

ОГБПОУ «ТОМСКИЙ ЭКОНОМИКО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМНР
_____ О.Н. Пояркова
«_____» _____ 2017 г.

А.Д. НАУМЕНКО

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

КОМПЛЕКС ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Специальность 11.02.14 Электронные приборы и устройства

Томск 2017

Рассмотрен на заседании кафедры Промышленной электроники
Протокол № _____ от «_____» _____ 20____ г.
Зав кафедрой А.Д Науменко

Разработчики:

Науменко А.Д., преподаватель дисциплин общепрофессионального цикла ОГБПОУ
«ТЭПК»

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПАСПОРТ	4
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ.....	5
3. ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	6
Приложение 1	7
Приложение 2	13
Приложение 3	18
Приложение 4	36
Приложение 5	45

1 ПАСПОРТ

Комплекс оценочных средств (КОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Электротехника».

КОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме *экзамена*.

КОС разработан на основании положений:

- ФГОС *специальности* 11.02.14 Электронные приборы и устройства, укрупнённой группы подготовки 11.00.00 Электронная техника, радиотехника и связь;
- основной профессиональной образовательной программы по *специальности* Электронные приборы и устройства;
- рабочей программы учебной дисциплины «Электротехника»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- рассчитывать параметры и элементы электрических и электронных устройств;
- определять возможные причины отказов электрических и электронных устройств
- собирать электрические схемы и проверять их работу;
- анализировать и рассчитывать электрические цепи;

знать:

- основные понятия и законы теории электрических цепей;
- физические процессы в электрических цепях;
- методы расчета электрических цепей;
- основы теории четырехполюсников, фильтров и активных цепей;
- цепи с распределенными параметрами;
- электронные пассивные и активные цепи;
- теорию электромагнитного поля;
- статические, стационарные электрические и магнитные поля;
- переменное электромагнитное поле.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

Текущий контроль		Оценочное средство	Время проведения, (академический час) ¹
Форма контроля	Номер приложения		
Выполнение лабораторно-практических работ	3	Отчет и защита практической работы	2
	2	Отчет и защита лабораторной работы	2
Выполнение самостоятельных работ	4	Решение задач	2
		Выполнение рефератов	6
	4	Выполнение заданий в Moodle	2
Выполнение контрольных работ	1.	Письменные ответы на вопросы, решение задач	2

3. ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ по учебной дисциплине «Электротехника»

Форма промежуточной аттестации – экзамен

Цели проведения промежуточной аттестации

- контроль преподавателем степени освоения обучающимися учебного материала;
- установление фактического уровня теоретических знаний обучающихся по дисциплине «Электротехника», практических умений и навыков.

3.3. Контролирующий модуль.

Экзамен проводится в форме компьютерного теста, оформленного в виде электронного образовательного ресурса и размещенного в СДО Moodle. Тест содержит 30 вопросов (30 баллов). Вторая часть экзамена – расчет практической работы. (20 баллов)

Время проведения экзамена – 90 минут.

3.4 Критерии оценки:

Оценка «5» ставится при 44 - 50 баллах.

Оценка «4» ставится при 38 - 43 баллах.

Оценка «3» ставится при 30 - 37 баллах.

4. Список литературы:

Основная литература:

1. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники: Учебник для учащихся профессиональных училищ и колледжей. - Ростов на Дону: Феникс, 2014. - 407 с.
2. Туревский И.С., Славинский А.К. Электротехника с основами электроники. Учебное пособие для СПО. – М.: Форум, 2014, - 448 с.

Дополнительная литература:

1. Полещук В.И. Задачник по электротехнике и электронике. М.: Издательский центр Академия, 2014. - 224 с

Интернет ресурсы:

1. <http://www.toe.stf.mrsu.ru> Электронный учебник по электротехнике
2. http://eknigi.org/nauka_i_ucheba/106028-yelektrotexnika-s-osnovami-yelektroniki.html Электротехника с основами электроники.
3. <http://eltray.com> Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники
4. <http://www.energoboard.ru/books/1-elektrotehnika/page2.html> - книги по электротехнике

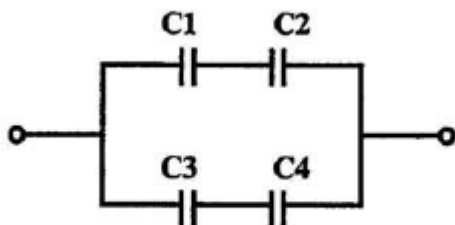
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

на тему: Электрическое поле

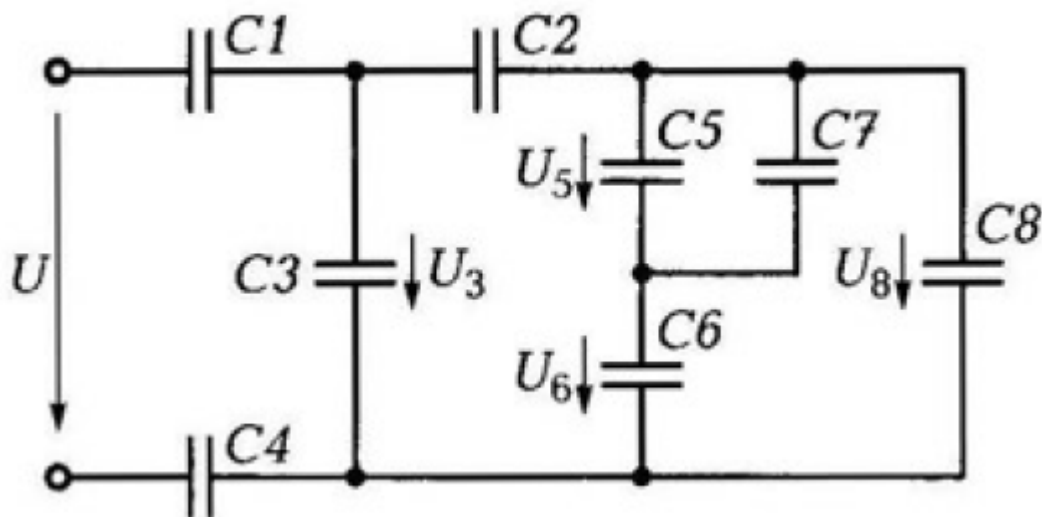
Вариант 1

1. Сформулируйте определение потенциала электрического поля.
2. Какие материалы называются полупроводниковыми и почему?
3. Запишите формулу для нахождения работы электрического поля.
4. От чего зависит сила притяжения между зарядами?
5. В чем измеряется величина заряда?
6. Как устроен конденсатор?
7. Нарисуйте параллельное соединение конденсаторов. Запишите формулы для расчета их общей емкости, общего заряда и общего напряжения.
8. Как изменится сила взаимодействия двух зарядов при перенесении их в среду с диэлектрической проницаемостью равной 2, при прочих равных условиях? Запишите формулу.
9. Величина одного заряда $5 \cdot 10^{-5}$ Кл, другого $4 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определите силу взаимодействия между ними, если они помещены в керосин ($\epsilon=2$) на расстоянии 10 см друг от друга.
10. Определите потенциал точки электрического поля, в которую из бесконечности внесен заряд $q=3 \cdot 10^{-6}$ Кл, если при этом силами поля совершена работа $A=6 \cdot 10^{-6}$ Дж.
11. Рассчитайте емкость слюдяного конденсатора ($\epsilon=7,5$), если площадь его пластин равна 1 см^2 , а расстояние между пластинами 2мм?
12. Определите эквивалентную емкость конденсаторов, если все конденсаторы имеют емкость по 3 мкФ.



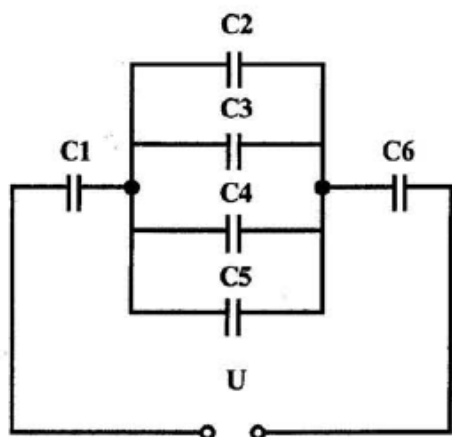
13. Дано: $C1 = C2 = C3 = C4 = 3 \text{ мкФ}$; $C5 = C6 = 1 \text{ мкФ}$; $C7 = C8 = 2 \text{ мкФ}$.

Задание: Определите $C_{\text{экв}}$



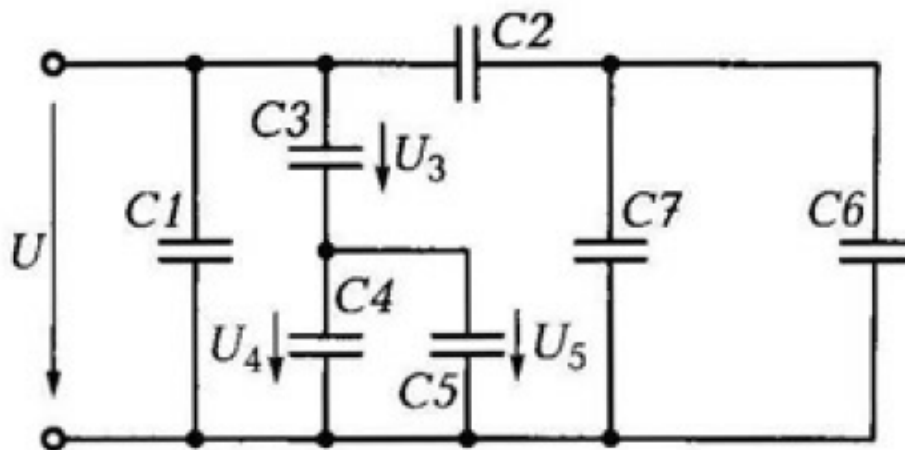
Вариант 2

1. Сформулируйте определение напряженности электрического поля.
2. Запишите закон сохранения электрического заряда.
3. Запишите формулу закона Кулона для вакуума.
4. Опишите строение атома.
5. В чем измеряется электрическое напряжение?
6. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
7. Нарисуйте последовательное соединение конденсаторов. Запишите формулы для расчета их общей емкости, общего заряда и общего напряжения.
8. Как изменится сила притяжения двух точечных зарядов при уменьшении расстояния между ними в 3 раза? Запишите формулу.
9. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 5 см друг от друга?
10. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м
11. Вычислите мощность конденсатора, если известно, что на нем накапливается напряжение 5 В и заряд 0,1 Кл.
12. Определите эквивалентную емкость конденсаторов, если все конденсаторы имеют емкость по 0,5 мкФ.



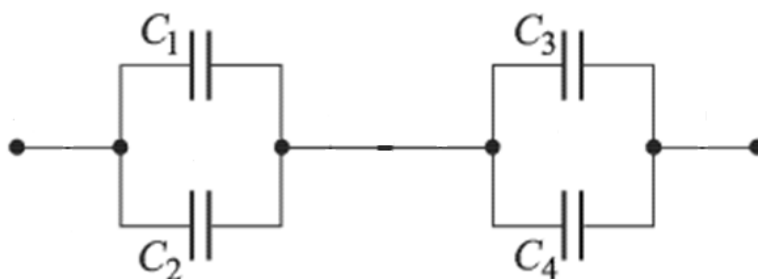
13. Дано: $C1 = 1 \text{ мкФ}$; $C2 = C3 = C4 = C6 = 2 \text{ мкФ}$; $C5 = 3,5 \text{ мкФ}$; $C7 = 3 \text{ мкФ}$

Задание: Определите Сэкв



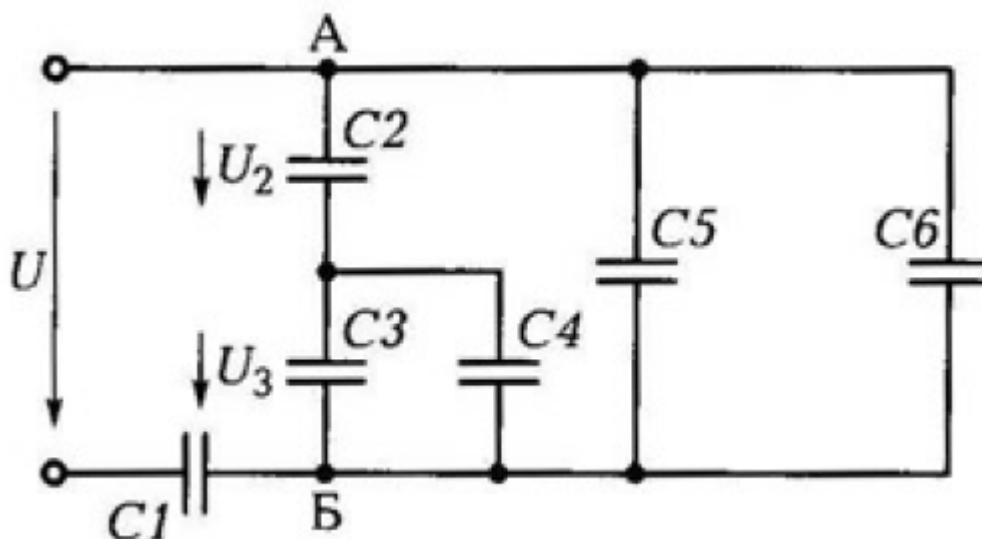
Вариант 3

1. Сформулируйте определение электрического напряжения.
2. Какое поле называется электростатическим?
3. Запишите формулу напряженности электрического поля для среды с диэлектрической проницаемостью.
4. Что можно определить с помощью закона Кулона?
5. В чем измеряется потенциал электрического поля?
6. Как устроен конденсатор?
7. Нарисуйте параллельное соединение конденсаторов. Запишите формулы для расчета их общей емкости, общего заряда и общего напряжения.
8. Как изменится сила отталкивания между двумя точечными зарядами при уменьшении величины каждого из зарядов в 3 раза? Запишите формулу.
9. На каком расстоянии друг от друга заряды 1мкКл и 10нКл взаимодействуют с силой 9мН?
10. Заряд 6 Кл перемещается между точками с разностью потенциалов 2 В. Чему равна работа, совершенная кулоновскими силами?
11. Вычислите емкость керамического конденсатора ($\epsilon=10$), если известно, что расстояние между пластинами 5 мм, а их площадь 1,5 см²
12. Определите эквивалентную емкость конденсаторов, если все конденсаторы имеют емкость по 1 мкФ.



