

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ММРК имени И.И. Месяцева
ФГАОУ ВО «МГТУ»

И.В. Артеменко

«29» мая 2021 года



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

учебной дисциплины ОП.02 Электроника и электротехника
программы подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ)
специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)
по программе базовой подготовки
форма обучения: очная,
назначение: промежуточная аттестация

Мурманск
2021

Рассмотрено и одобрено на заседании

методической комиссии преподавателей
дисциплин профессионального цикла по
специальностям 13.02.07 Электроснабжение
(по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и
эксплуатация газонефтепроводов и
газонефтехранилищ

Председатель МКо (МО/ ЦК)
Е.В. Горшкевич

Протокол от «29» мая 2021 г.

Автор (составитель)_Торопова А.И., преподаватель высшей квалификационной
категории «ММРК имени И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»

1. Общие положения

1.1. Фонд оценочных средств (ФОС) дисциплины Электроника и электротехника является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ППССЗ обучающимися СПО.

1.2. В соответствии с требованиями ФГОС СПО (ФОС) предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ППССЗ в форме текущего контроля результатов успеваемости и/или промежуточной аттестации.

1.3. ФОС разработан в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования (ФГОС) по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 мая 2014 г. № 441;
- Приказом Министерства образования и науки № 464 от 14.06.2013 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» (в редакции Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации № 1580 от 15 января 2014 г. и № 31 от 22 января 2014 г.);
- Уставом ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»;
- Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО «МГТУ» по образовательным программам СПО;
- Положением о фонде оценочных средств по образовательным программам среднего профессионального образования ФГАОУ ВО «МГТУ»;
- Рабочим учебным планом по специальности 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ;
- Рабочей программой учебной дисциплины Электроника и электротехника;
- методическими рекомендациями по выполнению практических (и/или) лабораторных) работ по учебной дисциплине Электроника и электротехника;
- методическими рекомендациями по организации и контролю самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине Электроника и электротехника.

2. Паспорт фонда оценочных средств УД Электроника и электротехника.

2.1 ФОС позволяет оценивать **ОК** и **ПК**:

- ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
- ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;
- ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;
- ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
- ПК 1.1. Выполнять основные виды работ по проектированию электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования;
- ПК 1.2. Читать и составлять электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования.
- ПК 2.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей;

2.2 ФОС позволяет оценивать освоение **умений**:

У-1: производить измерения электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования;

2.3 ФОС позволяет оценивать усвоение **знаний**:

З-1: основные разделы электротехники и электроники, электрические измерения и приборы, микропроцессорные средства измерения.

2.4 Кодификатор оценочных средств

Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в КОС
1	2	3	4
1	Устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. и позволяющее диагностировать глубину знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам/проблеме дисциплины
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Практические работы	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения практической работы. Методические рекомендации по выполнению работ.

2.5 Распределение оценочных средств по элементам освоенных умений, усвоенных знаний и их использование в практической деятельности для контроля сформированности компетенций в рамках тем/разделов УД по видам аттестации

Контролируемые разделы (темы) в порядке поэтапного освоения УД в рамках ППСЗ	Текущий контроль			Промежуточная аттестация
	Компетенции	Результаты обучения		
		Освоенные умения:	Усвоенные знания	
		У-1	З-1	
Раздел 1. Электрическое поле	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	Дифференцированный зачет
Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	
Раздел 3. Электромагнетизм	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	
Раздел 4. Однофазные цепи переменного тока	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	
Раздел 5. Трёхфазные цепи	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	
Раздел 6. Электрические машины	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	
Раздел 7. Электронная техника	ОК 1-4, ПК 1.1-1.2; ПК.2.1	11	11	

3. Комплекты контрольно - оценочных средства по видам аттестации

3.1 Наполнение КОС/КИМ для текущего контроля

Оценочные средства	Комплекты контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта практической деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций
Устный опрос	- перечень вопросов; - критерии и шкала оценивания
Тестирование	- фонд тестовых заданий; - инструкция для обучающихся по выполнению; - критерии и шкала оценивания
Практические работы	- комплект заданий по вариантам; - (Инструкция (Методические указания по выполнению работ; --критерии и шкала оценивания.

3.2 Наполнение КОС/КИМ для промежуточной аттестации

Форма проведения	Комплекты контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта практической деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций
Дифференцированный зачет	- вопросы и задания для подготовки к дифференцированному зачету; - билеты; - критерии и шкала оценивания ответа обучающегося.

**Комплект контрольно-оценочных средств
для текущего контроля**

по учебной дисциплине Электроника и электротехника
(наименования дисциплины)

Комплект заданий для проведения устного опроса

по учебной дисциплине Электроника и электротехника

(наименования дисциплины)

Составитель _____ /Горопова А.И./

(подпись)

«___» _____ 20 ___ г.

1. Вопросы к устному опросу по разделу

Раздел 1. Электрическое поле

1. Объяснить, чем отличаются проводники от диэлектриков с точки зрения электронной теории строения вещества?
2. Объяснить, что называется электрическим полем?
3. Назовите основные свойства электрического поля.
4. Какая величина служит мерой интенсивности электрического поля?
5. Зависит ли напряженность поля от величины внесенного в него заряда?
6. Объяснить, какое электрическое поле называется однородным?
7. Объяснить, что понимается под потенциалом данной точки электрического поля?
8. Дать определение электрическому напряжению.
9. Объяснить, что характеризует относительная и абсолютная диэлектрическая проницаемость?
10. Назвать единицы измерения и записать формулы напряженности электрического поля, потенциала, напряжения и диэлектрической проницаемости?
11. Объяснить, в чем разница между напряжением и потенциалом?
12. Объяснить, в чем заключается явление электростатической индукции?
13. Объяснить, как и для чего осуществляется электростатическое экранирование?
14. Объяснить, в чем заключается явление поляризации диэлектрика и назвать виды поляризации?
15. Объяснить, в чем заключается явление пробоя диэлектрика и что называется пробивной напряженностью?

Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока

1. Назвать элементы, из которых состоит электрическая цепь?
2. Дать определение электрическому току?
3. Объяснить, что такое ЭДС? Чем отличается ЭДС от напряжения по физическому смыслу и по величине?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи и всей цепи.
5. Объяснить, от каких величин зависит сопротивление проводника?
6. Объяснить, что такое удельное сопротивление и удельная проводимость и в каких единицах они измеряются?
7. Объяснить, что характеризует температурный коэффициент сопротивления?
8. Объяснить, что такое падение напряжения и чему оно равно?
9. Что такое холостой ход и короткое замыкание цепи?
10. Чему равны электрическая энергия и мощность на участке цепи? Как определить КПД источника?
11. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца. Приведите пример практического применения преобразования электрической энергии в тепловую.
12. Напишите закон Ома для цепи с несколькими ЭДС
13. Как определить потенциал точек и построить потенциальную диаграмму?

Раздел 3. Электромагнетизм

1. Что такое магнитное поле. Перечислите основные характеристики магнитного поля.
2. При каких условиях магнитное поле называется однородным, при каких – неоднородным?
3. Что представляет собой магнитный поток?

4. Как связаны величины: напряженность и индукция магнитного поля?
5. Какая величина носит сокращенное название МДС и что она характеризует?
6. Сформулируйте закон полного тока.
7. В чем отличие магнитных свойств парамагнетиков и диамагнетиков и какова причина отличия?
8. От чего зависит магнитное напряжение между двумя точками магнитного поля, в каких единицах оно измеряется?
9. Дайте определение понятия индуктивности.
10. Что такое потокосцепление? Какое потокосцепление называется собственным, взаимным?
11. Как влияет поток рассеяния на величину взаимной индуктивности?
12. Что называется петлей гистерезиса?
13. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
14. Что характеризует знак « - » в формуле индуктированной ЭДС?
15. Что называется ЭДС самоиндукции, от чего она зависит и как определить ее направление?
16. Что называется ЭДС взаимной индукции?

