Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение

высшего профессионального образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (СибГУТИ)

Отчёт

По лабораторной работе №2

«Исследование линейной разветвленной цепи постоянного тока»

по дисциплине:

«Электротехника, электроника и схемотехника»

Выполнили

студенты:

гр. ИП-311

Николаев Михаил

Мерлинский Глеб

Проверил:

Сажнев Александр Михайлович

**Цель работы:** Экспериментальная проверка справедливости законов Кирхгофа, принципов наложения и взаимности, теоремы о линейных соотношениях.

**Ход работы:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметры** | **Номер бригады** |
| **3** |
| **Е1,** В | 5 |
| **Е2,** В | 9 |
| **R1,** Ом | 140 |
| **R2,** Ом | 80 |
| **R3,** Ом | 60 |

После установки напряжения ЭДС источников E1 и E2, задали значения сопротивлений резисторов R1, R2 и R3, открыв окна свойств резисторов двойным щелчком. Для проверки законов Кирхгофа записали результаты измерений в таблицу 2.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер**  **опыта,**  **№** | **Показания приборов по модулю** | | | | |
| **V1** | **V2** | **I1** | **I2** | **I3** |
| В | В | мА | мА | мА |
| 1 | 5 | 0 | 28,69 | -12,29 | 16,39 |
| 2 | 0 | 9 | -22,13 | 73,77 | 51,64 |
| 3 | 5 | 9 | 6,557 | 61,48 | 68,03 |
| 4 | 9 | 9 | 29,51 | 51,64 | 81,15 |
| 5 | 9 | 0 | 51,64 | -22,13 | 29,51 |

Для проверкизаконов Кирхгофапроведёмвычисления порезультатам измерений таблицы 2.2. для узла А по первому закону Кирхгофа и контуров I и II по второму закону Кирхгофа, как показано на рисунках в таблице 2.3 для трех опытов.

## Таблица 2.3 – Схемы замещения для трех опытов и уравнения проверки соотношения по законам Кирхгофа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **оп.** | **Схема замещения** |  |  |  |
| *1* |  |  |  |  |
| *2* |  |  |  |  |
| *3* | *рис37* |  |  |  |

Опыт №1

I1\*R1+I3\*R3 = (28,69\*10^-3)\*140 + (16,39\*10^-3)\*60=

4,01+0,98=4,99 (В)

I2\*R2-I3\*R3 = ((-12,29)\*10^-3) \* 80 – (16,39\*10^-3)\*60 = -0,98 + 0,98 = 0 (В)

I1 – I2 – I3 = 28,69 \* 10^-3 + 12,29\*10^-3-16,39\*10^-3 = 0 (А)

Опыт №2

I2\*R2+I3\*R3 = (73,77\*10^-3)\*80 + (51,64\*10^-3)\*60 = 5,9016 + 3,0984 = 9 (В)

I1\*R1 – I3\*R3 = (-22,13\*10^-3)\*140 – (51,64\*10^-3)\*60= 0 (В)

I2 - I1 - I3 = 73,77\*10^-3 – (-22,13\*10^-3) – 51,64\*10^-3 = 0,07377 + 0,02213 - 0,05164 = 0,04426 (А)

Опыт №3

I1\*R1 + I3\*R3 = 6,557 \* 10^-3 \* 140 + 68,03 \* 10^-3 \*60 = 0,91798 + 4,0818 = 4,99978 (В)

I2\*R2 + I3\*R3 = 61,48\*10^-3\*80 + 68,03\*10^-3\*60 = 4,9184 + 4,0818 = 9,0002 (В)

I2 + I1 – I3 = 61,48\*10^-3 + 6,557 \* 10^-3 – 68,03 \* 10^-3 = 0,06148 + 0,006557 - 0,06803 = 0,000007 (А)

Запишем результаты расчетов для проверки законов Кирхгофа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер**  **опыта, №** | **Результаты вычислений** | | |
|  |  |  |
| В | В | мА |
| 1 | 4,99 | 0 | 0 |
| 2 | 9 | 0 | 0,04426 |
| 3 | 4,99978 | 9,0002 | 0,000007 |
|  | Проверка II закона Кирхгофа | | Проверка I закона  Кирхгофа |

## Таблица 2.5 – Проверкалинейных соотношений между токами ветвей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер опыта, №** | **Уравнения**  **I3=*а* I2+*в*** | **Проверка линейных соотношений** |
| 3 |  | Фактические значения  *a = -1,33 (А), b = 0,15 (А)* |
| 4 |  |
| 2 | I3 = 51,8859 | a = - = - 1,33 (А), b = = 0,15 (А) |

Система уравнений из опыта №3 и №4:

Из полученной системы двух уравнений найдём неизвестные, а и b, предварительно перевели миллиамперы в амперы:

Расчётные значения по опыту №2:

*** ***

a = - = - 1,33 (А) b = = 0,15 (А)

Рассчитаем токи и  методом эквивалентных преобразований и наложений для опытов 2 и 5 из уравнений:

*** =***  = 0,051

***=***  = 0,02325

*** =***  = 0,07377

***=***  = 0,022

## Таблица 2.6 – Проверка принципа наложения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер опыта, №** | **Расчет методом эквивалентных преобразований и наложений** | | **Расчеты** | | |
|  | , мА | , мА | I1, мА | I2, мА | I3, мА |
| 2 | 0,022 | 0,07377 | 29 | 51,77 | 80,77 |
| 5 | 0,051 | 0,02325 |  |  |  |

Просуммируйте частичные токи в ветвях из опытов 2 и 5. Занесите данные в таблицу 2.6:

 = 0,051 – 0,022 = 0,029 (А) = 29 (мА)

= 0,07377 – 0,022 = 0,05177 (А) = 51,77 (мА)

 = 29 + 51,77 = 80,77 (мА)

Как мы можем заметить, полученные значения идентичны с опытом №4.