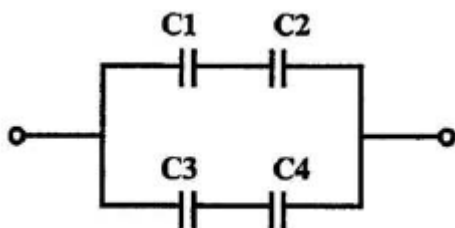
13. Дано: $C_1 = 3 \text{ мкФ}$; $C_2 = C_3 = 2 \text{ мкФ}$; $C_4 = 1 \text{ мкФ}$; $C_5 = C_6 = 5 \text{ мкФ}$.

Задание: определите Сэ

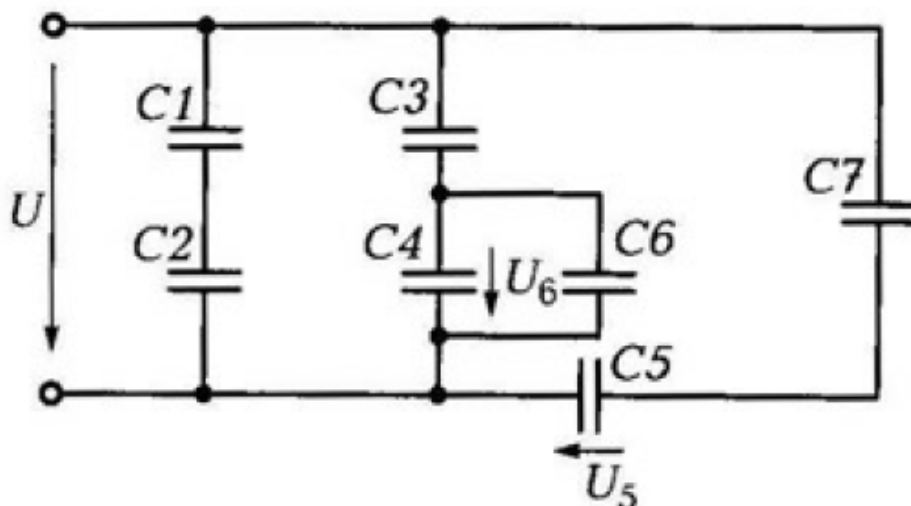


Вариант 4

1. Что такое валентная оболочка атома?
2. Что такое диэлектрик? Какие материалы являются диэлектриками?
3. Запишите формулу для нахождения потенциала электрического поля.
4. От чего зависит напряженность электрического поля?
5. В чем измеряется работа, совершаемая электрическим полем?
6. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
7. Нарисуйте последовательное соединение конденсаторов. Запишите формулы для расчета их общей емкости, общего заряда и общего напряжения.
8. Что произойдет с силой взаимодействия между двумя зарядами, если расстояние между ними увеличить в пять раз? Запишите формулу.
9. Определите силу взаимодействия между двумя электрическими зарядами в $5 \cdot 10^{-4}$ Кл и $3 \cdot 10^{-5}$ Кл, находящимися в дистиллированной воде ($\epsilon = 81$) на расстоянии 5 см друг от друга.
10. Заряд величиной в 0,3 Кл помещен в однородное электрическое поле, которое действует на него с силой в 4,5 Н. Какова напряженность однородного электрического поля?
11. Вычислите мощность конденсатора, если известно, что на нем накапливается напряжение 5В, а его емкость равна 2000 мкФ.
12. Определите эквивалентную емкость конденсаторов, если все конденсаторы имеют емкость по 1 мкФ.

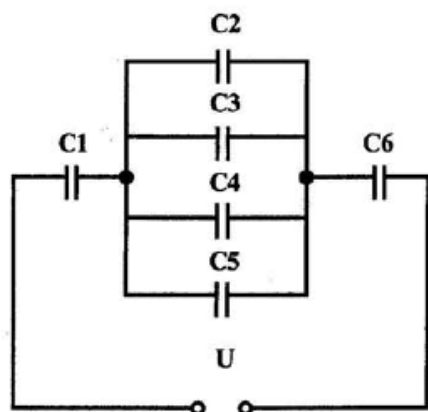


13. Дано: $C_1 = 2$ мкФ; $C_2 = C_3 = C_4 = 1$ мкФ; $C_5 = 3$ мкФ; $C_6 = C_7 = 4$ мкФ;
Задание: определите $C_э$;

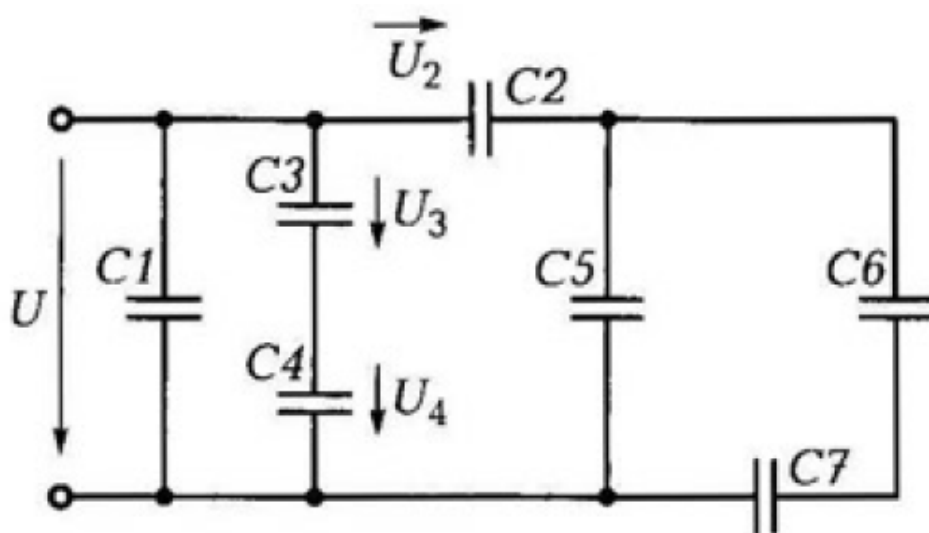


Вариант 5

1. Сформулируйте закон Кулона.
2. Дайте определение проводникам. Какие материалы являются хорошими проводниками?
3. Запишите формулу напряженности электрического поля для вакуума.
4. Запишите принцип суперпозиции.
5. В чем измеряется напряженность электрического поля?
6. Как устроен конденсатор?
7. Нарисуйте параллельное соединение конденсаторов. Запишите формулы для расчета их общей емкости, общего заряда и общего напряжения.
8. Что произойдет с силой взаимодействия между двумя зарядами, если их из воздуха перенести в воду ($\epsilon(\text{воздуха}) \sim 1$; $\epsilon(\text{воды}) = 34,5$)?
9. Величина одного заряда $6 \cdot 10^{-5}$ Кл, другого $4 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определите силу взаимодействия между ними, если они помещены в керосин ($\epsilon = 2$) на расстоянии 5 см друг от друга.
10. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м
11. Определить электроемкость C плоского слюдяного конденсатора ($\epsilon = 7,5$), площадь S пластин которого равна 100 см^2 , а расстояние между ними равно 0,1 мм.
12. Определите эквивалентную емкость конденсаторов, если все конденсаторы имеют емкость по 4 мкФ.



13. Дано: $C1 = 1 \text{ мкФ}$; $C2 = C3 = C4 = C6 = 2 \text{ мкФ}$; $C5 = 4 \text{ мкФ}$; $C7 = 3 \text{ мкФ}$.
Задание: определите C_{Σ} ;



Критерии оценки:

«5»- 12-13 верно решенных задач

«4»- 10-11 верно решенных задач

«3»- 9-8 верно решенных задач

«2»- менее 8 верно решенных задач

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: «Закон Ома для участка цепи»

Цель: с помощью приборов убедиться в правильности соотношения между силой тока, напряжением и сопротивлением.

Основное задание:

1. Убедиться в правильности закона Ома для участка цепи
2. Приобрести навыки расчетов, построения и анализа графика.
3. Приобрести навыки сборки схем, измерения, величины тока и напряжения.

Краткие теоретические сведения

Закон Ома для участка цепи выражает зависимость между силой тока, напряжением на концах участка и его сопротивлением.

Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи и обратно пропорциональна его сопротивлению

$$I = \frac{U}{R}$$

Где I - сила тока участка цепи

U – напряжение на концах участка

R – сопротивление участка

Из формулы закона Ома можно получить несколько важных соотношений:

1. Напряжение на концах участка цепи численно равно произведению силы тока на сопротивление участка

$$U = I * R$$

2. Сопротивление участка цепи численно равно падению напряжения на этом участке деленном на силу тока в нем:

$$R = \frac{U}{I}$$

Сопротивление цепи не зависит от Э.Д.С. силы тока; Оно определяется только свойствами самой цепи. Сопротивление можно рассматривать как свойство материала определенной структуры, которая позволяет свободным электронам перемещаться при той или иной величине Э.Д.С.

Описание экспериментальной установки.

Лабораторная работа выполняется на стенде для проведения лабораторно-практических работ по электротехнике «87Л-01».

Для выполнения работы используются:

Источник напряжения 0÷10В – ГН2

Ампервольтметры АВ1; АВ2

Измеритель выходных параметров блока питания и генераторов -Изм В

Съемные элементы – резисторы R=100 Ом, R=200 Ом, R=300Ом

Сменная панель «87Л-01/23» , перемычка, соединительные провода .

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую схему.

А) подключить источник напряжения, для этого соединить проводником точки, обозначенные–Ес и X11→ГН2, соблюдая полярность.

Б) Установить съемные элементы, сопротивление R – резисторы:

- R1=200 Ом поставить на место, обозначенное на панели, как R12.
- R2=100 Ом поставить на место, обозначенное на панели, как R11.

В) Подключить вольтметр АВ-1 для определения напряжение на участке с сопротивлением R1 (X9 – X10 → АВ1)

Г) Подключить амперметр (V2-X8 → АВ2)

Д) Самостоятельно начертить карандашом в тетради схему, собранную на стенде, используя знания условных обозначений цепи.

2. Провести исследования, результаты записать в таблицу.

А) Установить на источнике питания Э.Д.С. равное 10В ($E=10В$). Измерить напряжение с помощью вольтметра АВ1, измерить силу тока с помощью амперметра АВ2. . Полученные результаты внести в таблицу №1 и вычислить значение сопротивления по закону Ома.

Б) Установить на источнике питания Э.Д.С. равное 5В ($E=8В$) . Измерить напряжение с помощью вольтметра АВ1, измерить силу тока с помощью амперметра АВ2. Полученные результаты внести в таблицу №1 и вычислить значение сопротивления.

В) Аналогичным способом вычислить значения тока и напряжения для $E=5В$, $E=3В$, $E=1В$. Полученные результаты внести в таблицу №1 и вычислить значения сопротивления.

Если задание выполнено правильно, то полученное значение сопротивления должно соответствовать значению сопротивления установленных резисторов.

Г) Используя полученные данные, постройте график зависимости силы тока от напряжения.

Таблица №1

№ опыта	E (В)	Измерено		Вычислено
		U (В)	I(A)	R(Ом)
1	10			
2	8			
3	5			
4	3			
5	1			

Погрешность измерения приборов используемых в оборудовании «87Л-01» составляет $\pm 10\%$

3. Изменить напряжение при неизменном сопротивлении и измерить силу тока.

А) с помощью регулятора установить на вольтметре АВ1 напряжение равное 5В, измерить силу тока (АВ2)

Б) с помощью регулятора установить на вольтметре АВ1 напряжение равное 10В, измерить силу тока (АВ2).

В) результаты внести в таблицу № 2

Таблица № 2

№ опыта	установлено		измерено
	R1(Ом)	U(В)	I(A)
1	100	5	
2	100	10	

Погрешность измерения приборов используемых в оборудовании «87Л-01» составляет $\pm 10\%$

4. Определить, как влияет изменение сопротивления нагрузки на силу тока в цепи при постоянном напряжении.

А) установить напряжение на АВ1 равное 10В.

Б) установить $R1 = 200 \text{ Ом}$, измерить силу тока.

В) установить $R1 = 100 \text{ Ом}$, измерить силу тока.

Г) установить $R1 = 50 \text{ Ом}$, измерить силу тока.

Д) результаты занести в таблицу №3.

Е) Построить график зависимости силы тока от сопротивления нагрузки.

