

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра теоретических основ электротехники

Лабораторная работа №1  
«Исследование цепи постоянного тока методом наложения»  
Вариант №4

Выполнил: ст. гр. 950503

Полховский А.Ф.

Проверил:

Батюков С. В.

Минск 2020

## 1 Цель работы.

Экспериментальная проверка метода наложения, принципа взаимности, построение потенциальной диаграммы по опытным данным.

## 2 Расчёт домашнего задания.

2.1 Исходные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Вариант	$E_1$	$E_3$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	Схемный нуль
	В	В	кОм	кОм	кОм	кОм	кОм	кОм	
4	15	30	3,9	1,2	2	3,9	1,5	1	Г

2.2 Исходная схема электрической цепи представлена на рисунке 1.

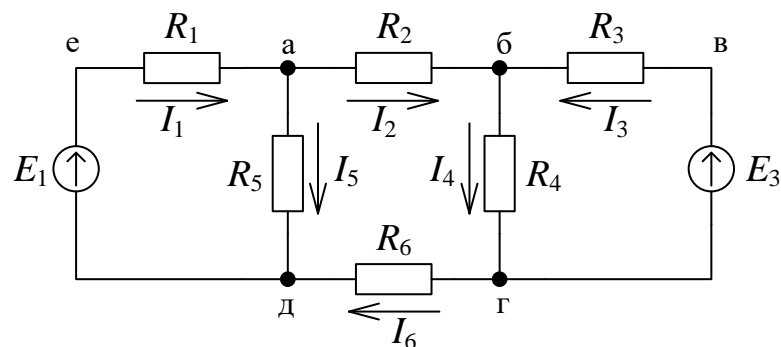


Рисунок 1 – Исходная схема

2.3 Расчёт частных токов при включении  $E_1$

2.3.1 Схема для расчёта частных токов, создаваемых источником тока  $E_1$  представлена на рисунке 2.1. Преобразуем схему, объединив параллельно и последовательно соединенные резисторы, и найдем  $R_{экв}$

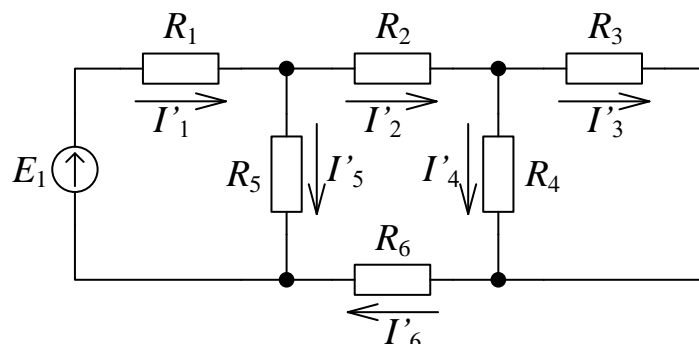
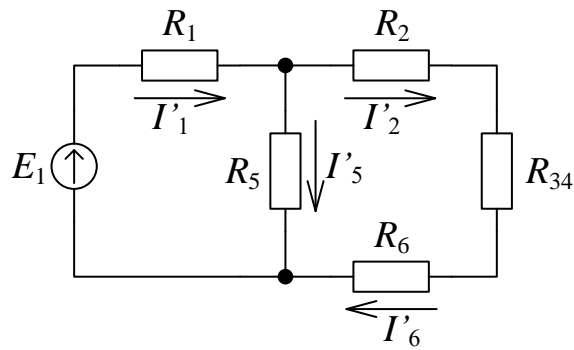
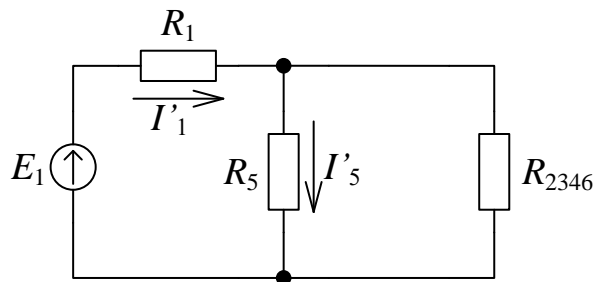