Вывод:

В рамках лабораторной работы были эффективно изучены различные методы анализа сложных разветвленных цепей постоянного тока. Исследованы основные законы электротехники: законы Кирхгофа, принципы наложения и взаимности, а также теорема о линейных соотношениях.

Контрольные вопросы:

1. Цепи постоянного тока (состав и особенности элементов цепи, где применяются). Режимы работы электрической цепи (холостой ход, нормальный, номинальный, короткозамкнутый). Сложная цепь, ветви, узлы. Первый и второй законы Кирхгофа. Закон сохранения энергии.

Цепи постоянного тока состоят из различных элементов, таких как резисторы, конденсаторы, индуктивности и источники ЭДС. Эти элементы используются в питании электроники, аккумуляторных батарей и в системах энергоснабжения.

Режимы работы цепи постоянного тока:

Холостой ход: Режим, в котором цепь не подключена к какой-либо нагрузке.

Нормальный режим: Обычная работа цепи при ее стандартной нагрузке.

Номинальный режим: Оптимальная работа цепи при заданных условиях, с учетом всех параметров.

Короткозамкнутый режим: Возникает, когда концы цепи соединяются напрямую, что может привести к высокому току и повреждениям.

Сложная или разветвленная цепь включает несколько путей для прохождения токов. Она состоит из узлов и ветвей:

Узлы: Точки в цепи, где соединяются три или более проводников.

Ветви: Проводники, соединяющие узлы. Ветви могут содержать резисторы или источники питания:

Активные ветви: Содержат как сопротивления, так и источники энергии.

Пассивные ветви: Включают только сопротивления.

Первый закон Кирхгофа гласит: в любом узле сложной цепи алгебраическая сумма токов равна нулю,

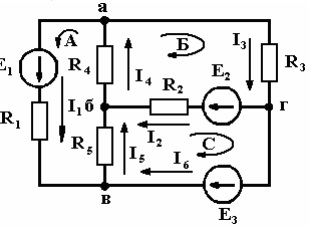


Второй закон Кирхгофа гласит: в любом контуре сложной цепи алгебраическая сумма ЭДС и напряжений действующих в этом контуре равна нулю:

****

Закон сохранения энергии: количество энергии, вырабатываемой в цепи, равно количеству потребляемой энергии.

1. Расчет цепи постоянного тока методом законов Кирхгофа (разобрать на примере).



Рассмотрим схему, представленную на рисунке выше. В ней нам известны сопротивления приёмников и их электродвижущие силы. Сначала мы выбрали направления токов в ветвях, затем составили систему уравнений с неизвестным – током. Число уравнений будет равняться числу ветвей в цепи. Поэтому для данной схемы уравнения, согласно первому закону Кирхгофа будут выглядеть так:

Для узла «а»:

-I1 - I3 + I4 = 0

Для узла «б»:

-I2 - I4 + I5 = 0

Для узла «в»:

-I1 - I5 + I6 = 0

1. Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов (разобрать на примере).

В качестве примера возьмём ту же схему.

Для контура «А»:

E1 = I1R1 + I4R4 + I5R5

Для контура «Б»:

E2 = I2R2 + I3R3 + I4R4

Для контура «C»:

-E1 + E3 = -I2R2 + I5R5

Решая данные уравнения мы сможем определить токи в цепи.

1. Эквивалентные преобразования в цепях постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединениях сопротивлений.

Эквивалентные преобразования в цепях постоянного тока позволяют значительно упростить анализ электрических схем. Рассмотрим основные виды соединений сопротивлений.

Последовательное соединение

При последовательном соединении сопротивления расположены один за другим, и через них протекает один и тот же ток. Эквивалентное сопротивление Rэкв определяется формулой:

= + + … +

Смешанное соединение

Смешанное соединение включает как последовательные, так и параллельные участки в одной и той же цепи.

Пример.

Допустим, у нас есть три резистора: 𝑅1 = 4 Ом , 𝑅2 = 6 Ом , и 𝑅3 = 12 Ом , где 𝑅1 и 𝑅2 соединены последовательно, а их объединённое сопротивление соединено параллельно с 𝑅3.

Сначала найдем эквивалентное сопротивление последовательных резисторов 𝑅1 и 𝑅2

R12 = R1 + R2 = 4 + 6 = 10 Ом

Затем определим эквивалентное сопротивление для параллельной связи 𝑅12 и 𝑅3

= + = = + = 5,45 (Ом).

Таким образом, эквивалентное сопротивление всей схемы составляет примерно 5,45 Ом.