

**Министерство образования Тульской области
Государственное профессиональное образовательное учреждение Тульской
области
«Тульский колледж профессиональных технологий и сервиса»**

**Методические рекомендации
по выполнению практических работ по учебной дисциплине
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА**

**для образовательной программы среднего профессионального образования
для специальности**

19.02.03 Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий

Разработал: к.т.н., доцент Клепинина И.А.

Тула 2019

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования к основным видам учебных занятий наряду с другими отнесены практические занятия.

** Практическая работа направлена на проверку уровня сформированности учебных умений в ходе практической деятельности (выполнение вычислений, расчётов, чертежей, работа с нормативной документацией, инструктивными материалами, справочниками).*

В процессе практических занятий обучающиеся выполняют одно или несколько практических заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимся практических работ проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- развития общих и профессиональных компетенций обучающихся;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Выполнение обучающимися практических работ направлена на:

- формирование умений применять полученные знания на практике;
- развитие общих и профессиональных компетенций обучающихся;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, творческая инициатива.

Плановое количество часов на самостоятельную работу (24 часа) распределяется по следующим видам деятельности: подготовка к занятиям, выполнение домашнего задания, подготовка к проверочным работам, подготовка к зачету. Также самостоятельная работа учащихся выполняется по предложенным темам (или самостоятельно выбранным темам по согласованию с преподавателем) в виде устных сообщений или презентаций. Темы приведены в рабочей программе.

Практическое применение полученных теоретических знаний учащиеся получают при решении задач. Предложенные методические рекомендации направлены на оказание практической помощи при решении задач или подготовки презентации.

Наибольшие трудности, как показывает практика, учащиеся испытывают при решении задач на законы Ома и законы Кирхгофа. Ниже приведены методические рекомендации в помощь учащимся при решении задач. Рассмотрено достаточное количество задач с решениями и пояснениями.

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЗАКОНЫ ОМА И ЗАКОНЫ КИРХГОФА

Закон Ома устанавливает зависимость между напряжением и током на пассивной ветви, а также позволяет определить ток по известным потенциалам на концах ветви с источником напряжения.

Законы Кирхгофа применяют для нахождения токов в ветвях линейных и нелинейных схем при любом законе изменения во времени токов и напряжений.

Метод эквивалентных преобразований. При эквивалентных преобразованиях отдельные участки электрической цепи заменяются более простыми. Эквивалентность преобразования состоит в том, что токи и напряжения в не преобразованной части схемы не изменяются.

Последовательное упрощение схемы продолжается до ее преобразования в одноконтурную схему, после чего для расчета используется **закон Ома**.

Метод эквивалентных преобразований используется для нахождения внутреннего сопротивления эквивалентного генератора.

При помощи **метода эквивалентных преобразований** облегчают расчет нелинейной цепи, упростив линейную часть цепи эквивалентными преобразованиями.

Принято пользоваться приведенным ниже алгоритмом метода **законов Кирхгофа**.

1. Произвольно выбирают положительные направления токов в ветвях и обозначают их на схеме.

2. Составляют уравнения по **первому закону Кирхгофа**: на одно уравнение меньше числа узлов (для последнего узла уравнение будет зависимым от предыдущих уравнений).

3. Выбирают независимые (главные) контуры и направление их обхода. Удобно для всех контуров выбрать одинаковое направление обхода.

4. Записывают уравнения по **второму закону Кирхгофа** для выбранных контуров.

5. Решая полученную систему уравнений, определяют искомые токи.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЗАКОН ОМА И КИРХГОФА

Задача 1.1. Определить эквивалентное сопротивление цепи между зажимами a и b при разомкнутом и замкнутом ключе K методом эквивалентных преобразований (рис. 1.1, a).

