

Государственный комитет связи, информатизации и
телекоммуникационных технологий республики
Узбекистан.

Ташкентский Университет Информационных
Технологий.

Кафедра физики

Проектная работа

Выполнили учащийся
группы: 223-12

Салахова Камила

Проверил: стар. преп. В.С. Хамидов

Введение

1. Теоретическая часть

1.1. Правила Кирхгофа

1.2. Метод Крамера

1.3. Возможности программ *Crocodile Technology*, *MathCad*

1.3.1. *Crocodile Technology*

1.3.2. *Mathcad*

2. Основная часть

2.1. Построение электрической цепи в среде *Crocodile Technology*

2.2. Расчет электрической цепи в среде *MathCad*

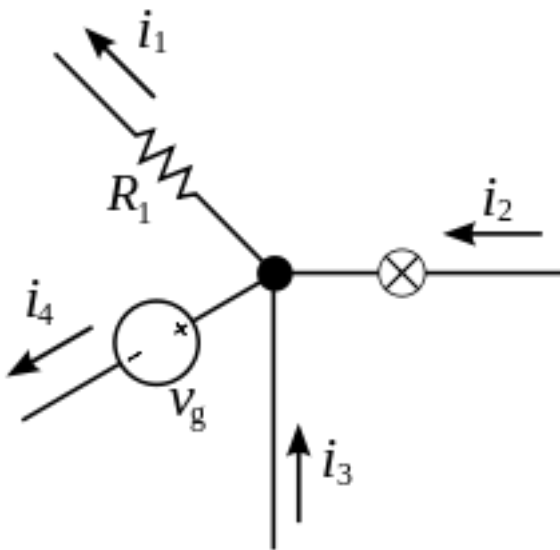
Заключение

Список использованной литературы

Правила Кирхгофа

Для формулировки правил Кирхгофа, вводятся понятия узел, ветвь и контур электрической цепи. Ветвью называют любой двухполюсник, входящий в цепь, например, на рис. отрезок, обозначенный U_1 , I_1 есть ветвь. Узлом называют точку соединения двух и более ветвей (на рис. обозначены жирными точками). Контур — замкнутые циклы из ветвей. Термин *замкнутый цикл* означает, что начав с некоторого узла цепи и пройдя по нескольким ветвям и узлам однократно можно вернуться в исходный узел. Ветви и узлы, проходимые при таком обходе, принято называть принадлежащими данному контуру. При этом нужно иметь в виду, что каждая ветвь и узел может одновременно принадлежать нескольким контурам. В терминах данных определений правила Кирхгофа формулируются следующим образом.

Первое правило



Первое правило Кирхгофа (правило токов Кирхгофа) гласит, что алгебраическая сумма токов в каждом узле любой цепи равна нулю. При этом втекающий в узел ток принято считать положительным, а вытекающий — отрицательным:

$$\sum_{j=1}^n I_j = 0.$$

Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает. Это правило следует из фундаментального закона сохранения заряда.

Второе правило

Второе правило Кирхгофа (правило напряжений Кирхгофа) гласит, что алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура. Если в контуре нет источников ЭДС (идеализированных генераторов напряжения), то суммарное падение напряжений равно нулю:

$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m U_k = \sum_{k=1}^m R_k I_k;$$

для постоянных напряжений

$$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{k=1}^m u_k = \sum_{k=1}^m R_k i_k + \sum_{k=1}^m u_{Lk} + \sum_{k=1}^m u_{Ck}.$$

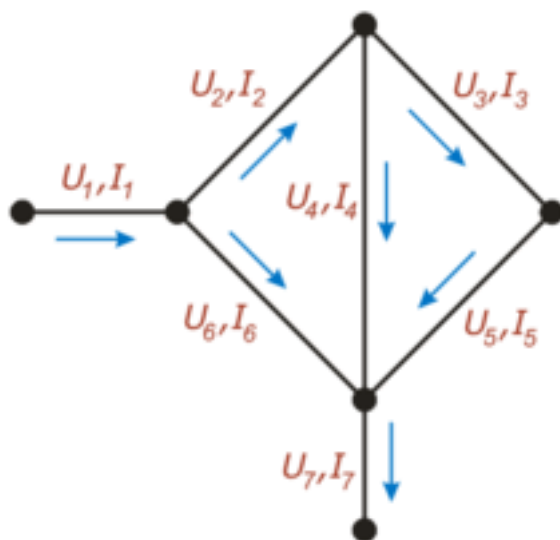
переменных напряжений

Это правило вытекает из 3-го уравнения Максвелла, в частном случае стационарного магнитного поля.

Иными словами, при полном обходе контура потенциал, изменяясь, возвращается к исходному значению. Частным случаем второго правила для цепи, состоящей из одного контура, является закон Ома для этой цепи. При составлении уравнения напряжений для контура нужно выбрать положительное направление обхода контура. При этом падение напряжения на ветви считают положительным, если направление обхода данной ветви совпадает с ранее выбранным направлением тока ветви, и отрицательным — в противном случае (см. далее).

Правила Кирхгофа справедливы для линейных и нелинейных линеаризованных цепей при любом характере изменения во времени токов и напряжений.

Пример



Например, для приведённой на рисунке цепи, в соответствии с первым правилом выполняются следующие соотношения:

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_6 = 0 \\ I_2 - I_4 - I_3 = 0 \\ I_3 - I_5 = 0 \\ I_6 + I_4 + I_5 - I_7 = 0 \end{cases}$$

Обратите внимание, что для каждого узла должно быть выбрано положительное направление, например здесь, токи, втекающие в узел, считаются положительными, а вытекающие — отрицательными.

Решение полученной линейной системы алгебраических уравнений позволяет определить все токи узлов и ветвей, такой подход к анализу цепи принято называть *методом контурных токов*.

В соответствии со вторым правилом, справедливы соотношения:

$$\begin{cases} U_2 + U_4 - U_6 = 0 \\ U_3 + U_5 - U_4 = 0 \end{cases}$$

Снова, полученная система уравнений, полностью описывает анализируемую цепь и её решение определяет все токи и все напряжения ветвей, такой подход к анализу цепи принято называть *методом узловых потенциалов*.