Рисунок 2.1 – Исходная схема при включенном  $E_1$

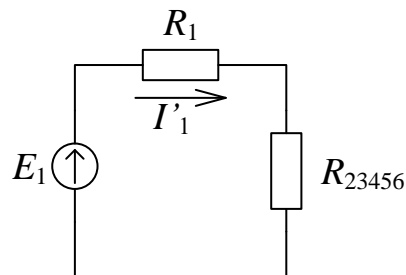
$$R_{34} = \frac{R_3 * R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2000 * 3900}{2000 + 3900} = 1,32 \cdot 10^3(\text{Ом})$$



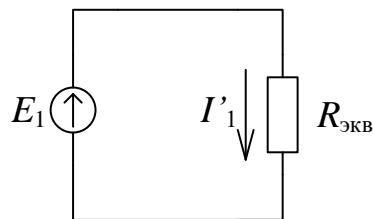
$$R_{2346} = R_2 + R_{34} + R_6 = 1200 + 1320 + 1000 = 3,52 \cdot 10^3(\text{Ом})$$



$$R_{23456} = \frac{R_{2346} \cdot R_5}{R_{2346} + R_5} = \frac{3520 \cdot 1500}{3520 + 1500} = 1,05 \cdot 10^3(\text{Ом})$$



$$R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_{23456} = 3900 + 1050 = 4950(\text{Ом})$$



2.3.2 Пользуясь “правилом плеч” и первым законом Кирхгофа, определяем значения токов  $I'_i$  по формулам

$$I'_1 = \frac{E_1}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{15}{4950} = 3,03(\text{мА})$$

$$I'_5 = I'_1 \cdot \frac{R_{2346}}{R_5 + R_{2346}} = 3,03 \cdot \frac{3520}{1500 + 3520} = 2,12(\text{мА})$$

$$I'_6 = I'_2 = I'_1 - I'_5 = 3,03 - 2,12 = 0,9(\text{мА})$$

$$I'_4 = I'_2 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 0,9 \cdot \frac{2000}{2000 + 3900} = 0,3(\text{мА})$$

$$I'_3 = I'_2 - I'_4 = 0,9 - 0,3 = 0,6(\text{мА})$$

#### 2.4 Расчёт частичных токов при включении $E_3$

2.4.1 Схема для расчёта частичных токов, создаваемых источником тока  $E_1$  представлена на рисунке 2.2. Преобразуем схему, объединив параллельно и последовательно соединенные резисторы, и определим  $R'_{\text{экв}}$ .

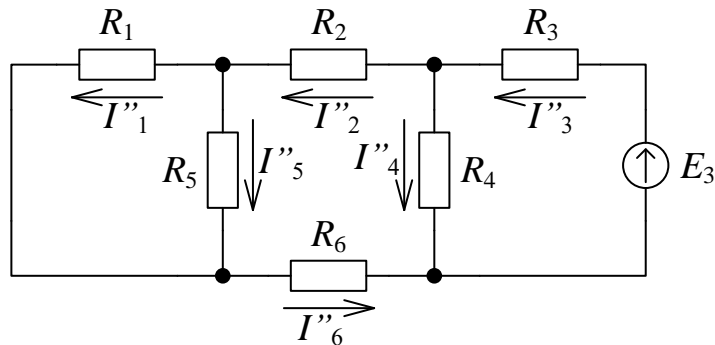
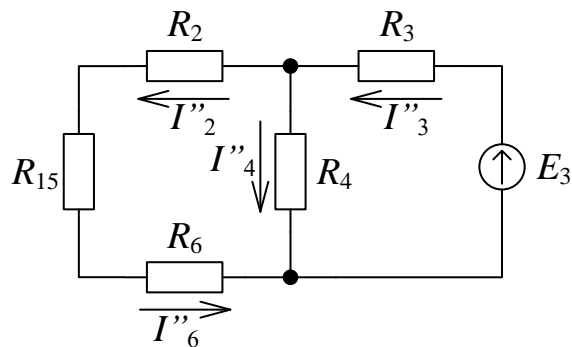
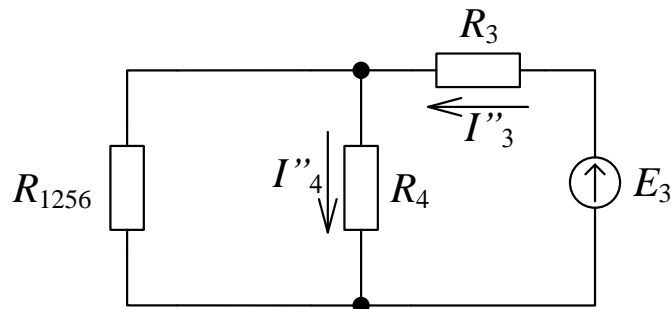


