_6 = 16 \text{ Ом}$.

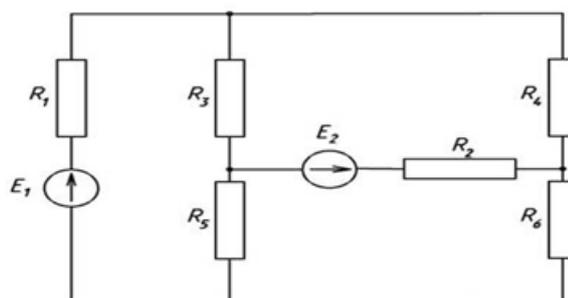


Рисунок 2 – Схема

Рассмотрим решение задачи аналитическим способом, используя законы Кирхгофа.

Произвольно расставим направления токов в ветвях цепи, укажем направления обхода контуров (против часовой стрелки), отметим участки (рис. 3).

С целью нахождения системы уравнений согласно законам Кирхгофа и для расчета токов в ветвях цепи составим согласно 1-му закону Кирхгофа 3 уравнения (на 1 меньше числа узлов в цепи) для узлов 1,2,3.

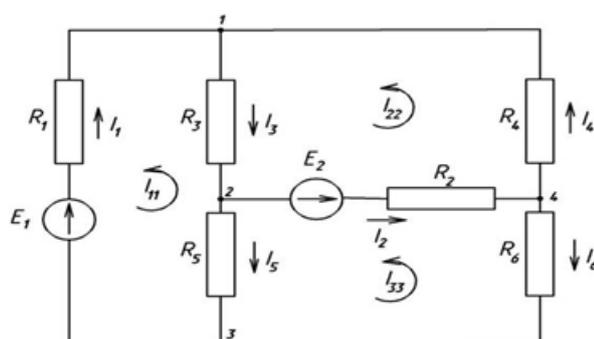


Рисунок 3 – Направления обхода контуров

$$I_1 + I_4 - I_3 = 0$$

$$I_3 - I_2 - I_5 = 0$$

$$I_5 + I_6 - I_1 = 0$$

По второму закону Кирхгофа составим $m - (p - 1)$ уравнений (где m – кол-во ветвей, p – кол-во узлов), т.е. $6 - (4 - 1) = 3$ для контуров I_{11} , I_{22} , I_{33} :

$$-E_1 = -I_1 R_1 - I_5 R_5 - I_3 R_3$$

$$E_2 = I_2 R_2 + I_4 R_4 + I_3 R_3$$

$$-E_2 = -I_2 R_2 + I_5 R_5 - I_6 R_6$$

Если направление тока и напряжения совпадает с принятым направлением обхода, то ставим знак «+», в противном случае – знак «-». Тогда полная система уравнений для цепи, составленная по законам Кирхгофа имеет вид:

$$I_1 + I_4 - I_3 = 0$$

$$I_3 - I_2 - I_5 = 0$$

$$I_5 + I_6 - I_1 = 0$$

$$-E_1 = -I_1 R_1 - I_5 R_5 - I_3 R_3$$

$$E_2 = I_2 R_2 + I_4 R_4 + I_3 R_3$$

$$-E_2 = -I_2 R_2 + I_5 R_5 - I_6 R_6$$

Определим токи в ветвях методом контурных токов. Зададим направления течения контурных токов в каждом контуре схемы и обозначим их I_{11} , I_{22} , I_{33} (рис. 3)

Определим собственные сопротивления трех контуров цепи, а также взаимное сопротивление контуров:

$$R_{11} = R_1 + R_3 + R_5 = 4 + 21 + 19 = 44 \text{ (Ом)}$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_3 = -21 \text{ (Ом)}$$

$$R_{22} = R_2 + R_3 + R_4 = 8 + 21 + 16 = 45 \text{ (Ом)}$$

$$R_{23} = R_{32} = -R_2 = -8 \text{ (Ом)}$$

$$R_{33} = R_2 + R_5 + R_6 = 8 + 19 + 6 = 43 \text{ (Ом)}$$

$$R_{13} = R_{31} = -R_5 = -19 \text{ (Ом)}$$

Составим систему уравнений для двух контуров цепи:

$$R_{11}I_{11} + R_{12}I_{22} + R_{13}I_{33} = -E_1$$

$$R_{21}I_{11} + R_{22}I_{22} + R_{23}I_{33} = E_2$$

$$R_{31}I_{11} + R_{32}I_{22} + R_{33}I_{33} = -E_2$$

Подставим числовые значения и решим.

$$44I_{11} - 21I_{22} - 19I_{33} = -130$$

$$-21I_{11} + 45I_{22} - 8I_{33} = 110$$

$$-19I_{11} - 8I_{22} + 43I_{33} = -110$$

$$I_{11} = -5,88 \text{ (А)}$$

$$I_{22} = -1,26 \text{ (А)}$$

$$I_{33} = -5,39 \text{ (А)}$$

Определим фактические токи в ветвях цепи:

$$I_1 = -I_{11} = 5,88 \text{ (А)} \text{ направление совпадает с выбранным}$$

$I_2 = I_{22} - I_{33} = -1,26 - (-5,39) = 4,13 \text{ (А)}$ направление совпадает с выбранным

$I_3 = I_{22} - I_{11} = -1,26 - (5,88) = 4,62 \text{ (А)}$ направление совпадает с выбранным

$$I_4 = I_{22} = -1,26 \text{ (А)} \text{ направление тока противоположно выбранному}$$

$I_5 = I_{33} - I_{11} = -5,39 - (-5,88) = 0,49 \text{ (А)}$ направление совпадает с выбранным

$$I_6 = -I_{33} = 5,39 \text{ (А)} \text{ направление совпадает с выбранным}$$

Проверим баланс мощностей:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6$$

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = 5,88 * 130 + 4,132 * 110 = 1219$$

$$I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6 =$$

$$= 5,88^2 * 4 + 4,13^2 * 8 + 4,62^2 * 21 + 1,26^2 * 16 + 0,49^2 * 19 + 5,39^2 * 16 = 1218,8$$

Незначительное отличие в полученных ответах считается результатом погрешности при округлении числовых значений токов и сопротивлений.

