



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени  
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ: «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА: «Теоретическая информатика и компьютерные технологии»

## **Лабораторная работа №6** **«Анализ электрической цепи методом узловых потенциалов»**

*по курсу*

*«Численные методы линейной алгебры»*

Выполнил:

студент группы ИУ9-72Б

Караник А.А.

Проверено:

Посевин Д.П.

Москва, 2024

## Цель работы

Изучить метод узловых потенциалов для анализа электрической цепи, содержащей резисторы и узлы. На основе данного метода составить систему уравнений для узловых потенциалов, записать её в виде матрицы и вычислить решение для нахождения потенциалов и токов в цепи.

## Реализация

Исходный код программы:

```
R1 = 1000.0
R2 = 1.0
R3 = 1.0
R4 = 1.0
R5 = 1.0
R6 = 1.0
q = 9.0

A = [
    0 0 1;
    1 0 -1;
    (1/(R1 + R4) + 1/R2 + 1/(R3 + R5)) (-1/(R1 + R4) - 1/R2 - 1/(R3+R5) - 1/R6) 1/R6
]

b = [0, q, 0]

x = A \ b

x1, x2, x3 = x
println("Решение: x1 = $x1, x2 = $x2, x3 = $x3")

I0 = (x2 - x3) / R6
I1 = (x1 - x2) / (R1 + R4)
I2 = (x1 - x2) / R2
I3 = (x1 - x2) / (R3 + R5)

println("Токи:")
println("I0 = $I0")
println("I1 = $I1")
println("I2 = $I2")
println("I3 = $I3")
```

