Кировское областное государственное профессиональное
образовательное бюджетное учреждение
«Кировский авиационный техникум»

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения

по специальности:

13.02.10 «Электрические машины и аппараты»

среднего профессионального образования

КИРОВ 2018

Печатается по решению Методического совета

КОГПОБУ «Кировский авиационный техникум»

(протокол №___ от _____2018 г.)

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов III-IV курсов заочной формы обучения составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины, одобренной цикловой комиссией электротехнических специальностей.

Протокол № от « » 2018 г.

Председатель цикловой комиссии

электротехнических специальностей

_____ Т.Н. Любчак

Составитель: В.Н. Новицкий - преподаватель Кировского авиационного техникума

Редактор: О.Л.Краева – методист Кировского авиационного техникума

Дисциплина «Электротехника и электроника» [Текст]: Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов III-IV курсов заочной формы обучения специальности 13.02.10 «Электрические машины и аппараты» среднего профессионального образования В. Н. Новицкий; ред.О. Л. Краева; КОГПОБУ «Кировский авиационный техникум». Киров: КАТ, 2018. - 68 с.

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов III-IV курсов заочной формы предназначены для работы студентов заочной формы обучения как самостоятельно, так и под руководством преподавателя. Могут быть полезны преподавателям электротехники и электоники, работающим в системе среднего профессионального образования.

© КАТ, 2018

Содержание:

1. Пояснительная записка..... 4
2. Содержание и уровень подготовки по дисциплине..... 4
3. Программа по дисциплине «Электротехника» 5
   - 3.1. Раздел I. Электрические цепи постоянного тока..... 5
     - 3.1.1. Электрическое поле..... 5
     - 3.1.2. Электрические цепи постоянного тока..... 5
   - 3.2. Раздел II. Электромагнетизм..... 6
     - 3.2.1. Магнитное поле. Ферромагнитные материалы..... 6
     - 3.2.2. Электромагнитная индукция..... 6
   - 3.3. Раздел III. Электрические цепи переменного тока..... 7
     - 3.3.1. Однофазные электрические цепи переменного тока..... 7
     - 3.3.2. Трехфазные электрические цепи..... 7
4. Список лабораторных работ..... 9
5. Методические указания к выполнению контрольной работы и решению задач..... 9
   - 5.1. Пример решения задачи №1..... 10
   - 5.2. Пример решения задачи №2..... 12
   - 5.3. Пример решения задачи №3..... 13
   - 5.4. Пример решения задачи №4..... 14
     - 5.4.1. Пример 1..... 14
     - 5.4.2. Пример 2..... 16
6. Задания для контрольной работы..... 18
   - 6.1. Вариант индивидуального задания №1..... 18
   - 6.2. Вариант индивидуального задания №2..... 19
   - 6.3. Вариант индивидуального задания №3..... 20
   - 6.4. Вариант индивидуального задания №4..... 21
   - 6.5. Вариант индивидуального задания 22

№5.....
Вариант индивидуального задания
6.6. №6..... 23
Вариант индивидуального задания
6.7. №7..... 24
Вариант индивидуального задания
6.8. №8..... 25
Вариант индивидуального задания
6.9. №9..... 26
Вариант индивидуального задания
6.10. №10..... 27
7. Материалы к экзамену……. ……..... 28
Библиография.....
9. 30

1. Пояснительная записка.

Программа дисциплины «Электротехника и электроника» для заочного отделения разработана в соответствии с учебным планом техникума по специальности 13.02.10 «Электрические машины и аппараты» среднего профессионального образования.

Дисциплина «Электротехника и электроника» служит базой для изучения профилирующих и специальных дисциплин специальности. Она базируется в свою очередь на знаниях, полученных студентами при изучении «физики», «химии», «математики».

В соответствии с учебным планом дисциплина изучается на III и IV курсах в объёме:

общее количество часов на дисциплину

по учебному плану: 234 час.
На III курс: 116 час;
из них
на теоретические занятия – 10 час.
на лабораторные работы – 4 час.
на самостоятельную работу –102 час.
Итого: 116 час.
На IV курс: 118 час;
из них
на теоретические занятия – 12 час.
на лабораторные работы – 8 час.
на самостоятельную работу - 98 час.
Итого: 118 час.

Изучение дисциплины преследует цели формирования у студентов комплекса знаний по основным законам электротехники, физических и технических основ электрических и магнитных полей, свойств электрических цепей при постоянном и переменном токах, методов расчёта электрических цепей и устройств.

Студент-заочник, приступая к самостоятельному изучению дисциплины «Электротехника и электроника», должен подробно ознакомиться с содержанием настоящего пособия и руководствоваться им в работе.

Учебный материал изучают в последовательности, указанной в учебной программе. После проработки каждой темы следует законспектировать основные понятия, законы и формулы в отдельной тетради. Если возникнут трудности при изучении учебного материала, следует обратиться за консультацией к преподавателю Особое внимание нужно уделить решению типовых примеров в настоящем пособии.

2. Содержание и уровень подготовки по дисциплине.

Электротехника, как наука.

Развитие отечественной электроэнергетики.

Основное содержание дисциплины «Электротехника и электроника», связь её с общеобразовательными и специальными дисциплинами: «Физика», «Электрические машины», «Электропривод», «Технология изготовления оборудования», «Монтаж электрооборудования».

Требования федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО) к результатам освоения учебной дисциплины “Электротехника и электроника” для специальности 13.02.10 “Электрические машины и аппараты”:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

- подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;
- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
-собирать электрические схемы;
- читать принципиальные электрические и монтажные схемы

знать:

- классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;
- методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;
- основные законы электротехники;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
- основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;
- основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;
- параметры электрических схем и единицы их измерения;
- принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов;
- принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;
- свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов;
- способы получения, передачи и использования электрической энергии;

-устройство, принцип действия и основные характеристики электротехнических приборов;

- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.

3. Программа по дисциплине «Электротехника и электроника» с перечнем рекомендуемой литературы, методическими указаниями по каждой теме программы и вопросы для самоконтроля.

3.1. Раздел I. Электрические цепи постоянного тока.

Студент должен:

а) знать:

- единицы измерения и условные буквенные обозначения электрических величин;
- закон Ома для участка и полной цепи;
- схемы включения амперметра, вольтметра и ваттметра в электрическую цепь;
- расчетные формулы мощности и энергии электрической цепи;
- закон Джоуля-Ленца;
- законы Кирхгофа;

б) уметь:

- составлять простейшие схемы электрических цепей;
- применять закон Ома для участка и полной цепи;
- рассчитать эквивалентные сопротивления для последовательного параллельного и смешанного соединения потребителей;
- составлять уравнения по законам Кирхгофа;
- составлять уравнения баланса мощности;
- составлять систему уравнений для расчета сложных электрических цепей по законам Кирхгофа.

3.1.1. Электрическое поле.

Электрическое поле и его основные характеристики. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Электростатическая индукция и поляризация диэлектриков. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Соединения конденсаторов в батарею.

Литература:

Источник информации Л1 § 1.3, 1.5, 1.6, 1.7, 6.1, 6.2, 6.3

Вопросы для самоконтроля:

1. Какое поле считается электростатическим?
2. Что такое напряженность электрического поля?
3. Что такое потенциал электрического поля?
4. Каким зарядом обладает конденсатор емкость 5 мкФ, если напряжение между его обкладками равно 100 В?

3.1.2. Электрические цепи постоянного тока.

Электрическая цепь, ее основные элементы. Электрический ток в проводниках. Плотность тока. Направление тока. Электрическое сопротивление. Проводимость. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Закон Ома для участка цепи. Понятие об ЭДС. Электрический источник в разных режимах работы. Закон Ома для полной цепи. Расчет мощностей в электрической цепи.

Преобразование энергии из электрической в тепловую. Соединение резисторов в электрической цепи: последовательное, параллельное, смешанное. Расчет простой электрической цепи.

Понятие о сложных электрических цепях. Законы Кирхгофа. Расчет сложных электрических цепей по законам Кирхгофа и методом двух узлов.

Литература:

Источник информации Л1 § 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8, 2.8, 2.9, 3.3, 3.4, 3.5, 4.4, 4.5

Вопросы для самоконтроля:

1. Записать и сформулировать закон Ома для участка электрической цепи и для замкнутой электрической цепи.
2. Записать формулы мощностей в электрической цепи: мощность источника, мощность потребителей, мощность потерь в источнике.
3. Записать уравнение баланса электрических мощностей.
4. Записать определение участка схемы электрической цепи: узел, ветвь, замкнутый контур.
5. Рассчитать величину ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 0,5 Ом, внешнее 9,5 Ом, а ток в цепи 2А.

3.2. Раздел II. Электромагнетизм.

Студент должен:

а) знать:

- параметры, характеризующие магнитное поле;
- воздействие магнитного поля на проводник с током (закон Ампера);
- свойства ферромагнитных веществ;
- закон электромагнитной индукции и взаимоиндукции;

б) уметь применять:

- законы электромагнитной индукции и закон Ампера для объяснения принципа действия электрогенератора и электродвигателя;
- явление взаимоиндукции для объяснения работы трансформатора.

3.2.1. Магнитное поле. Ферромагнитные материалы.

Магнитное поле электрического тока. Индукция и напряженность магнитного поля, их связь. Правило буравчика. Магнитный поток, потокосцепление.

Ферромагнитные материалы. Намагничивание и перемагничивание ферромагнетиков. Применение. Электромагниты.