Метод Крамера

Способ решения квадратных систем линейных алгебраических уравнений с ненулевым определителем основной матрицы (причём для таких уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3 \end{cases}$$

Определители:

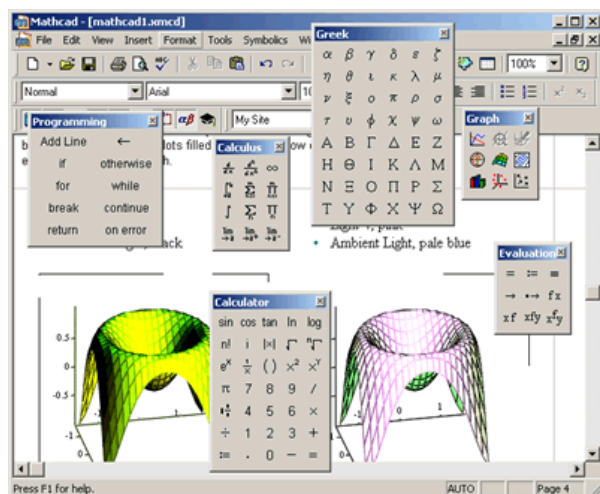
$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}, \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix},$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}$$

Решение:

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}$$

Mathcad



Mathcad — система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается легкостью использования и применения для коллективной работы.

Mathcad был задуман и первоначально написан Алленом Раздовом[3] из Массачусетского технологического

института (MIT), соучредителем компании Mathsoft, которая с 2006 года является частью корпорации PTC (Parametric Technology Corporation).

Mathcad имеет интуитивный и простой для использования интерфейс пользователя. Для ввода формул и данных можно использовать как клавиатуру, так и специальные панели инструментов.

Некоторые из математических возможностей Mathcad (версии до 13.1 включительно) основаны на подмножестве системы компьютерной алгебры Maple (MKM, Maple Kernel Mathsoft). Начиная с 14 версии — использует символьное ядро MuPAD.

Работа осуществляется в пределах рабочего листа, на котором уравнения и выражения отображаются графически, в противовес текстовой записи в языках программирования. При создании документов-приложений используется принцип WYSIWYG (*What You See Is What You Get* — «что видишь, то и получаешь»).

Несмотря на то, что эта программа в основном ориентирована на пользователей-непрограммистов, Mathcad также используется в сложных проектах, чтобы

визуализировать результаты математического моделирования, путем использования распределённых вычислений и традиционных языков программирования. Также Mathcad часто используется в крупных инженерных проектах, где большое значение имеет трассируемость и соответствие стандартам.

Mathcad достаточно удобно использовать для обучения, вычислений и инженерных расчетов[4]. Открытая архитектура приложения в сочетании с поддержкой технологий .NET и XML позволяют легко интегрировать Mathcad практически в любые ИТ-структуры и инженерные приложения. Есть возможность создания электронных книг (e-Book).

Количество пользователей в мире — около 1.8 млн.

$$\text{lsolve} \left[\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \end{pmatrix} \right] = \blacksquare$$

Mathcad not 13

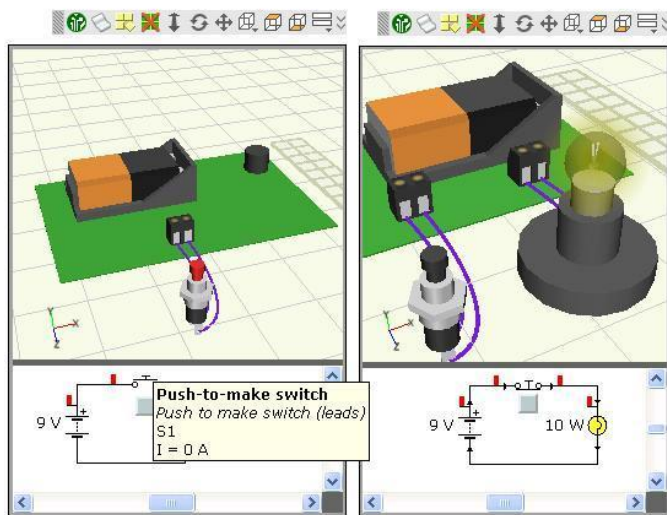
This matrix must be square. It should have the same number of rows as columns.

Mathcad 13

$$\begin{pmatrix} t \\ u \\ v \end{pmatrix} := \text{lsolve} \left[\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 4 & 6 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \end{pmatrix} \right] \quad \begin{pmatrix} t \\ u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.833 \\ -0.333 \\ 0.167 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} := \text{lsolve} \left[\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \\ 6 & -5 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 22 \\ 34 \\ 17 \end{pmatrix} \right] \quad \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Crocodile Technology 3D



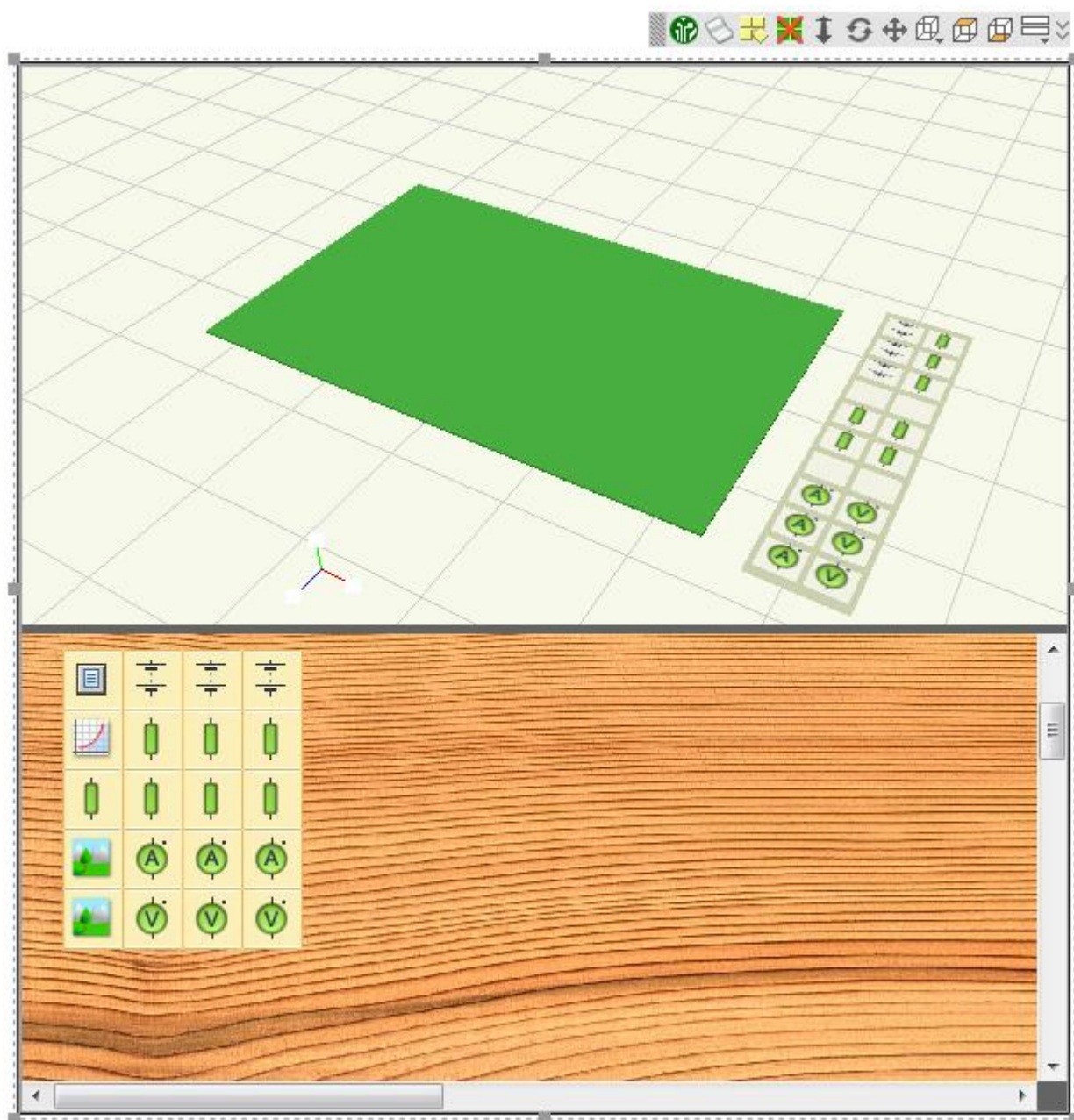
объединяет в себе электронный проект, программирование PIC, механизмы 3D и моделирование 3D PCB. Technology 3D - 3D симулятор электронных цепей, с помощью которого можно разработать принципиальную электрическую схему устройства, монтажную плату под него и т.д. Рекомендуется в качестве приложения к