Таблица №3

№ опыта	установлено		измерено
	U(В)	R1(Ом)	I(A)
1	10	200	

2	10	100	
3	10	50	

Погрешность измерения приборов используемых в оборудовании «87Л-01» составляет $\pm 10\%$

5. Основываясь на полученных результатах сделать выводы по работе.
6. Ответить письменно в тетради на контрольные вопросы.
 - А) Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
 - Б) Запишите формулу закона Ома для участка цепи.
 - В) Каким прибором измеряется сила тока в цепи? Как этот прибор включается в цепь?
 - Г) Каким прибором измеряется напряжение в цепи? Как этот прибор включается в цепь?
 - Д) Запишите единицы измерения для силы тока, напряжения, сопротивления и Э.Д.С.

Критерии оценки:

- «5» - Отчет сдан вовремя, содержит верно выполненные расчеты, графики, выводы и ответы на вопросы.
- «4» - Отчет сдан вовремя, содержит мелкие недочеты.
- «3» - Отчет сдан не во время, либо не соответствует предъявленным требованиям.

Лабораторная работа №2

Тема: «Исследование цепей постоянного тока с помощью закона Ома и законов Кирхгофа»

Цель: Научиться рассчитывать простые электрические схемы

Основное задание:

1. Рассчитать токи, которые протекают в ветвях цепи с помощью законом Кирхгофа и закона Ома.
2. Опытным путем проверить правильность расчетов на лабораторном стенде.

Краткие теоретические сведения

Электрическая цепь - совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока. Т.е. электрическая цепь - совокупность соединенных между собой источников электрической энергии, приемников и соединяющих их проводов (линия передачи)

Электрический ток может протекать только по замкнутой электрической цепи. Разрыв цепи в любом месте вызывает прекращение электрического тока.

Ветвь – участок цепи, состоящий из одного или нескольких элементов вдоль которого ток один и тот же.

Узел – место соединения двух и более ветвей.

Контур – замкнутый участок электрической цепи.

Основные законы электротехники:

- **Закон Ома** для участка цепи выражает зависимость между силой тока, напряжением на концах участка и его сопротивлением.

Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи и обратно пропорциональна его сопротивлению

$$I = \frac{U}{R}$$

Где I - сила тока участка цепи

U – напряжение на концах участка

R – сопротивление участка

- **Первый закон (правило) Кирхгофа** – алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю.

$$\sum I = 0$$

- **Второй закон (правило) Кирхгофа** – алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжения в замкнутом контуре электрической цепи.

$$\sum E = \sum U = \sum IR$$

Описание экспериментальной установки.

Лабораторная работа выполняется на стенде для проведения лабораторно-практических работ по электротехнике «87Л-01».

Для выполнения работы используются:

Источник напряжения 0÷10В – ГН2

Ампервольтметры АВМ1; АВМ2

Измеритель выходных параметров блока питания и генераторов -Изм В

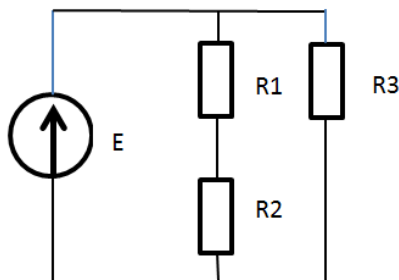
Съемные элементы – резисторы R=100 Ом, R=200 Ом, R=300Ом

Сменная панель «87Л-01/23», перемычка, соединительные провода.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить предварительное задание

Рассчитать какие токи протекают в данной электрической цепи при E = 5 В, R1 = 100 Ом, R2 = 200 Ом, R3 = 300 Ом. Как изменятся токи в цепи, если заменить R3 = 600 Ом?



2. Собрать электрическую схему №1

А) подключить источник напряжения, для этого соединить проводником точки, обозначенные–Ес и Х11→ГН2, соблюдая полярность.

Б) Установить съемные элементы, сопротивление R – резисторы:

- R1=100 Ом поставить на место, обозначенное на панели, как R12.
- R2=200 Ом поставить на место, обозначенное на панели, как R11.
- R3=300 Ом поставить на место, обозначенное на панели, как R10.

В) Соединить проводом Х8 и Х9. Поставить перемычку на место, обозначенное на панели, как R9.

Г) Собранную схему показать преподавателю.

3. Провести исследования схемы №1.

А) С помощью амперметра определить токи во всех ветвях цепи. Перед любыми манипуляциями отключаем схему от сети.

- Чтобы определить I1, необходимо подключить амперметр последовательно между источником и схемой, для этого «-» источника подключаем к «-» АВМ2, а «+» АВМ2 к –Ес.
- Приводим схему к начальному виду.
- Чтобы определить I2, необходимо амперметр подключить на место провода, соединяющего Х9 и Х8.
- Приводим схему к начальному виду.
- Чтобы определить I3, необходимо амперметр поставить на место провода, замыкающего R9.
- Приводим схему к начальному виду.

Б) Используя вольтметр, определяем напряжение на всех резисторах. Перед любыми манипуляциями отключаем схему от сети.

- Чтобы измерить U_{R1} , необходимо подключить АВМ1 параллельно $R1$, то есть к точкам X9 и X10. При этом перемычку, соединяющую X9 и X8, можно перенести на X8 – нижняя точка V2.
- Чтобы измерить U_{R2} , необходимо подключить вольтметр к левой точке C4 и верхней R6.
- Чтобы измерить U_{R3} , необходимо подключить вольтметр к X10 и X7.

В) Сверить экспериментальные данные с предварительными расчетами. Сделать выводы.

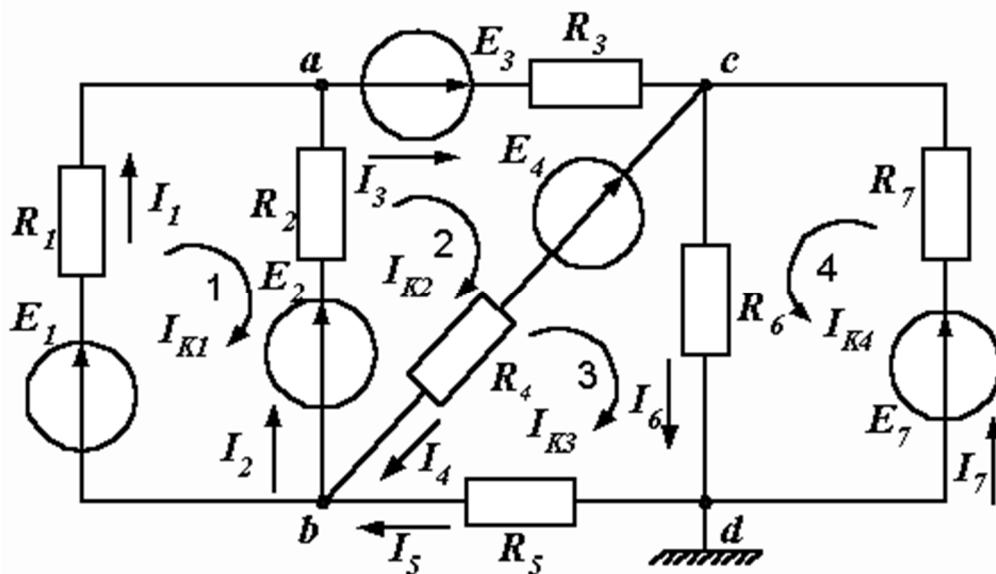
4. Провести исследование схемы №2.

Заменить $R3 = 600$ Ом. Измерить токи и напряжения в цепи. Сверить экспериментальные данные с предварительными расчетами. Сделать выводы.

5. Основываясь на полученных результатах сделать выводы по работе.

6. Ответить письменно в тетради на контрольные вопросы.

- 1) Что называется электрической цепью?
- 2) Сформулируйте и запишите закон Ома.
- 3) Сформулируйте и запишите 1-е и 2-е правило Кирхгофа.
- 4) Чему равны общие сопротивления электрической цепи при последовательном и параллельном соединении резисторов?
- 5) Сколько узлов и контуров содержит электрическая схема:



Критерии оценки:

«5» - Отчет сдан вовремя, содержит верно выполненные расчеты, графики, выводы и ответы на вопросы.

«4» - Отчет сдан вовремя, содержит мелкие недочеты.

«3» - Отчет сдан не во время, либо не соответствует предъявленным требованиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1
«Расчет основных характеристик электрического поля точечного заряда с применением закона Кулона»

Работа выполняется в отдельной тетради для лабораторно-практических работ по дисциплине «Электротехника» по индивидуальным вариантам. Время выполнения 90 минут. Во время работы разрешено пользоваться справочными материалами, в том числе конспектом и учебниками. Ответы округлять до десятых.

I. В точку изолированного вакуумного пространства поместили точечный заряд q_1 .

Рассчитать:

1. Напряженность поля, созданную зарядом q_1 на расстоянии r_1 и r_2 от заряда.
2. Как изменится напряженность поля, если заряд перенести в среду с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 .
3. С какой силой поле действует на заряд q_1 .

4. Потенциал электрического поля на расстоянии r_1 и r_2 от точечного заряда q_1 .

II. На расстоянии r_2 в поле точечного заряда внесли заряд q_2 . Рассчитать, не учитывая влияние поля от заряда q_1 :

5. Силу взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2 .
6. Как изменится сила взаимодействия зарядов, если их перенести в среду с ϵ_2 .
7. Напряженность поля, созданную зарядом q_2 на расстоянии r_1 и r_2 от заряда.
8. Как изменится напряженность поля, если заряд перенести в среду с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 .
9. С какой силой поле действует на заряд q_2 .
10. Потенциал электрического поля на расстоянии r_1 и r_2 от точечного заряда q_2 .
11. Какую работу нужно совершить, чтобы сблизить эти два заряда до расстояния r_3 .
12. Зарисовать схему расположения зарядов и нанести все найденные параметры, соблюдая масштаб.

Ответить письменно на вопросы:

1. От чего зависит напряженность электрического поля?
2. Как изменится напряженность, если заряд из вакуума переместить в воду?
3. Как зависит сила взаимодействия двух зарядов от расстояния между ними?
4. Как величина заряда влияет на потенциал?
5. Как расстояние влияет на потенциал?

Вариант зависит от порядкового номера студента в учебном журнале.

№ варианта	q_1 , мкКл	q_2 , мкКл	r_1 , мм	r_2 , мм	r_3 , мм	ϵ_1	ϵ_2
1	25	117	5	8	3	81	7,2
2	67	15	10	2	8	2	1,5
3	13	48	15	4	12	3	1,9
4	502	38	20	6	14	5	15,6
5	73	281	25	10	20	7	4,4
6	11	49	30	12	23	6	3,7
7	89	23	35	15	24	2,5	81
8	45	760	40	20	25	43	4,3
9	333	11	45	25	27	26	2,2
10	12	345	50	13	30	4,3	2
11	2	82	55	30	34	1,5	3
12	90	43	60	33	35	2,2	5
13	483	54	65	35	40	2,8	7
14	44	51	70	40	45	70	5,7
15	20	10	75	45	50	3,7	6
16	44	275	80	50	55	10	1,5
17	9	37	85	55	60	4	1,9
18	12	40	90	60	65	8	15,6
19	52	127	95	65	70	9	4,4
20	345	86	100	70	75	15,6	3,7
21	235	97	8	75	4	12	81
22	567	46	12	80	6	4,4	7,2
23	556	78	24	85	10	1,9	2,2
24	85	110	32	90	14	5,7	2,5

25	14	41	46	95	22	7,2	43
26	7	73	71	100	43	70	26
27	17	117	86	17	57	26	4,3
28	8	45	88	27	42	4,3	1,5
29	38	83	91	37	80	3	2,2
30	16	546	94	47	85	81	2,8

Критерии оценки

«Отлично» 12 верно решенных заданий, даны верные ответы на все вопросы;

«Хорошо» 10-11 верно решенных заданий, даны верные ответы на все вопросы;

«Удовлетворительно» 8-9 верно решенных заданий, даны верные ответы на все вопросы.

В случае выполнения практической работы дома, оценка снижается на балл.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

2 часа

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С КОНДЕНСАТОРАМИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчета электростатических цепей с конденсаторами.

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы.

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 4.8-4.9

3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 7.4-7.6

4. Задание

Данные для расчетов (по вариантам) взять из таблицы 1. Для схемы, показанной на рисунке 1, выполнить следующее:

1. По условию задания вычертить расчетную схему;
2. Определить напряжение на каждом конденсаторе $U_1, U_2 \dots U_8$;
3. Определить заряд каждого конденсатора $Q_1, Q_2 \dots Q_8$;
4. Определить энергию электрического поля каждого конденсатора $W_1, W_2 \dots W_8$ и энергию конденсаторной батареи W .
5. Выполнить проверку соотношения $W = W_1 + W_2 + \dots + W_8$

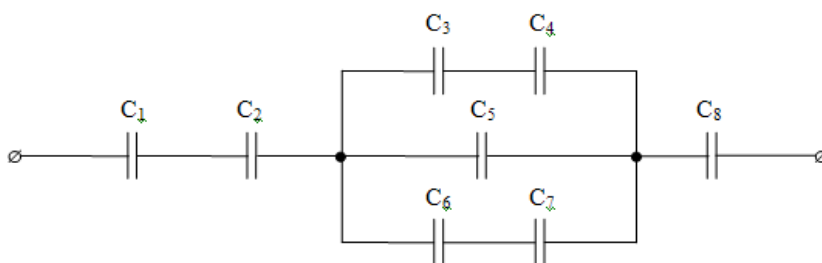


Рис. 1. Схема соединения конденсаторов

5. Технология работы

5.1. Записать номер работы, тему, номер варианта, в краткой форме условие задачи;

5.2. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.