Литература:
Источник информации: Л1 § 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 8.3, 8.4, 8.5

Вопросы для самоконтроля:

1. Как определить направление магнитного поля для проводника и катушки с током?
2. Каковы свойства ферромагнитных веществ?
3. Что такое магнитомягкие и магнитотвердые материалы.
4. Применение ферромагнетиков.

3.2.2. Электромагнитная индукция.

Закон Фарадея (закон ЭМИ) для прямолинейного проводника. Принцип действия электрогенератора и электродвигателя на примере проводника в магнитном поле.

Индуктивность катушек. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Явление взаимоиндукции. Применение.

Литература:
Источник информации: Л1 § 7.9, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6

Вопросы для самоконтроля:

1. Как определить направление и величину электромагнитной силы, действующей на проводник с током в магнитном поле?
2. Как определить направление и величину ЭДС индукции в проводе, движущемся в магнитном поле?
3. Что такое самоиндукция?
4. Что такое взаимоиндукция?

3.3. Раздел III. Электрические цепи переменного тока.

Студент должен:

а) знать:

- запись и изображение параметров цепи переменного тока (напряжение, ток, ЭДС);
- элементы электрической цепи переменного тока;
- схемы включения элементов цепи переменного тока;
- условия возникновения и особенности резонансов напряжений и токов;
- связь между активной, реактивной и полной мощностями;
- значение коэффициента мощности и его повышение, принцип работы трехфазных генераторов;
- схемы соединения обмоток генератора и потребителей «звездой» и «треугольником»;
- соотношения фазных и линейных напряжений и токов при соединении «звезда» и «треугольник»;

б) уметь:

- строить векторные диаграммы при различных соединениях параметров;
- рассчитывать электрические цепи переменного тока;
- рассчитывать трехфазные электрические цепи соединений потребителей «звездой» и «треугольником»;
- находить мощность потребителей трехфазной цепи.

3.3.1. Однофазные электрические цепи переменного тока.

Переменный ток, определение. Получение синусоидальных ЭДС, тока и напряжения. Параметры синусоидальных величин: амплитуда, период, частота, фаза, действующее значение.

Элементы цепи переменного тока: резистивный, индуктивный и емкостный, Неразветвленные цепи с элементами. Векторные диаграммы. Полное сопротивление. Активная, реактивная и полная мощности переменного тока.

Резонанс напряжений. Резонанс токов. Коэффициент мощности.

Расчёт неразветвлённых электрических цепей переменного тока.

Литература:

Источник информации: Л1 § 10., 10.2, 10.3, 10.4, 10.5,11.1, 11.3, 11.4, 12.1, 12.2, 12.3, 12.5, 12.6, 13.3, 13.4

Вопросы для самоконтроля:

1. Поясните основные параметры переменных величин: период, частота, фаза, начальная фаза.
2. Поясните процесс получения синусоидальных ЭДС, тока, напряжения с помощью простейшего генератора переменного тока.
3. Покажите связь между амплитудными и действующим значениями синусоидальных величин.
4. Изобразите треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей для неразветвленной цепи с R, L, C.
5. В чем заключается явление резонанса напряжений?
6. В чем заключается явление резонанса токов?
7. Поясните значение коэффициента мощности?

3.3.2. Трехфазные электрические цепи

Работа трехфазных генераторов. Соединение обмоток генераторов «звездой» и «треугольником». Соединение потребителей «звездой» и «треугольником». Соотношение фазных и линейных напряжений и токов при разных соединениях. Мощность трехфазной цепи.

Литература:

Источник информации: Л1 § 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6

Вопросы и задачи:

1. Какие стандартные напряжения в трехфазных цепях вам известны?

2. Изобразите трехфазную четырехпроводную цепь. Поясните роль нулевого провода.
3. Какие соотношения фазных и линейных напряжений и токов при соединении потребителей «звездой» и «треугольником» при симметричной и несимметричной нагрузке?

Литература:
Источник информации: Л1 § 17.1

Вопросы и задачи:
1. Каково устройство трехфазного асинхронного двигателя?
2. Формула скольжения асинхронного двигателя.
3. Какие методы пуска трехфазных асинхронных двигателей существуют?
4. Какой самый прогрессивный метод регулирования частоты вращения асинхронного двигателя?
5. Номинальная частота вращения АД n=1400 об./мин. Определить номинальное скольжение.

3.4. Раздел 4. Электроника

Основы физических процессов в полупроводниках. Классификация электронных приборов, их устройство и область применения.
Транзисторы. Классификация. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
Условные обозначения, схемы включения, область применения биполярных, полевых и фототранзисторов.
Тиристоры. Классификация тиристоров, их условные обозначения, устройство, принцип действия, характеристики.
Оптоэлектронные приборы для отображения информации
Интегральные микросхемы (ИМС).

Литература:
Источник информации: Л4, глава I

4. Список лабораторных работ.

№ п/п	Номер работы	Название лабораторной работы (тема практического задания)	Количество часов
1	1	Последовательное и параллельное соединение резисторов	2
2	2	Исследование резонанса напряжений	2
3	3	Исследование трехфазной электрической цепи при соединении потребителей звездой	2
4	4	Исследование трехфазной электрической цепи при соединении потребителей треугольником	2
5	5	Исследование биполярного транзистора	2
6	6	Исследование тиристора	2
		Общее количество часов:	12

5. Методические указания к выполнению контрольной работы и решению задач.

По дисциплине «Электротехника и электроника» должна быть выполнена одна контрольная работа. Варианты для каждого студента индивидуальные.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клеточку. Для замечаний рецензента оставляют в тетради поля 25-30 мм, в конце тетради - 2 страницы для рецензии. Так же контрольная работа может быть выполнена с использованием компьютерной техники на бумаге формата А4.

Записи и расчеты выполняются аккуратно, чертежи, эскизы и схемы выполняются карандашом с помощью чертежного инструмента, соблюдая ЕСКД. Размерность всех величин должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

Для выполнения контрольной работы №1 необходимо изучить разделы 1, 3 программы по дисциплине «Электротехника и электроника».

Рекомендуется следующий порядок решения задач:

1. Полностью записать условия задачи
2. Выписать из условия задачи данные в виде условных обозначений и их цифровые
   значения. При необходимости начертить принципиальную электрическую схему
3. Решение выполнять, нумеруя каждый пункт, с поясняющим текстом
4. В конце задачи записать ответы. Ответы на теоретические вопросы к задачам должны быть подробными и грамотными.
5. В конце работы пишется список литературы, которая была использована при выполнении работы.

5.1. Пример решения задачи №1.

Решение этой задачи требует знания закона Ома для участков цепи и для всей цепи, первого и второго законов Кирхгофа и методики определения эквивалентного сопротивления при смешанном соединении резисторов. Схемы цепи с соответствующими данными приведены в индивидуальном задании. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример.

Схема цепи приведена на рисунке 1а. Рекомендуется, чтобы индекс тока или напряжения совпадал с индексом резистора. Например: через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3. Определить токи во всех элементах и напряжения на каждом элементе схемы, мощность, потребляемую всей цепью, а также расход электрической энергии за 10 часов работы.

Дано:
$R_1 = 4$ Ом
$R_2 = 15$ Ом
$R_3 = 10$ Ом
$R_4 = 10$ Ом
$R_5 = 5$ Ом
$R_6 = 4$ Ом
$I_2 = 2$А
Определить:
$U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6, U_{AB}$, P, W - ?
I_1, I_3, I_4, I_5, I_6 - ?

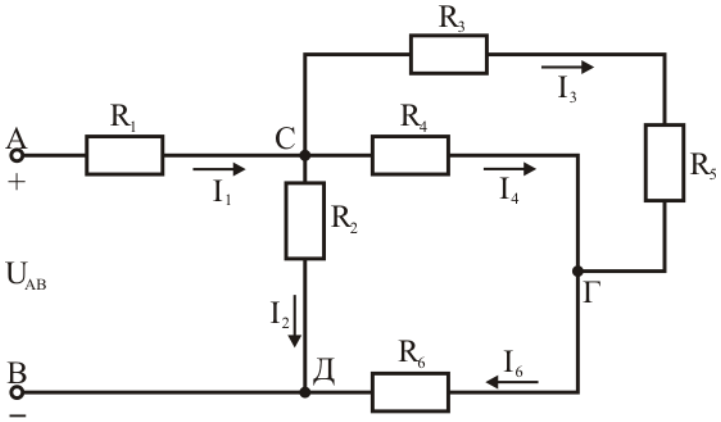


Рисунок 1а

Решение:

Для определения U_{AB} необходимо найти общее (эквивалентное) сопротивление цепи:

1. Резисторы R_3 и R_5 соединены последовательно, поэтому их общее сопротивление равно:

$$R_{3,5} = R_3 + R_5 = 10 + 5 = 15 \text{ Ом}$$

После упрощения цепи схема принимает вид как на рисунке 1б.

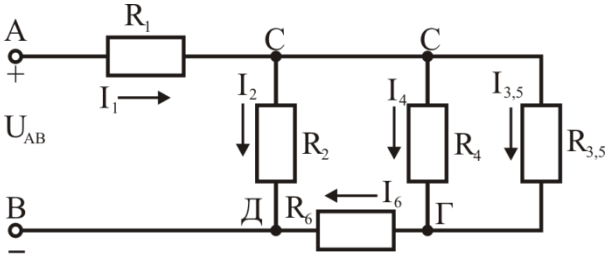


Рисунок 1б

2. Резисторы R_4 и $R_{3,5}$ соединены параллельно, поэтому:

$$R_{3,4,5} = \frac{R_4 \cdot R_{3,5}}{R_4 + R_{3,5}} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6 \text{ Ом}$$

После упрощения схема принимает вид, как на рисунке 1в.

