

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Специальное машиностроение»

Кафедра «Автономные информационные и управляющие системы»

Лабораторная работа №2

по дисциплине

«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ»

Проверка теорем об эквивалентных источниках и взаимности

Вариант №5

Выполнил ст. группы РЛ6-31

Филимонов С.В.

Фамилия И.О.

Проверил Рассадкин Н.Ю.

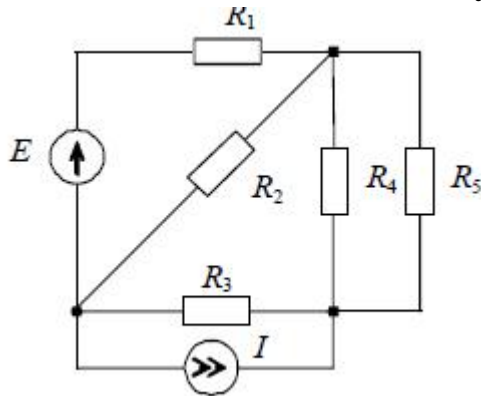
Оценка в баллах _____

Москва, 2021

Цель работы:

- применить методы наложения и эквивалентного источника для анализа исследуемой цепи.

Исследуемая цепь: Вариант №5



$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \text{ кОм}, R_2 = 9 \text{ кОм}, \\ R_3 &= 13 \text{ кОм}, R_4 = 7 \text{ кОм}, \\ R_5 &= 8 \text{ кОм}, E = 11 \text{ В}, \\ I &= 3 \text{ мА} \end{aligned}$$

Рис. 1

Подготовительное задание:

Для схемы, вариант 5, рассчитать напряжение и ток на сопротивлении R_3 :

- 1) методом наложения;
- 2) методом эквивалентного источника;

Полученные значения тока I_3 , полученные методом наложения поместим в таблицу 1, методом эквивалентного источника поместим в таблицу 2, в столбец «Вычислено».

Практическая часть:

1. Соберём модель схемы электрической цепи Рис. 1 в среде Microcap

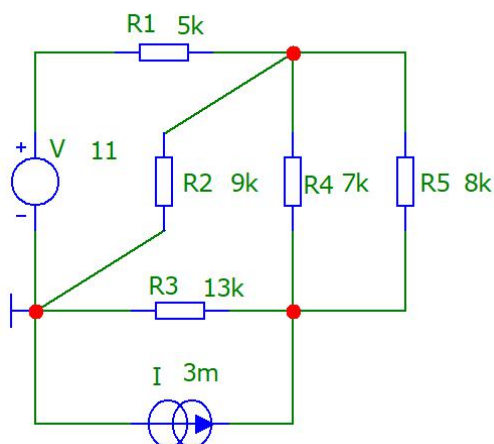


Рис. 2 Схема модели электрической цепи в среде Microcap

Таблица 1

Экспериментальные и расчётные данные исследования метода

наложения

Источник питания	Измерено					Вычислено
	I_1 , мА	I_2 , мА	I_3 , мА	I_4 , мА	I_5 , мА	I_3 , мА
$E = 11V$ $J=0$	-1.014	0.659	0.354	-0.189	-0.165	0.354
$E = 0$ $J=0.003A$	1.257	0.698	1.045	1.043	0.912	1.043
$E = 11V$ $J=0.003A$	0.243	1.357	1.399	0.853	0.746	1.397

1. Исследование метода наложения

- 1.1. Оставим в модели цепи рис.2 только источник ЭДС. Определим частичные токи $I_1', I_2', I_3', I_4', I_5'$. Данные занесём в первую строку табл. 1.