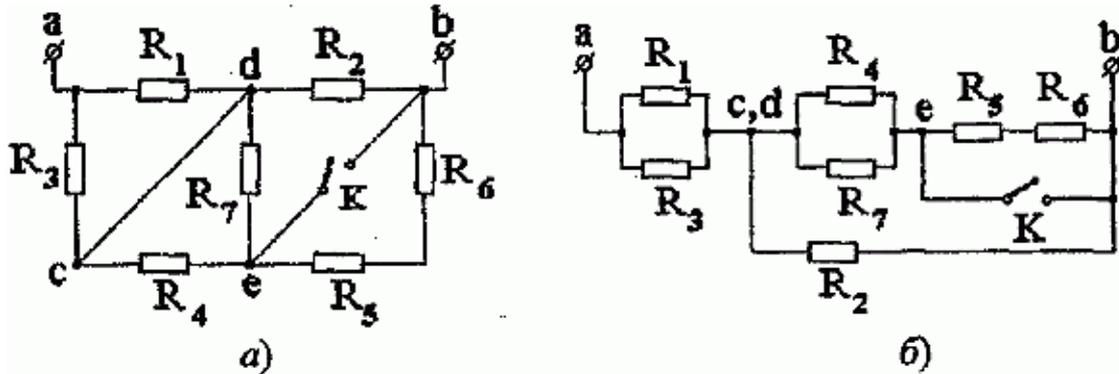


Рис. 1.1

Решение. Сохраняя топологию схемы, трансформируем ее к виду, удобному для анализа (отправная точка – потенциалы узлов c и d равны между собой).

Из рис. 1.1, b следует:

1. При разомкнутом ключе K

$$R_{ab} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} + \frac{(R_{47} + R_5 + R_6) \cdot R_2}{(R_{47} + R_5 + R_6) + R_2}$$

2. При замкнутом ключе K

$$R_{47} = \frac{R_4 \cdot R_7}{R_4 + R_7} + \frac{R_4 \cdot R_7}{R_4 + R_7}$$

где

$$R_{47} = R_4 \cdot R_7 / (R_4 + R_7)$$

Задача 1.2. Определить методом эквивалентных преобразований сопротивление цепи между зажимами a и b при разомкнутом и замкнутом ключе K для схемы, изображенной на рис. 1.2.

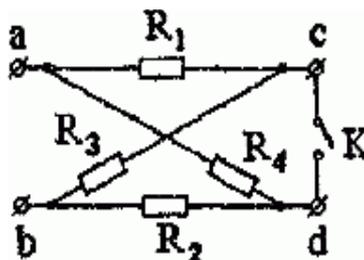


Рис. 1.2

Решение. Совершим поворот части схемы относительно зажимов c и d .
В результате получим (рис. 1.3):

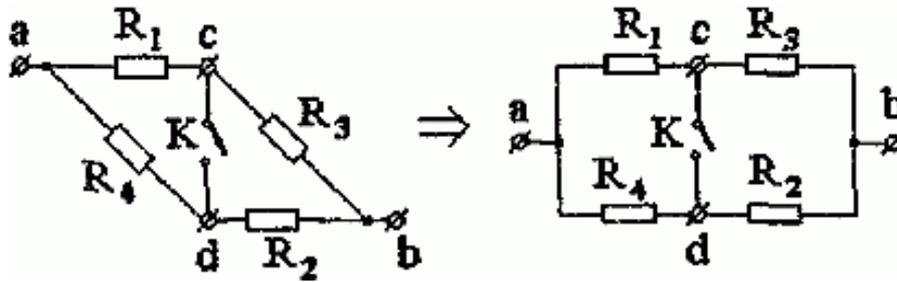


Рис. 1.3

1. При разомкнутом ключе K

$$R_{ab} = \frac{(R_1 + R_3) \cdot (R_2 + R_4)}{(R_1 + R_3) + (R_2 + R_4)}$$

2. При замкнутом ключе K

$$R_{ab} = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

Задача 1.3. Найти сопротивление между зажимами a и b для схемы, изображенной на рис. 1.4.