программированию, электронике, механике и другим подобным курсам. Возможно первичное использование как платформы виртуальных экспериментов, позволяющей учащимся проводить эксперименты и изучать различные темы в процессе обучения.

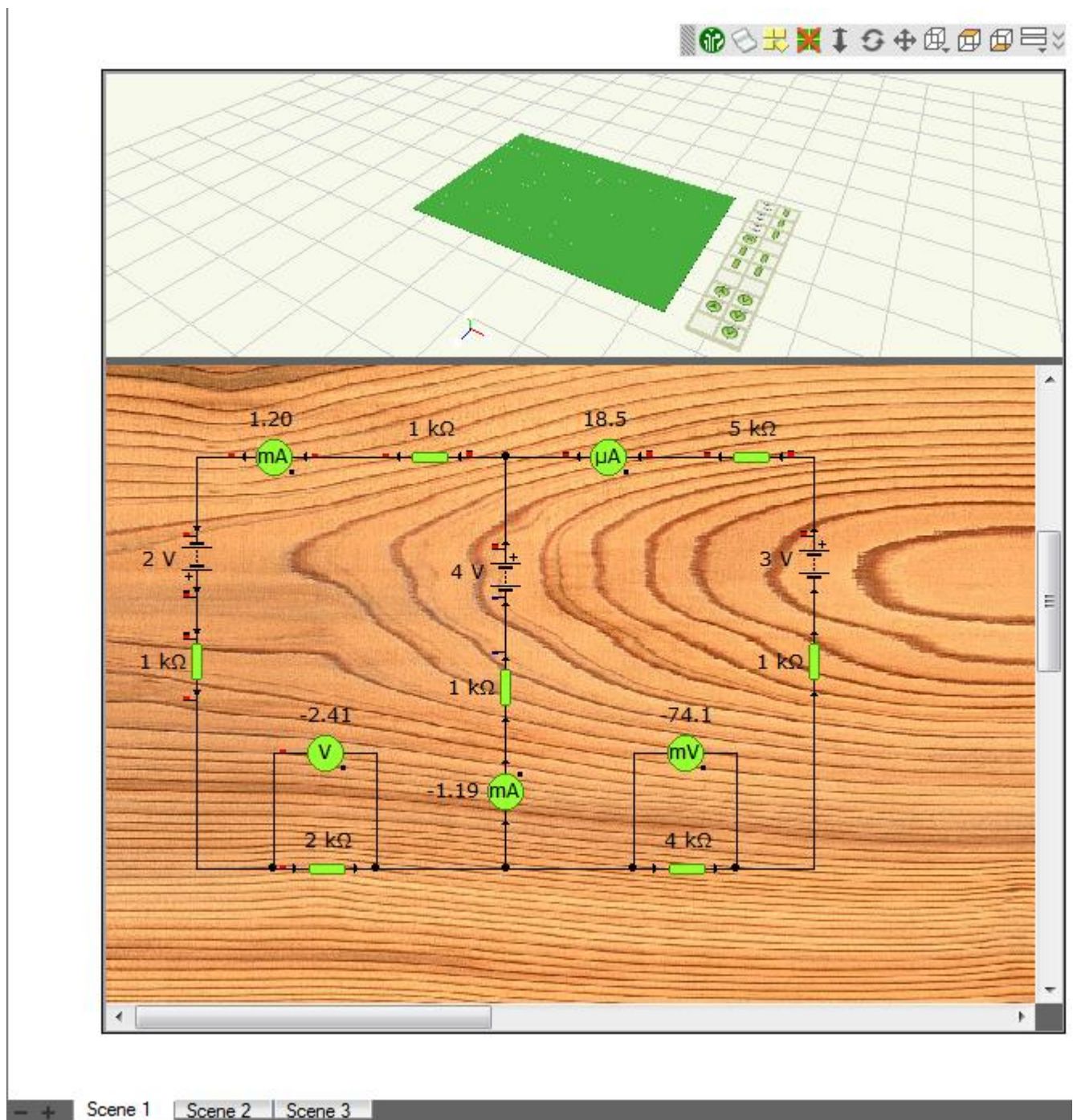
основная часть

работа в Crocodile Technology 3D

Открываем программу Crocodile Technology 3D. В вкладке Parts Library выбираем папку Electronics. Из папки выбираем необходимые для работы приборы (батареи, резисторы, амперметры)



