

Основы электротехники

Учебно-методическое пособие
к лабораторному занятию

РАЗВЕТВЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

1 Цель работы

1. Экспериментальное обоснование метода суперпозиции.
2. Изучение принципа компенсации тока.
3. Экспериментальное обоснование метода преобразования цепи с помощью эквивалентного генератора.
4. Изучение принципа компенсации напряжения.

2 Исходные данные

Основными теоретическими сведениями, необходимыми для выполнения работы, являются методы расчета цепей постоянного тока.

3 Описание лабораторного макета

Для выполнения лабораторной работы используется ПЭВМ с загруженной моделирующей программой Electronics Workbench 5.0. Блок, используемых в работе виртуальных схем, находится в файле Lab1W.ewb.

Демонстрация метода суперпозиции, компенсации тока и преобразования цепи с помощью эквивалентного генератора, производится схемами, показанными на рис. 1. Вольтметры на схеме должны иметь наибольшее внутреннее сопротивление, а амперметры – наименьшее. Ключи S1 схем управляются клавишей “А”, а ключи S2 – клавишей “В”. Используемые, при выполнении работы, коммутаций показаны на рис. 2: рис. 2, а - подсоединение к выводам g и h сопротивления R3; рис. 2, б – холостого ход относительно выводов g и h; рис. 2, в – короткое замыкание выводов g и h. Для демонстрации компенсации напряжения используется схема, приведенная на рис. 3.

4 Последовательность проведения экспериментов и обработка экспериментальных данных

1. Рассчитать и установить параметры схем.

При выполнении принять:

- $E_1 = 5 + 3N$;

- $E_2 = 5 + 2N$;

- $R_1 = 20 + N$;

- $R_2 = 20 + 2N$;

- $R_3 = 20 + 3N$,

где N – номер варианта. Параметры зафиксировать в таблице 1.