2. Критерии и шкала оценивания

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Отлично</i>	Обучающийся полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию; продемонстрировал сформированность и устойчивость полученных знаний. Возможны одна-две неточности при ответе на дополнительные вопросы, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
<i>Хорошо</i>	Ответ обучающегося имеет один из недостатков: в изложении вопроса допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, не исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибки или более двух недочетов при освещении дополнительных вопросов, легко исправленные по замечанию преподавателя.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся неполно раскрыл содержание вопроса, но показал общее понимание материала и продемонстрировал умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; имеет затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии и исправил их после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого материала по дисциплине или не смог ответить ни на один из дополнительных вопросов по изучаемому материалу.

Фонд тестовых заданий

по учебной дисциплине: Электроника и электротехника
(наименования дисциплины)

Составитель _____ /Горопова А.И./
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тема 1.3. Электрические цепи постоянного тока

Задание: ответить на вопросы теста

Время выполнения: 20 мин

Инструкция: выберите правильный (ые) вариант(ы) ответа.

Вариант 1

Что такое электрический ток в металлах?

- 1) Упорядоченное движение свободных электронов под действием электрического поля.
- 2) Упорядоченное движение + и - ионов под действием электрического поля.
- 3) Упорядоченное движение атомов под действием электрического поля.
- 4) Упорядоченное движение свободных протонов под действием электрического поля.

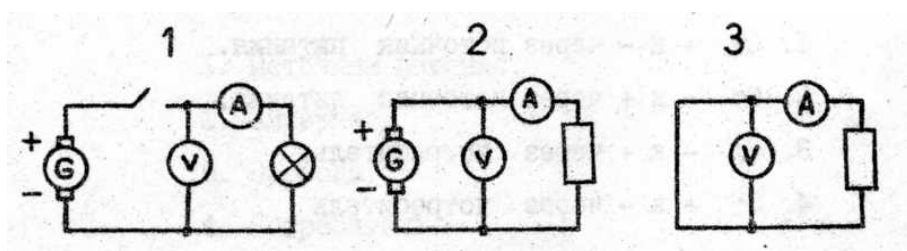
2. Укажите, какой из приведенных элементов электрической цепи не является потребителем:

- 1) Электродвигатель.
- 2) Электродгенератор.
- 3) Электронагреватель.
- 4) Катушка.
- 5) Реостат.

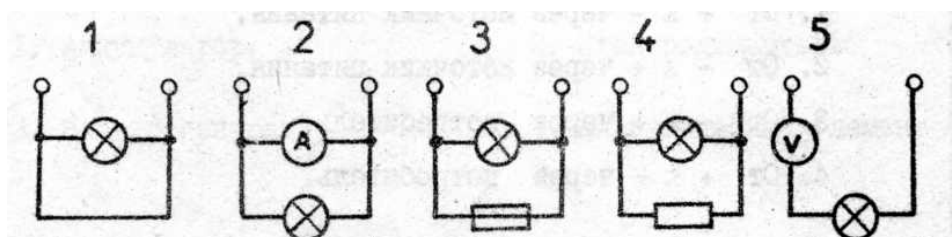
3. Каково принятое теоретическое направление тока в проводах?

- 1) От «+» к «-» через источник питания.
- 2) От «-» к «+» через источник питания.
- 3) От «-» к «+» через потребитель.
- 4) От «+» к «-» через потребитель.

4. Выберите из предложенных схем электрической цепи ту, в которой протекает ток:



5. Укажите электрическую схему, в которой лампа будет гореть и отсутствуют ошибки в подключении измерительных приборов и защитных устройств:



. Как изменится сопротивление провода, если его сечение уменьшить вдвое?

- 1) Не изменится
- 2) Уменьшится вдвое
- 3) Уменьшится в 4 раза.
- 4) Увеличится вдвое.
- 5) Увеличится в 4 раза

7. Укажите правильную формулу для определения мощности:

- 1) $P = U \cdot I$
- 2) $P = \frac{U}{I}$
- 3) $P = U \cdot I \cdot t$

8. Что произойдет с током в цепи, если напряжение уменьшить вдвое, а сопротивление увеличить в четыре раза?

- 1) Уменьшится вдвое
- 2) Уменьшится в 4 раза
- 3) Уменьшится в 6 раз
- 4) Увеличится в 4 раза
- 5) Уменьшится в 8 раз

Ключ к тесту:

Правильный вариант ответа

1. 1
2. 2
3. 4
4. 2
5. 3
6. 4
7. 1
8. 5

Вариант 2

1. Нагревательный элемент плитки состоит из двух секций. При каком соединении (последовательном или параллельном) этих секций будет выделяться большее количество теплоты и во сколько раз? Сопротивление секций и напряжение источника считать постоянными. Каждая секция выдерживает ток при непосредственном включении на имеющееся напряжение

- 1) При параллельном в 2 раза
- 2) При параллельном в 4 раза
- 3) При последовательном в 2 раза
- 4) При последовательном в 4 раза

2. В каком случае напряжение источника электроэнергии в два раза меньше его ЭДС:

- 1) При $r = 2r$
- 2) При $r_{вн} = 2r$
- 3) При $r_{вн} = r$

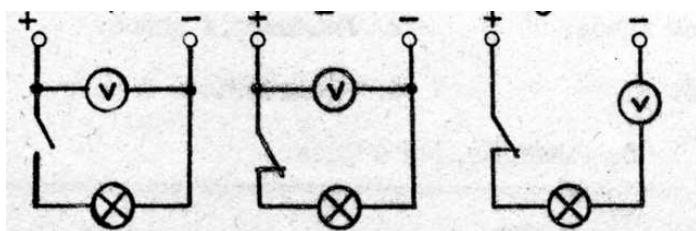
3. Как изменяется емкость кабельной линии с увеличением ее длины:

- 1) Не изменяется
- 2) Увеличивается
- 3) Уменьшается

4. В каких веществах концентрация свободных электронов максимальна:

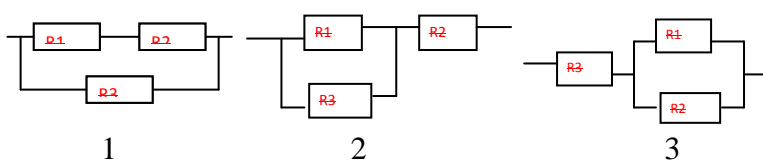
- 1) Селен
- 2) Алюминий
- 3) Слюда
- 4) Водный раствор серной кислоты

5. Укажите электрическую схему, с помощью которой можно измерить ЭДС источника:

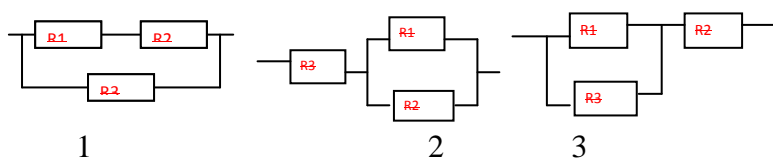


- 1.)
- 2.)
- 3)

6. Укажите, на какой из схем резисторы R_1 и R_2 соединены последовательно:



7. Укажите, на какой из схем резисторы R_1 и R_2 соединены параллельно:



8. Какое явление приводит к увеличению сопротивления металлического проводника?

- 1) изменение напряженности электрического поля;
- 2) уменьшение расстояния между ионами кристаллической решетки;
- 3) увеличение амплитуды колебаний ионов в узлах кристаллической решетки;
- 4) изменение концентрации зарядов (числа заряженных частиц единице объема).

Ключ к тесту:

Правильный вариант ответа

- 1.2
- 2.3
- 3.2
- 4.2
- 5.2
- 6.1
- 7.2
- 8.4

Критерии оценивания тестов - соответствие ответов обучающихся ключу теста.

Оценка «отлично» - обучающийся правильно ответил на все вопросы теста.

Оценка «хорошо» - обучающийся правильно ответил на 6 вопросов теста.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся правильно ответил на 4 вопроса теста.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся правильно ответил менее чем на 4 вопроса теста.

Тема 4.1. Синусоидальные ЭДС и токи

Задание: ответить на вопросы теста

Время выполнения: 20 мин

Инструкция: выберите правильный (ые) вариант(ы) ответа.

Вариант 1

1. Являются ли параметры период, частота синусоидальной величины и угловая частота независимыми?