Рисунок 2.2 – Исходная схема при включённом  $E_3$

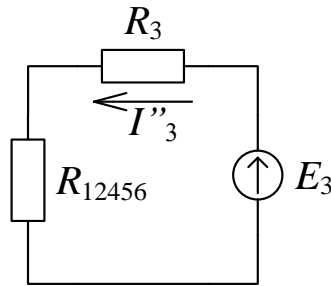
$$R_{15} = \frac{R_1 R_5}{R_1 + R_5} = \frac{3900 \cdot 1500}{3900 + 1500} = 1,08 \cdot 10^3(\text{Ом})$$



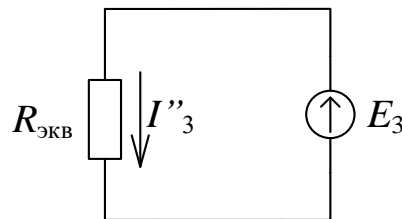
$$R_{1256} = R_2 + R_{15} + R_6 = 1200 + 1080 + 1000 = 3,28 \cdot 10^3(\text{Ом})$$



$$R_{12456} = \frac{R_{1256} \cdot R_4}{R_{1256} + R_4} = \frac{3280 \cdot 3900}{3280 + 3900} = 1,78 \cdot 10^3 (\text{Ом})$$



$$R'_{\text{ЭКВ}} = R_3 + R_{12456} = 1780 + 2000 = 3,78 \cdot 10^3 (\text{Ом})$$



2.4.2 Воспользовавшись “правилом плеч” и первым законом Кирхгофа, определим значения частичных токов  $I''_i$

$$\begin{aligned} I''_3 &= \frac{E_3}{R'_{\text{ЭКВ}}} = \frac{30}{3780} = 7,93 (\text{мА}) \\ I''_4 &= I''_3 \cdot \frac{R_{1256}}{R_4 + R_{1256}} = 7,93 \cdot \frac{3280}{3900 + 3280} = 3,62 (\text{мА}) \\ I''_6 &= I''_2 = I''_3 - I''_4 = 7,93 - 3,62 = 4,3 (\text{мА}) \\ I''_5 &= I''_2 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_5} = 4,3 \cdot \frac{3900}{3900 + 1500} = 3,1 (\text{мА}) \\ I''_1 &= I''_2 - I''_5 = 4,3 - 3,1 = 1,2 (\text{мА}) \end{aligned}$$

2.5 Токи в исходной схеме  $I_i$  определим как алгебраическую сумму частичных токов, создаваемых каждым из источников в отдельности

$$\begin{aligned} I_1 &= I'_1 - I''_1 = 3,03 - 1,2 = 1,83 (\text{мА}) \\ I_2 &= I'_2 - I''_2 = 0,9 - 4,3 = -3,4 (\text{мА}) \\ I_3 &= I'_3 - I''_3 = 0,6 - 7,93 = -7,33 (\text{мА}) \\ I_4 &= I'_4 + I''_4 = 0,3 - 3,62 = -3,32 (\text{мА}) \\ I_5 &= I'_5 + I''_5 = 2,12 + 3,1 = 5,22 (\text{мА}) \\ I_6 &= I'_6 - I''_6 = 0,9 - 4,3 = -3,4 (\text{мА}) \end{aligned}$$