5.3. Проанализировать структуру электрической цепи, определить способы соединения элементов.

5.4. Определить эквивалентную ёмкость C .

5.5. Вычислить заряд всей батареи $Q=C \cdot U$.

5.6. Найти напряжение и заряд на каждом конденсаторе, используя свойства последовательного и параллельного соединений конденсаторов.

5.7. Вычислить энергию электрического поля каждого конденсатора и конденсаторной батареи.

5.8. Убедиться, что сумма энергий электрического поля всех конденсаторов равна энергии электрического поля конденсаторной батареи.

6. Требования к отчёту

6.1. Схему электрической цепи изображать с применением чертёжных инструментов;

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде;

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Понятие электрической ёмкости.

7.2. Энергия электрического поля конденсатора.

7.3. Последовательное соединение конденсаторов. Свойства.

7.4. Параллельное соединение конденсаторов. Свойства.

7.5. При каком способе соединения конденсаторов общая ёмкость возрастает?

7.6. На каком из двух конденсаторов разной ёмкости, соединённых последовательно, напряжение больше?

7.7. Какой из двух конденсаторов разной ёмкости, соединённых параллельно, имеет больший заряд?

Таблица 1

Вариант	U	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
	В	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ
1	100	10	-----	30	40	-----	20	-----	50
2	50	5	15	20	40	25	-----	-----	-----
3	120	-----	40	15	8	8	8	-----	60
4	140	-----	50	10	12	14	20	20	-----
5	220	-----	20	-----	5	4	20	20	10
6	240	-----	30	-----	40	-----	35	35	50
7	80	-----	25	15	20	-----	10	15	12
8	300	10	-----	20	40	40	-----	-----	35
9	60	12	-----	15	20	-----	-----	30	40
10	200	80	20	25	15	-----	25	-----	-----
11	250	-----	50	40	-----	-----	50	150	60
12	200	40	60	30	-----	-----	45	40	-----
13	400	100	200	-----	-----	30	80	120	-----
14	250	60	-----	-----	20	24	72	36	120
15	150	50	-----	18	36	-----	15	30	30

Критерии оценки:

«5» - Работа сдана вовремя, содержит верно выполненные расчеты, выводы и ответы на вопросы. Баланс энергий сошелся.

«4» - Отчет сдан вовремя, содержит мелкие недочеты. Баланс энергий сошелся.

«3» - Отчет сдан не во время, либо не соответствует предъявленным требованиям. Баланс энергий сошелся.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

2 часа

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ «СВЁРТЫВАНИЯ»**1. Цель работы**

Приобретение практических навыков расчёта электрической цепи постоянного тока с одним источником энергии

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 2.2-2.4

3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», § 4.4

4. Задание

Для схемы, показанной на рисунке 3.1, по условию задания, вычертить расчетную схему; определить силу тока на участках электрической цепи; определить падение напряжения на участках электрической цепи; проверить правильность решения составлением баланса мощностей.

Данные для расчетов своего варианта взять из таблицы 3.1.

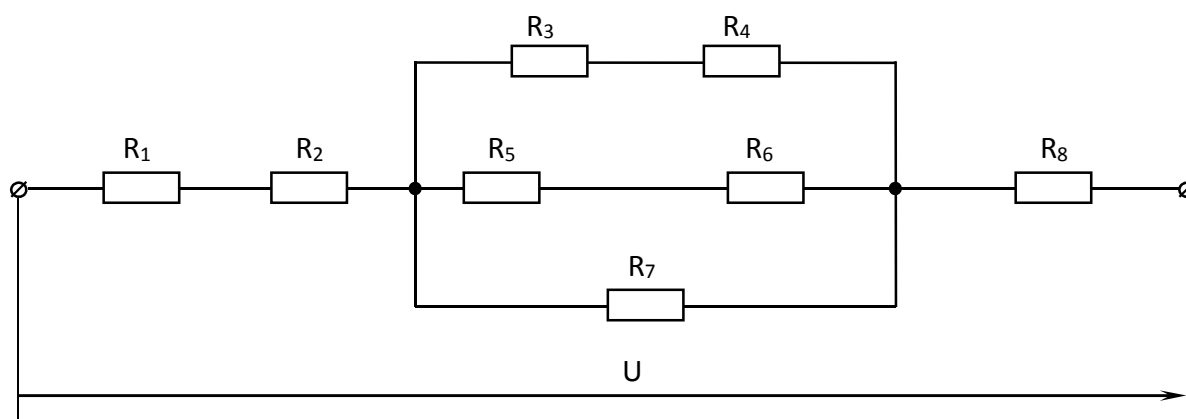


Рис. 3.1

5. Технология работы

5.1. Записать номер работы, тему, цель, данные своего варианта.

5.2. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.

5.3. Указать на схеме положительные направления токов в ветвях.

5.4. Определить эквивалентное сопротивление цепи.

5.5. Определить напряжение и ток каждого участка электрической цепи. Расчёт начинать с последнего этапа преобразования, определяя тип соединения участков (последовательно или параллельно) и используя свойства соединений о равенстве токов при

последовательном соединении участков или равенстве напряжений при параллельном соединении.

5.6. Определить мощность всей нагрузки и каждого участка и составить баланс мощностей.

6. Требования к отчёту

6.1. Изобразить схему электрической цепи с применением чертёжных инструментов.

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Что называют последовательным соединением резисторов?

7.2. Что называют параллельным соединением резисторов?

7.3. Перечислить свойства последовательного соединения резисторов.

7.4. Перечислить свойства параллельного соединения резисторов.

7.5. Как определяется эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резисторов?

7.6. Как определяется эквивалентное сопротивление при параллельном соединении *двух* резисторов?

7.7. На каком из двух последовательно соединённых, разных по величине резисторов, будет больше падение напряжения?

7.8. В какой из двух параллельных ветвей, имеющих разное сопротивление, будет больше ток?

Таблица 3.2

Вариант	U	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	200	-----	-----	10	20	-----	40	50	60
2	250	20	-----	-----	22	30	50	60	-----
3	300	10	20	30	-----	40	-----	50	-----
4	100	5	15	20	40	25	-----	-----	-----
5	120	-----	10	15	8	8	4	-----	-----
6	240	-----	-----	10	12	14	20	25	-----
7	70	-----	-----	-----	5	4	9	9	10
8	80	-----	25	15	20	-----	10	5	-----
9	90	10	-----	20	40	40	-----	-----	35
10	150	12	-----	15	20	-----	-----	30	40
11	400	8	10	10	15	-----	-----	25	-----
12	600	14	15	30	-----	-----	-----	45	40
13	450	10	20	-----	-----	30	40	50	-----
14	220	20	-----	-----	22	24	-----	15	10
15	100	17	18	-----	-----	19	20	22	-----

Критерии оценки:

«5» - Работа сдана вовремя, содержит верно выполненные расчеты, выводы и ответы на вопросы. Баланс мощностей сошелся.

«4» - Отчет сдан вовремя, содержит мелкие недочеты. Баланс мощностей сошелся.
«3» - Отчет сдан не во время, либо не соответствует предъявленным требованиям.
Баланс мощностей сошелся.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

2 часа

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ УЗЛОВЫХ И КОНТУРНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчёта электрической цепи постоянного тока с помощью законов Кирхгофа и составления баланса мощностей

2. Обеспечивающие средства

- 2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
- 2.2. Калькуляторы

3. Литература

- 3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», § 2.1
- 3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», § 4.1

4. Задание

Для схемы, показанной на рисунке 2.1, определить токи и мощности на всех участках электрической цепи, правильность решения задачи проверить составлением баланса мощности. Данные для расчетов (по вариантам) взять из таблицы 2.1.

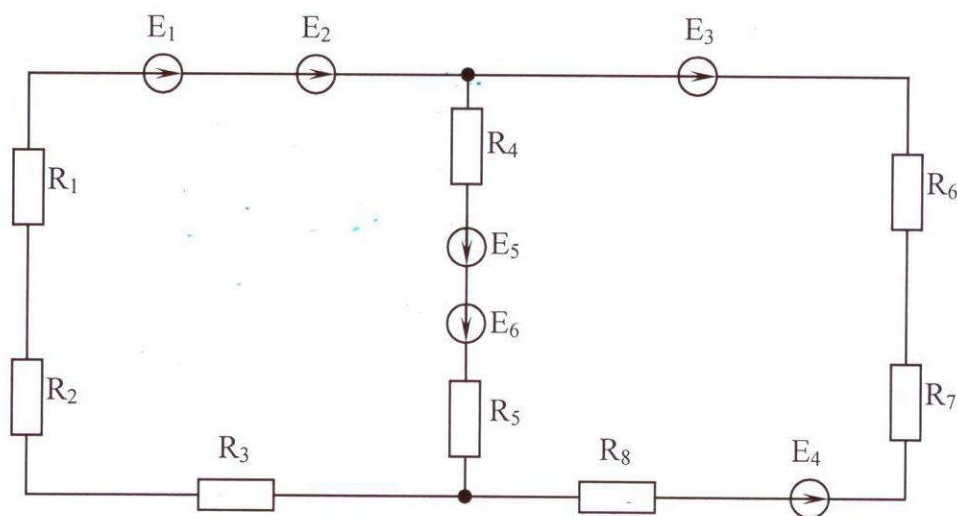


Рис. 2.1

5. Технология работы

- 5.1. Записать номер работы, тему, цель, данные своего варианта.
- 5.2. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.
- 5.3. Проанализировать структуру электрической цепи (узлы, ветви, контуры), выбрать и указать на схеме положительные направления токов в ветвях.
- 5.4. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа.
- 5.5. Решить систему уравнений. Определить значения токов в ветвях и действительные направления токов.
- 5.6. Сделать проверку решения по первому закону Кирхгофа.

5.7. Вычислить мощности приёмников электрической энергии, а также мощности источников ЭДС.

5.8. Составить баланс мощностей, учитывая режим работы источников ЭДС (генераторный или потребителя).

6. Требования к отчёту

6.1. Изобразить схему электрической цепи с применением чертёжных инструментов.

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Определение *узла* электрической цепи.

7.2. Определение *ветви* электрической цепи.

7.3. Определение *контура* электрической цепи.

7.4. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.

7.5. Порядок расчета электрических цепей методом узловых и контурных уравнений.

7.6. Сколько уравнений по первому закону Кирхгофа следует составлять при расчёте цепи методом узловых и контурных уравнений?

7.7. Каково общее количество уравнений в системе уравнений при расчёте электрической цепи методом узловых и контурных уравнений?

7.8. Как проверить правильность выполнения расчетов?

Таблица 2.1

Вариант	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В	В	В	В	В	В
1	----	10	----	40	----	20	----	30	100	----	----	150	200	----
2	15	----	----	20	30	----	40	----	----	80	130	----	----	200
3	20	----	8	----	10	----	----	4	150	----	300	10	50	----
4	----	6	10	20	----	5	----	----	----	100	----	60	----	80
5	15	----	----	15	----	----	10	20	----	60	70	140	----	100
6	----	10	8	40	----	20	----	----	----	50	50	100	150	----
7	20	----	----	10	10	----	15	----	----	20	70	----	----	150
8	----	10	----	24	----	6	----	----	140	----	----	70	60	----
9	----	8	10	15	----	4	----	----	----	100	----	30	----	60
10	5	----	10	----	20	----	----	6	200	----	300	50	50	----
11	----	10	15	5	----	20	----	25	----	70	60	100	140	----
12	10	----	----	40	----	30	40	50	----	100	40	60	----	80
13	20	----	25	----	30	----	----	40	60	----	100	200	250	----
14	30	----	----	5	15	----	60	----	----	100	50	----	----	60
15	4	----	----	10	----	10	15	8	----	80	60	40	----	100

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5
2 часа
**РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ЗВЕЗДЫ И ТРЕУГОЛЬНИКА**

1. Цель работы

Приобретение практических навыков преобразования треугольника резисторов в трёхлучевую звезду и преобразования трёхлучевой звезды резисторов в треугольник

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», § 2.5

3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», § 4.5

4. Задание

Для схемы, соответствующей заданию варианта, определить параметры, указанные в таблице знаком «х». Данные для расчетов своего варианта взять из таблицы 4.1.