- 1) являются;
- 2) не являются;
- 3) это зависит от числа пар полюсов генератора

2. Определить частоту тока генератора, если частота вращения якоря 3000 об/мин; число пар полюсов генератора -2:

- 1) $f = 6000$ Гц;
- 2) $f = 100$ Гц;
- 3) $f = 50$ Гц;

3. Каково соотношение между действующим и амплитудным значением синусоидального тока?

- 1) $I = 0,707I_m$;
- 2) $I = I_m : \sqrt{2}$;
- 3) $I = I_m$;

4. Какой электрический угол соответствует периоду переменного тока?

- 1) 2π ;
- 2) $2\pi p$;
- 3) $2\pi/p$;

5. Какой временной сдвиг определяет моменты прохождения через максимум напряжений ($f = 50$ Гц; $u_1 = U_{1m} \sin(\omega t + 15^\circ)$ $u_2 = U_{2m} \sin(\omega t - 30^\circ)$)?

- 1) 0,143с
- 2) 0,0025с
- 3) 0,0016с

6. В генераторе с двумя парами полюсов витки сдвинуты в пространстве на угол $\pi/4$. Определить сдвиг фаз между ЭДС в этих витках:

- 1) $\pi/4$;
- 2) $\pi/2$;
- 3) $\pi/8$

7. Какой характер движения электрических зарядов в проводнике при переменном токе?

- 1) вращательный;
- 2) колебательный;
- 3) поступательный.

8. По какой формуле можно определить ЭДС, индуцируемую в катушке генератора ;

- 1) $e = -d\Phi / dt$;
- 2) $e = -Nd\Phi / dt$;
- 3) $e = d\Phi / dt$.

Ключ к тесту:

Правильный вариант ответа

- 1.1
- 2.2)
- 3.2)
- 4.1)
- 5.2)
- 6.2)
- 7.2)
- 8.2)

Вариант 2

1. Для какой цели в генераторе переменного тока применяют стальной якорь?:

- 1) для требуемого профилирования воздушного зазора;
- 2) для уменьшения магнитного сопротивления генератора;

2. Что определяет ордината графика переменного тока для любого момента времени t ?:

- 1) q/t ;
- 2) dq/dt ;
- 3) di/dt

3. Какой временной сдвиг определяет моменты прохождения через максимум напряжений ($f = 50$ Гц; $u_1 = U_{1m} \sin(\omega t + 15^\circ)$ $u_2 = U_{2m} \sin(\omega t - 30^\circ)$)?

- 1) 0,143с
- 2) 0,0016с
- 3) 0,0025с

4. Определить частоту тока генератора, если частота вращения якоря 3000 об/мин; число пар полюсов генератора -2:

- 1) $f = 6000$ Гц;
- 2) $f = 50$ Гц;
- 3) $f = 100$ Гц;

5. Какой электрический угол соответствует периоду переменного тока?

- 1) 2π ;
- 2) $2\pi/p$;
- 3) 2π ;

6. Параметр переменного тока необходимо знать дополнительно, чтобы по векторной диаграмме получить полное представление о переменном токе?

- 1) действующее значение;
- 2) начальную фазу;
- 3) частоту вращения.

7. Будет ли временная развертка вектора, вращающегося с переменной частотой, иметь вид синусоиды?:

- 1) будет;
- 2) машинные;
- в) не будет.

8. Из какой стали должен выполняться якорь генератора переменного тока?

- 1) из магнитомягкой;
- 2) из магнитотвердой;
- 3) из любой.

Ключ к тесту:

Правильный вариант ответа

- 1.2)
- 2.2)
- 3.3)
- 4.3)
- 5.3)
- 6.3)
- 7.2)

8.1)

Критерии оценивания тестов - соответствие ответов обучающихся ключу теста.

Оценка «отлично» - обучающийся правильно ответил на все вопросы теста.

Оценка «хорошо» - обучающийся правильно ответил на 6 вопросов теста.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся правильно ответил на 4 вопроса теста.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся правильно ответил менее чем на 4 вопроса теста.

Практические (лабораторные) работы

по учебной дисциплине Электроника и электротехника

(наименования дисциплины)

Составитель _____ /Торопова А.И./
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

1. Перечень практических и лабораторных работ и вариантов заданий

№ раздела дисциплины	Наименование практической работы	Цель работы	Формы текущего контроля
Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока	Практическое занятие №1 Расчет электрической цепи постоянного тока.	Произвести расчет электрической цепи постоянного тока.	защита практических работ
Раздел 4. Однофазные цепи переменного тока	Практическое занятие №2 Расчет неразветвленной цепи переменного тока.	Произвести расчет неразветвленной цепи переменного тока.	защита практических работ
Раздел 4. Однофазные цепи переменного тока	Практическое занятие №3 Расчет разветвленной цепи переменного тока.	Произвести расчет разветвленной цепи переменного тока.	защита практических работ
Раздел 5. Трехфазные цепи	Практическое занятие №4 Расчет трехфазной цепи.	Произвести расчет трехфазной цепи.	защита практических работ
Раздел 6. Электрические машины	Практическое занятие №5 Исследование работы трансформатора.	Произвести расчеты трансформатора для режима работы: холостого хода, короткого замыкания и под нагрузкой	защита практических работ

Раздел 6. Электрические машины	Практическое занятие №6 Исследование работы асинхронного двигателя.	Исследование схемы пуска, торможения и реверсирования асинхронного двигателя.	защита практических работ
--------------------------------------	---	---	------------------------------

Практическое занятие № 1

Тема: Расчет электрической цепи постоянного тока..

Цель занятия: закрепить теоретические знания по разделу «Постоянный ток»

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: применять законы Ома и Кирхгофа, выражать и рассчитывать величины, входящие в формулу закона Ома, использовать формулы для параллельного и последовательного соединения резисторов. Рассчитывать сопротивление цепи при смешанном соединении резисторов.

Наглядные пособия, оборудование: конспект лекций по разделу «Постоянный ток»; микрокалькулятор; дидактические карточки с заданиями практической работы №2.

Время работы: 4 часа.

Перечень используемой литературы:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.-752с.:ил. (с. 28-69)
2. Частоедов А.А. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1989. (с. 45-88)
3. Сафонов А.С. Основы Электротехники. – М.: Воениздат, 1961. (с. 26-46)

Содержание и порядок выполнения работы:

Подготовка к работе.

Повторить теоретический материал по учебнику или по конспекту лекций.

Выполнение работы.

Пример решения практической работы:

Алгоритм решения задачи: 1) составляем краткое условие задачи, 2) переводим величины в систему СИ, 3) выбираем формулу для решения задачи, 4) выражаем из формулы требуемую величину, 5) подставляем данные, 6) выполняем расчет, 7) записываем ответ.

Вариант №_0_

1	<p>Найти токи во всех ветвях, используя законы Кирхгофа.</p> <p>$E_1=24$ В $r_1=1$ Ом $R_1=10$ Ом</p> <p>$E_2=12$ В $r_2=2$ Ом $R_2=20$ Ом</p> <p>$E_3=15$ В $r_3=3$ Ом $R_3=25$ Ом</p>	
---	--	--

2	<p>Найти общее сопротивление и общую силу тока, если:</p> <p>$E=24$ В $R_1=15$ Ом $R_4=10$ Ом</p> <p>$r=2$ Ом $R_2=4$ Ом $R_5=20$ Ом</p> <p>$R_3=8$ Ом $R_6=15$ Ом</p>	
---	--	--

3	<p>Сколько тепла выделит проводник за 2 минуты при напряжении 20В, если его удельное сопротивление $1,4$ Ом*мм²/м, длина 50 см, а площадь поперечного сечения $0,2$ мм²?</p>
---	--

4	<p>Найти общее сопротивление, если $R_7=10$ Ом.</p>	
---	--	--

5	<p>Найти общее сопротивление цепи и токи в каждом резисторе, если дано: $R_1=R_2=R_3=R_4=1$ Ом; $R_5=2$ Ом; $R_6=6$ Ом, $R_7=3$ Ом, $I=1$ А.</p>	
---	---	--

Задача 1.