2.6 Расчётные и экспериментальные данные представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчётные и экспериментальные данные

Данные	ЭДС источников		Токи в ветвях					
	$E_1, \text{В}$	$E_3, \text{В}$	$I_1, \text{мА}$	$I_2, \text{мА}$	$I_3, \text{мА}$	$I_4, \text{мА}$	$I_5, \text{мА}$	$I_6, \text{мА}$
Расчётные	15	0	3,03	0,9	0,6	0,3	2,12	0,9
	0	30	1,2	4,3	7,93	3,62	3,1	4,3
	15	30	1,83	-3,4	-7,33	-3,32	5,22	-3,4
Экспериментальные	15	0	2,9	0,9	0,5	0,3	2,16	0,92
	0	30	1,1	4,2	7,7	3,6	3,1	4,27
	15	30	1,9	-3,3	-7,1	-3,9	5,26	-3,33

### 3 Построение потенциальной диаграммы

Потенциальная диаграмма построена по экспериментальным данным, где потенциал базового узла ( $z$ ) принят равным 0 ( $\varphi_z = 0 \text{ В}$ ). Обход производится по контуру  $z - d - e - a - b - v - z$ .

$$\begin{aligned}\varphi_r &= 0 \text{ (В)}; \\ \varphi_d &= 3,36 \text{ (В)}; \\ \varphi_e &= 18,65 \text{ (В)}; \\ \varphi_a &= 11,25 \text{ (В)}; \\ \varphi_b &= 15,26 \text{ (В)}; \\ \varphi_v &= 30 \text{ (В)};\end{aligned}$$

Потенциальная диаграмма представлена на рисунке 3.1.

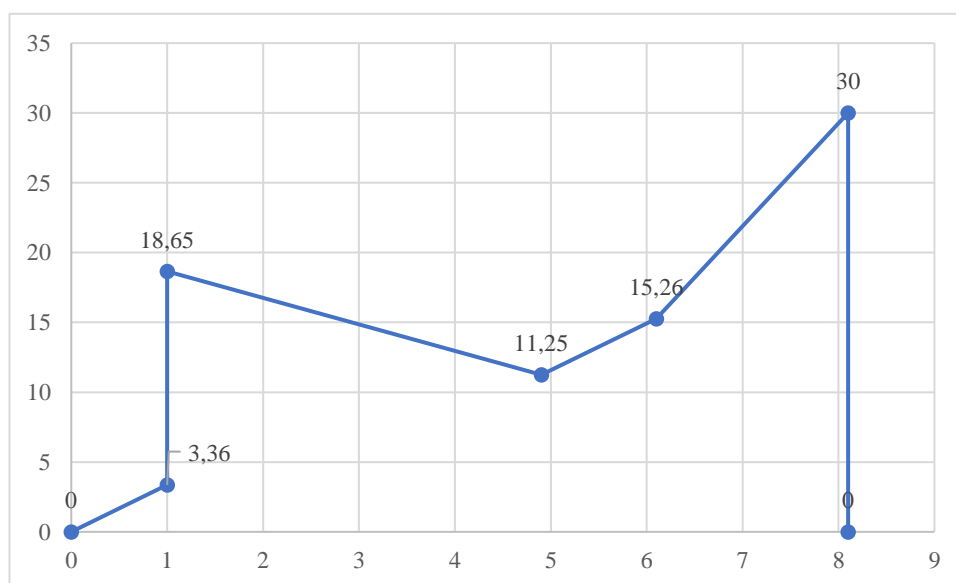


Рисунок 3.1 – Потенциальная диаграмма

#### **4 Выводы.**

В результате выполнения лабораторной работы методом наложения определены токи в электрической схеме. Экспериментальные результаты совпали с теоретическим расчётом с достаточной точностью. Неполное совпадение результатов обусловлено погрешностью измерения электрических величин: напряжений и токов.

По экспериментальным данным построена потенциальная диаграмма для внешнего контура электрической схемы.