Из выбранных приборов собираем цепь



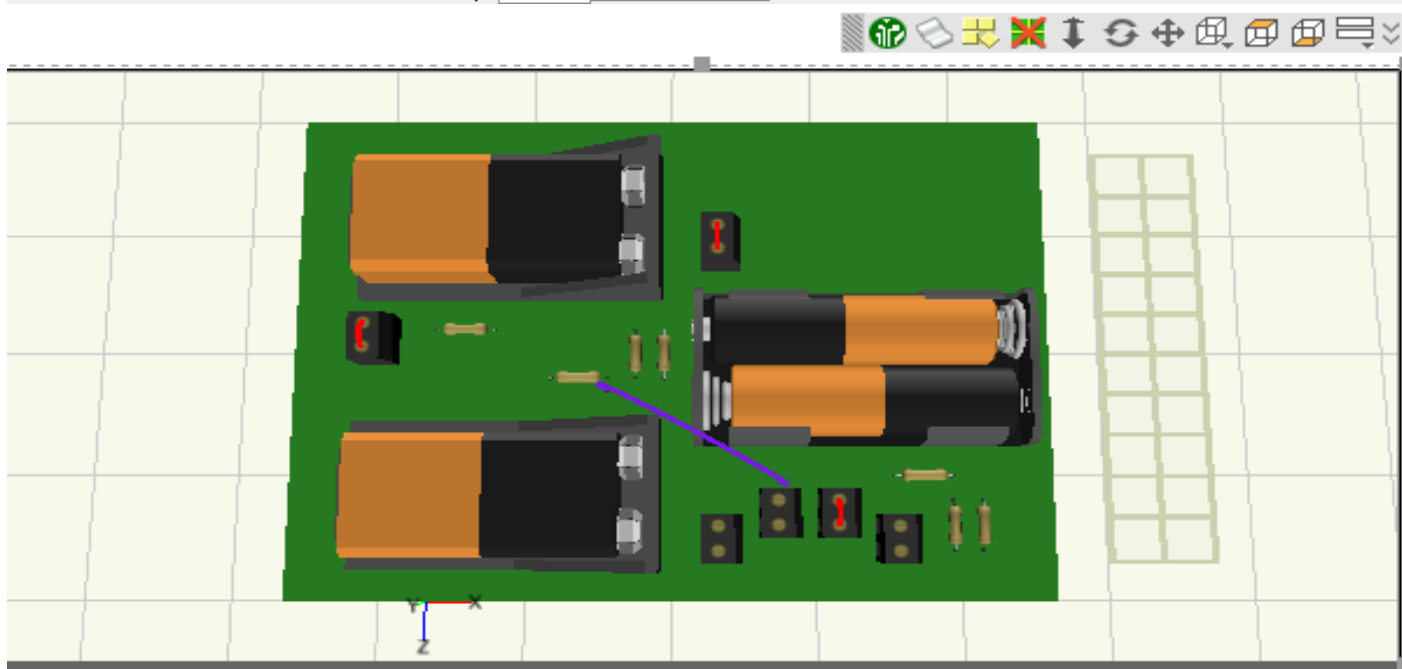
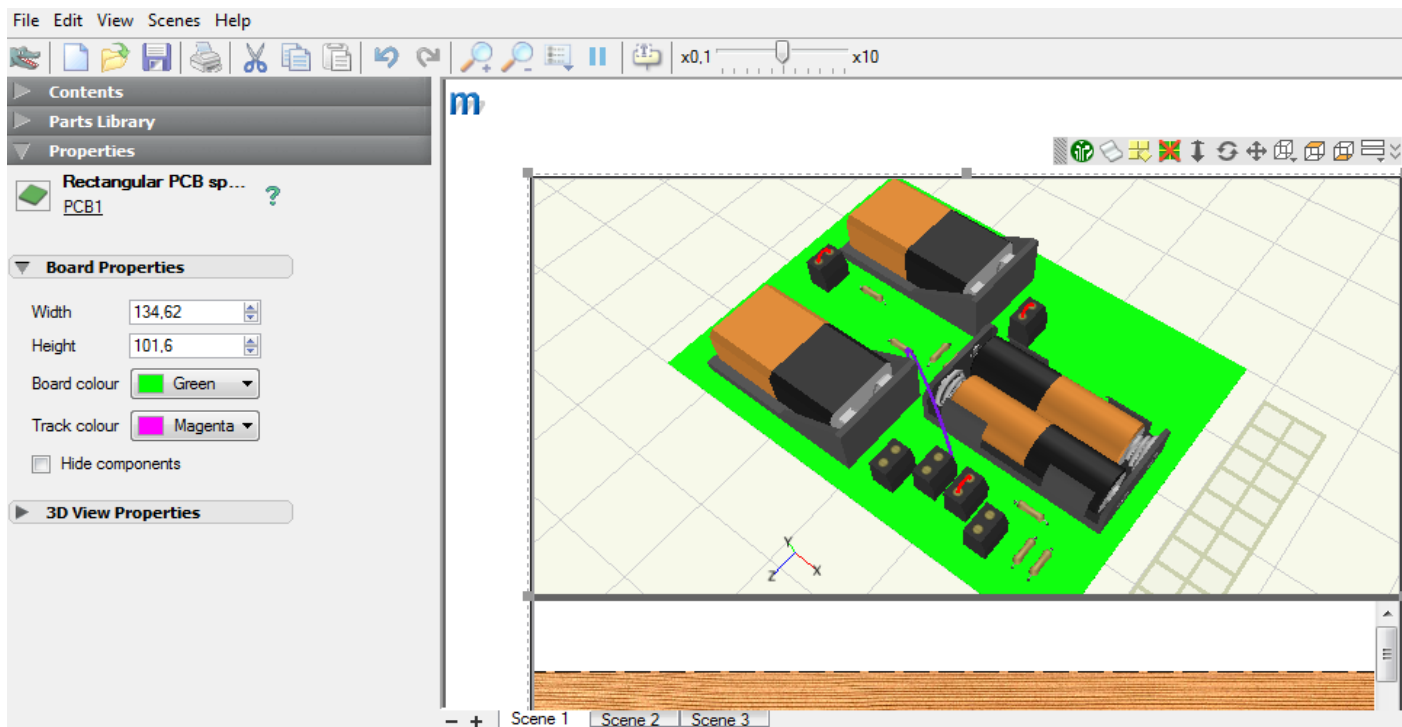
Записываем показания амперметров для сравнения с аналитическим решением.

Кликаем кнопку создания реальных плат(схем)