I_1 -? I_2 -? I_3 -?	Решение:
----------------------------	-----------------

Дано:

$$E_1=24 \text{ В}$$

$$E_2=12 \text{ В}$$

$$E_3=15 \text{ В}$$

$$r_1=1 \text{ Ом}$$

$$r_2=2 \text{ Ом}$$

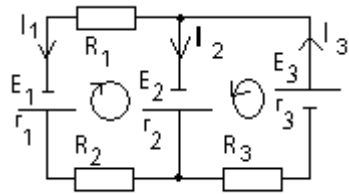
$$r_3=3 \text{ Ом}$$

$$R_1=10 \text{ Ом}$$

$$R_2=20 \text{ Ом}$$

$$R_3=25 \text{ Ом}$$

Выбираем направления обхода контура и направления тока в ветвях.



Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -E_1 + E_2 = -I_1(R_2 + r_1 + R_1) + I_2(r_2) \\ E_3 + E_2 = I_3(R_3 + r_3) + I_2(r_2) \end{cases}$$

Подставляем данные из условия:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -24 + 12 = -I_1(20 + 1 + 10) + I_2(2) \\ 15 + 12 = I_3(25 + 3) + I_2(2) \end{cases}$$

Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -12 = -I_1(31) + I_2(2) \\ 27 = I_3(28) + I_2(2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I_1 = \frac{I_2(2) + 12}{31} = \frac{2I_2}{31} + \frac{12}{31} \\ I_3 = \frac{27 - I_2(2)}{28} = \frac{27}{28} - \frac{2I_2}{28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{2I_2}{31} + \frac{12}{31} + I_2 - \left(\frac{27}{28} - \frac{2I_2}{28}\right) = 0 \\ I_1 = \frac{2I_2}{31} + \frac{12}{31} \\ I_3 = \frac{27}{28} - \frac{2I_2}{28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 986I_2 - 501 = 0 \\ I_1 = \frac{2I_2}{31} + \frac{12}{31} \\ I_3 = \frac{27}{28} - \frac{2I_2}{28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 = \frac{501}{986} = 0.508A \\ I_1 = \frac{2I_2}{31} + \frac{12}{31} = \frac{2 \cdot 501}{986 \cdot 31} + \frac{12}{31} = 0,033 + 0,387 = 0.42A \\ I_3 = \frac{27}{28} - \frac{2I_2}{28} = \frac{27}{28} - \frac{2 \cdot 501}{986 \cdot 28} = 0.964 - 0.036 = 0.928A \end{cases}$$

Ответ: 0,508 А, 0,42 А, 0,928 А

Задача 2.

<i>R-?I-?</i>	Решение:
Дано:	<i>Резисторы R₁ и R₂ соединены последовательно:</i>
<i>E=24 В</i>	$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 15 + 4 = 19 \text{ Ом}$
<i>r=2 Ом</i>	<i>Резисторы R₄ и R₃ соединены последовательно:</i>
<i>R₁=15 Ом</i>	$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 8 + 10 = 18 \text{ Ом}$
<i>R₂=4 Ом</i>	<i>Участок R_{4,3} и резистор R₅ соединены параллельно:</i>
<i>R₃=8 Ом</i>	$R_{3,4,5} = \frac{R_{3,4} \cdot R_5}{R_{3,4} + R_5} = \frac{18 \cdot 20}{18 + 20} = \frac{360}{38} = 9,5 \text{ Ом}$
<i>R₄=10 Ом</i>	<i>Участок R_{1,2}, участок R_{3,4,5} и резистор R₆ соединены параллельно:</i>
<i>R₅=20 Ом</i>	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_{3,4,5}} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{19} + \frac{1}{9,5} + \frac{1}{15} = \frac{142,5 + 285 + 180,5}{2707,5} = \frac{608}{2707,5}$
<i>R₆=15 Ом</i>	$R = \frac{2707,5}{608} = 4.45 \text{ Ом}$
	<i>По закону Ома для полной цепи находим силу тока:</i>

	$I = \frac{E}{R+r} = \frac{24}{4.45+2} = \frac{24}{6.45} = 3.72\text{A}$
	Ответ: 4,45 Ом, 3,72 А

Задача 3.

Q-?	СИ:	Решение:
Дано: $t=2$ мин $U=20$ В $\rho=1,4$ Ом*мм ² /м $l=50$ см $S=0,2$ мм ²	 120 0.5	По закону Джоуля - Ленца: $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ Спротивление можно найти по формуле: $R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{1.4 \cdot 0.5}{0.2} = 3.5\text{Ом}$ $Q = \frac{20^2}{3.5} \cdot 120 = 13714\text{Дж} = 13,7\text{кДж}$
		Ответ: 13,7 кДж

Задача 4.

R-?	Решение:
Дано: $R_i=10$ Ом	Резисторы R_1 и R_2 соединены последовательно: $R_{1,2} = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20 \text{ Ом}$ Резисторы R_4 и R_3 соединены параллельно: $R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ом}$ Участок $R_{4,3}$ и резистор R_5 соединены параллельно:

	$R_{3,4,5} = \frac{R_{3,4} \cdot R_5}{R_{3,4} + R_5} = \frac{5 \cdot 10}{5 + 10} = \frac{50}{15} = 3,3 \text{ Ом}$ <p>Участок $R_{1,2}$ и участок $R_{3,4,5}$ последовательно:</p> $R = R_{1,2} + R_{3,4,5} = 20 + 3,3 = 23,3 \text{ Ом}$
	Ответ: 23,3 Ом

Задача 5.

$R_{\text{общ}}, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, -?$	Решение:
<p>Дано:</p> <p>$I = 1 \text{ А}$</p> <p>$R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$</p> <p>$R_3 = R_4 = 1 \text{ Ом}$</p> <p>$R_5 = 2 \text{ Ом}$</p> <p>$R_6 = 6 \text{ Ом}$</p> <p>$R_7 = 3 \text{ Ом}$</p>	<p>Рассчитаем общее сопротивление цепи:</p> <p>1) Резисторы R_6 и R_7 соединены параллельно, поэтому: $R_{6,7} = R_6 \cdot R_7 / (R_6 + R_7) = 6 \cdot 3 / (6 + 3) = 18 / 9 = 2 \text{ Ом}$</p> <p>2) Резисторы $R_{6,7}$ и R_5 соединены параллельно: $R_{5,6,7} = R_{6,7} \cdot R_5 / (R_{6,7} + R_5) = 2 \cdot 2 / (2 + 2) = 4 / 4 = 1 \text{ Ом}$</p> <p>3) Резисторы $R_{5,6,7}$ и R_4 соединены последовательно: $R_{4,5,6,7} = R_{5,6,7} + R_4 = 1 + 1 = 2 \text{ Ом}$</p> <p>4) Резисторы $R_{4,5,6,7}$ и R_3 соединены параллельно: $R_{3-7} = R_{4,5,6,7} \cdot R_3 / (R_{4,5,6,7} + R_3) = 2 \cdot 1 / (2 + 1) = 2 / 3 = 0,67 \text{ Ом}$</p> <p>5) Резисторы R_{3-7}, R_2 и R_1 соединены последовательно: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_{3-7} = 1 + 1 + 0,67 = 2,67 \text{ Ом}$</p> <p>Используя свойства последовательно и параллельного соединений найдем токи на каждом резисторе:</p> <p>1) Участки R_{3-7}, R_2 и R_1 соединены последовательно, поэтому токи будут равны: $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 = I_{3-7} = 1 \text{ А.}$</p>