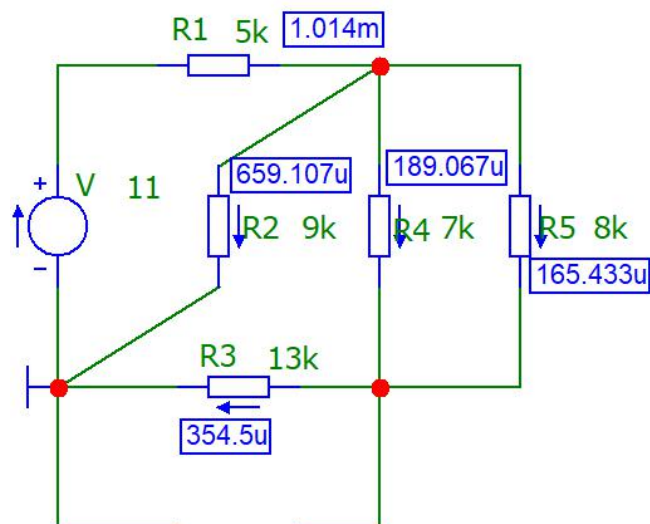


Рис. 3 Схема модели электрической цепи в среде Microcap, только с источником ЕДС

- 1.2. Оставим в цепи только источник тока. Определим частичные токи $I_1'', I_2'', I_3'', I_4'', I_5''$ Данные занесём во вторую строку табл. 1.

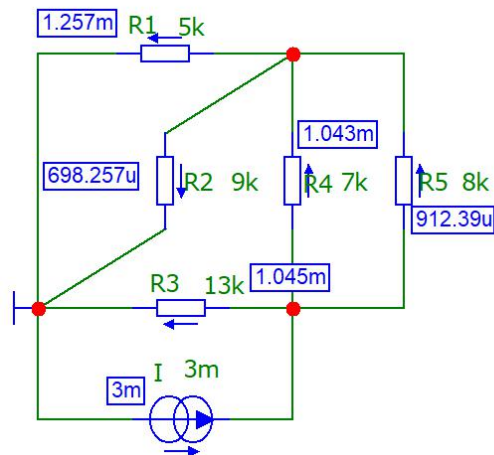
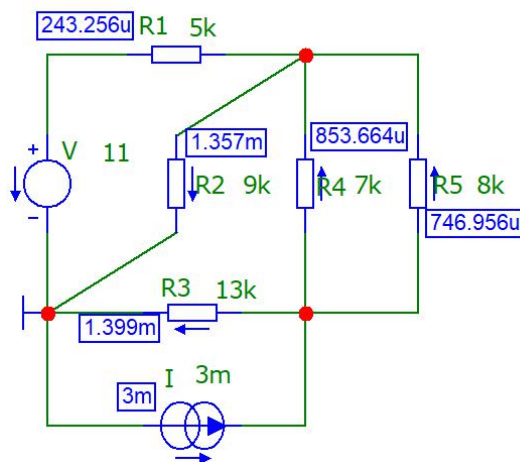


Рис. 4 Схема модели электрической цепи в среде Microcap, только с источником тока



- 1.3. Ещё раз соберём полную модель цепи рис.2. Определим по ней полные токи

Рис. 5 Схема модели электрической цепи в среде Microcap с токами в ветвях
Вычисления на I3 приведены в тетради.

2. Исследование метода эквивалентного источника

- 2.1. В исходной модели цепи произведём обрыв ветви на участке с R_3 . Измерим напряжение U_0 в точках разрыва. Величину U_0 занести в табл. 2.

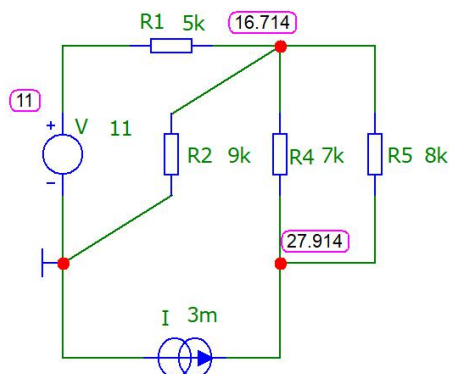


Рис. 6 Схема модели электрической цепи в среде Microcap с обрыв ветви на участке с R_3 и обозначенными потенциалами точек.