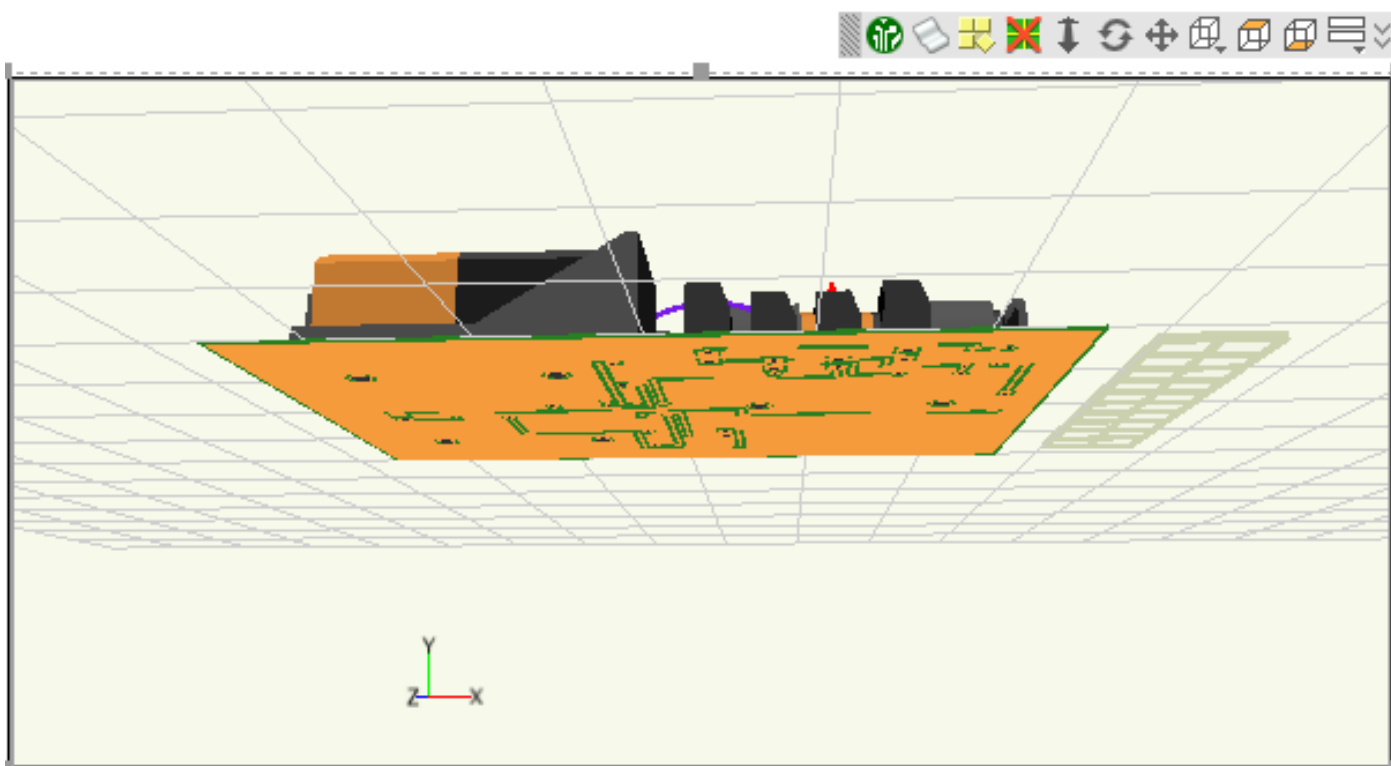


Create tracks and place components with real-PCB

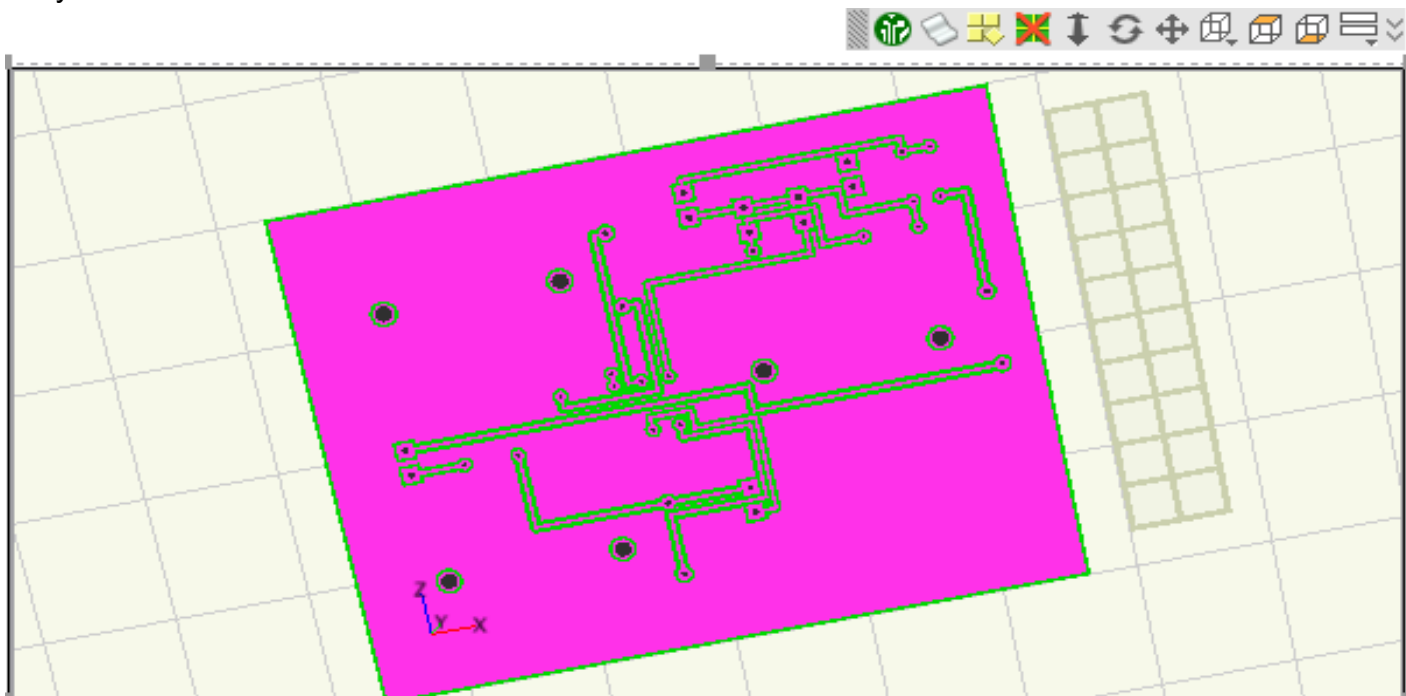
Цепь собранная в 3D формате