	<p>1) По закону Ома определяем падение напряжения на участке R_{3-7}: $U_{3-7} = R_{3-7} \cdot I_{3-7} = 0,67 \cdot 1 = 0,67 \text{ В}$.</p> <p>Резисторы $R_{4,5,6,7}$ и R_3 соединены параллельно, поэтому:</p> $U_{4,5,6,7} = U_3 = U_{3-7} = 0,67 \text{ В}.$ <p>По закону Ома находим токи в этих участках:</p> $I_{4,5,6,7} = U_{4,5,6,7} / R_{4,5,6,7} = 0,67 / 2 = 0,335 \text{ А}.$ $I_3 = U_3 / R_3 = 0,67 / 1 = 0,67 \text{ А}.$ <p>2) Резисторы $R_{5,6,7}$ и R_4 соединены последовательно. По свойству последовательного соединения:</p> $I_{5,6,7} = I_4 = I_{4,5,6,7} = 0,335 \text{ А}.$ <p>3) Участки R_5, R_6 и R_7 соединены параллельно. Найдем напряжение на этих участках: по свойству параллельного соединения: $U_{5,6,7} = U_5 = U_6 = U_7 = I_{5,6,7} \cdot R_{5,6,7} = 0,335 \cdot 1 = 0,335 \text{ В}$.</p> <p>По закону Ома найдем токи на этих участках:</p> $I_5 = U_5 / R_5 = 0,335 / 2 = 0,1675 \text{ А}.$ $I_6 = U_6 / R_6 = 0,335 / 6 = 0,0558 \text{ А}.$ $I_7 = U_7 / R_7 = 0,335 / 3 = 0,112 \text{ А}.$ <p>Ответ: $R_{\text{общ}} = 2,67 \text{ Ом}$, $I_1 = 1 \text{ А}$, $I_2 = 1 \text{ А}$, $I_3 = 0,67 \text{ А}$, $I_4 = 0,335 \text{ А}$, $I_5 = 0,1675 \text{ А}$, $I_6 = 0,0558 \text{ А}$, $I_7 = 0,112 \text{ А}$.</p>
--	--

Задания для самостоятельной работы:

Значения данных и дидактическая карточка выбираются в соответствии с номером варианта.

Вариант №_1, 5, 9, 13, 17, 21, 25

1	<p>Найти токи во всех ветвях, используя законы Кирхгофа.</p> <p>$E_1 = \quad \text{В}$ $r_1 = \quad \text{Ом}$ $R_1 = \quad \text{Ом}$</p> <p>$E_2 = \quad \text{В}$ $r_2 = \quad \text{Ом}$ $R_2 = \quad \text{Ом}$</p> <p>$E_3 = \quad \text{В}$ $r_3 = \quad \text{Ом}$</p>	
---	---	--

2 Найти общее сопротивление и общую силу тока, если:

$E = \quad \text{В}$ $R_1 = \quad \text{Ом}$ $R_4 = \quad \text{Ом}$
 $r = \quad \text{Ом}$ $R_2 = \quad \text{Ом}$ $R_5 = \quad \text{Ом}$
 $R_3 = \quad \text{Ом}$ $R_6 = \quad \text{Ом}$

3 Сколько тепла выделит проводник за ___ секунд при напряжении ___ В, если его удельное сопротивление ___ Ом*мм²/м, длина ___ м, а площадь поперечного сечения ___ мм²?

4 Найти общее сопротивление, если $R_i = \quad \text{Ом}$.

5 Найти все токи и напряжения для задачи №4, если известно, что $I_1 = \quad \text{А}$

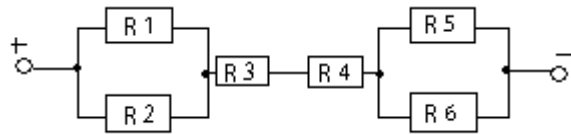
Вариант №_2, 6, 10, 14, 18, 22, 26

1 Найти токи во всех ветвях, используя законы Кирхгофа.

$E_1 = \quad \text{В}$ $r_1 = \quad \text{Ом}$ $R = \quad \text{Ом}$
 $E_2 = \quad \text{В}$ $r_2 = \quad \text{Ом}$ $E_4 = \quad \text{В}$
 $E_3 = \quad \text{В}$ $r_3 = \quad \text{Ом}$ $r_4 = \quad \text{Ом}$

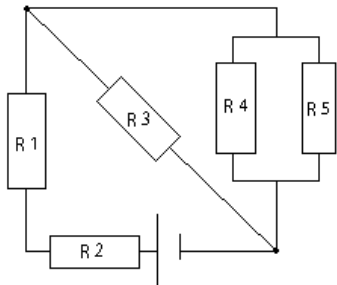
2 Найти общее сопротивление и общую силу тока, если:

$U = \quad \text{В}$ $R_1 = \quad \text{Ом}$ $R_4 = \quad \text{Ом}$
 $R_2 = \quad \text{Ом}$ $R_5 = \quad \text{Ом}$
 $R_3 = \quad \text{Ом}$ $R_6 = \quad \text{Ом}$



3 Какую работу совершает электрический ток, протекая по цепи проводимостью ___ См в течение ___ секунд при питающем напряжении ___ В?

4 Найти общее сопротивление, если $R_i = \text{___ Ом}$.

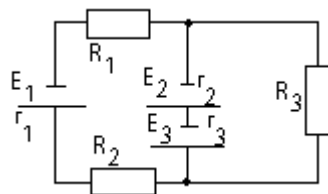


5 Найти все токи и напряжения для задачи №4, если известно, что $U_2 = \text{___ В}$

Вариант № 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27

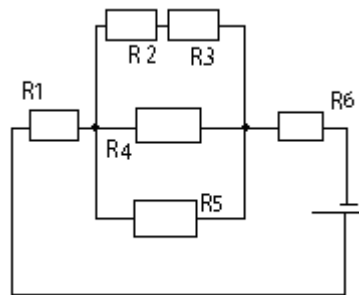
1 Найти токи во всех ветвях, используя законы Кирхгофа.

$E_1 = \text{___ В}$ $r_1 = \text{___ Ом}$ $R_1 = \text{___ Ом}$
 $E_2 = \text{___ В}$ $r_2 = \text{___ Ом}$ $R_2 = \text{___ Ом}$
 $E_3 = \text{___ В}$ $r_3 = 0 \text{ Ом}$ $R_3 = \text{___ Ом}$



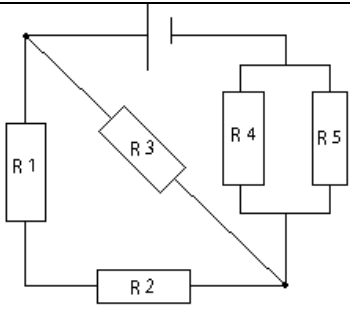
2 Найти общее сопротивление и общую силу тока, если:

$E = \text{___ В}$ $R_1 = \text{___ Ом}$ $R_4 = \text{___ Ом}$
 $r = \text{___ В}$ $R_2 = \text{___ Ом}$ $R_5 = \text{___ Ом}$
 $R_3 = \text{___ Ом}$ $R_6 = \text{___ Ом}$



3 Найти плотность тока в проводнике длиной ___ м, изготовленном из никелина при напряжении ___ В (Удельное сопротивление никелина $42 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$)

4 Найти общее сопротивление, если $R_i = \text{___ Ом}$.

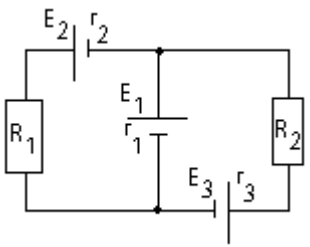


5 Найдите все токи и напряжения для задачи №4, если известно, что $I_3 = \text{---} \text{ A}$

Вариант №_4, 8, 12, 16, 20, 24, 28

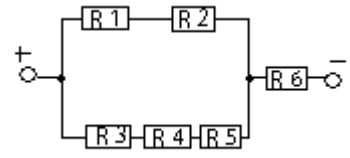
1 Найдите токи во всех ветвях, используя законы Кирхгофа.