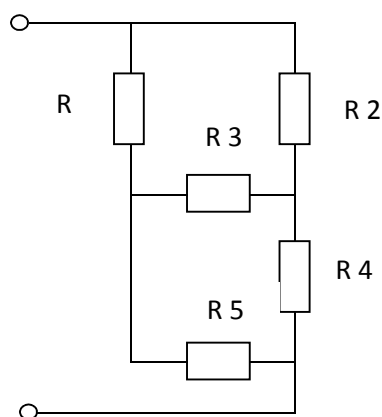


Схема 4.1

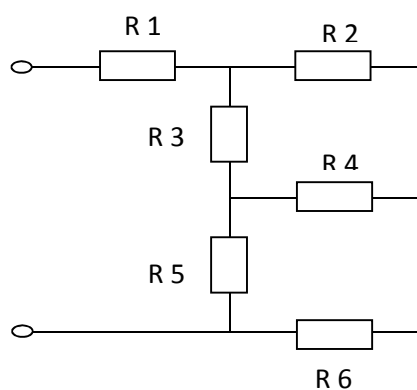


Схема 4.2

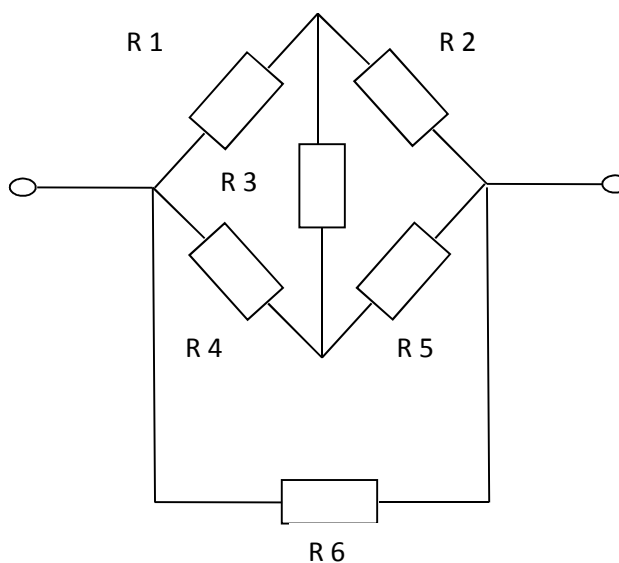
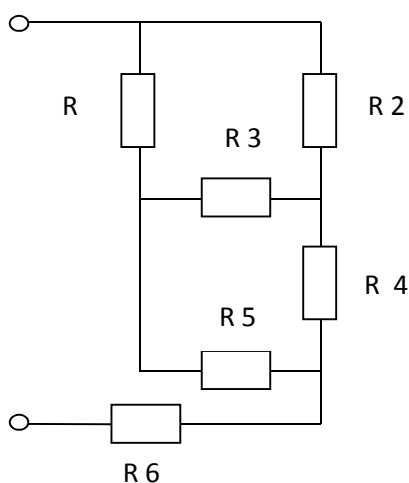


Схема 4.3

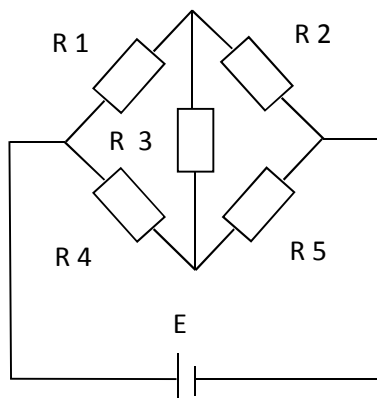


Схема 4.4

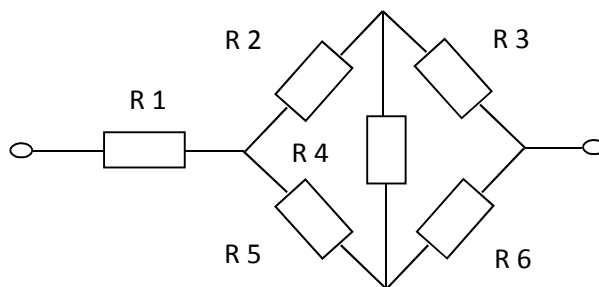


Схема 4.5

Схема 4.6

5. Технология работы

- 5.1. Записать номер работы, тему, цель, данные своего варианта.
- 5.2. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.
- 5.3. Выполнить необходимое преобразование схемы «звезда-треугольник» или «треугольник-звезда».
- 5.4. Определить эквивалентное сопротивление цепи.
- 5.5. Определить заданные параметры.

Таблица 4.1

Вариант	№ схемы	U (E), В	I, А	P, Вт	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом	R ₄ , Ом	R ₅ , Ом	R ₆ , Ом
1	4.1	12	x	x	5	12	18	20	15	---
2	4.2	x	0,4	x	4	24	12	8	10	16
3	4.3	x	x	180	10	15	20	25	30	5
4	4.4	24	x	x	16	20	24	12	18	40
5	4.5	30	x	x	5	15	25	10	20	---
6	4.6	x	x	240	6	5	15	20	30	40

6. Требования к отчёту

- 6.1. Изобразить схему электрической цепи с применением чертёжных инструментов.
- 6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
- 6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

- 7.1. Формулы преобразования трёхлучевой звезды резисторов в треугольник.
- 7.2. Формулы преобразования треугольника резисторов в трёхлучевую звезду.
- 7.3. Свойства последовательного соединения резисторов.
- 7.4. Свойства параллельного соединения резисторов.
- 7.5. Эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резисторов.
- 7.6. Эквивалентное сопротивление при параллельном соединении резисторов.
- 7.7. Закон Ома для полной электрической цепи.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

2 часа

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчёта электрической цепи постоянного тока с нелинейными элементами графическим и графо-аналитическим методом

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 3.5-3.6

3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», § 6.2

4. Задание

4.1. Два нелинейных элемента НЭ1 и НЭ2 соединены последовательно. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) нелинейных элементов и напряжение питания U заданы в таблице заданий по вариантам 7.7.

Определите ток I и падение напряжения на каждом элементе U_1, U_2 .

Таблица 7.1

№ ВАХ	$U_{НЭ}, В$	20	40	80	120	160	200	$U=250 В$
1	$I_{НЭ}, мА$	3,5	9	28	56	84	112	
2	$I_{НЭ}, мА$	8	23	120				

Таблица 7.2

№ ВАХ	$U_{НЭ}, В$	50	100	150	200	250	$U=200 В$
1	$I_{НЭ}, мА$	0,2	0,6	1,4	2,6	5,6	
2	$I_{НЭ}, мА$	0,5	1,3	2,5	5,5		

Таблица 7.3

№ ВАХ	$U_{НЭ}, В$	10	20	30	40	50	60	70	80	$U=100 В$
1	$I_{НЭ}, мА$	5	8	13	23	38	55	84	120	
2	$I_{НЭ}, мА$	10	20	35	60	100				

4.2. Нелинейный элемент НЭ1 соединен последовательно с резистором R и подключен к источнику постоянного напряжения U . Вольт-амперная характеристика нелинейного элемента, сопротивление резистора R и напряжение питания U заданы в таблице 7.7.

Определите силу тока в цепи I , а также падение напряжения на нелинейном элементе $U_{НЭ}$ и на резисторе U_R .

4.3. Два нелинейных элемента НЭ1 и НЭ2 соединены параллельно. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов и ток I в неразветвлённой части цепи заданы в таблице 7.7.

Определите напряжение U и токи в ветвях I_1, I_2 .

Таблица 7.4

№ ВАХ	$U_{НЭ}, В$	8	16	24	32	$I=400 мА$
1	$I_{НЭ}, мА$	200	270	300	310	
2	$I_{НЭ}, мА$	100	160	180	190	

Таблица 7.5

№ ВАХ	$U_{HЭ}$, В	50	100	150	200	250	300	$I=20$ мА
1	$I_{HЭ}$, мА	5	7	8	9	9,5	10	
2	$I_{HЭ}$, мА	10	15	17	17,5	17,7	18	

Таблица 7.6

№ ВАХ	$U_{HЭ}$, В	2	4	6	8	10	12	$I=40$ мА
1	$I_{HЭ}$, мА	5	17	25	27	28	29	
2	$I_{HЭ}$, мА	12	19	22	22,5	23	23	

Таблица 7.7

Вариант	№ первого задания	№ второго задания	№ таблицы с ВАХ1 и ВАХ2	Данные к заданию 4.2	
				R, кОм	U, В
1	4.1	4.2	7.1	4	200
2	4.3	4.2	7.4	0,1	30
3	4.1	4.2	7.2	30	300
4	4.3	4.2	7.5	12	240
5	4.1	4.2	7.3	2	200
6	4.3	4.2	7.6	3	120

5. Технология работы

- 5.1. Изобразить схему электрической цепи.
- 5.2. Построить графики ВАХ нелинейных элементов в масштабе.
- 5.3. Построить график суммарной ВАХ.
- 5.4. Определить графически параметры рабочего режима электрической цепи.

6. Требования к отчёту

- 6.1. Изобразить схему электрической цепи с применением чертёжных инструментов.
- 6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
- 6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

- 7.1. Какие элементы электрических цепей относятся к нелинейным?
- 7.2. Приведите примеры линейных и нелинейных элементов.
- 7.3. Что такое вольт-амперная характеристика?
- 7.4. Как строится суммарная ВАХ при последовательном соединении нелинейных элементов?
- 7.5. Как строится суммарная ВАХ при параллельном соединении нелинейных элементов?
- 7.6. Как строится нагрузочная характеристика при последовательном соединении нелинейного и линейного элементов?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

2 часа

РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДА С ТОКОМ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ КАТУШКИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчёта параметров магнитного поля

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 5.7-5.8

3.2. М.Ю.Зайчик «Сборник задач и упражнений по теоретической электротехнике», §§ 7.2; 7.4

4. Задание

4.1. По проводнику диаметром d_{np} проходит ток I .

Найти напряженность магнитного поля H в точках, удаленных от центра провода на расстояние $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$.

Построить в масштабе график $H = f(r)$.

Данные своего варианта взять из таблицы 8.1.

4.2. Катушка с кольцевым сердечником круглого сечения изготовлена из электротехнической стали с относительной магнитной проницаемостью μ . Внутренний радиус сердечника r_1 , наружный радиус сердечника r_2 . Обмотка катушки содержит ω витков, по которым протекает ток I .

Вычислить напряженность магнитного поля H , магнитную индукцию B и магнитный поток Φ в сердечнике катушки.

Данные своего варианта взять из таблицы 8.2.

Таблица 8.1

Вариант	Задание 4.1								Задание 4.2				
	$d_{np},$ мм	I, A	$r_1,$ мм	$r_2,$ мм	$r_3,$ мм	$r_4,$ мм	$r_5,$ мм	$r_6,$ мм	μ	$r_1,$ см	$r_2,$ см	ω	I, A
1	20	200	0	10	20	30	40	50	2000	8	12	400	2,5
2	14	100	0	4	7	10	14	21	5000	10	18	1500	0,25
3	12	300	0	3	6	12	20	30	2800	11	15	1600	1,5
4	24	500	0	4	6	12	30	60	1500	12	18	1200	0,4
5	20	100	0	5	10	15	30	40	2500	11	19	800	1,2
6	16	200	0	5	8	16	32	40	4000	9	15	3200	0,2

5. Технология работы

5.1. Порядок выполнения задания 4.1:

5.1.1. Проанализировать расположение заданных точек: установить, находятся ли заданные точки внутри проводника или за его пределами.

5.1.2. Определить плотность тока в проводе.

5.1.3. По закону полного тока определить намагничивающую силу F_i вдоль замкнутого контура (окружности), проходящего через точку, расположенную внутри проводника. Расчёт произвести для всех точек, находящихся внутри проводника.

5.1.4. Найти напряженность магнитного поля H_i в каждой из рассмотренных точек.

5.1.5. Определить напряженность магнитного поля H_i в точках, расположенных за пределами проводника.

5.1.6. Построить график $H = f(r)$, выбрав предварительно масштаб по каждой из осей и произведя в выбранном масштабе разметку осей.

5.2. Порядок выполнения задания 4.2:

5.2.1. Определить радиус средней линии сердечника r_{cp} и длину средней линии сердечника l_{cp} .

5.2.2. Определить намагничивающую силу обмотки $F=I \cdot \omega$.

5.2.3. Найти напряженность магнитного поля H внутри сердечника (вдоль средней линии) и магнитную индукцию B .

5.2.4. Определить площадь поперечного сечения сердечника катушки.

5.2.5. Вычислить магнитный поток, замыкающийся по сердечнику.

6. Требования к отчёту

6.1. Графические построения выполнять с применением чертёжных инструментов.

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Намагничивающая сила прямолинейного провода с током?

7.2. Намагничивающая сила катушки?

7.3. Определение понятия «напряженность магнитного поля».

7.4. Как определяется направление вектора напряженности магнитного поля?

7.5. Напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r от центра прямолинейного проводника.

7.6. Формула для расчёта магнитной индукции B .

7.7 Формула для расчёта магнитного потока Φ .

7.8. Как определяется направление магнитного потока катушки?

7.9. Закон полного тока.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

2 часа

РАСЧЁТ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчёта неразветвленной неоднородной магнитной цепи (МЦ)

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 6.5-6.6

3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 9.1-9.2

4. Задание

4. Сердечник катушки изготовлен из электротехнической стали. Размеры сердечника указаны на рисунке. Обмотка катушки содержит ω витков.

Вычислить намагничивающий ток I в обмотке катушки, при котором в сердечнике создается магнитный поток Φ . Определить индуктивность катушки L , энергию магнитного поля катушки W и относительную магнитную проницаемость стали μ .

Марка стали и другие исходные параметры (по вариантам) указаны в таблице 9.1.