цепь вид с
верху



цепь вид с
боку



цепь вид с
низу

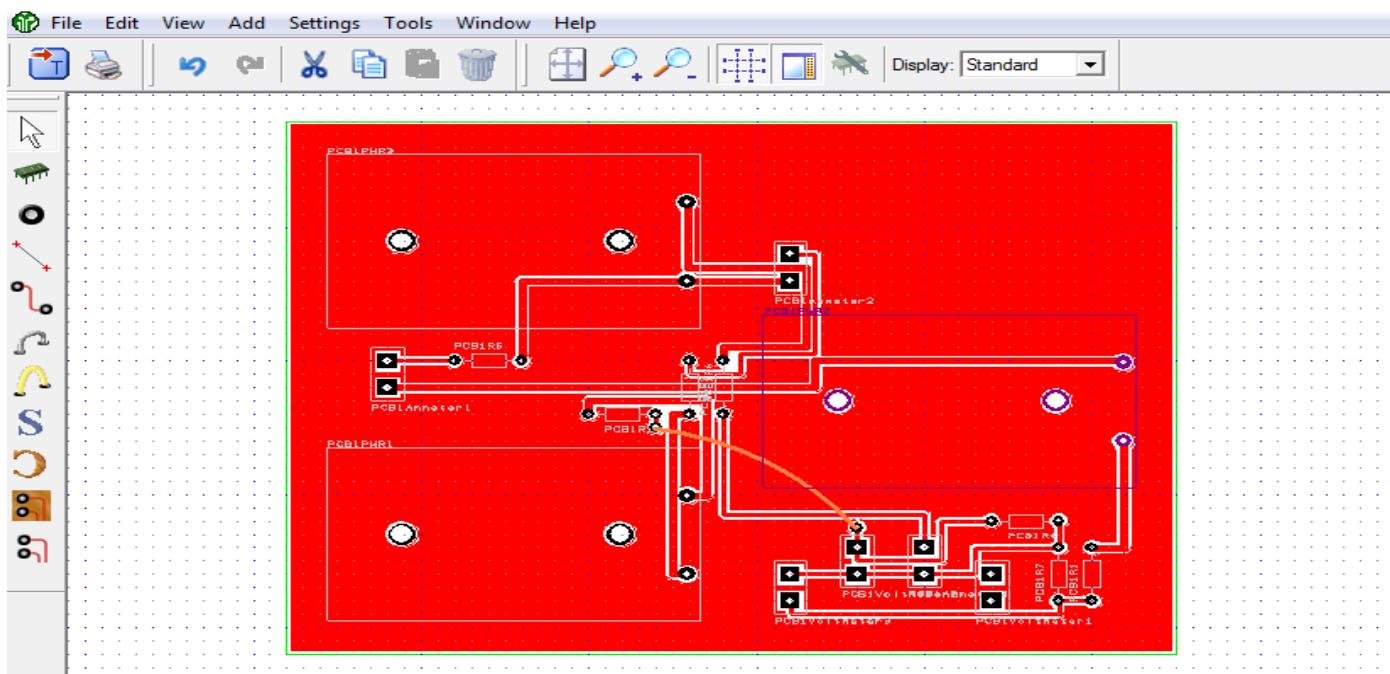
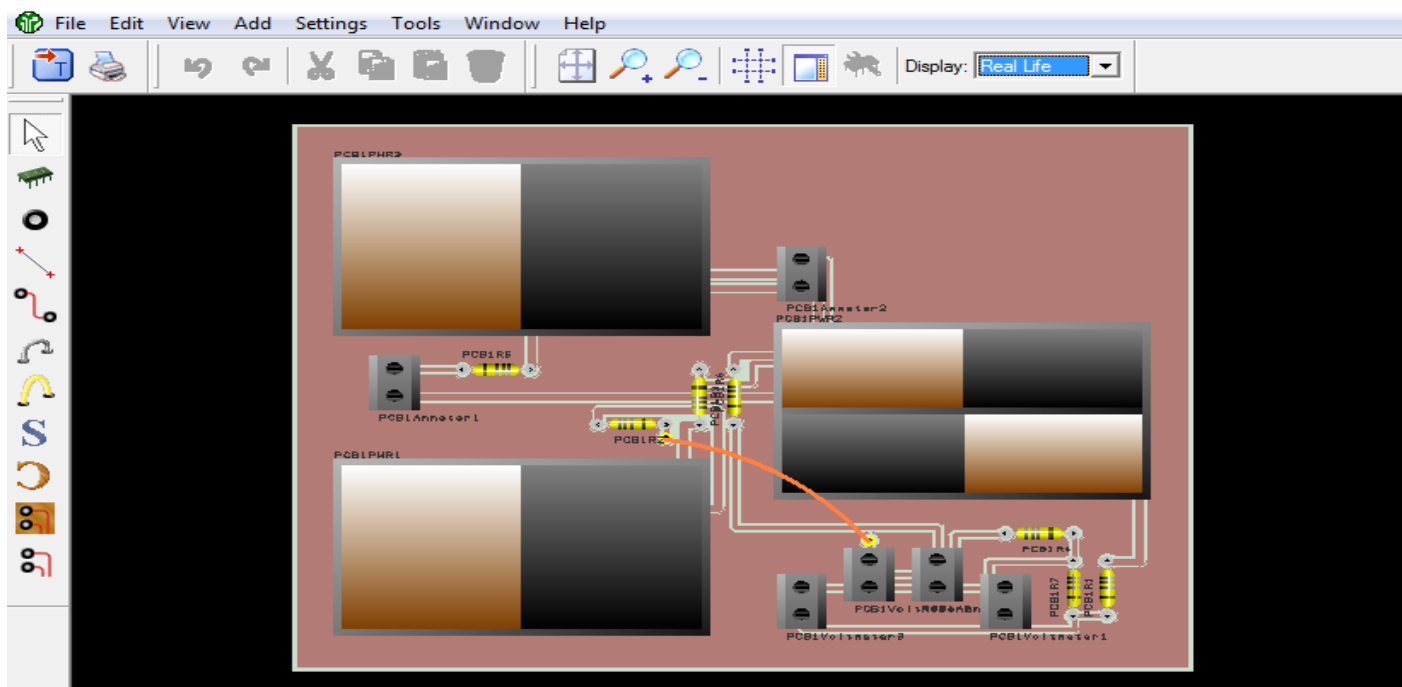