$E_1 = \text{---} \text{ В}$ $r_1 = \text{---} \text{ Ом}$ $R_1 = \text{---} \text{ Ом}$
 $E_2 = \text{---} \text{ В}$ $r_2 = \text{---} \text{ Ом}$ $R_2 = \text{---} \text{ Ом}$
 $E_3 = \text{---} \text{ В}$ $r_3 = \text{---} \text{ Ом}$



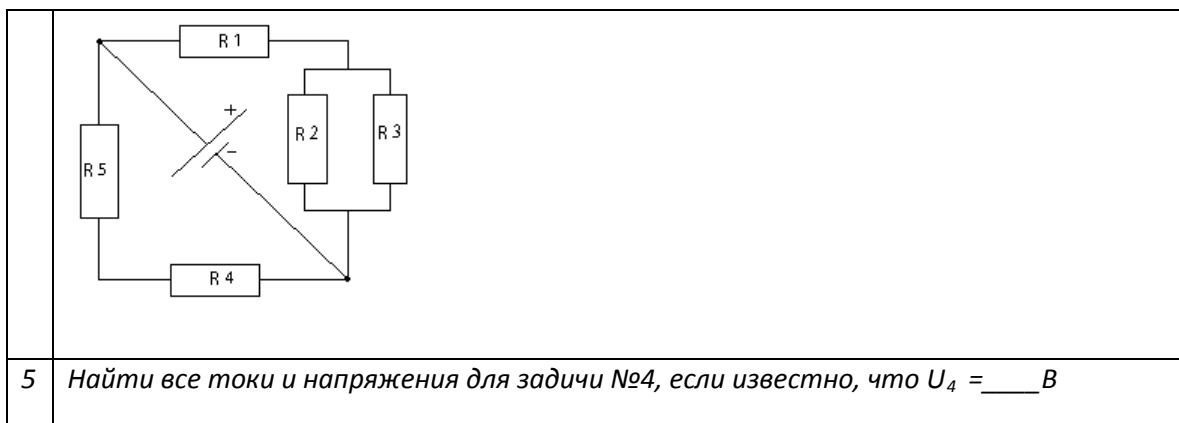
2 Найдите общее сопротивление и общую силу тока, если:

$U = \text{---} \text{ В}$ $R_1 = \text{---} \text{ Ом}$ $R_4 = \text{---} \text{ Ом}$
 $R_2 = \text{---} \text{ Ом}$ $R_5 = \text{---} \text{ Ом}$
 $R_3 = \text{---} \text{ Ом}$ $R_6 = \text{---} \text{ Ом}$



3 Мощность электрической цепи равна $\text{---} \text{ кВт}$. Найдите проводимость цепи, если сила тока в ней равна $\text{---} \text{ А}$.

4 Найдите общее сопротивление, если $R_i = \text{---} \text{ Ом}$.



Таблицы значения данных по вариантам.

Задача1												
Вариант	E_1	E_2	E_3	E_4	r_1	r_2	r_3	r_4	R_1	R_2	R_3	
1	1	2	7		1	2	3		10	12		
2	1	2	7	8	1	2	3	4	10			
3	1	2	7		1	2	3		10	12	20	
4	1	2	7		1	2	3		10	12		
5	2	4	6		2	3	1		15	16		
6	2	4	6	7	2	3	1	2	15			
7	2	4	6		2	3	1		15	16	22	
8	2	4	6		2	3	1		15	16		
9	3	6	5		1	2	3		20	20		
10	3	6	5	9	1	2	3	1	20			
11	3	6	5		1	2	3		20	20	24	
12	3	6	5		1	2	3		20	20		
13	4	8	4		2	3	1		25	24		
14	4	8	4	7	2	3	1	2	25			
15	4	8	4		2	3	1		25	24	26	

16	4	8	4		2	3	1		25	24	
17	5	10	3		1	2	3		30	28	
18	5	10	3	8	1	2	3	4	30		
19	5	10	3		1	2	3		30	28	28
20	5	10	3		1	2	3		30	28	
21	6	12	2		2	3	1		35	32	
22	6	12	2	7	2	3	1	1	35		
23	6	12	2		2	3	1		35	32	30
24	6	12	2		2	3	1		35	32	
25	7	14	1		1	2	3		40	36	
26	7	14	1	9	1	2	3	2	40		
27	7	14	1		1	2	3		40	36	32
28	7	14	1		1	2	3		40	36	

Вариант	Задача №2								Задача №3					Задача №4	
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E	r	t	U	p	l	S	Ri	
1	1	2	7	14	1	2	10	2	5	10	1.2	1	0.2	2	
5	2	4	6	12	2	3	15	3	8	15	1.3	2	0.3	3	
9	3	6	5	10	1	2	20	2	11	12	1.4	3	0.4	4	
13	4	8	4	8	2	3	25	3	14	18	1.5	4	0.5	5	
17	5	10	3	6	1	2	30	2	17	20	1.6	5	0.6	6	
21	6	12	2	4	2	3	35	3	20	25	1.7	6	0.7	7	
25	7	14	1	2	1	2	40	2	23	30	1.8	7	0.8	8	
	Задача №2								Задача №3			Задача №4			
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	U	g	t	U	Ri				

2	1	2	7	14	1	2	12	0.05	5	20	2	
6	2	4	6	12	2	3	16	0.05	10	25	3	
10	3	6	5	10	1	2	20	0.05	15	30	4	
14	4	8	4	8	2	3	24	0.05	20	35	5	
18	5	10	3	6	1	2	28	0.05	25	40	6	
22	6	12	2	4	2	3	32	0.05	30	45	7	
26	7	14	1	2	1	2	36	0.05	35	50	8	
	Задача №2							Задача №3		Задача №4		
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E	r	I	U	Ri	
3	1	2	7	14	1	2	20	2	5	30	2	
7	2	4	6	12	2	3	22	3	10	33	3	
11	3	6	5	10	1	2	24	2	15	36	4	
15	4	8	4	8	2	3	26	3	20	39	5	
19	5	10	3	6	1	2	28	2	25	42	6	
23	6	12	2	4	2	3	30	3	30	45	7	
27	7	14	1	2	1	2	32	2	35	48	8	
	Задача №2							Задача №3		Задача №4		
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	U	P	I	Ri		
4	1	2	7	14	1	2	10	45	5	2		
8	2	4	6	12	2	3	20	50	10	3		
12	3	6	5	10	1	2	30	55	15	4		
16	4	8	4	8	2	3	40	60	20	5		
20	5	10	3	6	1	2	50	65	25	6		
24	6	12	2	4	2	3	60	70	30	7		
28	7	14	1	2	1	2	70	75	35	8		

Задача №6

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	24	23	16	18
Вариант	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	5	6	8	2	4	9	5	20	34	2	6	4	6	4

Выводы по практической работе.

Законы Ома и Кирхгофа - основополагающие законы электродинамики, дающие возможность рассчитать любую электрическую цепь. Свойства параллельного и последовательного соединения потребителей энергии позволяют определить распределение токов и напряжений в цепи.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте законы Ома для участка цепи и для полной цепи.
2. Запишите формулы законов Ома и Кирхгофа.
3. Дайте определение мощности.
4. Сформулируйте закон Джоуля - Ленца.
5. Запишите формулы, характеризующие последовательное и параллельное соединение резисторов.

Практическое занятие № 2

Тема: Расчет неразветвленной цепи переменного тока.

Цель занятия: закрепить теоретические знания по теме «Неразветвленные электрические цепи переменного тока с RLC нагрузкой»

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: применять формулы для расчета емкостного и индуктивного сопротивлений, находить полное сопротивление цепи переменного тока, рассчитывать мощности цепи переменного тока и сдвиг фаз между напряжением и силой тока в цепи переменного тока., строить треугольник сопротивлений.

Наглядные пособия, оборудование: конспект лекций по разделу «Переменный ток, неразветвленные RLC цепи»; микрокалькулятор; дидактические карточки с заданиями практической работы №3.

Время работы: 4 часа.

Перечень используемой литературы:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.-752с.:ил. (с. 147-150)

2. Частоедов А.А. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1989. (с. 203-206)

3. Сафонов А.С. Основы Электротехники. – М.: Воениздат, 1961. (с. 96-110)

Содержание и порядок выполнения работы:

Подготовка к работе.

Повторить теоретический материал по учебнику или по конспекту лекций.

Выполнение работы.

