**Лабораторная работа 1.1**

Исследование электрических цепей постоянного тока.

Вариант 4

**Цель работы:** Экспериментальная проверка закона Ома и правил Кирхгофа при определении токов напряжения в электрических цепях. Овладеть методами расчёта в разветвлённых электрических цепях.

**Данные элементов схемы**: E1=4B,E2=8B,R1=1к0,R2=1к5,R3=2к0,R4=1к3,R5=1к5

**R2**

**R3**

**R4**

**R1**

**E1**

**E2**



**1.1**

**Расчёты**:

Общее сопротивление цепи:

**Rобщ=R1+R2+R3+R4=1**кОм+1.5кОм+2.0кОм+1к3м=5.8 кОм;

Для **согласованного** включения E1 и E2 напряжения источников складываются:

**I=(E1+E2)/Rобщ** ;

Ток по закону Ома: I=(4В+8В)/5.8кОм=2.06 мА;

**UR=I\*R;**

**UR1**=I\*R1=2.06мА\*1кОм=2.06В

**UR2**=I\*R2=2.06мА\*1,5кОм=3,09В

**UR3**=I\*R3=2.06мА\*2кОм=4,12В

**UR4**=I\*R4=2.06мА\*1,3кОм=2,678В

Проверяем результаты расчёта по 2 закону Кирхгофа для контура:

**UR1+ UR1+ UR1+ UR1=E1+E2;**

2,06+3,09+4.12+2.678≈12

12=12

Для встречного включения E1 и E2 напряжения источников вычитаются:

Аналогичный расчёт для **встречного** включения:

**I=(E1-E2)/Rобщ ;**  I=(8В-4В)/5,8кОм=0.68 мА;

**UR=I\*R;**

**UR1**=I\*R2=0.6 В;

**UR2**=I\*R2=1,02 В;

**UR3**=I\*R3=1,36 В;

**UR4**=I\*R4=0.884 В;

**UR1+ UR1+ UR1+ UR1=E1-E2;**

0.6В+1,02В+1,36В+0,884В≈4В

4В=4В

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | I,мА | UR1,B | UR2,B | UR3,B | UR4,B |
| Согласованные  Е1 и Е2 | Рассчитанное | 2.06 | 2,06 | 3,09 | 4,12 | 2.678 |
| Измеренное | 2.04 | 2,03 | 3,12 | 4,11 | 2.65 |
| Встречные  Е1 и Е2 | Рассчитанное | 0.68 | 0.68 | 1,02 | 1,36 | 0,884 |
| Измеренное | 0,75 | 0,67 | 1,03 | 1,36 | 0,87 |

**1.2**

Для схемы рис.2 определим токи в ветвях электрической цепи и напряжение на её элементах.

**R2**

**R3**

**R4**

**R1**

**E1**



**R5**

Расчёты:

Е1=7В;

**Сопротивление ветви R3,4=R3+R4=**2кОм+1,3кОм=3,3кОм;

**Общее сопротивление ветвей: R3,4,5=(R3,4\*R5)/(R3,4+R5)=**(3.3кОм\*1,5кОм)/(3.3кОм+2кОм)=0,93кОм;

**Ток по закону Ома:**

**I1=E1/(R1+R2+R3,4,5) =**4В/(1кОм+1.5кОм+0.93кОм)=1.16мА;

**Напряжение на сопротивление R5 по второму правилу Кирхгофа:**

**UR5= E1-(UR1 +UR2)** =4В-(1,16+1,74)=1,1В

**Определяем токи в ветвях:**

**I2=UR5/R5**=1.1В/1,3кОм=0,84мА;

**I3=UR5/R3,4**=1.1В/3,3кОм=0,33мА;

**Проверка по первому правилу Кирхгофа:**

**I1=I2+I3;**

1.16мА≈0.84мА+0.33мА;

1.16мА=1.16мА;

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I1 | I2 | I3 | UR1 | UR2 | UR3 | UR4 | UR5 |
|  | мА | мА | мА | В | В | В | В | В |
| Рассчитанное | 1.16 | 0,73 | 0,33 | 1,16 | 1,74 | 0,66 | 0,43 | 1,1 |
| Измеренное | 1.21 | 0.91 | 0.366 | 1.15 | 1,7 | 0,59 | 0.44 | 1.05 |

**3.Методы расчёта цепей постоянного тока с несколькими источниками:**

**R2**

**R3**

**R4**

**R1**

**E1**



**R5**

**E2**

Для схемы составить уравнения по первому закону Кирхгофа для узлов и по второму закону для ветвей.