Таблица 1– Параметры схем для варианта

E_1	E_2	R_1	R_2	R_3

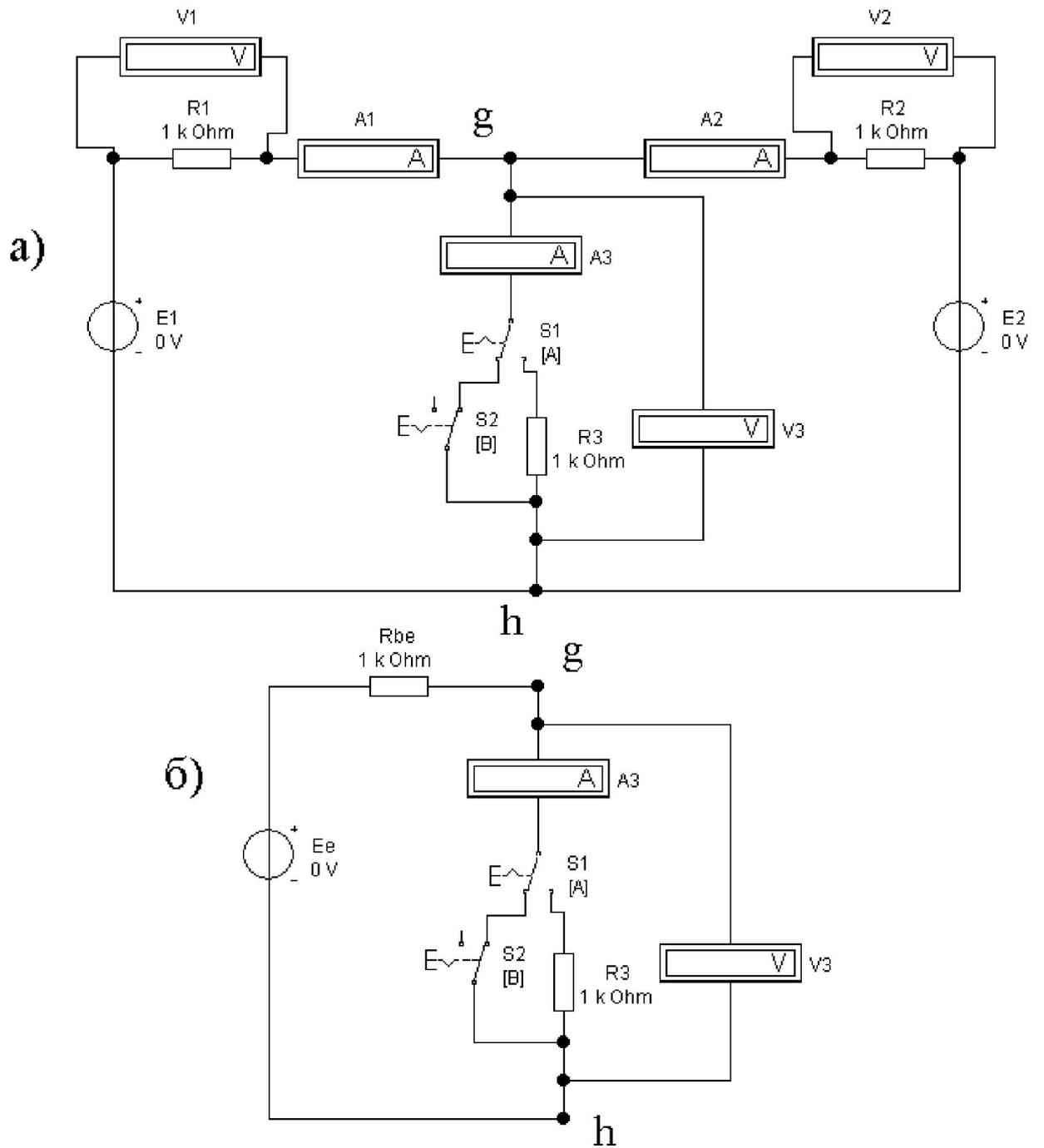


Рисунок 1 – Схема для исследования метода суперпозиции (а),
схема эквивалентного генератора с нагрузкой (б)

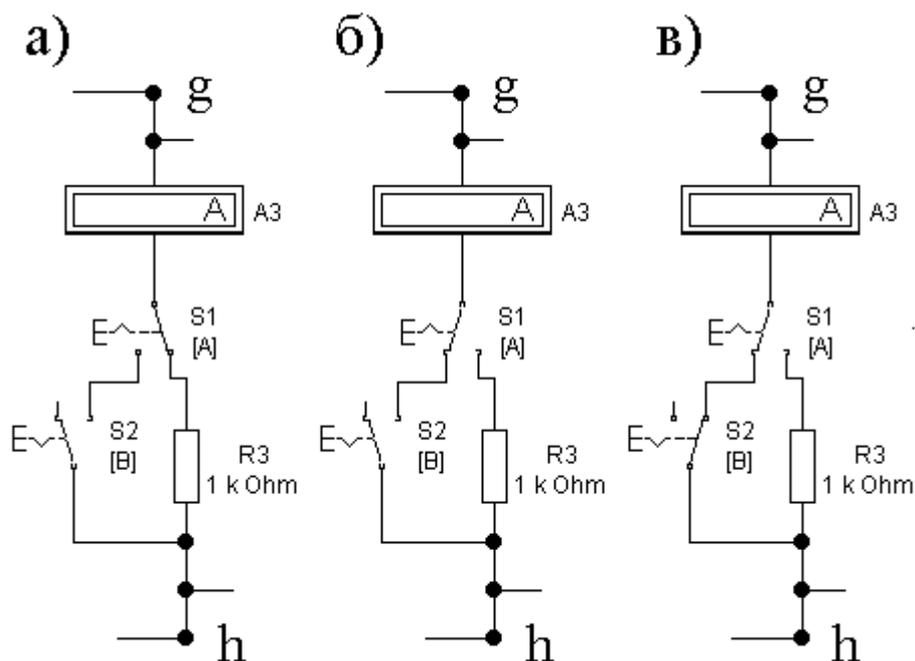


Рисунок 2 – Схемы коммутации: нагрузочный режим (а); режим холостого хода (б); режим короткого замыкания (в)

2. Произвести эксперименты по обоснованию метода суперпозиции (схема – рис. 1, а).