Пример решения практической работы:

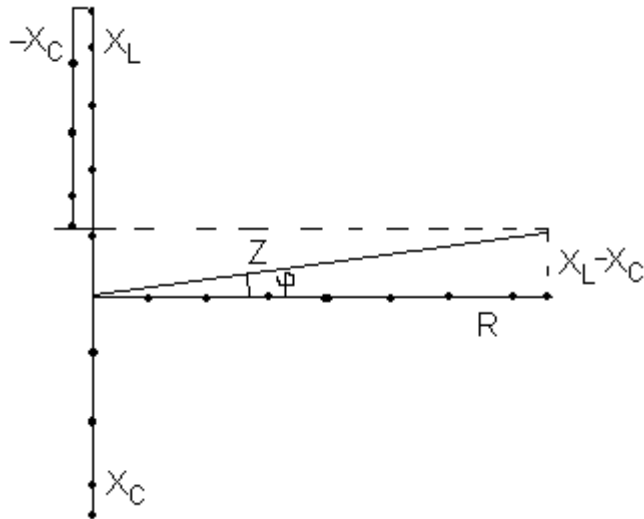
Вариант №_0_

В цепь переменного тока с напряжением $U=120В$ и частотой $f=50Гц$ последовательно включены: активная нагрузка ($R1= 20 Ом$, $R2= 15 Ом$, $R3=40 Ом$) и реактивная нагрузка (конденсаторы $C1=500мкФ$, $C2=300мкФ$, $C3=200мкФ$; катушки $L1=50мГн$, $L2=60мГн$, $L3=40мГн$). Найти силу тока в цепи, амплитудные значения тока и напряжения, мощности и сдвиг фаз между током и напряжением в цепи. Построить треугольник сопротивлений.

Алгоритм решения задачи: 1) составляем краткое условие задачи, 2) переводим величины в систему СИ, 3) выбираем формулу для решения задачи, 4) выражаем из формулы требуемую величину, 5) подставляем данные, 6) выполняем расчет, 7) записываем ответ.

<i>I, Im, Um, P, Q, S, φ-?</i>	СИ:	Решение:
Дано:		Находим общее активное сопротивление:
$U=120В$		$R = R1 + R2 + R3 = 20 + 15 + 40 = 75Ом$
$f=50Гц$		Находим угловую частоту:
$R1= 20 Ом$		$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \frac{рад}{с}$
$R2= 15 Ом$		Находим индуктивное сопротивление:
$R3=40 Ом$		
$C1=500мкФ$	$500 \cdot 10^{-6}$	$x_{L1} = \omega \cdot L_1 = 314 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 15,7Ом$
$C2=300мкФ$	$300 \cdot 10^{-6}$	$x_{L2} = \omega \cdot L_2 = 314 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 18,84Ом$
$C3=200мкФ$	$200 \cdot 10^{-6}$	$x_{L3} = \omega \cdot L_3 = 314 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 12,56Ом$
$L1=50мГн$	$50 \cdot 10^{-3}$	$x_L = x_{L1} + x_{L2} + x_{L3} = 15,7 + 18,84 + 12,56 = 47,1Ом$
$L2=60мГн$	$60 \cdot 10^{-3}$	Находим емкостное сопротивление:

$L_3=40\text{мГн}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$x_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C_1} = \frac{1}{314 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 6,37\text{Ом}$ $x_{C2} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = \frac{1}{314 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 10,6\text{Ом}$ $x_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C_3} = \frac{1}{314 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = 15,92\text{Ом}$ $x_C = x_{C1} + x_{C2} + x_{C3} = 6,37 + 10,6 + 15,92 = 32,89\text{Ом}$ <p>Находим полное сопротивление:</p> $Z = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{75^2 + (47,1 - 32,89)^2} = \sqrt{5625 + 202} = 76\text{Ом}$
		<p>Находим силу тока и амплитудные значения:</p> $I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{76} = 1,58\text{А}$ $I_m = I \cdot \sqrt{2} = 1,58 \cdot 1,41 = 2,23\text{А}$ $U_m = U \cdot \sqrt{2} = 120 \cdot 1,41 = 169,2\text{В}$ <p>Находим мощности:</p> $P = I^2 \cdot R = 1,58^2 \cdot 75 = 187\text{Вт}$ $Q = I^2 \cdot (x_L - x_C) = 1,58^2 \cdot (47,1 - 32,89) = 35,5\text{вар}$ $S = I \cdot U = 1,58 \cdot 120 = 189,6\text{ВА}$ <p>Находим сдвиг фаз:</p> $\varphi = \arccos \frac{P}{S} = \arccos \frac{187}{189,6} = 9^\circ$ <p>Строим треугольник сопротивлений. Для этого выбираем масштаб: в 1 см – 10 Ом.</p>



Ответ: 1,58 А, 2,23 А, 169,2 В, 187 Вт, 35,5 вар, 189,6 ВА, 9°

Задания для самостоятельной работы:

Значения данных и дидактическая карточка выбираются в соответствии с номером варианта.

Вариант №_1-28

В цепь переменного тока с напряжением $U = ___ \text{ В}$ и частотой $f = ___ \text{ Гц}$ последовательно включены: активная нагрузка ($R_1 = ___ \text{ Ом}$, $R_2 = ___ \text{ Ом}$, $R_3 = ___ \text{ Ом}$) и реактивная нагрузка (конденсаторы $C_1 = ___ \text{ мкФ}$, $C_2 = ___ \text{ мкФ}$, $C_3 = ___ \text{ мкФ}$; катушки $L_1 = ___ \text{ мГн}$, $L_2 = ___ \text{ мГн}$, $L_3 = ___ \text{ мГн}$).
Найти силу тока в цепи, амплитудные значения тока и напряжения, мощности и сдвиг фаз между током и напряжением в цепи. Построить треугольник сопротивлений.

Таблица значения данных по вариантам:

№В	f(Гц)	U(В)	L1(мГн)	L2(мГн)	L3(мГн)	C1(мкФ)	C2(мкФ)	C3(мкФ)	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)
1	50	127	200	90	130	50	0	60	10	0	16
2	50	110	0	105	195	50	45	0	4	22	12
3	50	127	100	110	0	40	0	75	5	21	15
4	50	50	0	115	185	45	78	0	6	9	18
5	50	60	0	120	180	55	0	15	7	19	14
6	50	70	140	0	175	65	10	0	8	18	16
7	50	80	120	130	0	70	0	35	9	17	13
8	50	90	160	135	165	0	39	65	10	16	32

9	50	100	0	140	160	80	37	95	11	15	64
10	50	130	180	0	155	40	0	85	12	14	10
11	50	140	0	150	150	20	45	74	13	0	23
12	50	150	200	155	0	30	0	50	14	12	24
13	50	160	210	160	0	0	35	94	15	10	35
14	50	170	0	165	135	35	0	64	16	15	10
15	50	180	110	170	130	45	82	0	0	8	11
16	50	190	0	175	125	88	0	75	18	7	19
17	50	200	115	180	0	75	0	94	19	6	16
18	50	210	90	0	115	64	64	35	20	5	15
19	50	230	0	190	110	38	0	16	21	0	19
20	50	240	70	0	105	39	0	20	22	3	13
21	50	140	140	150	125	50	10	74	8	0	19
22	50	150	120	155	0	50	0	50	9	12	16
23	50	160	160	160	115	40	39	94	10	10	15
24	50	170	0	165	110	45	37	64	11	15	19
25	50	180	180	170	105	55	0	0	12	8	13
26	50	200	90	110	0	0	39	65	15	5	15
27	50	205	0	115	135	35	37	95	16	0	18
28	50	180	70	120	130	45	0	85	0	3	14

Выводы по практической работе.

Неразветвленные RLC цепи переменного тока – основа колебательных контуров, которые используются в радиотехнике и электротехнике. Поэтому необходимо владеть навыками расчета таких цепей.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под реактивной нагрузкой?
2. Как рассчитывается сопротивление реактивных элементов?
3. Напишите формулу для нахождения полного сопротивления.
4. Какие виды мощности действуют в цепях переменного тока?
5. Как можно вычислить сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока?

Практическое занятие № 3

Тема: Расчет разветвленной цепи переменного тока.

Цель занятия: закрепить теоретические знания по теме «Разветвленные электрические цепи переменного тока с RLC нагрузкой»

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: применять формулы для расчета емкостного и индуктивного сопротивлений, находить полное сопротивление цепи переменного тока, рассчитывать мощности цепи переменного тока и сдвиг фаз между напряжением и силой тока в цепи переменного тока, строить треугольник сопротивлений.

Наглядные пособия, оборудование: конспект лекций по разделу «Переменный ток, разветвленные RLC цепи»; микрокалькулятор; дидактические карточки с заданиями практической работы №4.

Время работы: 4 часа.