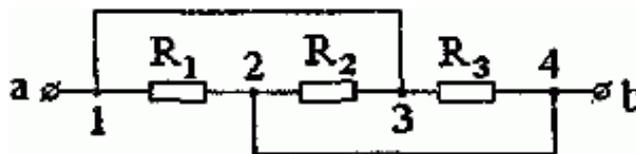


Рис. 1.4

Решение. К точке 2 подходят условные «начало» сопротивления R_2 и «концы» сопротивлений R_1 и R_3 .

К точке 3 подходят «начала» сопротивлений R_1 и R_3 и «конец» сопротивления R_2 .

Но тогда, все «начала» сопротивлений и все их «концы» соединяются соответственно в одни точки. А значит, по определению, имеем параллельное соединение приемников (рис. 1.5).

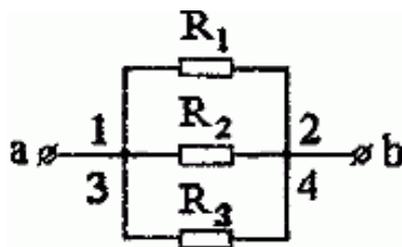


Рис. 1.5

Таким образом, сопротивление между зажимами a и b :

$$R_{ab} = 1/Y_{ab} = 1/(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$$

Задача 1.4. Найти сопротивление R_{13} , R_{14} , R_{17} между различными парами вершин куба, ребра которого имеют заданное сопротивление R (рис. 1.6).

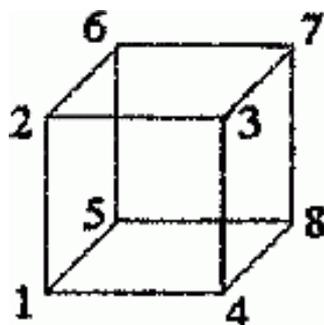


Рис. 1.6

Решение. Задачу проще всего решить *методом амперметра и вольтметра*. Суть метода заключается в следующем. Если к фиксированным точкам схемы a и b подвести условно известное напряжение U_{ab} и определить ток I во внешней цепи, то искомое сопротивление $R_{ab} = U_{ab}/I$. При этом напряжение U_{ab} (показание вольтметра) в соответствии с *законами Кирхгофа* определяется как функция тока I (показание амперметра).

1. Расчетная схема для определения сопротивления R_{13} имеет вид, представленный на рис. 1.7.

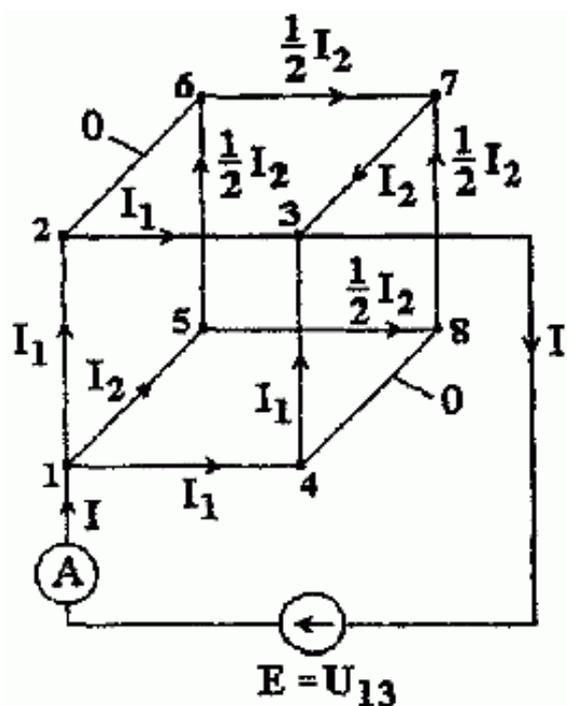


Рис. 1.7

В силу симметрии потенциалы точек 2 и 6 (4 и 8) равны между собой. Поэтому токи в ребрах. 2 – 6 и 4 – 8 отсутствуют.

Перераспределение токов I_1 и I_2 легко находится из *первого закона Кирхгофа* и соответствует рисунку 1.7.