## Результаты

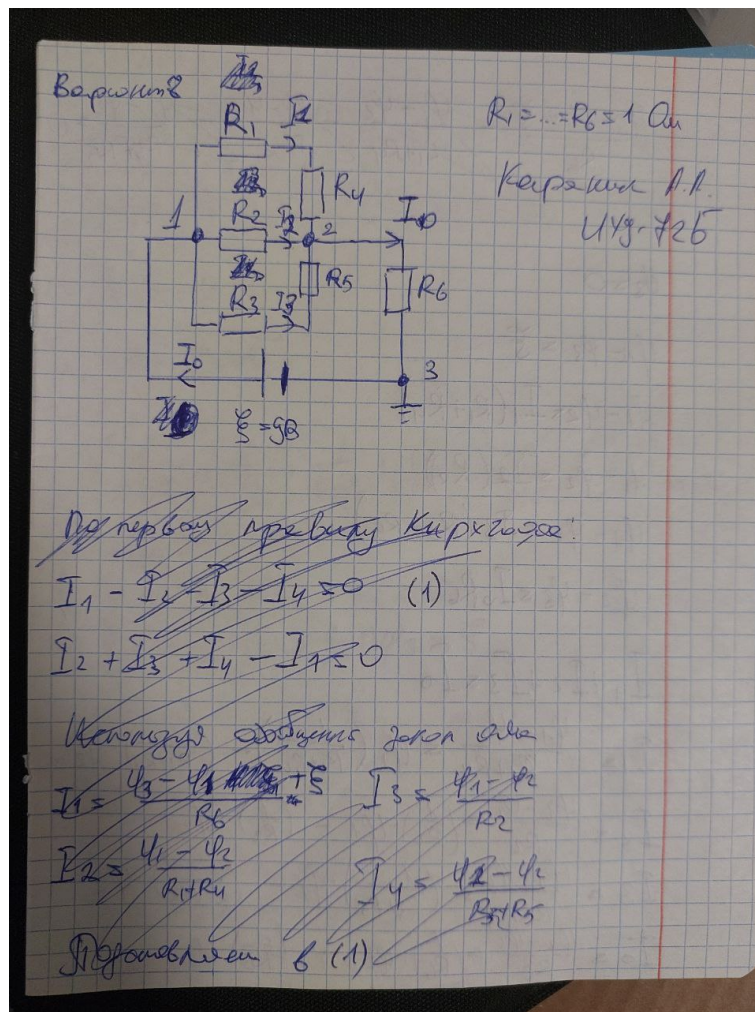


Рис. 1: решение

$$\begin{aligned}
 & \frac{\varphi_3 - \varphi_1 + 5}{R_6} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1 + R_4} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_2} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_3 + R_5} = 0 \\
 \\
 & \varphi_3 = 0 \\
 & \varphi_1 - \varphi_3 = 5 \\
 & \varphi_1 - \varphi_2 = I_1 (R_1 + R_4) \\
 & \varphi_1 - \varphi_2 = I_2 R_2 \\
 & \varphi_1 - \varphi_2 = I_3 (R_3 + R_5) \\
 & \varphi_2 - \varphi_3 = I_0 R_6 \\
 \\
 & I_1 + I_2 + I_3 = I_0 \\
 \\
 & I_1 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1 + R_4} = \varphi_1 \left( \frac{1}{R_1 + R_4} \right) - \left( \frac{1}{R_1 + R_4} \right) \cdot \varphi_2 \\
 & I_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_2} = \left( \frac{1}{R_2} \right) \cdot \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_2} \right) \cdot \varphi_2 \\
 & I_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_3 + R_5} = \left( \frac{1}{R_3 + R_5} \right) \cdot \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_3 + R_5} \right) \cdot \varphi_2 \\
 & I_0 = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{R_6} = \left( \frac{1}{R_6} \right) \cdot \varphi_2 - \left( \frac{1}{R_6} \right) \cdot \varphi_3
 \end{aligned}$$

Рис. 2: решение

$$\begin{cases}
 \varphi_1 \left( \frac{1}{R_1+R_4} \right) \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_1+R_4} \right) \varphi_2 + \left( \frac{1}{R_2} \right) \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_2} \right) \varphi_2 + \\
 + \left( \frac{1}{R_3+R_5} \right) \varphi_1 - \left( \frac{1}{R_3+R_5} \right) \varphi_2 = \left( \frac{1}{R_6} \right) \varphi_2 - \left( \frac{1}{R_6} \right) \varphi_3 \\
 \varphi_3 \varphi_3 = 0 \\
 \varphi_1 - \varphi_3 = 0
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 \left( \frac{1}{R_1+R_4} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3+R_5} \right) \varphi_1 + \left( -\frac{1}{R_1+R_4} - \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3+R_5} \right) \varphi_2 + \\
 + \left( \frac{1}{R_6} \right) \varphi_3 = 0 \\
 0 \cdot \varphi_1 + 0 \cdot \varphi_2 + 1 \cdot \varphi_3 = 0 \\
 1 \cdot \varphi_1 + 0 \cdot \varphi_2 + (-1) \varphi_3 = 0
 \end{cases}$$

$\varphi_1 = 9, \varphi_2 = 6, \varphi_3 = 0$   
 $I_0 = 6$   
 $I_1 = 1.5$   
 $I_2 = 3$   
 $I_3 = 1.5$

Рис. 3: решение

Решение:  $x_1 = 9.0, x_2 = 6.0, x_3 = 0.0$   
Токи:  
 $I_0 = 6.0$   
 $I_1 = 1.5$   
 $I_2 = 3.0$   
 $I_3 = 1.5$

Рис. 4: результаты программы

Решение:  $x_1 = 9.0, x_2 = 5.401437986818454, x_3 = 0.0$   
Токи:  
 $I_0 = 5.401437986818454$   
 $I_1 = 0.0035949670461354103$   
 $I_2 = 3.598562013181546$   
 $I_3 = 1.799281006590773$

Рис. 5: при  $R_1 = 1000$

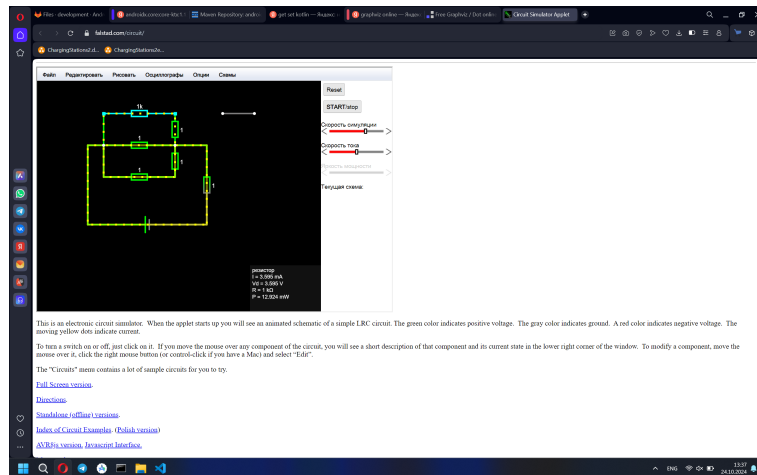


Рис. 6: при  $R1 = 1000$

## Вывод

В ходе работы был успешно применён метод узловых потенциалов для расчёта электрической цепи. Были составлены и решены уравнения для каждого узла, определены значения потенциалов, и вычислены токи через резисторы.