3.2 Отключим источники питания, и в разрыв ветви с R_3 подключим источник ЭДС значением $E = U_0$, определённое в п. 3.1, Измерим ток I_3 , поместим в табл. 2

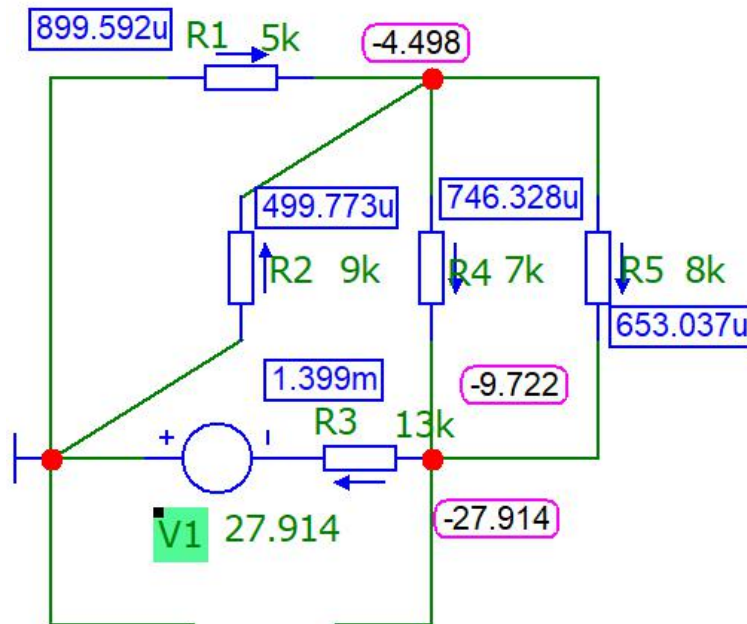


Рис. 7 Схема модели электрической цепи в среде Microcap (отключены источники питания, возвращён R_3 параллельно подключён источник ЭДС значением $E = U_0$) и обозначенными токами в ветвях.

Таблица 2

Экспериментальные данные исследования методом эквивалентного источника ЭДС

Измерено		Вычислено
$U_0, \text{В}$	$I_3, \text{мА}$	$I_3, \text{мА}$
27.914	1.399	1.39

3. Проверить теоремы взаимности

3.1. Соберем схему в MicroCap по варианту 5. Отключим источник тока

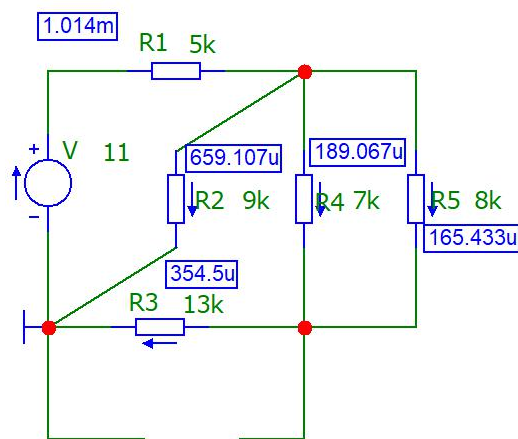
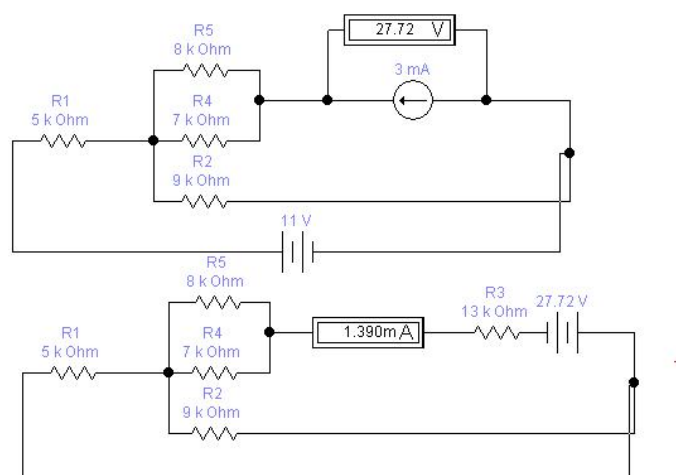


Рис. 8 Схема модели электрической цепи в среде Microcap (отключён источник тока) и обозначенными токами в ветвях.