Соотношение между токами найдем из *второго закона Кирхгофа*:

$$U_{14} = U_{15} + U_{58} + U_{84};$$

$$I_1 \cdot R = I_2 \cdot R + 1/2 \cdot I_2 \cdot R + 0 = 3/2 \cdot I_2 \cdot R.$$

Откуда:

$$I_1 = 3/2 \cdot I_2; \quad I_2 = 2/3 \cdot I_1.$$

А значит, общий ток

$$I = 2 \cdot I_1 + I_2 = 2 \cdot I_1 + 2/3 \cdot I_1 = 8/3 \cdot I_1.$$

Но

$$U_{13} = I \cdot R_{13} = 8/3 \cdot I_1 \cdot R_{13} = U_{12} + U_{23} = 2 \cdot I_1 \cdot R.$$

Откуда, сокращая на I_1 , имеем $8/3 \cdot R_{13} = 2R$. Или, что тоже самое, искомое $R_{13} = 3/4 \cdot R$.

2. Расчетная схема для определения сопротивления R_{14} имеет вид, представленный на рис. 1.8.

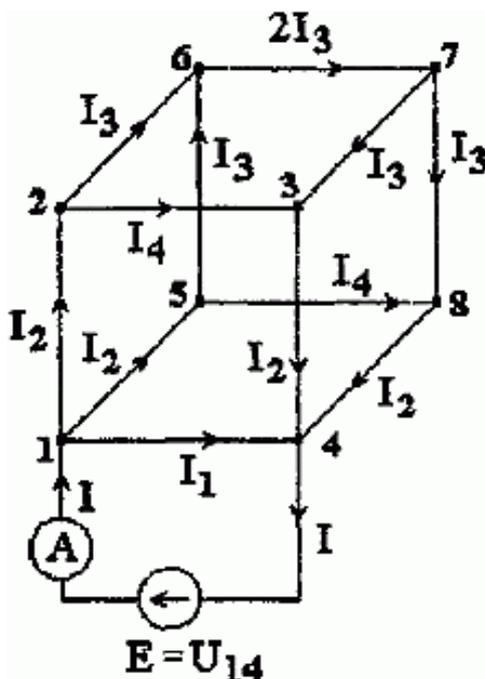


Рис. 1.8

В силу симметрии токи в ребрах 1 – 2, 1 – 4, 2 – 3 и 4 – 3 равны между собой.

А значит, в соответствии с *первым законом Кирхгофа*, токи в ребрах 2 – 6 и 4 – 8 отсутствуют.

Перераспределение неизвестных токов I_1, I_2, I_3, I_4 находится из *первого закона Кирхгофа* (и симметрии цепи) и соответствует рис. 1.8.

Поскольку падение напряжения

$$U_{23}=U_{26}+U_{67}+U_{73};$$

$$I_4 \cdot R = I_3 \cdot R + 2I_3 \cdot R + I_3 \cdot R = 4I_3 \cdot R,$$

то, сокращая на R , имеем:

$$I_4 = 4I_3$$

или

$$I_3 = 1/4 \cdot I_4$$

Ток

$$I_2 = I_3 + I_4 = 1/4 \cdot I_4 + I_4 = 5/4 \cdot I_4$$

или

$$I_4 = 4/5 \cdot I_2.$$

Но

$$U_{14} = U_{15} + U_{58} + U_{84};$$

$$I_1 \cdot R = I_2 \cdot R + I_4 \cdot R + I_2 \cdot R = I_2 \cdot R + 5/4 \cdot I_2 \cdot R + I_2 \cdot R = 14/5 \cdot I_2 \cdot R.$$

Откуда, сокращая на R , имеем:

$$I_1 = 14/5 \cdot I_2$$

или

$$I_2 = 5/14 \cdot I_1.$$

Но

$$U_{14} = I \cdot R_{14} = (I_1 + 2I_2) \cdot R_{14} = (I_1 + 10/14 \cdot I_1) \cdot R_{14} = 24/14 \cdot I_1 \cdot R_{14} = I_1 \cdot R.$$

Или, что то же, искомое $R_{14} = 14/24 \cdot R = 7/12 \cdot R$.