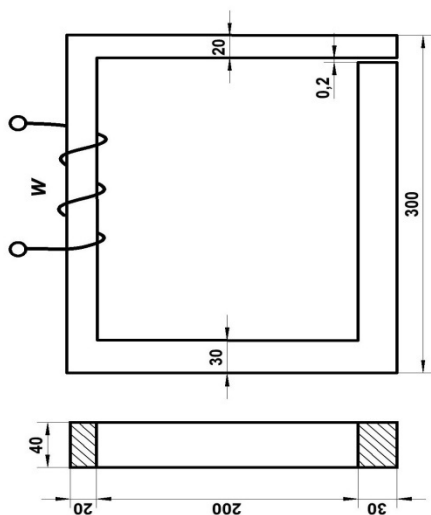


Рисунок 9.1

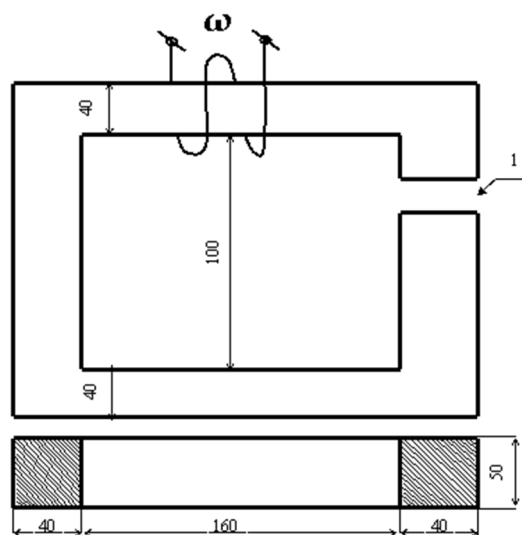


Рисунок 9.2

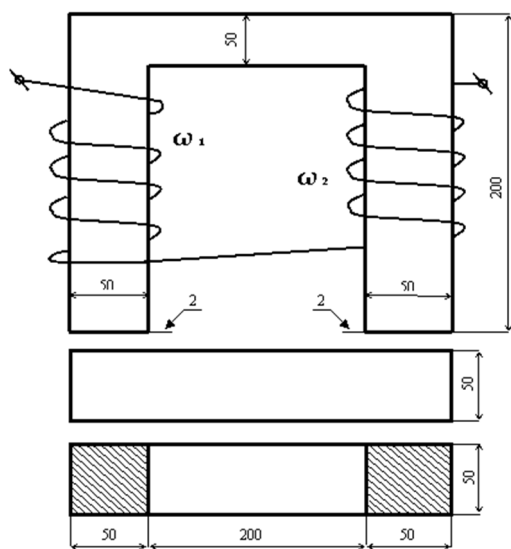


Рисунок 9.3

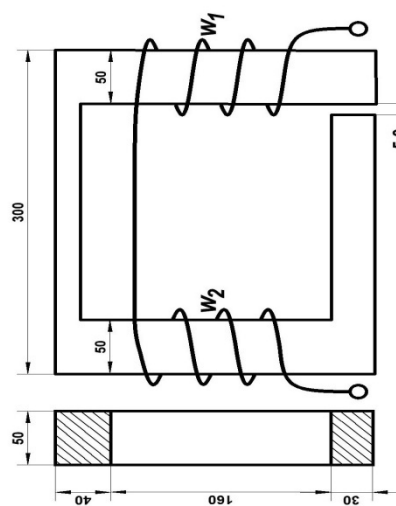


Рисунок 9.4

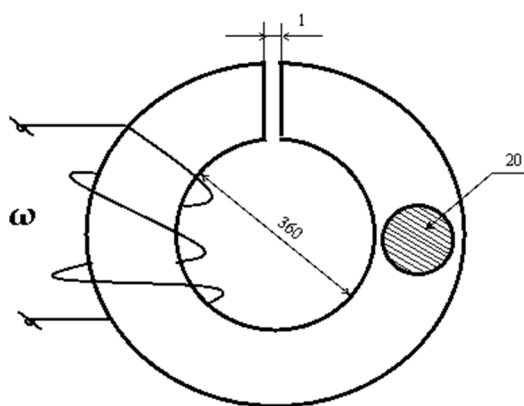


Рисунок 9.5

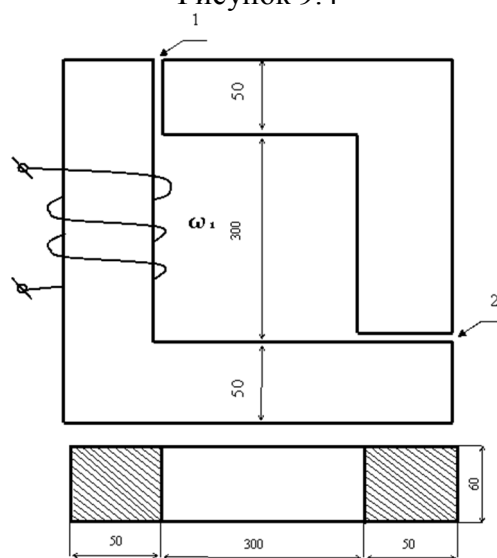


Рисунок 9.6

5. Технология работы

- 5.1. Провести в магнитопроводе среднюю линию, разбить МЦ на однородные участки.
- 5.2. Определить длину l и сечение S каждого участка.
- 5.3. Используя характеристики намагничивания ферромагнитных материалов, определить магнитную индукцию B каждого стального участка.
- 5.4. Рассчитать магнитную индукцию B в воздушных зазорах.
- 5.5. Составить уравнение по второму закону Кирхгофа для МЦ

$$\sum I \cdot \omega = \sum H \cdot l$$
- 5.6. Выразить из уравнения намагничивающий ток, определить его величину.
- 5.7. Определить заданные параметры магнитного поля.

6. Требования к отчёту

- 6.1. Изобразить схему МЦ с применением чертёжных инструментов.
- 6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
- 6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

Таблица 9.1

Вариант	1	2	3	4	5	6
Марка стали	Литая	1512	1211	1212	1311	1511
Φ , Вб	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$3,46 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Количество витков, ω	500	800	$\omega_1=1000$ $\omega_2=400$	$\omega_1=1200$ $\omega_2=400$	500	1000

7. Контрольные вопросы

- 7.1. Что такое магнитная цепь?
- 7.2. Виды магнитных цепей.
- 7.3. Что такое однородная магнитная цепь?
- 7.4. Как определяется магнитный поток?
- 7.5. Потокосцепление.
- 7.6. Индуктивность.
- 7.7. Согласное и встречное включение обмоток.
- 7.8. Порядок расчёта неразветвлённой неоднородной МЦ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

2 часа

РАСЧЕТ НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчета неразветвленных цепей переменного тока и построения векторных диаграмм

2. Обеспечивающие средства

- 2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
- 2.2. Калькуляторы

3. Литература

- 3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 9.1-9.9
- 3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 13.1-13.5, 14.1-14.2

4. Задание

Неразветвленная цепь переменного тока, изображенная на рисунке 10.1, содержит активные, индуктивные и емкостные сопротивления, величины которых и один дополнительный параметр заданы в таблице 10.1.

Определить:

- полное сопротивление цепи Z ;
- напряжение U , приложенное к цепи, и напряжение каждого участка;
- силу тока I в цепи;
- угол сдвига фаз φ (по величине и знаку);
- активную P , реактивную Q и полную S мощности, потребляемые цепью.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Записать уравнения мгновенных значений напряжения и тока при $\psi_U = 90^\circ$ и промышленной частоте.

Определить полное сопротивление цепи Z , если частота тока f увеличится в 3 раза.

Если одна из величин, подлежащих определению, задана в таблице 10.1, ее вычисление отпадает.

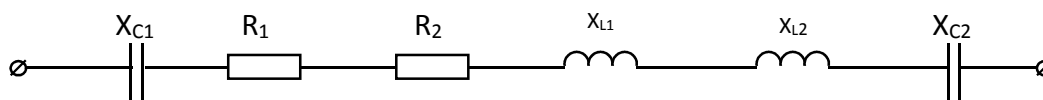


Рисунок 10.1

5. Технология работы

5.1. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.

5.2. Определить общие сопротивления: активное, индуктивное и ёмкостное.

5.3. Определить величину тока, используя заданный дополнительный параметр.

5.4. Определить $\cos\varphi$ и φ .

5.5. Вычислить мощности: P , Q , S .

5.6. Выбрать масштабы по току и по напряжению. Построить векторную диаграмму напряжений с изображением векторов напряжений на каждом участке цепи. Сложить все векторы напряжений, получив вектор общего напряжения. Сравнить с расчётным значением.

5.7. Найти максимальные значения напряжения и тока, угловую частоту. Запишите уравнения мгновенных значений напряжения при $\psi_U = 90^\circ$ и тока с учётом сдвига фаз.

5.8. Проанализируйте, как изменятся реактивные сопротивления (индуктивное и ёмкостное), если частота тока f увеличится в 3 раза. Как при этом изменится полное сопротивление цепи Z (привести расчёты).

6. Требования к отчёту

6.1. Изобразить схему МЦ с применением чертёжных инструментов.

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

Таблица 10.1

Вариант	R_1 , Ом	R_2 , Ом	X_{L1} , Ом	X_{L2} , Ом	X_{C1} , Ом	X_{C2} , Ом	Дополнительный параметр
1.	10	8	20	4	5	-----	$U_{L1} = 50$ В
2.	-----	50	40	30	20	10	$U_{C2} = 20$ В
3.	8	-----	7	6	3	4	$U_{a1} = 40$ В
4.	9	12	-----	4	20	18	$U_{a2} = 36$ В
5.	17	8	32	-----	8	12	$P = 100$ Вт
6.	20	25	30	40	-----	15	$I = 2$ А
7.	4	8	20	10	14	-----	$S = 500$ В·А
8.	14	10	-----	20	12	36	$Q_{L2} = 320$ В·Ар

9.	3	5	4	-----	8	2	$U = 60 \text{ В}$
10.	3	7	8	6	-----	4	$Q_{C2} = 196 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
11.	30	40	50	60	70	-----	$Q_L = 990 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
12.	-----	44	54	62	78	80	$Q_{L2} = 248 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
13.	14	18	16	-----	24	12	$P_1 = 56 \text{ Вт}$
14.	12	16	20	22	-----	15	$U_{a2} = 80 \text{ В}$
15.	18	20	14	12	10	-----	$U_a = 133 \text{ В}$

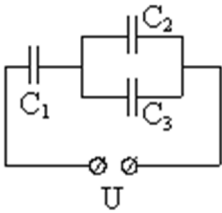
7. Контрольные вопросы

- 7.1. Что такое индуктивное, емкостное, активное сопротивления? Как они определяются?
- 7.2. Полное сопротивление в цепи переменного тока.
- 7.3. Что понимают под активной, реактивной мощностью?
- 7.4. Почему активная мощность в цепи с индуктивностью равна нулю?
- 7.5. Коэффициент мощности. Формулы.
- 7.6. Правило о сдвиге фаз при активно-индуктивной нагрузке.
- 7.7. Правило о сдвиге фаз при активно-ёмкостной нагрузке.
- 7.8. Сдвиг фаз в цепи с активным сопротивлением.
- 7.9. Сдвиг фаз в цепи с индуктивностью.
- 7.10. Сдвиг фаз в цепи с ёмкостью.
- 7.11. Вид треугольника сопротивлений при активно-индуктивной нагрузке.
- 7.12. Вид треугольника сопротивлений при активно- ёмкостной нагрузке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1

Тест «Соединение конденсаторов» в СДО Moodle

1. Рассчитать общую емкость трех конденсаторов, если емкость каждого из них 3 мкФ. Ответ записать в мкФ.



2. Рассчитать общую емкость двух конденсаторов, если емкость каждого из них 6 мкФ. Ответ записать в мкФ.



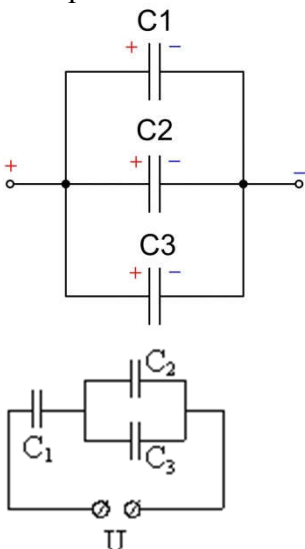
3. Соотнесите формулы и вид соединения конденсаторов

- $Q_1=Q_2$; $1/C_{\text{общ}}=(1/C_1)+(1/C_2)$; $U_{\text{общ}}=U_1+U_2$
- $Q_{\text{общ}}=Q_1+Q_2$; $C_{\text{общ}}=C_1+C_2$; $U_1=U_2$
- Последовательное
- Параллельное

4. Сопоставьте величины и их единицы измерения

- Заряд
- Емкость конденсатора
- Напряжение
- Фарад
- Кулон
- Вольт

5. Определите тип соединения конденсаторов





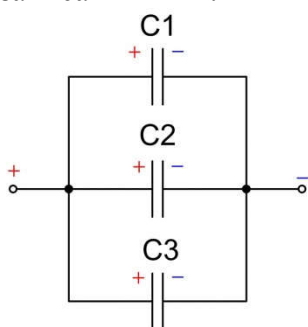
6. Конструкция конденсатора состоит из двух электродов в форме пластин (называемых *обкладками*), разделённых диэлектриком, толщина которого мала по сравнению с размерами обкладок.

Выберите один ответ:

Верно

Неверно

7. Рассчитать общую емкость трех конденсаторов, если емкость каждого из них 2 мкФ. Ответ записать в мкФ.



САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2

Вариант №1

1. Запишите формулу закона Кулона для вакуума.
2. Сформулируйте принцип суперпозиции.
3. Нарисуйте электрическое поле двух положительных зарядов.
4. От капли, имевшей заряд +1 нКл, отделилась капелька с зарядом -1 нКл. Каким стал заряд оставшейся части капли?
5. Величина одного заряда $5 \cdot 10^{-5}$ Кл, другого - $4 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определите силу взаимодействия между ними, если они помещены в керосин ($\epsilon=2$) на расстоянии 10 см друг от друга.
6. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мН. Найдите напряженность поля в этой точке.