3.2. Замеряем значение тока I_3 . Данные заносим в табл. 3.

Таблица 3



Собственные измерения методом эквивалентного генератора приведены выше в среде ElectronicWorkbench

Экспериментальные данные проверки теоремы взаимности

Е, В	I_2 , мА	I_1 , мА
11	0.659	0.659

3.3. Отключим источник ЭДС. Произведём обрыв на участке ветви с R_3 , подключим источник ЭДС в обрыв ветви. Установим

значение E , равное величине в п. 4.1, замерим значение тока I_1 . Данные занесем в табл. 3. (Рис. 9).

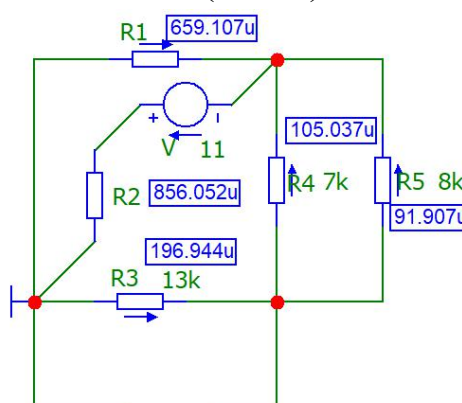


Рис. 9 Схема модели электрической цепи в среде Microcap

Ответы на Контрольные Вопросы:

1. Объяснить сущность метода наложения.

Метод наложения — метод расчёта электрических цепей, основанный на предположении, что электрический ток в каждой из ветвей электрической цепи при всех включённых генераторах равен сумме токов в этой же ветви, полученных при включении каждого из генераторов по очереди и отключении остальных генераторов.

2. Какие двухполюсники называются активными и пассивными.

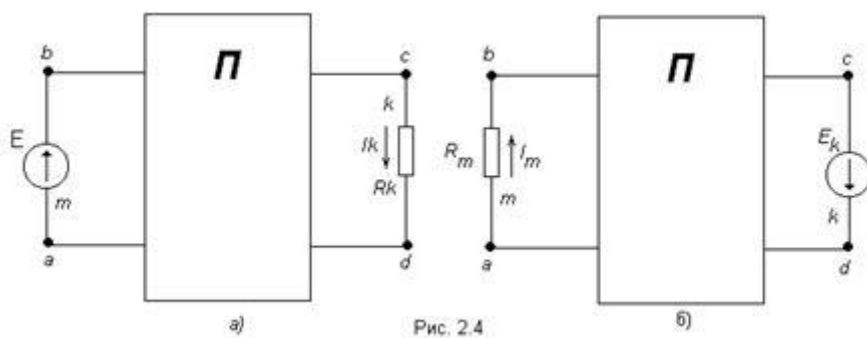
Двухполюсник, не содержащий источников энергии или содержащий скомпенсированные источники, называется пассивным. Если в схеме двухполюсника имеются нескомпенсированные источники, он называется активным.

3. Объяснить сущность теоремы об эквивалентном источнике.

Теорема утверждает о том, что любой источник может быть эквивалентно заменён на последовательно соединённые идеальный источник напряжения и внутреннее сопротивление

4. Объяснить сущность теоремы взаимности.

Пусть имеется электрическая схема произвольной конфигурации с единственным источником Э.Д.С. E_m , который действует в m -ветви в направлении от точки a к точке b и создаёт в k -ветви с сопротивлением R_k ток I_k , направленный от точки c к точке d . Такой же источник Э.Д.С. $E_k = E_m$, включенный в k -ветвь и действующий от точки c к точке d создаёт в m -ветви с сопротивлением $R_m = R_k$ ток I_m , направленный от точки a к точке b и равный току I_k



Выводы по работе:

Применив методы наложения и эквивалентного источника для анализа исследуемой цепи, можно сказать что оба метода точны, но не равно эффективны. В методе наложения, необходимо было делать две новые схемы и относительно них все считать, а в методе эквивалентного источника мы собирали только одну новую схему, и изменяли изначальную, тем самым проводя меньше действий.