3. Расчетная схема для определения сопротивления R_{17} имеет вид, представленный на рис. 1.9.

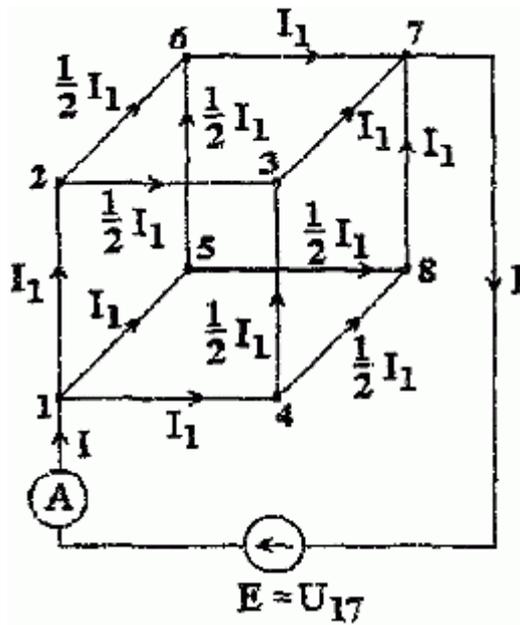


Рис. 1.9

В силу диагональной симметрии схемы полный ток $I = 3I_1$.

Падение напряжения

$$U_{17} = U_{14} + U_{43} + U_{37};$$

$$I \cdot R_{17} = I_1 \cdot R + 1/2 \cdot I_1 \cdot R + I_1 \cdot R = 5/2 \cdot I_1 \cdot R.$$

Откуда искомое сопротивление $R_{17} = 5/6 \cdot R$.

Задача 1.5. Определить методом эквивалентных преобразований токи в ветвях цепи (рис. 1 10, а) и показание вольтметра, включенного между точками c и d , считая, что его сопротивление во много раз превышает сопротивление каждого из элементов цепи.

Чему равно показание амперметра, включенного между точками c и d , сопротивление которого считать равным нулю?

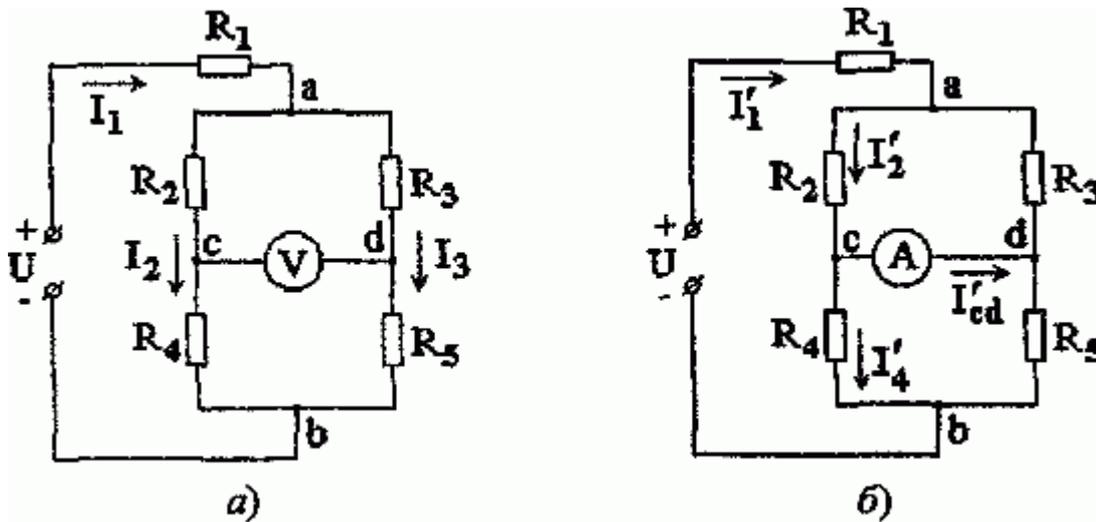


Рис. 1.10

Сопротивления элементов цепи: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = R_3 = R_5 = 25 \text{ Ом}$ и $R_4 = 50 \text{ Ом}$, а приложенное к ней напряжение $U = 120 \text{ В}$.