Вариант №3

1. Сформулируйте определение напряженности электрического поля.

Вариант №2

1. Сформулируйте определение потенциала электрического поля.
2. Запишите формулу напряженности электрического поля для среды с диэлектрической проницаемостью.
3. Нарисуйте модель строения атома.
4. Как изменится сила взаимодействия двух зарядов при перенесении их в среду с диэлектрической проницаемостью равной 2, при прочих равных условиях.
5. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН.
6. Потенциал электрического поля в точке А составляет 60 В, а в точке Б – 76 В. Заряд в 6 Кл перенесен из точки А в точку Б. Какая при этом совершена работа?

Вариант №4

1. Что можно определить с помощью закона Кулона?

2. Запишите закон сохранения электрического заряда.
3. Нарисуйте линии напряженности однородного электрического поля.
4. Как изменится сила отталкивания между двумя точечными зарядами при уменьшении величины каждого из зарядов в 3 раза?
5. Определите силу взаимодействия между двумя электрическими зарядами в $5 \cdot 10^{-4}$ Кл и $3 \cdot 10^{-5}$ Кл, находящимися в дистиллированной воде ($\epsilon=81$) на расстоянии 5 см друг от друга.
6. Определите потенциал точки электрического поля, в которую из бесконечности внесен заряд $q=3 \cdot 10^{-6}$ Кл, если при этом силами поля совершена работа $A=6 \cdot 10^{-6}$ Дж.

Вариант №5

1. Сформулируйте определение электрического напряжения.
2. Запишите формулу закона Кулона для вакуума.
3. Нарисуйте электрическое поле двух отрицательных зарядов.
4. Незаряженная капелька разделилась на две. Первая получила заряд $+1$ нКл. Каков заряд второй капли?
5. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
6. Найти напряженность поля заряда 36 нКл в точке, удаленных от заряда на 9 см

Вариант №7

1. Что такое валентная оболочка атома?
2. Запишите закон сохранения электрического заряда.
3. Нарисуйте линии напряженности поля отрицательного заряда.
4. Что произойдет с силой взаимодействия между двумя зарядами, если их из воздуха перенести в воду ($\epsilon(\text{воздуха}) \sim 1$; $\epsilon(\text{воды}) = 34,5$)?
5. Величина одного заряда $3 \cdot 10^{-5}$ Кл, другого - $4 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определите силу взаимодействия между ними, если они

2. Запишите формулу для нахождения работы электрического поля.
3. Нарисуйте линии напряженности поля положительного заряда.
4. Как изменится сила притяжения двух точечных зарядов при уменьшении величины каждого из них в 2 раза?
5. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 5 см друг от друга?
6. Вычислите напряженность двух различных электрических полей, действующих на заряд $q=0,004$ Кл с силой $F_1=0,08$ Н и $F_2=0,012$ Н.

Вариант №6

1. Как определить работу по переносу заряда из одной точки электрического поля в другую?
2. Запишите формулу напряженности электрического поля для вакуума.
3. Нарисуйте модель строения атома
4. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней.
5. С какой силой взаимодействуют два заряда по 1 Кл каждый на расстоянии 1 км друг от друга?
6. При перемещении заряда между точками с разностью потенциалов 4 В поле совершило работу 8 Дж. Чему равна величина этого заряда?

Вариант №8

1. Запишите формулу закона Кулона для диэлектрика.
2. Какие материалы называются полупроводниковыми и почему?
3. Изобразите графически принцип суперпозиции.
4. Капелька с зарядом $+1$ нКл соединилась с другой капелькой, заряд которой -1 нКл. Каким стал заряд образовавшейся капли?
5. На каком расстоянии друг от друга заряды по 1 мКл взаимодействуют с силой 9 мН.

помещены в керосин ($\epsilon=2$) на расстоянии 20 см друг от друга
6. При перемещении заряда в 2 Кл в электрическом поле, этим полем была совершена работа 8 Дж. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками пути?

Вариант №9

1. Опишите строение атома.
2. Запишите формулу для нахождения потенциала электрического поля.
3. Нарисуйте электрическое поле при взаимодействии отрицательного и положительного заряда.
4. Два заряда перенесли в среду с проницаемостью равной 3. Как от этого изменилась сила их взаимодействия при неизменности остальных условий?
5. Определите силу взаимодействия между двумя электрическими зарядами в $5 \cdot 10^{-4}$ Кл и $3 \cdot 10^{-5}$ Кл, находящимися в масле ($\epsilon=2,2$) на расстоянии 5 см друг от друга.
6. Заряд величиной в 0,3 Кл помещен в однородное электрическое поле, которое действует на него с силой в 4,5 Н. Какова напряженность однородного электрического поля

6. Заряд 6 Кл перемещается между точками с разностью потенциалов 2 В. Чему равна работа, совершенная кулоновскими силами?

Вариант №10

1. Дайте определение проводникам. Какие материалы являются хорошими проводниками?
2. Запишите закон сохранения электрического заряда.
3. Нарисуйте электрическое поле двух положительных зарядов.
4. Как изменится сила отталкивания двух точечных зарядов при увеличении расстояния между ними в 2 раза?
5. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 15 см друг от друга?
6. Заряд переместили из одной точки в другую, между которыми разность потенциалов 8 В, при этом поле совершило работу 4 Дж. Чему равен заряд?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3

Тема 1 Электрические цепи переменного синусоидального тока.

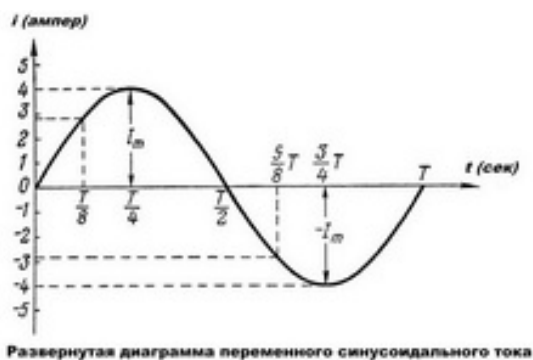
1. Основные понятия переменного синусоидального тока

Краткие теоретические сведения

Переменным током называется такой ток, который периодически изменяется по величине и по направлению.

Переменный ток имеет ряд преимуществ по сравнению с постоянным током:

- генератор переменного тока значительно проще и дешевле генератора постоянного тока;
- переменный ток можно трансформировать;
- переменный ток легко преобразуется в постоянный;
- двигатели переменного тока значительно проще и дешевле двигателей постоянного тока;
- проблема передачи электроэнергии на большие расстояния была решена только при использовании переменного тока высокого напряжения и трансформаторов.



T - период - это отрезок времени (в секундах), через который сигнал начинает повторяться.

I_m - максимальное (амплитудное) значение силы тока - это максимальное за полупериод значение силы тока, измеряется в амперах.

f - частота-- физическая величина, характеристика периодического процесса, равна количеству повторений или возникновения событий (процессов) в единицу времени. Измеряется в герцах.

$$f = 1/T$$

Действующее значение переменного тока - это значение постоянного тока, при котором за период переменного тока в проводнике выделяется столько же теплоты, сколько и при переменном токе.

Действующее значение переменного тока определяется по формуле:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m$$

Действующее значение переменного напряжения определяется по формуле:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_m$$

Уравнение переменного тока имеет вид: $i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$,

Напряжения: $u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$,

ЭДС: $e(t) = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$, где

I_m , U_m , E_m - амплитуды тока, напряжения, ЭДС;

значение в скобках - фаза (полная фаза);

ψ_i , ψ_u , ψ_e - начальная фаза тока, напряжения, ЭДС;

ω - циклическая частота, $\omega = 2\pi f$;

f - частота, $f = 1/T$; T - период.

Задания для самостоятельного выполнения

1. Письменно ответьте на вопросы (каждый верный ответ оценивается в 1 балл):

- Что такое переменный ток? Изобразите графически 1,5 периода переменного тока.
- Опишите процесс возникновения переменного тока при вращении рамки в равномерном магнитном поле?
- Дано уравнение переменного тока $i(t) = 24 \sin(314t + \pi/8)$. Чему равно амплитудное значение силы тока?

- d) Как определить действующее значение переменного тока? Для чего введено это понятие?
- e) Сформулируйте правила построения векторных диаграмм.
2. Решите задачи (каждое верное решение оценивается в 2 балла):
- Электродвижущая сила на зажимах генератора, измеренная осциллографом, имеет максимальное значение 220В, синусоидальную форму, частоту 50 Гц и начальную фазу 30° . Напишите выражение для мгновенного значения ЭДС.
 - Определите мгновенное значение тока через 0,01 секунду после начала периода, если амплитуда тока 2А, частота 50 Гц, а начальная фаза равна нулю.
 - Ток и напряжение в цепи определяются уравнениями: $u=54\sin(314t-90)$ В, $i=30\sin(314t-90)$ А. Определите действующее значение тока, напряжения, мощность и частоту.
3. Напишите эссе на тему «Применение переменного тока в быту и технике» (2 листа печатного текста оценивается в 4 балла).

Шкала оценивания выполненной работы

«5»	«4»	«3»	«2»
15- 12 баллов	11-9 баллов	8-5 баллов	4 балла и менее

2. Однофазные электрические цепи

Задания для самостоятельного выполнения

- Выполните задания (каждый верный ответ оценивается в 1 балл):
 - Напишите выражение для тока i однофазной электрической цепи, имеющей один активный элемент, если $u=50\sin 314t$ В и $R=25$ Ом. Нарисуйте схему.
 - Напишите выражение для тока i однофазной электрической цепи, содержащей емкость, если $u=240\sin 314t$ В и $X_C=12$ Ом. Нарисуйте схему.
 - Напишите выражение для тока i однофазной электрической цепи, содержащей индуктивность, если $u=24\sin 314t$ В и $X_L=8$ Ом. Нарисуйте схему.
 - Напишите выражение для тока i однофазной электрической цепи, при последовательном соединении активного элемента и емкости, если $u=220\sin 314t$ В и $R=25$ Ом, $X_C=25$ Ом. Нарисуйте схему.
 - Напишите выражение для тока i однофазной электрической цепи, при последовательном соединении активного элемента и индуктивности, если $u=50\sin 314t$ В и $R=10$ Ом, $X_L=5$ Ом. Нарисуйте схему.
- Решите задачи (каждое верное решение оценивается в 2 балла):
 - Действующее значение напряжения, приложенного к цепи $U=220$ В. Полное сопротивление цепи 10 Ом. Определите амплитуду тока в цепи.
 - Электрическая плитка мощностью 300 Вт включена в сеть с напряжением $u=120\sin 314t$ В. Определите действующее значение тока и напряжения, которые совпадают по фазе.
 - Определите напряжение на входе цепи, если падения напряжений на последовательных участках ее составляют: $u_1=48\sin(314t+\pi/4)$ В и $u_2=48\sin(314t-\pi/4)$ В. Постройте векторную диаграмму данной цепи.
- Составьте кроссворд по теме «Однофазный переменный ток» (кроссворд на 8 слов оценивается в 4 балла)

Шкала оценивания выполненной работы

«5»	«4»	«3»	«2»
15- 12 баллов	11-9 баллов	8-5 баллов	4 балла и менее

3. Резонансный режим работы цепи. Мощность переменного тока.

Резонанс — явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, которое наступает при совпадении частоты собственных колебаний с частотой колебаний вынуждающей силы.

В электротехнике различают 2 вида резонанса:

- Резонанс напряжений, который возникает в последовательном колебательном контуре и характеризуется резким повышением силы тока в цепи при соблюдении условия: $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$.
- Резонанс токов, возникающий в параллельном колебательном контуре, сила тока при резонансе равна току через активное сопротивление. Условие резонанса $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$.

Общее сопротивление колебательного контура определяется по формуле:

$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, где $X_L = \omega L$ – индуктивное сопротивление, $X_C = \frac{1}{\omega C}$ – емкостное сопротивление.

Полная мощность цепи переменного тока определяется:

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, где $P = UI \cos \Psi$ – активная мощность, $Q = UI \sin \Psi$ – реактивная мощность.

Задания для самостоятельного выполнения

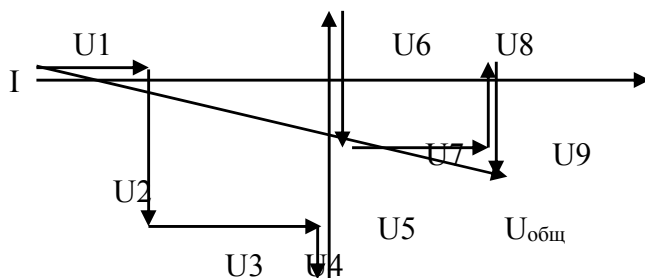
1. Пройдите тест (каждый верный ответ оценивается в 1 балл):

- а) Чему равен угол сдвига фаз между напряжением и током в емкостном элементе?
 1. 0.
 2. 90° .
 3. -90° .
- б) В цепи с последовательно соединёнными резистором R и емкостью C определить реактивное сопротивление X_C , если вольтметр показывает входное напряжение $U=200$ В, ваттметр $P = 640$ Вт, амперметр $I=4$ А.
 1. 20 Ом.
 2. 50 Ом.
 3. 40 Ом.
 4. 30 Ом.
- в) Какой параметр синусоидального тока необходимо знать дополнительно, чтобы с помощью векторной диаграммы записать выражение для мгновенного значения тока?
 1. Действующее значение тока.
 2. Начальную фазу тока.
 3. Частоту вращения тока.
- г) Какой прибор используется для измерения активной мощности потребителя?
 1. Вольтметр.
 2. Ваттметр.
 3. Омметр.
- е) Какой из признаков резонанса токов параллельного контура R, L, C указан неверно:
 1. Сопротивление резонансного контура $Z = R$ максимальное и чисто активное;
 2. Сопротивление цепи $Z = R$ минимальное и чисто активное;

3. При поддержании на входе цепи неизменным действующего значения напряжения, ток в неразветвленной части цепи совпадает по фазе с напряжением источника и достигает практически минимального значения.