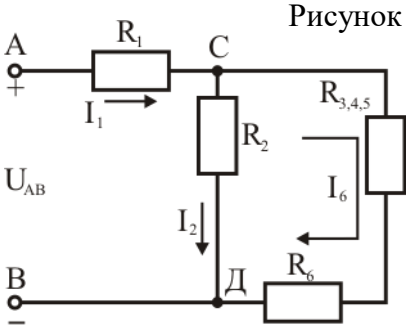


Рисунок 1в

3. Резисторы R_6 и $R_{3,4,5}$ соединены последовательно:

$$R_{3,4,5,6} = R_6 + R_{3,4,5} = 4 + 6 = 10 \text{ Ом}$$

После упрощения цепи схема принимает вид как на рисунке 1г.

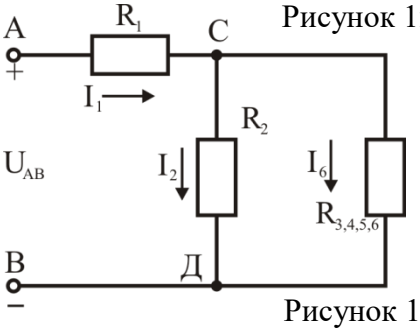


Рисунок 1г

4. Резисторы R_2 и $R_{3,4,5,6}$ соединены параллельно:

$$R_{2,3,4,5,6} = \frac{R_2 \cdot R_{3,4,5,6}}{R_2 + R_{3,4,5,6}} = \frac{15 \cdot 10}{15 + 10} = 6 \text{ Ом}$$

После упрощения цепи схема принимает вид как на рисунке 1д.

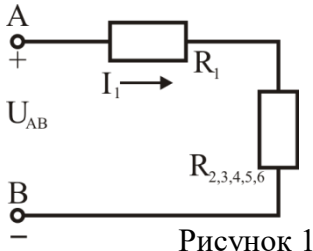


Рисунок 1д

5. Резисторы R_1 и $R_{2,3,4,5,6}$ соединены параллельно, поэтому:

$R_{ЭКВ.} = R_1 + R_{2,3,4,5,6} = 4 + 6 = 10$ Ом

После упрощения цепи схема принимает вид как на рисунке 1е.

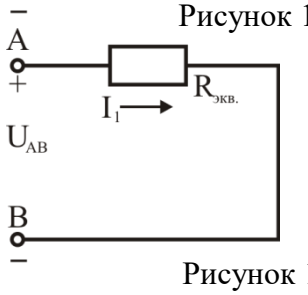


Рисунок 1е

6. Напряжение на резисторе R_2 по закону Ома:

$U_{СД} = U_2 = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 15 = 30$ В

7. Ток в резисторе R_6. Т.к. $U_2 = U_{3,4,5,6}$ по закону Ома:

$$I_6 = \frac{U_{3,4,5,6}}{R_{3,4,5,6}} = \frac{30}{10} = 3 \text{ А}$$

8. Напряжение в резисторе R_6:

$U_6 = I_6 \cdot R_6 = 3 \cdot 4 = 12$ В

9. Напряжение на участке СГ:

$U_{СГ} = U_4 = U_{3,5} = I_6 \cdot R_{3,4,5} = 3 \cdot 6 = 18$ В

10. Ток в резисторах R_3 и R_5:

$$I_{3,5} = I_3 = I_5 = \frac{U_{3,5}}{R_{3,5}} = \frac{18}{15} = 1{,}2 \text{ А}$$

11. Ток на резисторе R_4:

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{18}{10} = 1{,}8 \text{ А}$$

12. Напряжение на резисторах R_3 и R_5:

$U_3 = I_3 \cdot R_3 = 1{,}2 \cdot 10 = 12$ В

$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 1{,}2 \cdot 5 = 6$ В

13. По первому закону Кирхгофа для узла Д:

$I_1 = I_2 + I_6 = 2 + 3 = 5$ А

14. Напряжение на резисторе R_1:

$U_1 = I_1 \cdot R2 = 5 \cdot 4 = 20$ В

15. Напряжение источника питания U_{AB} по закону Ома:

$U_{AB} = I_1 \cdot R_{ЭКВ.} = 5 \cdot 10 = 50$ В, или

$U_{AB} = U_1 + U_2 = U_1 + U_{3,5} + U_6 = U_1 + U_4 + U_6 = 50$ В

16. Мощность, потребляемую всей цепью:

$P = U_{AB} \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R_{ЭКВ.} = 5^2 \cdot 10 = 250$ Вт

17. Расход энергии за 10 часов работы:

$W = P \cdot t = 250 \cdot 10 = 2500$ Вт.ч $= 2{,}5$ кВт.ч

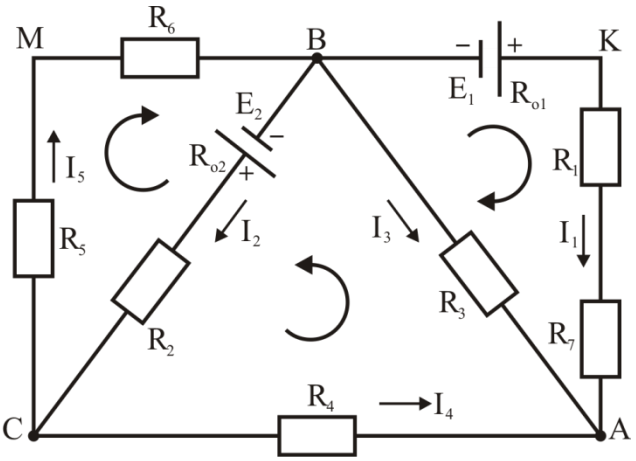
Ответ:

$U_1 = 20$ В; $I_1 = 5$ А;
$U_2 = 30$ В; $I_3 = 1{,}2$ А;
$U_3 = 12$ В; $I_4 = 1{,}8$ А;
$U_4 = 18$ В; $I_5 = 1{,}2$ А;
$U_5 = 6$ В; $I_6 = 3$ А;
$U_6 = 12$ В; $P = 250$ Вт;
$U_{AB} = 50$ В; $W = 2{,}5$ кВт.ч

5.2. Пример решения задачи №2.

Решение этой задачи требует знания основных элементов сложных электрических цепей, закона Ома для замкнутой цепи, первого и второго законов Кирхгофа и методики составления систем уравнений для расчёта сложных электрических цепей по ним. Схемы цепи с соответствующими данными приведены в индивидуальных заданиях. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример.

Составить систему уравнения для расчёта заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.



Решение:

Для расчёта сложной электрической цепи составляется система уравнений по законам Кирхгофа.

Уравнений составляется столько, сколько неизвестных (обычно токов) в заданной цепи. Количество неизвестных токов определятся по количеству ветвей в электрической цепи.

В данной электрической цепи пять ветвей и пять токов, поэтому нужно составить систему из пяти уравнений.

Направление токов задаётся произвольно. Если в результате расчёта какой-либо ток получится со знаком «–», то, следовательно, его истинное направление противоположно принятому.

1. Если в схеме n узлов, то составляют (n-1) уравнений по первому закону Кирхгофа. В данной цепи 3 узла (точки A, B, C), следовательно, узловых уравнений будет два:
Сумма входящих в узел токов равна сумме токов, выходящих из этого узла.
узел A: $I_1 + I_3 + I_4 = 0$
узел C: $I_2 = I_4 + I_5$

2. Остальные недостающие уравнения составляются по второму закону Кирхгофа. Перед составлением уравнения выбирается произвольный обход по выбранному контуру (по часовой стрелке или против).

Источник электрического тока является участком цепи с сопротивлением R_o (R_{o1}, R_{o2} и т.д.). Если обход по контуру не совпадает с направлением действия ЭДС, то ЭДС берётся со знаком «–».

Если обход совпадает с направлением тока в участке, то падение напряжения в этом участке берётся со знаком « + », если не совпадает, то со знаком «–»:

Контур АВКА: $E_1 = I_1(R_1+R_{o1}+R_7) - I_3R_3$
Контур ВСМВ: $E_2 = I_2(R_2+R_{o2}) + I_5(R_5 + R_6)$
Контур ВСАВ: $E_2 = I_2(R_2+R_{o2}) + I_4R_4 - I_3R_3$

Ответ: Система уравнений для расчета заданной электрической цепи будет выглядеть следующим образом:

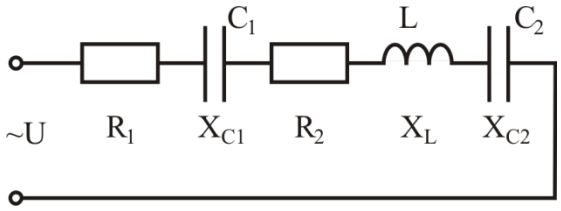
$$\begin{cases} I_1 + I_3 + I_4 = 0 \\ I_2 = I_4 + I_5 \\ E_1 = I_1(R_1+R_{o1}+R_7) - I_3R_3 \\ E_2 = I_2(R_2+R_{o2}) + I_5(R_5 + R_6) \\ E_2 = I_2(R_2+R_{o2}) + I_4R_4 - I_3R_3 \end{cases}$$

5.3. Пример решения задачи №3.

Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока, определить: ток в цепи, напряжения на участках цепи, приложенное напряжение, мощности P, Q, S, коэффициент мощности cos φ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано:

f = 50 Гц
R_1 = 3 Ом
R_2 = 5 Ом
X_L = 10 Ом
X_{C1} = 4 Ом
C_2 = 265 мкФ
P_2 = 20 Вт



Решение:

1. Ток в цепи: из соотношение $P_2 = I^2 \cdot R_2$ следует, что $I = \sqrt{\frac{P_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{20}{5}} = 2$ А

2. Емкостное сопротивление:

$$X_{C2} = \frac{1}{2\pi f C_2} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 265 \cdot 10^{-6}} = 12 \text{ Ом}$$

3. Общее сопротивление цепи:

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, где X_L = 10 Ом

$R = \Sigma R = R_1 + R_2 = 3+5 = 8$ Ом; $X_C = X_{C1} + X_{C2} = 4+12 = 16$ Ом

$Z = \sqrt{8^2 + (10-16)^2} = \sqrt{64+36} = 10$ Ом

4. Напряжение на всех элементах схемы и приложенное напряжение по Закону Ома:

$U_{R1} = I \cdot R_1 = 2 \cdot 3 = 6$ В; $U_{R2} = I \cdot R_2 = 2 \cdot 5 = 10$ В; $U_L = I \cdot X_L = 2 \cdot 10 = 20$ В

$U_{C1} = I \cdot X_{C1} = 2 \cdot 4 = 8$ В; $U_{C2} = I \cdot X_{C2} = 2 \cdot 12 = 24$ В; $U = I \cdot Z = 2 \cdot 10 = 20$ В

5. Мощности в цепи:

а) активная мощность:

$P = P_1 + P_2 = I^2 \cdot R_1 + I^2 \cdot R_2 = 2^2 \cdot 3 + 2^2 \cdot 5 = 12+20 = 32$ Вт или $P = I^2 \cdot R = 2^2 \cdot 8 = 32$ Вт

б) реактивно-индуктивная мощность:

$Q_L = I^2 \cdot X_L = 2^2 \cdot 10 = 40$ вар;

в) реактивно-ёмкостная мощность:

$Q_C = Q_{C1} + Q_{C2} = -I^2 \cdot X_{C1} - I^2 \cdot X_{C2} = -2^2 \cdot 4 - 2^2 \cdot 12 = -16 - 48 = -64$ вар

или $Q_C = -I^2 X_C = -2^2 \cdot 16 = -64$ вар

г) общая реактивная мощность:

$Q = Q_L + Q_C = 40 - 64 = -24$ вар

д) полная мощность цепи:

$S = I^2 \cdot Z = 2^2 \cdot 10 = 40$ ВА или

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{32^2 + (-24)^2} = \sqrt{1024+576} = \sqrt{1600} = 40$ ВА

6. Коэффициент мощности cos φ:

$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0{,}8$; или $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{32}{40} = \frac{8}{10} = 0{,}8$;

7. Векторная диаграмма напряжений и тока в цепи:

Начинают построение с вектора тока (горизонтально).

Напряжения U_{R1}, U_{R2} – активные напряжения совпадают по фазе с током.

Напряжение U_L индуктивное опережает по фазе ток на 90º.

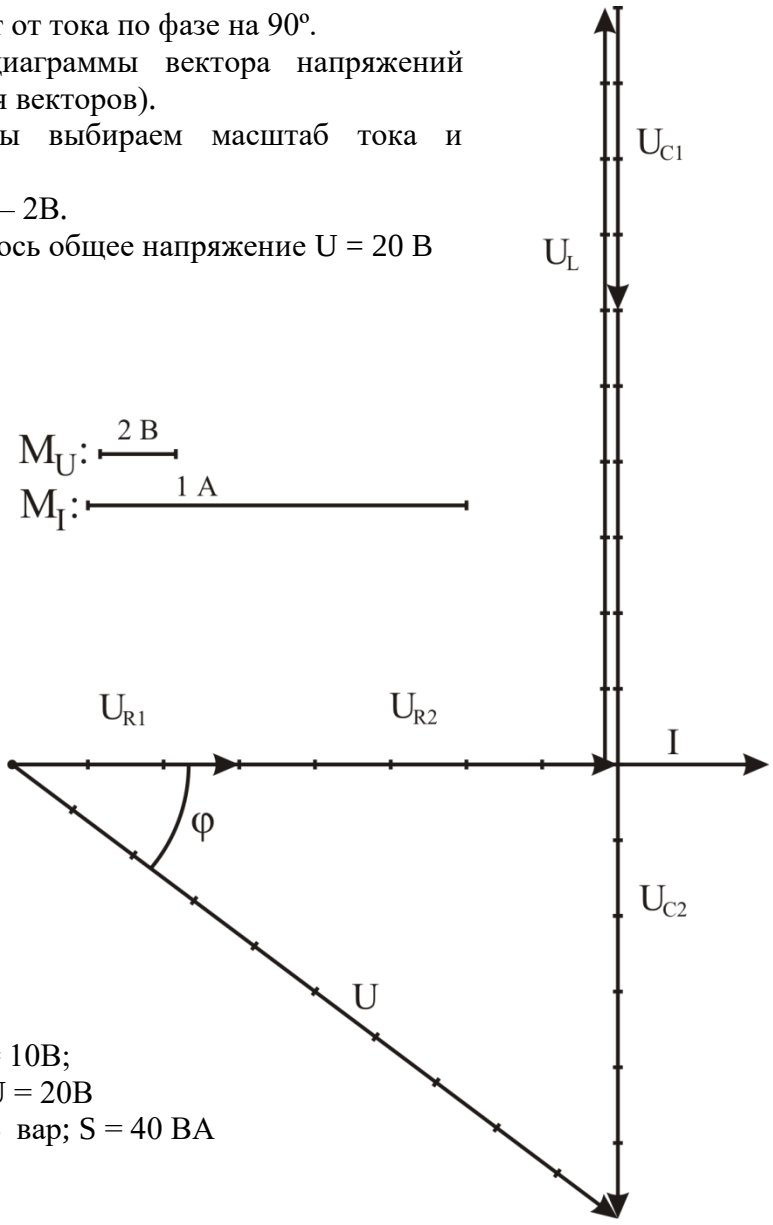
Напряжение U_{C1} и U_{C2} – отстают от тока по фазе на 90º.

При построении векторной диаграммы вектора напряжений складываются (по правилу сложения векторов).

Перед построением диаграммы выбираем масштаб тока и напряжений.

Масштаб: для напряжений 1 см – 2В.

В выбранном масштабе получилось общее напряжение U = 20 В



Ответ:

I = 2A; U = 20В; U_{R1} = 6В; U_{R2} = 10В;

U_L = 20В; U_{C1} = 8В; U_{C2} = 24В; U = 20В

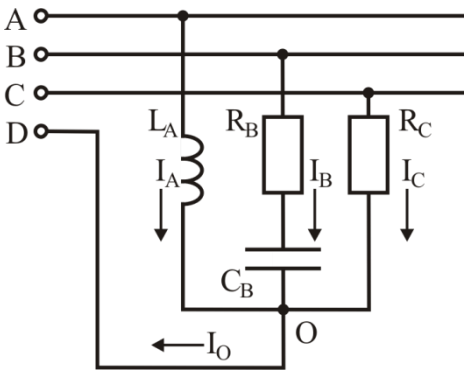
P = 32 Вт; Q_L = 40 вар; Q_C = – 64 вар; S = 40 ВА

cos φ = 0,8

4.2.4. Пример решения задачи №4.

Для решения этой задачи необходимо знать весь учебный материал по предмету электротехника, уметь строить векторные диаграммы, знать соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении потребителей «звездой» и «треугольником», уметь определять ток в нулевом проводе при соединении «звезда» и определять линейные токи при известных фазных напряжениях при соединении «треугольник».

5.4.2. Пример 1.



Дано: В трехфазную четырехпроводную сеть включили звездой несимметричную нагрузку:

в фазу А – индуктивный элемент с индуктивностью L_A=31,8 мГн;

в фазу В – резистор R_B = 3 Ом и конденсатор с емкостью C_B=795 мкФ;

в фазу С – резистор R_C = 10 Ом.

Линейное напряжение сети U_H = 380 В

Определить: фазные токи I_A, I_B, I_C, активную мощность цепи P, реактивную мощность Q и полную мощность S при частоте сети 50 Гц. Построить векторную диаграмму и по ней определить ток в нулевом проводе.

Решение:

1. Фазные напряжения:

$U_A = U_B = U_C = U_Ф$; $U_Н$ (номинальное) = $U_Л$ (линейное)

В четырехпроводной цепи с нулевым проводом при любой нагрузке фаз выполняется соотношение $U_Л = \sqrt{3} \cdot U_Ф$, следовательно:

$$U_A = U_B = U_C = U_Ф = \frac{U_Л}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1{,}73} = 220 \text{ В};$$

2. Сопротивление индуктивного элемента L_A:

$X_A = 2\pi f L_A = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 31{,}8 \cdot 10^{-3} = 10$ Ом;

3. Сопротивление конденсатора в фазе B:

$$X_B = \frac{1}{2\pi f C_B} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 795 \cdot 10^{-6}} = 4 \text{ Ом};$$

4. Полное сопротивление фазы B:

$$Z_B = \sqrt{R_B^{\,2} + (-X_B)^2} = \sqrt{3^2 + (-4)^2} = 5 \text{ Ом};$$

5. По закону Ома фазные токи:

$$I_A = \frac{U_A}{X_A} = \frac{220}{10} = 22\text{A}; \quad I_B = \frac{U_B}{Z_B} = \frac{220}{5} = 44\text{A}; \quad I_C = \frac{U_C}{R_C} = \frac{220}{10} = 22 \text{ A};$$

6. Векторную диаграмма для нахождения тока в нулевом проводе:

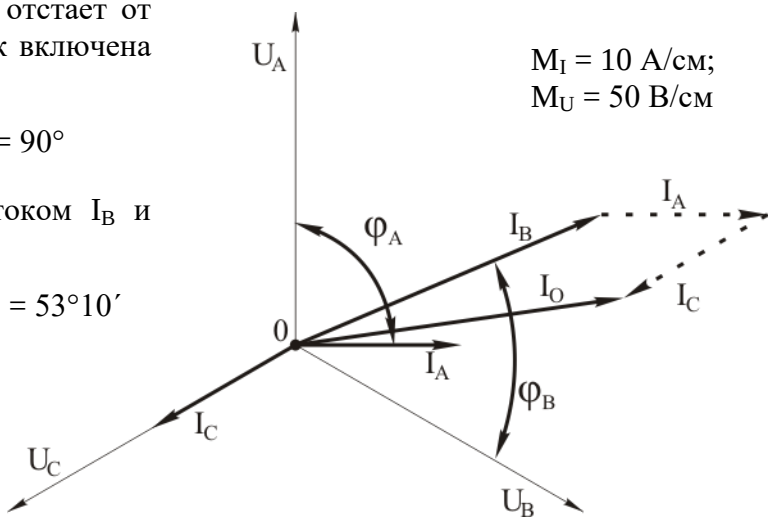
Из первого закона Кирхгофа следует, что $\overline{I_o} = \overline{I_A} + \overline{I_B} + \overline{I_C}$

Индуктивный ток фазы A отстает от напряжения U_A на 90°, так как включена емкость:

$$\cos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A} = \frac{0}{10} = 0, \ \varphi_A = 90°$$

Угол сдвига фаз между током I_B и напряжением U_B:

$$\cos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B} = \frac{3}{5} = 0{,}6, \ \varphi_B = 53°10'$$



При наличии конденсатора ток I_B опережает напряжение U_B на угол 53°10′.

Ток фазы C совпадает с напряжением U_C, так как в фазе C включен элемент R_C.

Фазные напряжения U_A, U_B, U_C сдвинуты по фазе на 120°.

Для построения диаграммы выбираем масштабы тока и напряжения:

Длина вектора тока I_O равна 4,4см, следовательно, I_O = 44 А.

7. Активные мощности фаз:

$P_A = I_A^{\,2} \cdot R_A = 0$, так как $R_A = 0$

$P_B = I_B^{\,2} \cdot R_B = 44^2 \cdot 3 = 5808$ Вт

$P_C = I_C^{\,2} \cdot R_C = 22^2 \cdot 10 = 4840$ Вт

8. Общая активная мощность цепи:

$P = P_A + P_B + P_C = 0 + 5808 + 4840 = 10{,}65$ кВт

9. Реактивные мощности фаз:

$Q_A = I_A^2 \cdot X_A = 22^2 \cdot 10 = 4840$ вар

$Q_B = I_B^2 \cdot (-X_B) = 44^2 \cdot (-4) = -7744$ вар

$Q_C = I_C^2 \cdot X_C = 0$, так как $X_C = 0$

10. Общая реактивная мощность цепи:

$Q = Q_A + Q_B + Q_C = 4840 - 7744 + 0 = -2904$ вар $= -2{,}9$ квар

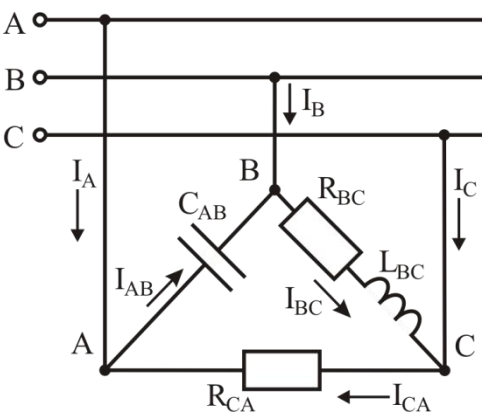
11. Полная мощность трехфазной цепи:

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{10{,}65^2 + (-2{,}9)^2} = 11$ кВА

Ответ: $I_A = 22$ А; $I_B = 44$ А; $I_C = 22$ А; $I_O = 44$ А; $P = 10{,}65$ кВт; $Q = -2{,}9$ квар; $S = 11$ кВА

5.4.2. Пример 2.

В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку. В фазу АВ – конденсатор, $C_{AB} = 318$ мкФ; в фазу ВС – катушку с $R_{BC} = 4$ Ом и индуктивностью $L_{BC} = 9{,}5$ мГн; в фазу СА резистор, $R_{CA} = 10$ Ом. Линейное напряжение $U_{НОМ} = 220$ В.



Определить фазные и линейные токи при частоте $f = 50$ Гц. Линейные токи определить с помощью векторной диаграммы, активную, реактивную и полную мощности потребителей трехфазной цепи.

$C_{AB} = 318$ мкФ; $R_{BC} = 4$ Ом; $L_{BC} = 9{,}5$ мГн; $R_{CA} = 10$ Ом; $f = 50$ Гц; $U_{НОМ} = 220$ В.

Определить: I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, I_A, I_B, I_C, P, Q, S - ?

Решение:

1. При соединении потребителей треугольником выполняется соотношение:

$U_{НОМ} = U_{лин} = U_Ф = U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 220$ В;

2. Сопротивление конденсатора в фазе АВ:

$$X_{AB} = \frac{1}{2\pi f C_{AB}} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 318 \cdot 10^{-6}} = 10 \text{ Ом};$$

3. Индуктивное сопротивление катушки в фазе ВС:

$X_{BC} = 2\pi f L_{BC} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 9{,}6 \cdot 10^{-3} = 3$ Ом;

4. Полное сопротивление фазы ВС:

$$Z_{BC} = \sqrt{R_{BC}^2 + X_{BC}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ Ом};$$

5. Фазные токи:

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{X_{AB}} = \frac{220}{10} = 22\text{А}; \quad I_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{220}{5} = 44\text{А}; \quad I_{CA} = \frac{U_{CA}}{R_{CA}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А};$$

6. Построение векторной диаграммы линейных токов на основании уравнений, составленных по первому закону Кирхгофа:

$$\overline{I_A} + \overline{I_{CA}} = \overline{I_{AB}}; \ \overline{I_B} + \overline{I_{AB}} = \overline{I_{BC}}; \ \overline{I_C} + \overline{I_{BC}} = \overline{I_{CA}}$$

$$\overline{I_A} = \overline{I_{AB}} - \overline{I_{CA}}; \ \overline{I_B} = \overline{I_{BC}} - \overline{I_{AB}}; \ \overline{I_C} = \overline{I_{CA}} - \overline{I_{BC}}$$

Ток I_{AB} в фазе АВ опережает напряжение U_{AB} на 90°, так как включена емкость:

$$\cos \varphi_{AB} = \frac{R_A}{Z_A} = \frac{0}{10} = 0, \ \varphi_{AB} = 90°;$$

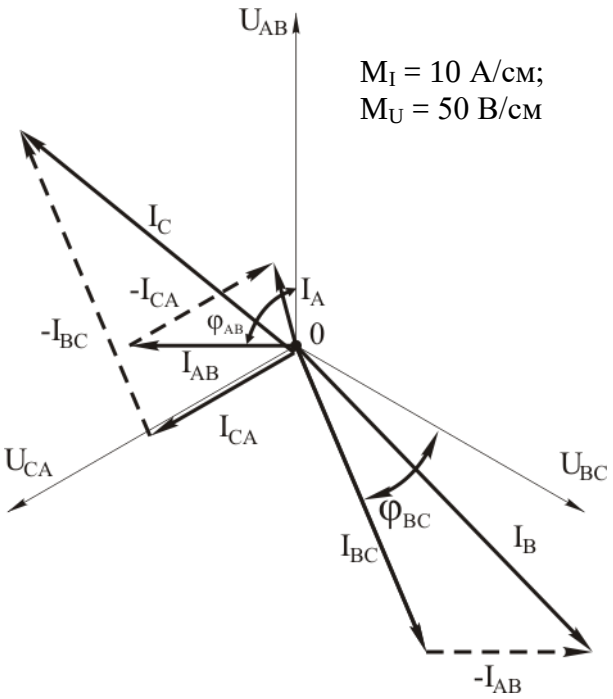
Угол сдвига фаз между током I_{BC} и напряжением U_{BC} равен:

$\cos \varphi_{BC} = \frac{R_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{4}{5} = 0{,}8$, $\varphi_{BC} = 36°50'$;

Ток I_{BC} отстает по фазе от U_{BC} на 36°50′.

Ток I_{CA} фазы CA совпадает по фазе с напряжением U_{CA}, $\varphi_{CA} = 0°$.

Фазные напряжения сдвинуты по фазе на 120°.



M_I = 10 А/см;
M_U = 50 В/см

Длины векторов токов и напряжений:

Вектор I_{AB} = 2,2 см; вектор I_{BC} = 4,4 см; вектор I_{CA} = 2,2 см; вектор $U_Ф$ = 4,4 см.