Решение задачи в программе TINA-TI.

Выберем 6 резисторов () и 2 источника напряжения (). Соединяем элементы и получаем схему (рис. 4).

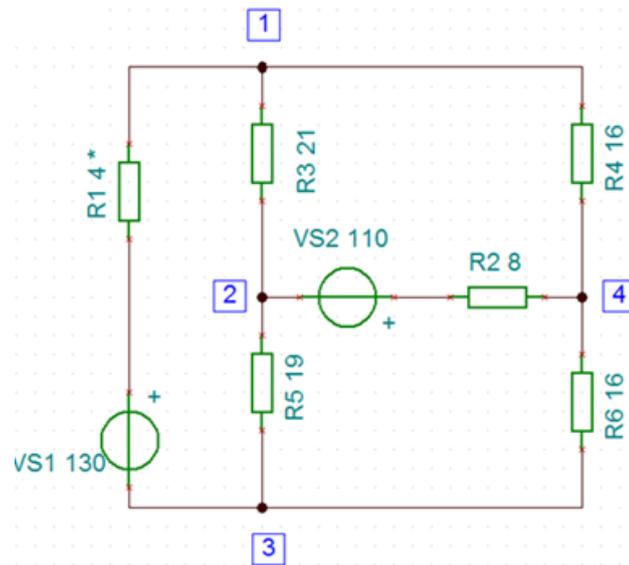


Рисунок 4 – Схема в TINA-TI

Для нахождения значения постоянного тока выполняем последовательность действий, представленную на рисунке 5.

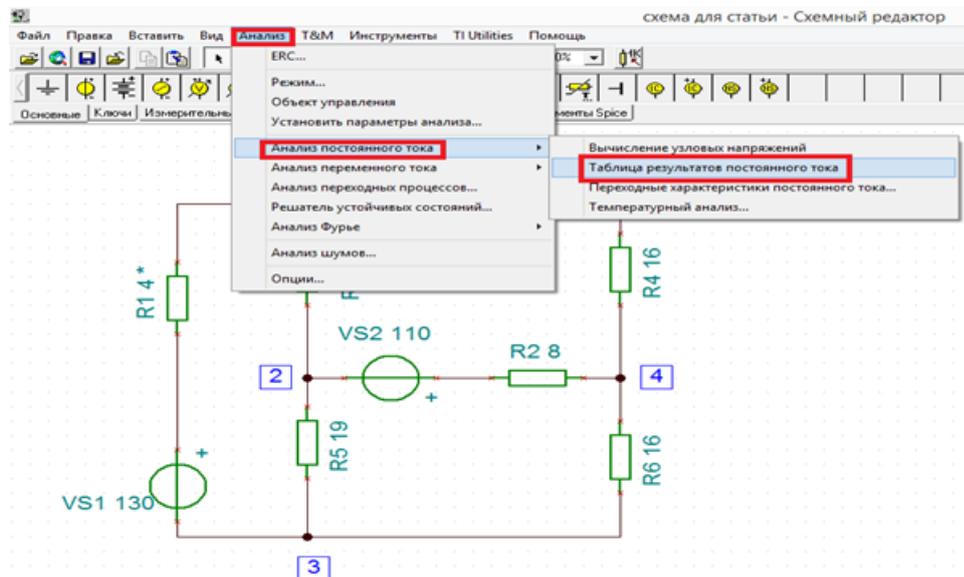
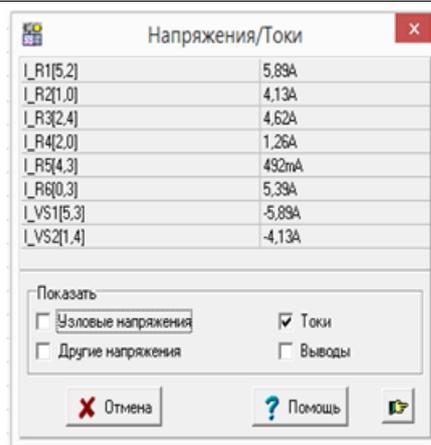


Рисунок 5 – Анализ постоянного тока

Найденные значения тока в программе TINA-TI указаны в таблице (рис. 6) совпадают с полученными значениями при аналитическом решении задачи.



Компонент	Значение
I_R1[5,2]	5,89A
I_R2[1,0]	4,13A
I_R3[2,4]	4,62A
I_R4[2,0]	1,26A
I_R5[4,3]	492mA
I_R6[0,3]	5,39A
I_VS1[5,3]	-5,89A
I_VS2[1,4]	-4,13A

Показать

Узловые напряжения Токи

Другие напряжения Выводы

Рисунок 6 – Значения тока

Таким образом, решать электротехнические задачи в программе TINA-TI значительно проще, требуется меньше времени, расчет значений происходит автоматически, но нельзя забывать про то, что программа может дать сбой, поэтому понимать проводимые электротехнические расчеты и проверять результаты вычислений.

Библиографический список

1. Алехин В.А. Электротехника и электроника. Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8. М., 2013. 256 с.
2. Алехин В.А. Электроника: теория и практика. Моделирование в среде TINA-8. М., 2017. 308 с.
3. "Радиоежегодник" – Выпуск 32. TINA-TI по-русски. [Электронный ресурс]: URL: <http://radioaktiv.ru/engine/download.php?id=209> (дата обращения 18.12.2017)