Составление уравнений электрического равновесия цепи на основе правил Кирхгофа:

* Указываем направление токов в схеме на рис.3;
* Считаем количество узлов N, и количество ветвей Nв ,в том числе количество ветвей с источниками тока Nm;
* Определяем количество уравнений, которое необходимо составить по правилам Кирхгофа для токов и для напряжений;
* Составляем систему уравнений.

Расчёты:

E1=4B, E2=8B, R1=1к0,R2=1к5,R3=2к0,R4=1к3,R5=1к5

**Схема имеет: Ny=2 узла, Nв=3 ветви,Nm=0 источников тока.**

Соответственно, необходимо составить:

**Уравнения для узлов: Ку=Ny-1=(2-1)=1;**

**Уравнение для ветвей: Кв=Nв- Nу+1-Nm=3-2+1-0=2;**

**Для узла: I2+I3-I1=0;**

**Для контура 1: I1R1+ I2R2+ I2R5=E1;**

**Для контура 2: I3R4- I3R5+ I3R3=E2;**

Имеем систему из трёх уравнений первой степени с тремя неизвестными. Решая эту систему, определяем токи в ветвях.

Решение системы уравнений:

I2+I3-I1=0

I1R1+ I1R2+ I2R5=E1

I3R3+I3R4-I2R5=E2

I2+I3-I1=0

I1\*1+ I1\*1,5+ I2\*1,5=E1

I3\*2+I3\*1,3-I2\*1,5=E2

I2+I3-I1=0

I1\*2,5+ I2\*1,5=4

I3\*3,3-I2\*1,5=8

I2+I3-I1=0

I1=(4- I2\*1,5)/2,5

I3=(8+I2\*1,5)/ 2,3

I1=1,84

I2 =0,4

I3=2,24

Метод наложения (принцип суперпозиции), основан на утверждении, что реакция линейной цепи на сумму воздействия равна сумме реакций от каждого воздействия в отдельности.

I=∑nk=1ik;

u=∑nk=1uk;

где n – число источников в цепи;

Ik и uk –частные реакции на к-1 источник.

Определим ток I3 :

Рассчитываем составляющую тока I3 обусловленную Е1.

Для этого считаем Е2=0;

Рассчитываем составляющую тока I3  обусловленную Е2.

Для этого считаем Е1=0;

R=((R3+R4) \* R5) / ((R3+R4+R5) = ((2кОм+1,3 кОм) \* 1,5кОм)/ (2кОм+1,3кОм+1,5кОм) = 1.03кОм

I3=E2 / (R3+R4+R) = 8В/(2кОм+1,3кОм+1,03кОм)=1,85мА.

UR5=E2-(UR3+ UR4) = 8-(3,7+2,405)В=1,895В

I2=UR5/R5= 1,895В/1,5кОм=1,26мА

I1= UR5/(R1+R2)=1,93/(1кОм+1,5кОм)=0,76 мА

I1раз=I1E1+ I1E2=1,16мА+0,76мА=1,92мА

I2раз=I2E1-I2E2=1,26-0,73 мА= 0,53мА

I3раз=IE1+ I3E2=0.33мА+1,85мА= 2,18мА

Кирхгоф (падение напряжения):

UR1=1,84мА\*1кОм=1,84В

UR2=1,84мА\*1,5кОм=2,76В

UR3=2,24мА\*2кОм=4,48В

UR4=2,24мА\*1,3кОм=2,9В

UR5=-0,4мА\*1,5кОм=0,6В

Наложение (падение напряжения):

UR1=1,92мА\*1кОм=1,82В

UR2=1,92мА\*1,5кОм=4,5В

UR3=2,18мА\*2кОм=4,36В

UR4=2,18мА\*1,3кОм=2,83В

UR5=0,53мА\*1,5кОм=0,79В

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | I1 мА | I2 мА | I3 мА | UR1 | UR2 | UR3 | UR4 | UR5 |
| Рассчит. | Кирхгов | 1,84 | 0,4 | 2,24 | 1,84 | 2,76 | 4,48 | 2,9 | 0,6 |
| Наложение | 1,92 | 0,53 | 2,18 | 1,92 | 2,88 | 4,36 | 2,83 | 0,79 |
| Измер. |  | 1,85 | 0,344 | 2,26 | 1,83 | 2,72 | 4,45 | 2,79 | 0,61 |

**Вывод:** Мы экспериментально проверили закон Ома и правила Кирхгофа при определении токов и напряжений в электрических цепях. Овладели методами расчёта в разветвлённых электрических цепях.

Значения фактические и теоретические немного отличаются, это произошло из-за нескольких причин:

* Неточные приборы (мультимеры)
* Округления в расчетах
* Погрешность в снятии измерений компьютером.