вектор I_A = 1,1 см, I_A = 11 А;

вектор I_B = 5,6 см, I_B = 56 А;

вектор I_C = 4,6 см, I_C = 46 А;

9. Активные фазные мощности:

$P_{AB} = I_{AB}^2 \cdot R_{AB} = 0$, так как $R_{AB} = 0$

$P_{BC} = I_{BC}^2 \cdot R_{BC} = 44^2 \cdot 4 = 7744$ Вт

$P_{CA} = I_{CA}^2 \cdot R_{CA} = 22^2 \cdot 10 = 4840$ Вт

10. Общая активная мощность потребителей:

$P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = 0 + 7744 + 4840 = 12584$ ВТ = 12,6 кВт

11. Реактивные мощности фаз:

$Q_{AB} = I^2_{AB} \cdot (-X_{AB}) = 22^2 \cdot (-10) = -4840$ вар

$Q_{BC} = I^2_{BC} \cdot X_{BC} = 44^2 \cdot 3 = 5808$ вар

$Q_{CA} = I^2_{CA} \cdot X_{CA} = 0$, т.к. $X_{CA} = 0$

12. Общая реактивная мощность потребителей:

$Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = -4840 + 5808 + 0 = 986$ вар ≈ 0,97 квар

13. Полная мощность трёхфазной цепи:

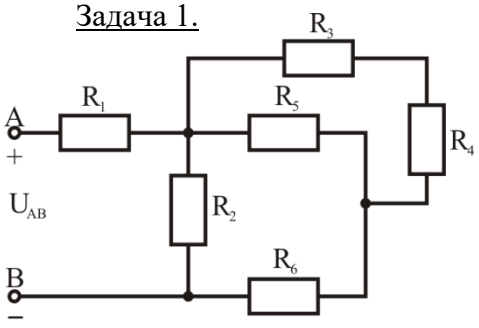
$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{12{,}6^2 + 0{,}97^2} = 12{,}64$ кВА

Ответ: I_{AB} = 22 А; I_{BC} = 44 А; I_{CA} = 2 А; I_A = 10 А; I_B = 55 А; I_C = 46 А; P = 12,6 квар; Q= 0,97 квар; S = 12,64 кВА.

6. Задания для контрольной работы.

6.1. Вариант индивидуального задания №1

Задача 1.

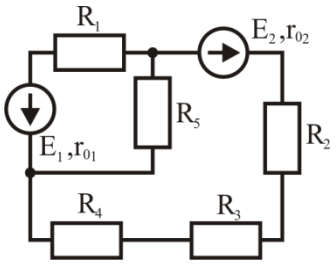


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 50 В, R_1= 4 Ом, R_2= 15 Ом, R_3= 10 Ом, R_4= 5 Ом, R_5= 5 Ом, R_6= 10 Ом.

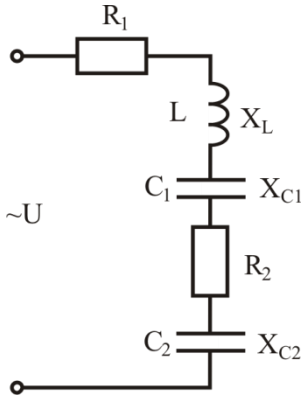
Определить токи во всех элементах цепи и напряжения на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 10 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

Задача 3.

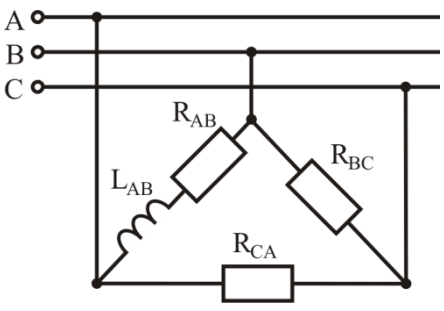


Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

R_1= 8 Ом, R_2= 4 Ом, X_L= 15 Ом,

X_{C1}= 10 Ом, X_{C2}= 12 Ом, P_1= 32 Вт.

Задача 4.



В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_{AB}= 8 Ом и индуктивностью L_{AB}= 19 мГн;

в фазу ВС – резистор с сопротивлением R_{BC}= 10 Ом;

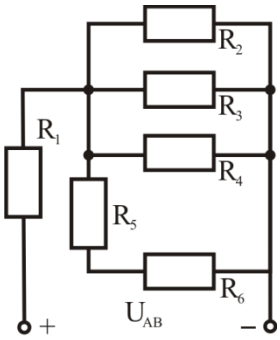
в фазу СА – резистор с сопротивлением R_{CA}= 20 Ом.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. f= 50 Гц.

Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Расчетные значения X_L округлить до целого числа. Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

6.2. Вариант индивидуального задания №2

Задача 1.

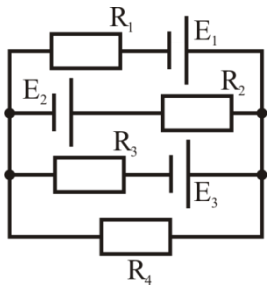


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 120 В, R_1= 4 Ом, R_2= 2 Ом, R_3= 6 Ом, R_4= 4 Ом, R_5= 10 Ом, R_6= 2 Ом.

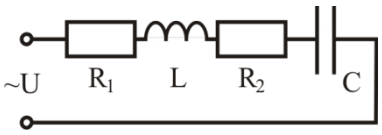
Определить токи во всех элементах цепи и напряжения на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 10 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа. Записать и сформулировать законы Кирхгофа.

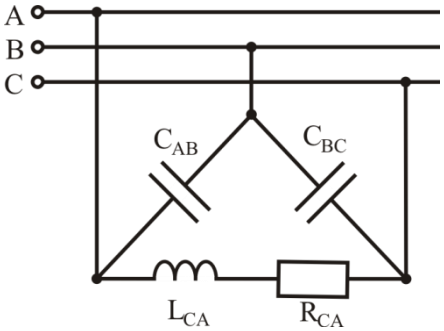
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 6 Ом, R_2= 2 Ом, L= 0,031 Гн, C= 795 мкФ, f= 50 Гц, U= 100 В.

Задача 4.



В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – емкостной элемент с емкостью C_{AB}= 159 мкФ;

в фазу ВС – емкостной элемент с емкостью C_{BC}= 72 мкФ;

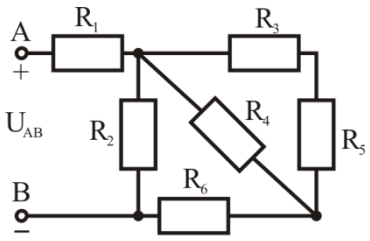
в фазу СА – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_{CA}= 12 Ом и индуктивностью L_{CA}= 59,9 мГн.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц.

Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Расчетные значения X_L, X_C округлить до целого числа. Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

6.3. Вариант индивидуального задания №3

Задача 1.

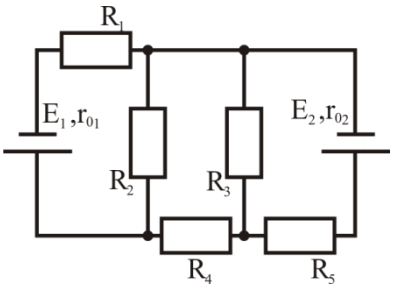


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_2= 220 В, R_1= 4 Ом, R_2= 10 Ом, R_3= 4 Ом, R_4= 10 Ом, R_5= 15 Ом, R_6= 5 Ом.

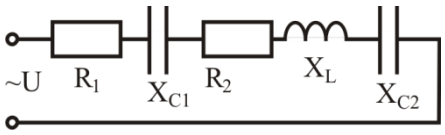
Определить токи во всех ветвях цепи, общее напряжение и напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

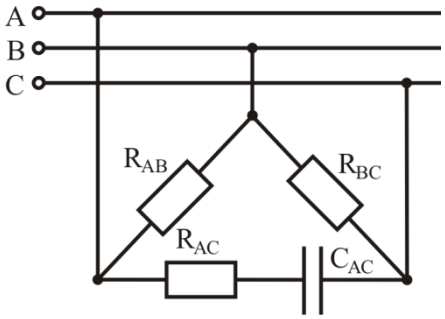
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 24 Ом, R_2= 40 Ом, X_L= 52 Ом, X_{C1}= 40 Ом, X_{C2}= 60 Ом, Q_L= 468 вар.

Задача 4.



В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – резистор с сопротивлением R_{AB}= 20 Ом;

в фазу ВС – резистор с сопротивлением R_{BC}= 20 Ом;

в фазу АС – резистор с сопротивлением R_{AC}= 12 Ом

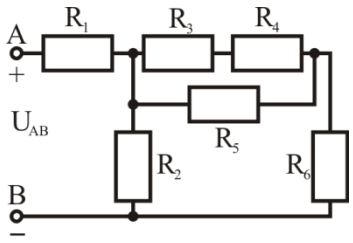
и емкостной элемент с ёмкостью C_{AC}= 265 мкФ.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц.

Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{AC}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Расчетные значения X_C округлить до целого числа. Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

6.4. Вариант индивидуального задания №4

Задача 1.

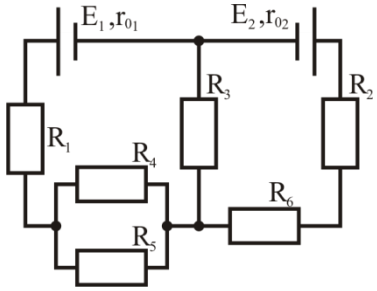


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 80 В, R_1= 4 Ом, R_2= 10 Ом, R_3= 4 Ом, R_4= 10 Ом, R_5= 15 Ом, R_6= 5 Ом.

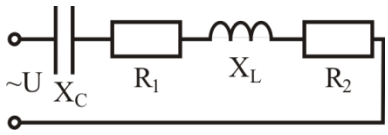
Определить токи во всех ветвях цепи и напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

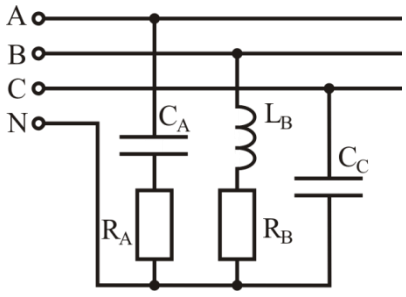
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 1 Ом, R_2= 2 Ом, X_L= 8 Ом, X_C= 4 Ом, S= 80 ВА.