Решение. Расчет показания вольтметра. Из условия вытекает, что его включение не оказывает влияния на распределение токов в цепи. Для расчета токов сначала определяем эквивалентное сопротивление всей цепи (рис. 1.10, а):

$$R = R_1 + \frac{(R_2 + R_4) \cdot (R_3 + R_5)}{(R_2 + R_4) + (R_3 + R_5)} = 10 + \frac{75 \cdot 50}{125} = 40 \text{ Ом}$$

В неразветвленной части цепи протекает ток

$$I_1 = U/R = 120/40 = 3 \text{ А.}$$

Токи, протекающие через сопротивления $(R_2 + R_4)$ и $(R_3 + R_5)$ можно найти различными способами.

1. В параллельных ветвях токи распределяются обратно пропорционально их сопротивлениям (**формула разброса токов**):

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{(R_3 + R_5)}{(R_2 + R_4) + (R_3 + R_5)} = 3 \cdot \frac{50}{125} = 1.2 \text{ А}$$

$$I_3 = I_1 \cdot \frac{(R_2 + R_4)}{(R_2 + R_4) + (R_3 + R_5)} = 3 \cdot \frac{75}{125} = 1.8 \text{ А}$$

2. Найдем напряжение на зажимах параллельных ветвей:

$$U_{ab} = I_1 \cdot \frac{(R_2 + R_4) \cdot (R_3 + R_5)}{(R_2 + R_4) + (R_3 + R_5)} = 3 \cdot \frac{75 \cdot 50}{125} = 90 \text{ В}$$

Токи в ветвях с сопротивлениями $R_2 + R_4$ и $R_3 + R_5$ равны:

$$I_2 = U_{ab} / (R_2 + R_4) = 90 / 75 = 1,2 \text{ A};$$

$$I_3 = U_{ab} / (R_3 + R_5) = 90 / 50 = 1,8 \text{ A}.$$

Напряжение на зажимах параллельных ветвей может быть найдено как разность между приложенным напряжением и падением напряжения на сопротивлении R_1 : $U_{cd} = U - R_1 \cdot I_1$.

Найдем показание вольтметра, равное напряжению между точками c и d :

$$U_V = U_{cd} = -I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = -1,2 \cdot 25 + 1,8 \cdot 25 = 15 \text{ В}.$$

Наконец, вычислим ток, проходящий через амперметр; он равен току короткого замыкания I'_{cd} (рис. 1.10, б). Для его нахождения вычислим токи:

$$I'_1 = 144 / 47 \text{ A};$$

$$I'_2 = 72 / 47 \text{ A};$$

$$I'_4 = 48 / 47 \text{ A}.$$

Искомый ток, проходящий через амперметр,

$$I_A = I'_{cd} = I'_2 - I'_4 = 24 / 47 = 0,51 \text{ A}.$$

Задача 1.6. В схеме рис. 1.11 заданы сопротивления приемников, величины ЭДС и источника тока отдельных ветвей. Рассчитать неизвестные токи, ЭДС E_2 и сопротивление R_5 , пользуясь законами Кирхгофа.