2. Решите задачи (каждый верный ответ оценивается в 2 балла):

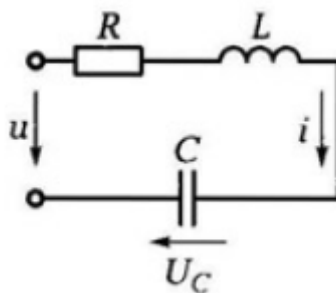
- Последовательно соединены R, L, C . $L = 0,1$ Гн, $X_C = 31,4$ Ом, $f = 50$ Гц. Выполняются ли условия резонанса?
- По векторной диаграмме изобразить схему электрической цепи и определить характер нагрузки в цепи



- Рассчитайте общее сопротивление последовательного колебательного контура при $R=10$ Ом, $L=15$ мГн, $C=120$ мкФ.

3. Верно решите задачу (4 балла):

Дана схема. $R=11$ Ом, $L=9,55$ мГн, $C=200$ мкФ, $f=100$ Гц, $U_c=15$ В. Определите общее напряжение цепи, общий ток и общую мощность. Постройте векторную диаграмму.



Шкала оценивания выполненной работы

«5»	«4»	«3»	«2»
15- 12 баллов	11-9 баллов	8-5 баллов	4 балла и менее

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1 часть – экзаменационный тест

1. Запишите единицы измерения для следующих величин

- Сила тока
- Магнитная индукция
- Магнитный поток
- Емкость конденсатора
- Индуктивность катушки
-
- Период
- Амплитуда тока
- Действующее напряжение
- Полное сопротивление цепи
- Активная мощность
- Реактивная мощность
- Полная мощность
- Частота
- Напряжение
- Сопротивление
- Величина заряда
- Сила Кулона
- Мощность

2. Определить сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 200 В.

3. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 150 В? Ответ записать в мА.

4. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении двух потребителей, сопротивление которых по 20 Ом.

5. Свойства последовательного соединения ветвей.

6. Свойства параллельного соединения ветвей.

7. Расшифруйте аббревиатуру ЭДС.

8. Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением 6 Ом. Напряжение на ее зажимах $u=24\sin 628t$. Определите показания амперметра и вольтметра.

9. Амплитуда синусоидального напряжения 24 В, начальная фаза = 30 градусов, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.

10. Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону $u=12\sin 100t$. Определите закон изменения тока в цепи, если $R=6$ Ом.

11. Определите период сигнала, если частота синусоидального сигнала 50 Гц. Ответ запишите в мс.

12. В электрической цепи переменного тока, содержащей только емкостное сопротивление, электрический ток...

13. Векторные диаграммы строят для каких значений величин?

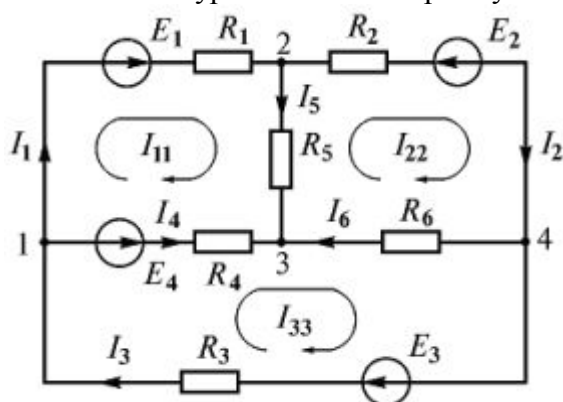
14. Мгновенное значение тока $I=5\sin(215t-60)$. Определите амплитудное и действующее значение тока.

15. В цепи синусоидального тока с резистивным элементом энергия источника преобразуется в какую энергию?

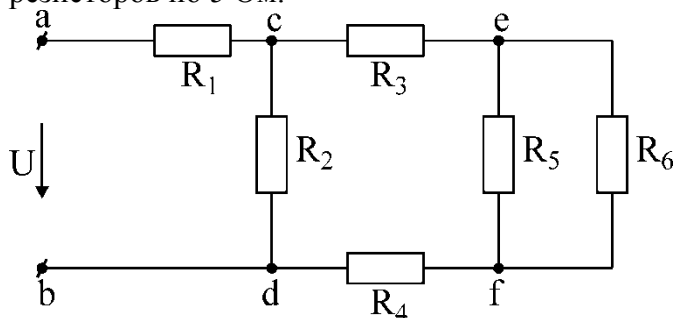
16. Конденсатор подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится емкостное сопротивление, если частоту уменьшить в 2 раза?

17. Катушка индуктивности подключена к источнику синусоидального тока. Как изменится индуктивное сопротивление, если частоту уменьшить в 3 раза?

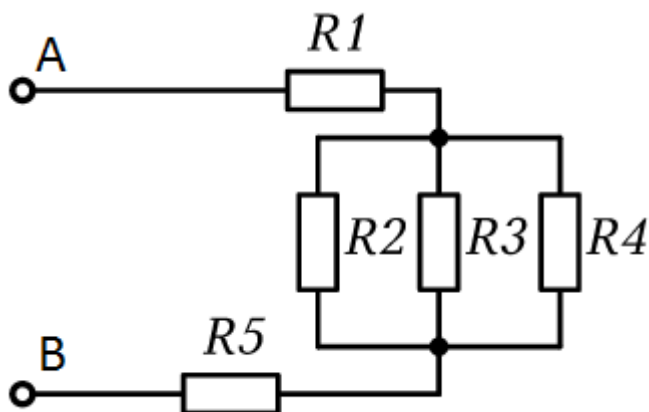
18. Измерительный трансформатор тока имеет обмотки с числом витков 2 и 8. Определить его коэффициент трансформации.
19. Какой физический закон лежит в основе принципа действия трансформатора?
20. У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе 1200 В, на выходе 9 В. Определить коэффициент трансформации.
21. Запишите уравнение по первому закону Кирхгофа для узла 3.



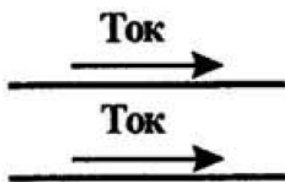
22. Запишите уравнение по второму закону Кирхгофа для контура 11.
23. Электропаяльник, включенный в сеть напряжением 220В, потребляет ток 0.2 А. Определите сопротивление электропаяльника.
24. Электрическая лампочка включена в сеть напряжением 220 В. Какой ток будет проходить через лампочку, если сопротивление ее нити 100 Ом?
25. В сеть с каким напряжением включена цепь, если известно, что при сопротивлении потребителя в 150 Ом, течет ток 0,6 А?
26. К аккумулятору, имеющему ЭДС 60 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом, подключен потребитель сопротивлением 9,8 Ом. Определите ток в цепи.
27. Рассчитать эквивалентное сопротивление следующей схемы, если сопротивление всех резисторов по 5 Ом.



28. Рассчитать эквивалентное сопротивление следующей схемы, если сопротивление всех резисторов по 5 Ом.



29. Как будут взаимодействовать два параллельных проводника, изображенных на рисунках?



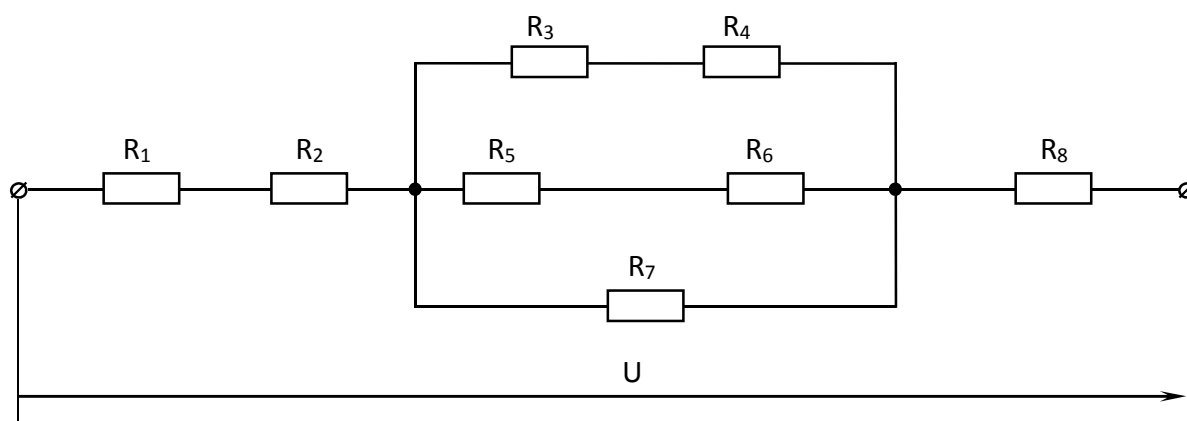
30. Вычислите магнитную индукцию поля, если оно действует на проводник с силой 6 Н. Рабочая длина проводника, помещенного в магнитное поле, составляет 60 см, а сила тока, протекающего в нем, 15 А.

31. Определение ветви, контура и узла цепи.

2 ЧАСТЬ – РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1 ВАРИАНТ Для схемы, показанной на рисунке 3.1, по условию задания, вычертить расчетную схему; определить силу тока на участках электрической цепи; определить падение напряжения на участках электрической цепи; проверить правильность решения составлением баланса мощностей.

Данные для расчетов своего варианта взять из таблицы 3.1.



Вариант	U	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	200	-----	-----	10	20	-----	40	50	60
2	250	20	-----	-----	22	30	50	60	-----
3	300	10	20	30	-----	40	-----	50	-----
4	100	5	15	20	40	25	-----	-----	-----
5	120	-----	10	15	8	8	4	-----	-----
6	240	-----	-----	10	12	14	20	25	-----
7	70	-----	-----	-----	5	4	9	9	10
8	80	-----	25	15	20	-----	10	5	-----
9	90	10	-----	20	40	40	-----	-----	35
10	150	12	-----	15	20	-----	-----	30	40
11	400	8	10	10	15	-----	-----	25	-----
12	600	14	15	30	-----	-----	-----	45	40
13	450	10	20	-----	-----	30	40	50	-----
14	220	20	-----	-----	22	24	-----	15	10

15	100	17	18	-----	-----	19	20	22	-----
----	-----	----	----	-------	-------	----	----	----	-------

2 Вариант

Неразветвленная цепь переменного тока, изображенная на рисунке 10.1, содержит активные, индуктивные и емкостные сопротивления, величины которых и один дополнительный параметр заданы в таблице 10.1.

Определить:

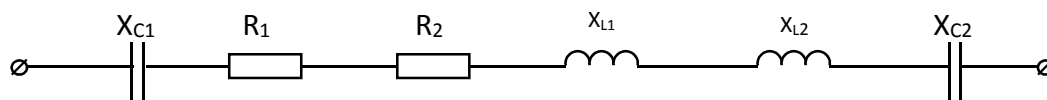
- полное сопротивление цепи Z ;
- напряжение U , приложенное к цепи, и напряжение каждого участка;
- силу тока I в цепи;
- угол сдвига фаз φ (по величине и знаку);
- активную P , реактивную Q и полную S мощности, потребляемые цепью.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Записать уравнения мгновенных значений напряжения и тока при $\psi_U = 90^\circ$ и промышленной частоте.

Определить полное сопротивление цепи Z , если частота тока f увеличится в 3 раза.

Если одна из величин, подлежащих определению, задана в таблице 10.1, ее вычисление отпадает.



Вариант	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$X_{L1}, \text{ Ом}$	$X_{L2}, \text{ Ом}$	$X_{C1}, \text{ Ом}$	$X_{C2}, \text{ Ом}$	Дополнительный параметр
1.	10	8	20	4	5	-----	$U_{L1} = 50 \text{ В}$
2.	-----	50	40	30	20	10	$U_{C2} = 20 \text{ В}$
3.	8	-----	7	6	3	4	$U_{a1} = 40 \text{ В}$
4.	9	12	-----	4	20	18	$U_{a2} = 36 \text{ В}$
5.	17	8	32	-----	8	12	$P = 100 \text{ Вт}$
6.	20	25	30	40	-----	15	$I = 2 \text{ А}$
7.	4	8	20	10	14	-----	$S = 500 \text{ В} \cdot \text{А}$
8.	14	10	-----	20	12	36	$Q_{L2} = 320 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
9.	3	5	4	-----	8	2	$U = 60 \text{ В}$
10.	3	7	8	6	-----	4	$Q_{C2} = 196 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
11.	30	40	50	60	70	-----	$Q_L = 990 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
12.	-----	44	54	62	78	80	$Q_{L2} = 248 \text{ В} \cdot \text{Ар}$
13.	14	18	16	-----	24	12	$P_1 = 56 \text{ Вт}$
14.	12	16	20	22	-----	15	$U_{a2} = 80 \text{ В}$
15.	18	20	14	12	10	-----	$U_a = 133 \text{ В}$