При выполнении произвести эксперименты согласно таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментальные данные к п. 2

№	E_1	E_2	I_1 (A1)	I_2 (A2)	I_3 (A3)	U_1 (V1)	U_2 (V2)	U_3 (V3)
1	E_1	0						
2	0	E_2						
3	E_1	E_2						

Ноль в клетке таблицы означает, что устанавливается нулевое значение ЭДС источника. В скобках указаны измерительные приборы. Коммутации ключей S1 и S2 по схеме на рис. 2, а.

3. Произвести проверочный расчет токов и напряжений для п/п. 3 таблицы 2 с применением метода двух узлов (g и h). Результат расчетов занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Результат расчетов к п. 3

I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3

4. Произвести эксперименты по компенсации тока в ветви между узлами g и h (схема – рис. 1, а).

При выполнении изменить полярность источника ЭДС E_2 (если, например, было установлено $E_2 = 10\text{В}$, то следует установить $E_2 = -10\text{В}$). Установить сопротивление R_3 из тех соображений, чтобы при условно замкнутой ветви gh токи I_1 и I_2 , были бы равны, то есть

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1} = I_2 = \frac{E_2}{R_2}.$$

Включить схему и убедиться, что ток $I_3 = 0$, а токи I_1 и I_2 равны. Убедится также, что это состояние не изменится при установке холостого хода (рис. 2, б) и короткого замыкания (рис. 2, в). Это означает, что узлы g и h имеют одинаковый потенциал независимо от значения сопротивления R_3 . Токи через сопротивление R_3 компенсируют друг друга, как равные по значению и направленные противоположно. Два узла потенциально преобразованы в один узел.

5. Определить параметры эквивалентного генератора относительно ветви с сопротивлением R_3 (выходные зажимы эквивалентного генератора точки g и h).

При выполнении вначале следует восстановить положительную полярность ЭДС E_2 . Установить в ветви gh холостой ход (рис. 2, б) и измерить напряжение U_3 (V3) при холостом ходе ($U_{3\text{ХХ}}$). ЭДС эквивалентного генератора

$E_e = U_{3\text{ХХ}}$. Установить в ветви gh режим короткого замыкания (рис. 2, в) и измерить ток I_3 (A3) при коротком замыкании ($I_{3\text{КЗ}}$). Определить внутреннее сопротивление эквивалентного источника ЭДС R_{be} , как $R_{be} = E_e / I_{3\text{КЗ}}$.

Зафиксировать результат в таблице 4.

Таблица 4 – Результат экспериментов и расчета к п. 4

Эксперимент		Расчет	
U_{3XX}	I_{3K3}	E_e	R_{be}

5.1 Произвести аналитический расчет параметров эквивалентного генератора.

При выполнении исходными данными являются значения ЭДС и сопротивлений схемы. Рассчитать напряжение холостого хода U_{3XX} , ток короткого замыкания I_{3K3} и внутренне сопротивление эквивалентного источника R_{be} . Внутреннее сопротивление рассчитать по формуле

$$R_{be} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2).$$

$$R_{be} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Результат расчета занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Результат расчета к п. 5

U_{3XX}	I_{3K3}	E_e	R_{be}

5.2 Установить на схеме замещения (рис. 1, б) значения E_e , R_{be} , R_3 и убедиться, что при холостом ходе, коротком замыкании и при любом значении R_3 токи I_3 в схемах на рис. 1, а и рис. 1, б будут одинаковыми.

5.3 Произвести эксперименты по компенсации напряжения в контуре К (схема – рис. 3).