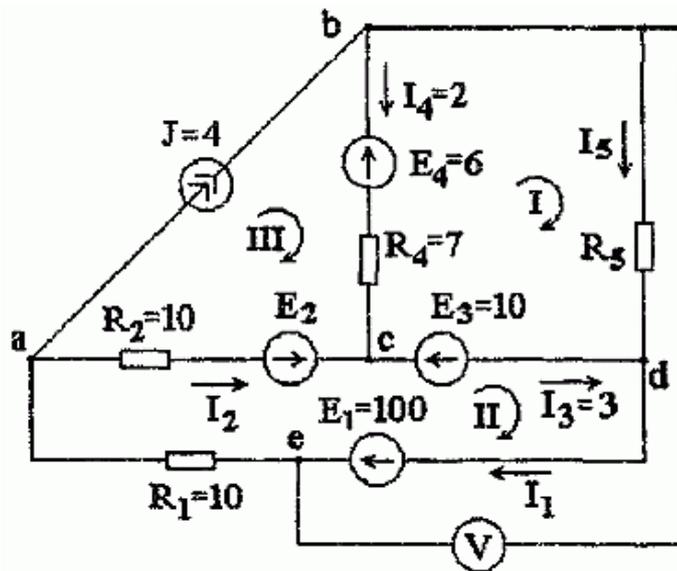


Рис. 1.11

Правильность решения проверить по балансу мощностей. Для наружного контура построить потенциальную диаграмму и определить показание вольтметра.

Решение

1. Всего в схеме пять ветвей, неизвестных токов I_1, I_2, I_5 – три, неизвестных величин E_2 и R_5 – две, для нахождения которых составим три уравнения по *первому закону Кирхгофа* и два – по *второму закону Кирхгофа*:

$$\text{для узла b: } J=I_4+I_5;$$

$$\text{для узла d: } -I_5-I_3+I_1=0;$$

$$\text{для контура I: } I_5R_5-I_4R_4=E_3+E_4;$$

$$\text{для контура II: } I_1R_1+I_2R_2=E_1+E_2-E_3.$$

Из первых трех уравнений находим токи:

$$I_5=J-I_4=4-2=2 \text{ A};$$

$$I_1=I_5+I_3=2+3=5 \text{ A};$$

$$I_2=-J+I_1=-4+5=1 \text{ A}.$$

из четвертого уравнения

$$R_5=(E_3+E_4+I_4 \cdot R_4)/I_5=(10+6+14)/2=15 \text{ Ом}.$$

Величину E_2 определяем из последнего уравнения:

$$E_2=I_1 \cdot R_1+I_2 \cdot R_2-E_1+E_3=5 \cdot 10+10 \cdot 1-100+10=-30 \text{ В}.$$

2. Для построения потенциальной диаграммы найдем потенциалы всех точек контура $abcdea$, приняв исходный потенциал точки a равным нулю:

$$\varphi_e=\varphi_a-I_1 \cdot R_1=0+5 \cdot 10=50 \text{ В};$$

$$\varphi_d=\varphi_e-E_1=50-100=-50 \text{ В};$$

$$\varphi_b=\varphi_d+I_5 \cdot R_5=-50+2 \cdot 15=-20 \text{ В}.$$

3. По найденным потенциалам строим потенциальную диаграмму, откладывая по оси ординат потенциалы точек, а по оси абсцисс – сопротивления участков (рис. 1.12).

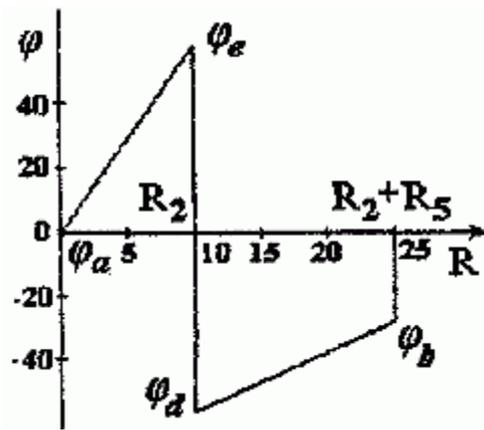


Рис. 1.12

3. Из потенциальной диаграммы легко определить разность потенциалов между точками b и c $U_{bc} = 70$ В, что и будет показывать вольтметр.