Задача 4.

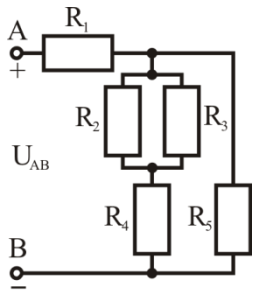


В трехфазную четырех проводную цепь включили звездой несимметричную нагрузку:
в фазу А – резистор с сопротивлением R_A= 6 Ом и емкостной элемент с ёмкостью C_A= 390 мкФ;
в фазу В – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_B= 12 Ом и индуктивностью L_B= 51 мГн;
в фазу С – емкостной элемент с ёмкостью C_C= 320 мкФ.
Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц.

Расчетные значения X_L, X_C округлить до целого числа. Определить фазные токи I_A, I_B, I_A, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить ток в нейтральном проводе I_N.

6.5. Вариант индивидуального задания №5

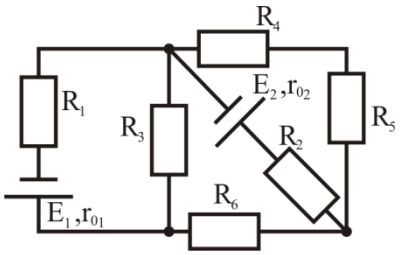
Задача 1.



Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

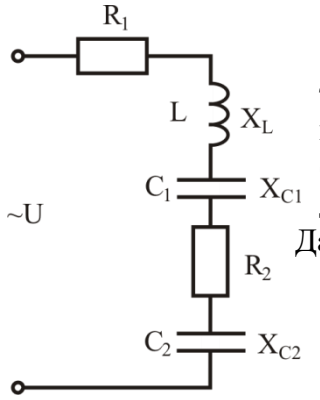
Дано: I_1= 4 А, R_1= 2 Ом, R_2= 4 Ом, R_3= 12 Ом, R_4= 3 Ом, R_5= 6 Ом. Определить токи во всех ветвях цепи, общее напряжение и напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

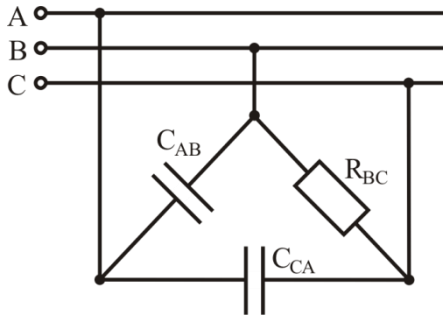
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 8 Ом, R_2= 4 Ом, X_L= 6 Ом, X_{C1}= 10 Ом, X_{C2}= 12 Ом, P= 32 Вт.

Задача 4.



В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – емкостной элемент с ёмкостью C_{AB}= 640 мкФ;

в фазу ВС – резистор с сопротивлением R_{BC}= 5 Ом;

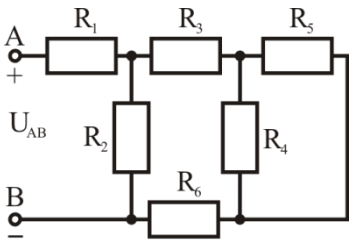
в фазу СА – емкостной элемент с ёмкостью C_{CA}= 640 мкФ.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота тока f= 50 Гц.

Расчетные значения X_C округлить до целого числа. Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

6.6. Вариант индивидуального задания №6

Задача 1.

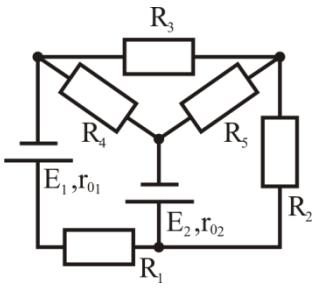


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: I_1= 5 А, R_1= 4 Ом, R_2= 10 Ом, R_3= 4 Ом, R_4= 15 Ом, R_5= 10 Ом, R_6= 5 Ом.

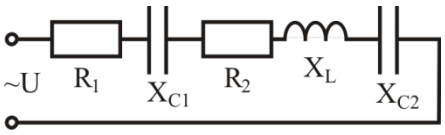
Определить токи во всех ветвях цепи, общее напряжение и напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

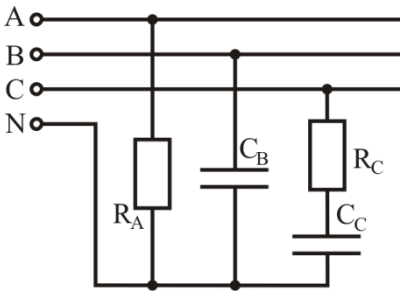
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 24 Ом, R_2= 40 Ом, X_L= 52 Ом, X_{C1}= 40 Ом, X_{C2}= 60 Ом, Q_L= 468 вар.

Задача 4.



В трехфазную четырех проводную цепь включили звездой несимметричную нагрузку:

в фазу А – резистор с сопротивлением R_A= 10 Ом;

в фазу В – емкостной элемент с ёмкостью C_B= 320 мкФ;

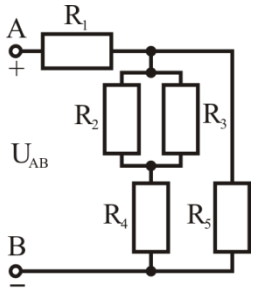
в фазу С – резистор с сопротивлением R_C= 8 Ом и емкостной элемент с ёмкостью C_C= 530 мкФ.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц.

Расчетные значения X_C округлить до целого числа. Определить фазные токи I_A, I_B, I_A, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить ток в нейтральном проводе I_N.

6.7. Вариант индивидуального задания №7

Задача 1.

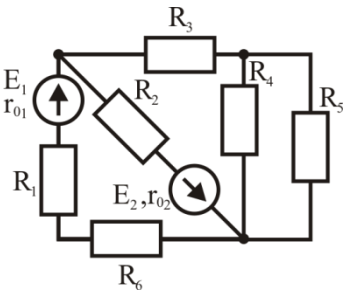


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 100 В, R_1= 12 Ом, R_2= 4 Ом, R_3= 12 Ом, R_4= 3 Ом, R_5= 6 Ом.

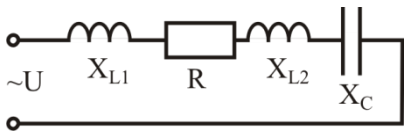
Определить токи во всех ветвях цепи, напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

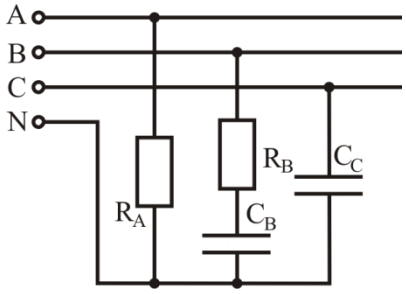
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R= 8 Ом, X_{L1}= 2 Ом, X_{L2}= 2 Ом, X_C= 10 Ом, U_C= 60 В.

Задача 4.



В трехфазную четырех проводную цепь включили звездой несимметричную нагрузку:

в фазу А – резистор с сопротивлением R_A= 38 Ом;

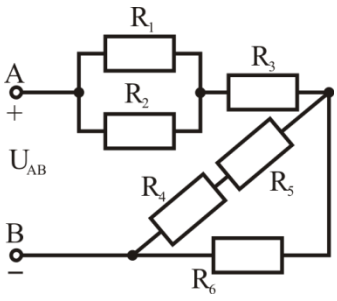
в фазу В – резистор с сопротивлением R_B= 8 Ом и емкостной элемент с ёмкостью C_B= 530 мкФ;

в фазу С – емкостной элемент с ёмкостью C_C= 160 мкФ.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц. Расчетные значения X_C округлить до целого числа. Определить фазные токи I_A, I_B, I_A, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить ток в нейтральном проводе I_N.

6.8. Вариант индивидуального задания №8

Задача 1.

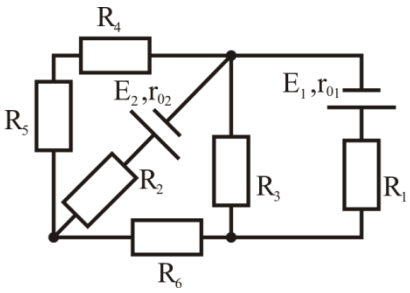


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 40 В, R_1= 6 Ом, R_2= 3 Ом, R_3= 2 Ом, R_4= 3 Ом, R_5= 12 Ом, R_6= 10 Ом.

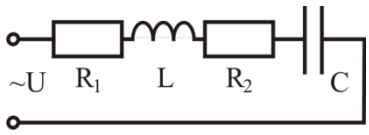
Определить токи во всех ветвях цепи, напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

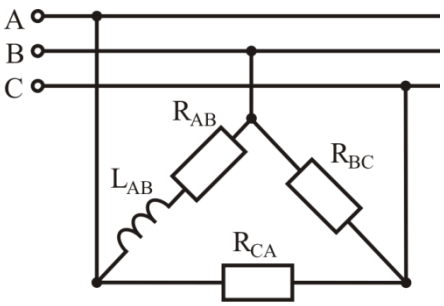
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R_1= 6 Ом, R_2= 2 Ом, L= 0,031 Гн, C= 795 мкФ, f= 50 Гц, U= 100 В.

Задача 4.