схема спаивания деталей платы

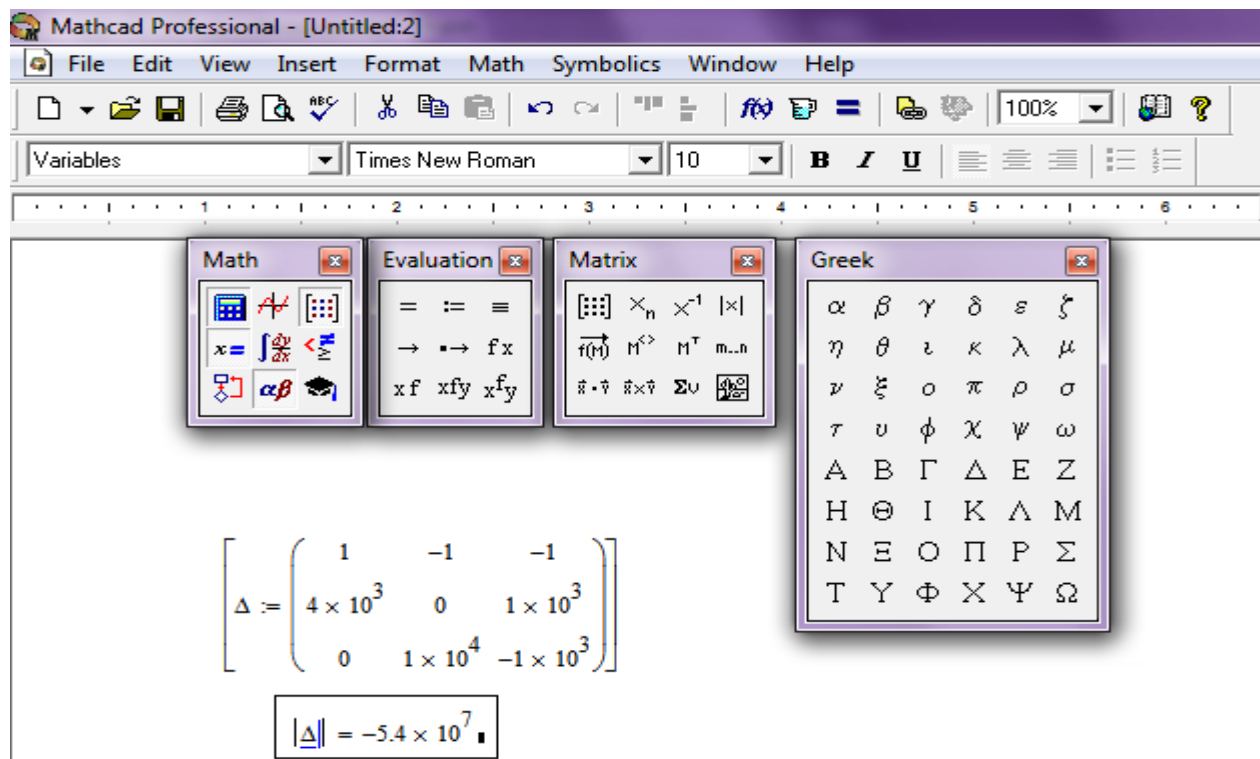


Аналитический способ решения

Дано $R_1=1\text{k}\Omega$ $R_2=2\text{k}\Omega$ $R_3=4\text{k}\Omega$ $R_4=5\text{k}\Omega$ $r_1=r_2=r_3=1\text{k}\Omega$ $E_1=2\text{V}$ $E_2=4\text{V}$ $E_3=3\text{V}$	
$I_1=?$ $I_2=?$ $I_3=?$	Решение $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ $I_1(r + R_1 + R_2) + I_3 r = E_1 + E_2$ $I_2(r + R_3 + R_4) - I_3 r = E_2 - E_3$ $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ $4I_1 + I_3 = 6$ $10I_2 - I_3 = -1$ решаем уравнение методом Крамера с помощью прикладной математической программы mathcad Ответ: $I_1 = 1.2\text{mA}$ $I_2 = 18.5\text{mA}$ $I_3 = 1.19\text{mA}$

Решение системы уравнения с помощью mathcad

находим детерминант матрицы полученной из коэффициентов при неизвестных



Mathcad Professional - [Untitled:2]

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

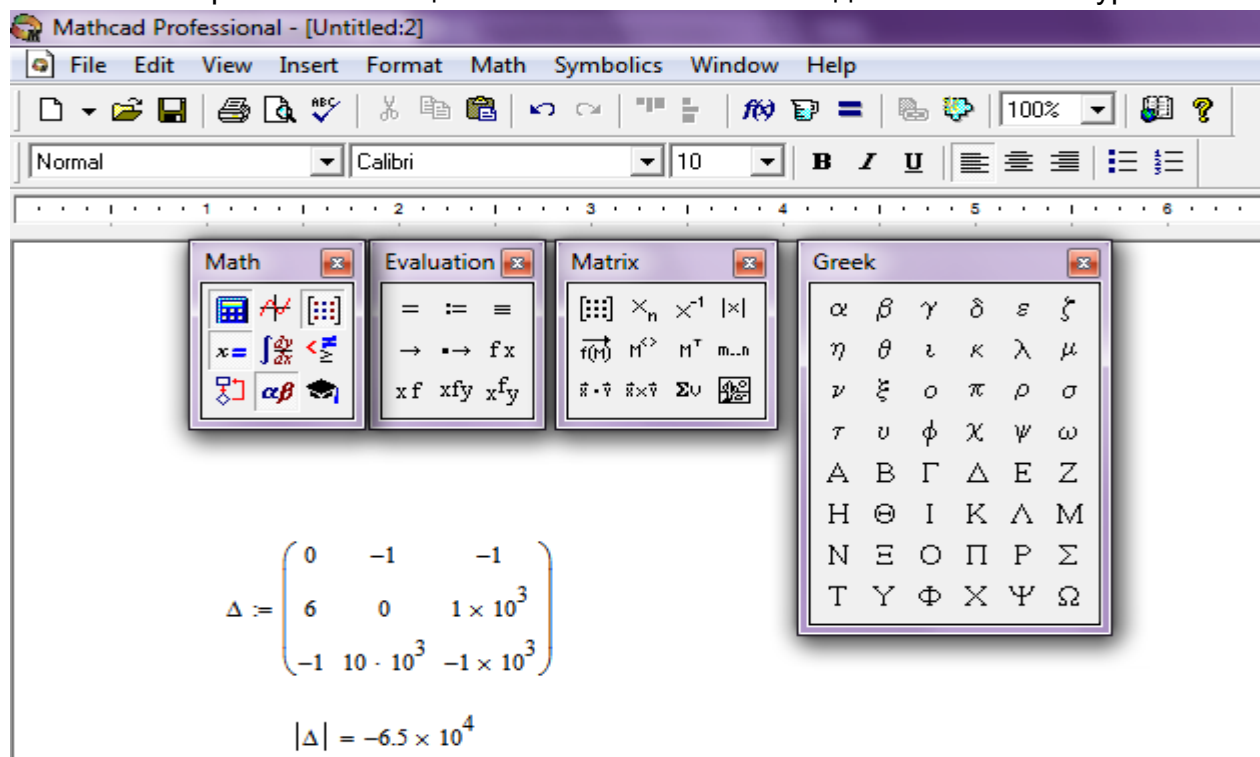
Variables Times New Roman 10 B I U

Math Evaluation Matrix Greek

$$\Delta := \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 4 \times 10^3 & 0 & 1 \times 10^3 \\ 0 & 1 \times 10^4 & -1 \times 10^3 \end{bmatrix}$$

$$|\Delta| = -5.4 \times 10^7$$

находим детерминант матрицы полученной из коэффициентов при неизвестных с заменой первого столбца на значения свободных членов уравнений.