4. Произведем проверку баланса мощностей:

$$P_{\text{источников}} = E_1 \cdot I_1 + E_2 \cdot I_2 + E_3 \cdot (-I_3) + E_4 \cdot (-I_4) + U_{ba} \cdot J;$$

$$P_{\text{потребителей}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_4^2 \cdot R_4 + I_5^2 \cdot R_5.$$

В этом уравнении нам неизвестно напряжение на зажимах источника тока U_{ba} , которое легко найти из потенциальной диаграммы: $U_{ba} = -20$ В. С учетом этого

$$P_{\text{источников}} = 100 \cdot 5 + (-30) \cdot 1 + 10 \cdot (-3) + 6 \cdot (-2) + (-20) \cdot 4 = 348 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{потребителей}} = 52 \cdot 10 + 12 \cdot 10 + 32 \cdot 0 + 22 \cdot 7 + 22 \cdot 15 = 348 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{источников}} = P_{\text{потребителей}} = 348 \text{ Вт}.$$

Литература:

Кузнецова Т.А., Кулютникова Е.А., Кухарчук И.Б. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ. Контрольные задания и методические указания к самостоятельной работе по курсам «Основы теории цепей», «Общая электротехника», «Теоретические основы электротехники»

Ниже приведены основные требования, предъявляемые к оформлению и содержанию устных сообщений и презентаций.

Министерство образования Тульской области
Государственное профессиональное образовательное учреждение Тульской области
«Тульский колледж профессиональных технологий и сервиса»

РЕФЕРАТ

По дисциплине «Электротехника и электронная техника»

на тему:

Выполнил: учащийся группы _____

_____.

Проверил: _____

Реферат должен соответствовать следующим требованиям:

1. Содержать текстовую часть по соответствующей теме. Основные определения, формулы, схемы. Примеры применения, определяемые величины. Эффективность использования. Применение в современных условиях и перспективы развития. Текст реферата 5-7 страниц печатного текста, формат А4. Обязательны ссылки на источники (литература, сайты, электронные ресурсы)
По реферату должно быть подготовлено сообщение на 3-5 минут.
2. По тексту реферата подготовить презентацию (5-6 слайдов) включающих рисунки, фотографии, анимацию, видео и др.
3. Тема реферата подлежит публичной защите.

Технические замечания к разработке презентации:

1. Презентация сдается вместе с исходными и дополнительными материалами в одной папке (в электронном виде). Исходные материалы (рисунки, видеофайлы) желательно искать и сохранять в максимально возможном качестве. Обязательно наличие файла со списком источников.
2. Папка с материалами имеет название: «Фамилия студента - тема презентации» (русскими буквами, можно сокращенно).
3. Из презентации не должно быть ссылок на сетевые ресурсы (работа «offline»).
4. Презентация должна правильно отображаться в Microsoft Office PowerPoint.
5. Количество слайдов, как правило, не более 6.
6. Объем презентации небольшой, как правило, до 2 МВ.
7. При подготовке не увлекаться эффектными переходами между слайдами в ущерб смысловому содержанию.
8. Количество разнообразных шрифтов не более 4.
9. Фон и цвет шрифта должны быть достаточно контрастными. Нежелательно использовать темный фон.
10. Фоновые рисунки должны нести смысловую нагрузку, иначе не использовать.
11. Рисунки должны быть тщательно подготовлены.
12. Перед вставкой рисунки должны быть масштабированы и обрезаны до необходимых размеров. Это можно выполнить и при сохранении презентации (Office 2007 – формат рисунка – сжать – применить ко всем рисункам – для интернета и экрана – сжать. Для набора формул использовать математический редактор «Microsoft Equation»)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств направлен на формирование основных профессиональных компетенций и включает в себя ряд этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Текущий контроль заключается в устном и письменном опросе в процессе изучения теоретического материала. Закрепление и практическое применение полученных знаний проверяется при решении задач и проверочных тестов.

Итоговый контроль заключается в проведении дифференцированного зачета. Дифзачет проводится по вопросам с обязательным решением задач в виде итогового теста. Тест включает в себя теоретические вопросы с выбором ответа, с дополнением ответа и задач на применение основных законов и формул. Оценка каждого этапа осуществляется по четырех балльной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Итоговая оценка выставляется с учетом всех оценок, полученных учащимся на каждом этапе освоения дисциплины.