При выполнении установить параметры схемы. Разомкнуть цепь ключом

S3 (клавиша “С”). Определить такое значение сопротивления R_4 , чтобы напряжение U_2 (V2) и напряжение U_4 (V4) были бы равны. Напряжения определяются по формулам

$$U_2 = \frac{E_1 R_2}{R_1 + R_2};$$

$$U_4 = \frac{E_2 R_4}{R_3 + R_4}.$$

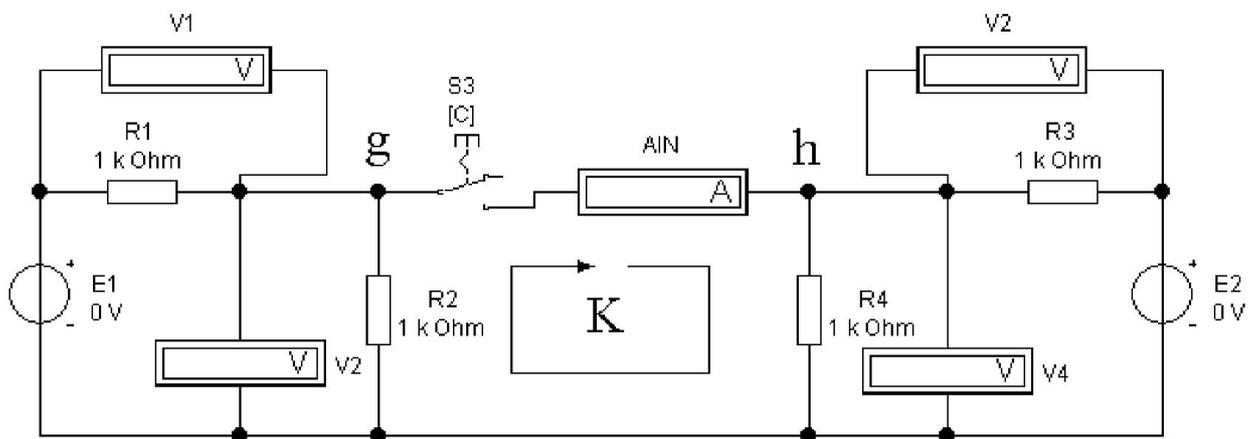


Рисунок 3 – Схема для исследования компенсации напряжения

Установить полученное значение сопротивления, и после включения схемы занести показания приборов в таблицу 6.

Таблица 6 – Экспериментальные данные к п. 7

U_1 (V1)	U_2 (V2)	U_3 (V3)	U_4 (V4)

Замкнуть ключ S3 и убедиться, ток в ветви gh отсутствует. Произошла компенсация напряжений в контуре К.

Установить $E_2 = E_1$, определить при каком соотношении между

сопротивлениями ток в ветви gh будет равен нулю. Установить необходимое значение R_4 и проверить независимость равновесного состояния от значений $E_2 = E_1$.

5 Требования к отчету

Отчет должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель работы;
- 3) рисунки 1 и 3;
- 4) все таблицы и расчеты;
- 5) выводы.

Выводы соотнести к следующим вопросам

1. Как следует понимать расчет цепи методом суперпозиции?
2. Что представляют собой компенсации тока и напряжения?
3. Какие достоинства имеет использование эквивалентного генератора?

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Общая электротехника/ Под ред. В.С. Пантюшина. -М.: Высшая школа, 1986.
2. Электротехника / Под ред. В.Г. Герасимова. -М.: Высшая школа, 1985.
3. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. -М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Электротехника / Б.А. Волынский, Е.Н. Зейн, В.Е. Шатерников: Учебное пособие для вузов. -М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Общая электротехника: Учебное пособие для вузов/ Под ред. А.Т. Блажкина.- М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Сборник задач с решениями по общей электротехнике/ Под ред. В.К. Пономаренко: Учеб. пособие для студентов неэлектротехнических специальностей вузов. -М.: Высшая школа, 1972.