Mathcad Professional - [Untitled:2]

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

Normal Calibri 10 B I U

Math Evaluation Matrix Greek

$$\Delta := \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 6 & 0 & 1 \times 10^3 \\ -1 & 10 \cdot 10^3 & -1 \times 10^3 \end{bmatrix}$$

$$|\Delta| = -6.5 \times 10^4$$

находим детерминант матрицы полученной из коэффициентов при неизвестных с заменой второго столбца на значения свободных членов уравнений.

The screenshot shows the Mathcad Professional interface with the title bar "Mathcad Professional - [Untitled:2]". The menu bar includes File, Edit, View, Insert, Format, Math, Symbolics, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and mathematical functions. Below the toolbar, four floating toolbars are visible: "Math" (containing mathematical symbols like integrals and derivatives), "Evaluation" (containing assignment and logical symbols), "Matrix" (containing matrix-related symbols like $\times_n$, $\times^{-1}$, and $|x|$), and "Greek" (containing Greek letters from α to Ω). In the main workspace, the determinant of a 3x3 matrix is calculated as follows:

$$\Delta := \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 4 \cdot 10^3 & 0 & 6 \\ 0 & 10 \cdot 10^3 & -1 \end{vmatrix}$$

$$|\Delta| = -6.4 \times 10^4$$

находим детерминант матрицы полученной из коэффициентов при неизвестных с заменой второго столбца на значения свободных членов уравнений

уравнений.

The screenshot shows the Mathcad Professional interface with the title bar "Mathcad Professional - [Untitled:2]". The menu bar includes File, Edit, View, Insert, Format, Math, Symbolics, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and mathematical functions. The status bar at the bottom shows "Normal", "Calibri", and "10".

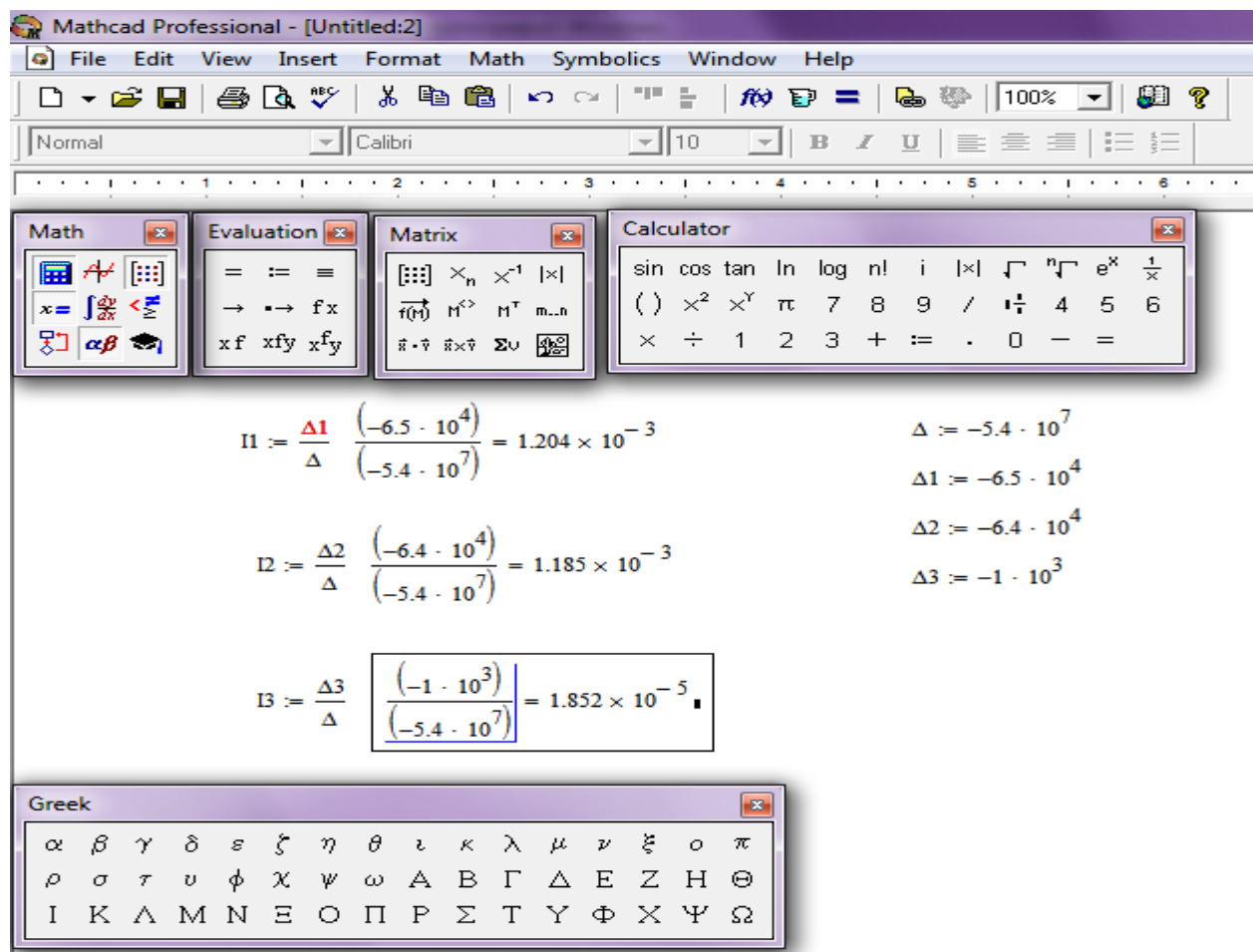
Four floating toolbars are visible: "Math" (containing symbols like $\int$, $\frac{d}{dx}$, α , β), "Evaluation" (containing symbols like $=$, $:=$, $\equiv$, $\rightarrow$, $\bullet \rightarrow$, $f(x)$, x^f , $x^f y$, x^{f_y}), "Matrix" (containing symbols like $\begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix}$, $\times_n$, $\times^{-1}$, $|\times|$, $f(\vec{t})$, $M^{<>}$, M^T , $m_{..n}$, $\vec{a} \cdot \vec{b}$, $\vec{a} \times \vec{b}$, $\sum u$, $\frac{\partial}{\partial x}$), and "Greek" (containing Greek letters α through Ω).

The main workspace displays the following calculation:

$$\Delta := \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 4 \cdot 10^3 & 6 & 1 \times 10^3 \\ 0 & -1 & -1 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$|\Delta| = -1 \times 10^3$$

по правилу Крамера вычисляем значения неизвестных



Заключение

В результате выполнения самостоятельной работы мы научились использовать правило Кирхгофа для вычисления силы тока в разветвляющейся цепи. Так же овладели навыком решения системы уравнений с помощью теоремы Крамера. Во время выполнения работы были освоены 2 прикладные программы Crocodile Technology 3D Mathcad, использование которых нам пригодится в дальнейшей учебе и работе.

Используемая литература:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/>

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Mathcad>

<http://www.bitwisemag.com>