В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_{AB}= 8 Ом и индуктивность L_{AB}= 19 мГн;

в фазу ВС – резистор с сопротивлением R_{BC}= 10 Ом;

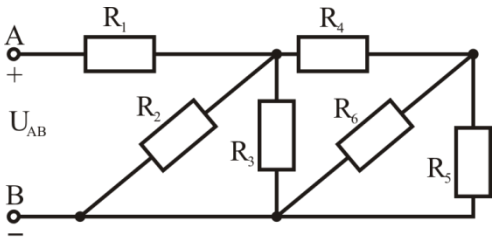
в фазу СА – резистор с сопротивлением R_{CA}= 20 Ом.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. f= 50 Гц.

Расчетные значения X_L округлить до целого числа. Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

6.9. Вариант индивидуального задания №9

Задача 1.

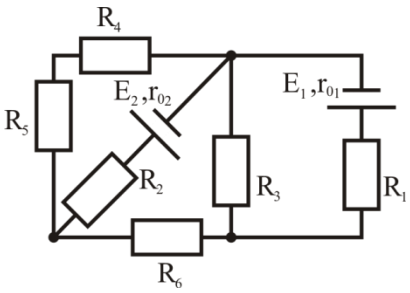


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: U_{AB}= 50 В, R_1= 4 Ом, R_2= 4 Ом, R_3= 10 Ом, R_4= 5 Ом, R_5= 10 Ом, R_6= 4 Ом.

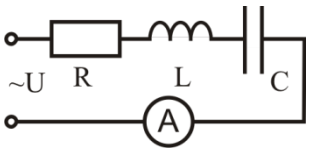
Определить токи во всех ветвях цепи, напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

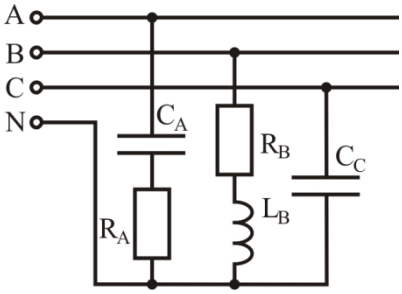
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R= 100 Ом, L= 100 мГн, C= 159 мкФ, f= 50 Гц, I= 2 А.

Задача 4.



В трехфазную четырех проводную цепь включили звездой несимметричную нагрузку:

в фазу А – емкостной элемент с ёмкостью C_A= 265 мкФ и резистор с сопротивлением R_A= 12 Ом;

в фазу В – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_B= 12 Ом и индуктивностью L_B= 52 мГн;

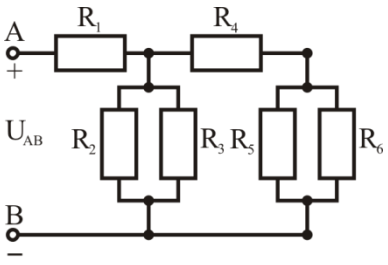
в фазу С – емкостной элемент с ёмкостью C_C= 59 мкФ.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. Частота сети f= 50 Гц.

Расчетные значения X_C и X_L округлить до целого числа. Определить фазные токи I_A, I_B, I_A, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить ток в нейтральном проводе I_N.

6.10. Вариант индивидуального задания №10

Задача 1.

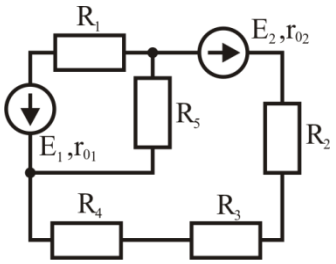


Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3 и т.д.

Дано: I_5= 15 А, R_1= 3 Ом, R_2= 6 Ом, R_3= 6 Ом, R_4= 3 Ом, R_5= 12 Ом, R_6= 4 Ом.

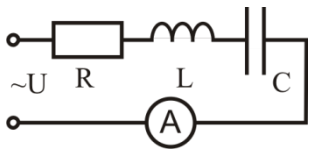
Определить токи во всех ветвях цепи, общее напряжение, напряжение на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 8 часов работы.

Задача 2.



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа.

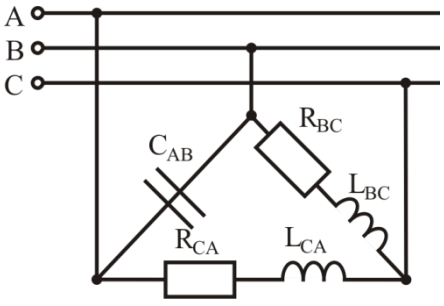
Задача 3.



Используя параметры заданной электрической цепи переменного тока определить: ток в цепи, напряжение на всех участках цепи, приложенное напряжение, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S), коэффициент мощности cosφ и построить векторную диаграмму в масштабе.

Дано: R= 100 Ом, L= 100 мГн, C= 159 мкФ, f= 50 Гц, I= 2 А.

Задача 4.



В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку:

в фазу АВ – емкостной элемент с ёмкостью C_{AB}= 159 мкФ;

в фазу ВС – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_{BC}= 16 Ом и индуктивностью L_{BC}= 38 мГн;

в фазу СА – индуктивную катушку с активным сопротивлением R_{CA}= 12 Ом и индуктивностью L_{CA}= 51 мГн.

Линейное напряжение $U_{НОМ}$= 220В. f= 50 Гц.

Расчетные значения X_C и X_L округлить до целого числа. Определить фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, активную, реактивную и полную мощности (P, Q, S). Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C.

7. Вопросы к экзамену

1. Электротехника, как наука. Преимущества электрической энергии.
2. Свойства и характеристики электрического поля (напряженность, потенциал, напряжение, диэлектрическая проницаемость).
3. Электропроводность. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Электрическая прочность диэлектриков.
4. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.
5. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
6. Электрическая цепь постоянного тока. Элементы электрической цепи. Направление тока в цепи. Плотность тока.
7. ЭДС и напряжение электрической цепи.
8. Электрическое сопротивление проводников. Проводимость. Зависимость сопротивления от температуры.
9. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи.
10. Энергия и мощность электрического тока. Баланс мощностей. КПД электрической цепи.
11. Преобразование электрической энергии в тепловую энергию. Закон Джоуля - Ленца.
12. Режимы работы электрической цепи.
13. Электрический источник в разных режимах работы.
14. Последовательное и параллельное соединение резисторов или участков электрической цепи.
15. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом узловых и контурных уравнений (по законам Кирхгофа).
16. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом узлового напряжения (метод двух узлов).
17. Магнитное поле и его параметры (магнитная индукция, напряженность, магнитная проницаемость, магнитный поток).
18. Закон Ома для магнитной цепи. Закон полного тока.
19. Проводник с током в магнитном поле. Электромагнитная сила. Закон Ампера. Правило левой руки.
20. Намагничивание ферромагнитных материалов. Зависимость магнитной проницаемости ферромагнитных материалов от напряженности внешнего магнитного поля.
21. Циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов.
22. Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея) для прямолинейного проводника. Правило правой руки.
23. Преобразование механической энергии в электрическую энергию. Правило Ленца. Принцип работы электрогенератора.
24. Преобразование электрической энергии в механическую энергию. Принцип работы электродвигателя.
25. ЭДС электромагнитной индукции в контуре и катушке. Потокосцепление. Правило Ленца.

26. Индуктивность. ЭДС самоиндукции.
27. Взаимная индуктивность. ЭДС взаимоиндукции. Вихревые токи.
28. Основные понятия переменного тока (амплитуда, период, частота, мгновенное значение).
29. Среднее и действующее значение переменного тока.
30. Электрическая цепь синусоидального тока с активным сопротивлением.
31. Поверхностный эффект и эффект близости.
32. Электрическая цепь переменного тока с индуктивностью.
33. Электрическая цепь переменного тока с емкостью.
34. Электрическая цепь переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью.
35. Электрическая цепь переменного тока с активным сопротивлением и емкостью.
36. Неразветвленная электрическая цепь переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью.
37. Резонанс напряжений в цепи переменного тока.
38. Разветвленная цепь синусоидального тока. Активные и реактивные токи. Проводимости.
39. Параллельное соединение катушки и конденсатора в цепи синусоидального тока..
40. Резонанс синусоидальных токов.
41. Коэффициент мощности.
42. Трехфазная система ЭДС.
43. Соединение обмоток трехфазного генератора звездой.
44. Соединение обмоток трехфазного генератора треугольником.
45. Соединение потребителей в трехфазной системе звездой.
46. Соединение потребителей в трехфазной системе треугольником.
47. Мощность трехфазного тока.
48. Вращающееся магнитное поле трехфазного тока.
49. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
50. Электронно – дырочный переход.
51. Диоды. Вольтамперная характеристика.
52. Стабилитроны. Вольтамперная характеристика.
53. Фотоприборы.
54. Светодиоды. Солнечные элементы.
55. Структура и принцип работы биполярного транзистора типа p-n-p. Условное графическое изображение.
56. Структура и принцип работы биполярного транзистора типа p-n-p. Условное графическое изображение.
57. Принцип усиления при помощи транзистора. Схема усилителя. Назначение элементов. Графического пояснение работы.
58. Схемы включения биполярного транзистора с общим эмиттером и общим коллектором.
59. Статистическая и динамическая характеристика транзистора.
60. Тиристоры.

9. Библиографический список источников информации

1. Лоторейчук Е.А. Теоретическая электротехника. М: ФОРУМ-ИНФРА, 2004.
2. Лоторейчук Е.А. Расчет электрических и магнитных цепей. М: ФОРУМ-ИНФРА, 2005.
3. Кацман М.М. Электрические машины. М: Высшая школа, 2006.
4. Гальперин М.В. Электронная техника. – М. ФОРУМ-ИНФА, 2003 -304 с.