Перечень используемой литературы:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.- 752с.:ил. (с. 147-150)
2. Частоедов А.А. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1989. (с. 203-206)
3. Сафонов А.С. Основы Электротехники. – М.: Воениздат, 1961. (с. 96-110)

Содержание и порядок выполнения работы:

Подготовка к работе.

Повторить теоретический материал по учебнику или по конспекту лекций.

Выполнение работы.

Пример решения практической работы:

Вариант №_0_

Цепь переменного тока с напряжением $U=120В$ и частотой $f=50Гц$ содержит 3 ветви. В первую ветвь включены: активная нагрузка $R_1= 20 \text{ Ом}$, реактивная нагрузка (конденсатор $C_1=500\text{мкФ}$; катушка $L_1=50\text{мГн}$). Во вторую ветвь, соответственно: $R_2= 15 \text{ Ом}$, конденсатор $C_2=300\text{мкФ}$, катушка $L_2=60\text{мГн}$. Третья ветвь содержит: $R_3=40 \text{ Ом}$ конденсатор $C_3=200\text{мкФ}$, катушку $L_3=40\text{мГн}$. Найти силу тока в цепи, амплитудные значения тока и напряжения, мощности и сдвиг фаз между током и напряжением в цепи. Построить треугольник мощностей.

Алгоритм решения задачи: 1) составляем краткое условие задачи, 2) переводим величины в систему СИ, 3) выбираем формулу для решения задачи, 4) выражаем из формулы требуемую величину, 5) подставляем данные, 6) выполняем расчет, 7) записываем ответ.

<i>I, Im, Um, P, Q, S, φ-?</i>	СИ:	Решение:
<p>Дано:</p> <p>$U=120В$</p> <p>$f=50Гц$</p> <p>$R_1=20 Ом$</p> <p>$R_2=15 Ом$</p> <p>$R_3=40 Ом$</p> <p>$C_1=500мкФ$</p> <p>$C_2=300мкФ$</p> <p>$C_3=200мкФ$</p> <p>$L_1=50мГн$</p> <p>$L_2=60мГн$</p> <p>$L_3=40мГн$</p>	<p>$500 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$300 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$200 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$50 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$60 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$40 \cdot 10^{-3}$</p>	<p>Находим угловую частоту:</p> $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ <p>Находим индуктивное сопротивление:</p> $x_{L1} = \omega \cdot L_1 = 314 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 15,7 Ом$ $x_{L2} = \omega \cdot L_2 = 314 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 18,84 Ом$ $x_{L3} = \omega \cdot L_3 = 314 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 12,56 Ом$ <p>Находим емкостное сопротивление:</p> $x_{C1} = \frac{1}{\omega \cdot C_1} = \frac{1}{314 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 6,37 Ом$ $x_{C2} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = \frac{1}{314 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 10,6 Ом$ $x_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C_3} = \frac{1}{314 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = 15,92 Ом$ <p>Находим полное сопротивление каждой ветви:</p> $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + (x_{L1} - x_{C1})^2} = \sqrt{20^2 + (15,7 - 6,37)^2} =$ $= \sqrt{400 + 87} = 22 Ом$ $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (x_{L2} - x_{C2})^2} = \sqrt{15^2 + (18,84 - 10,6)^2} =$ $= \sqrt{225 + 68} = 17 Ом$ $Z_3 = \sqrt{R_3^2 + (x_{L3} - x_{C3})^2} = \sqrt{40^2 + (12,56 - 15,92)^2} =$ $= \sqrt{1600 + 11,3} = 40,14 Ом$

Находим активные проводимости:

$$g_1 = \frac{R_1}{Z_1^2} = \frac{20}{22^2} = 0.04132 \text{ См}$$

$$g_2 = \frac{R_2}{Z_2^2} = \frac{15}{17^2} = 0.0519 \text{ См}$$

$$g_3 = \frac{R_3}{Z_3^2} = \frac{40}{40.14^2} = 0.0248 \text{ См}$$

$$g = g_1 + g_2 + g_3 = 0.04123 + 0.0519 + 0.0248 = 0.11793 \text{ См}$$

Находим реактивную проводимость:

$$b_1 = \frac{x_{L1} - x_{C1}}{Z_1^2} = \frac{15.7 - 6.37}{22^2} = 0.0193 \text{ См}$$

$$b_2 = \frac{x_{L2} - x_{C2}}{Z_2^2} = \frac{18.86 - 10.6}{17^2} = 0.0285 \text{ См}$$

$$b_3 = \frac{x_{L3} - x_{C3}}{Z_3^2} = \frac{12.56 - 15.92}{40.14^2} = -0.0021 \text{ См}$$

$$b = b_1 + b_2 + b_3 = 0.0193 + 0.0285 - 0.0021 = 0.0457 \text{ См}$$

Находим полную проводимость:

$$y = \sqrt{g^2 + b^2} = \sqrt{0.11793^2 + 0.0457^2} = 0.1264 \text{ См}$$

Находим силу тока и амплитудные значения:

$$I = y \cdot U = 0.1264 \cdot 120 = 15.17 \text{ А}$$

$$I_m = I \cdot \sqrt{2} = 15.17 \cdot 1.41 = 21.4 \text{ А}$$

$$U_m = U \cdot \sqrt{2} = 120 \cdot 1.41 = 169.2 \text{ В}$$

Находим мощности:

$$P = U^2 \cdot g = 120^2 \cdot 0.11793 = 1698.2 \text{ Вт}$$

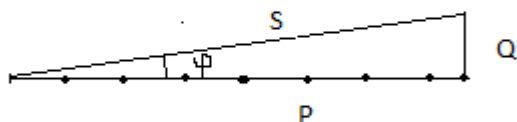
$$Q = U^2 \cdot b = 120^2 \cdot 0.0457 = 658.1 \text{ вар}$$

$$S = I \cdot U = 15.17 \cdot 120 = 1820.4 \text{ ВА}$$

Находим сдвиг фаз:

$$\varphi = \arccos \frac{P}{S} = \arccos \frac{1698.2}{1820.4} = \arccos 0.9329 = 21^\circ$$

Строим треугольник мощностей. Для этого выбираем масштаб: в 1 см – 200 ВА, Вт, вар.



Ответ: 15.17 А, 21.4 А, 169 В, 1698.2 Вт, 658.1 вар, 1820.4 ВА, 9°

Задания для самостоятельной работы:

Значения данных и дидактическая карточка выбираются в соответствии с номером варианта.

Вариант №_1-28

Цепь переменного тока с напряжением $U = ___ В$ и частотой $f = ___ Гц$ содержит 3 ветви. В первую ветвь включены: активная нагрузка $R1 = ___ Ом$, реактивная нагрузка (конденсатор $C1 = ___ мкФ$; катушка $L1 = ___ мГн$). Во вторую ветвь, соответственно: $R2 = ___ Ом$, конденсатор $C2 = ___ мкФ$, катушка $L2 = ___ мГн$. Третья ветвь содержит: $R3 = ___ Ом$ конденсатор $C3 = ___ мкФ$, катушку $L3 = ___ мГн$. Найти силу тока в цепи, амплитудные значения тока и напряжения, мощности и сдвиг фаз между током и напряжением в цепи. Построить треугольник мощностей.

Таблица значения данных по вариантам:

№В	f(Гц)	U(В)	L1(мГн)	L2(мГн)	L3(мГн)	C1(мкФ)	C2(мкФ)	C3(мкФ)	R1(Ом)	R2(Ом)	R3(Ом)
1	50	127	200	90	130	50	0	60	10	0	16
2	50	110	0	105	195	50	45	0	4	22	12
3	50	127	100	110	0	40	0	75	5	21	15
4	50	50	0	115	185	45	78	0	6	9	18
5	50	60	0	120	180	55	0	15	7	19	14
6	50	70	140	0	175	65	10	0	8	18	16
7	50	80	120	130	0	70	0	35	9	17	13
8	50	90	160	135	165	0	39	65	10	16	32
9	50	100	0	140	160	80	37	95	11	15	64
10	50	130	180	0	155	40	0	85	12	14	10
11	50	140	0	150	150	20	45	74	13	0	23
12	50	150	200	155	0	30	0	50	14	12	24
13	50	160	210	160	0	0	35	94	15	10	35
14	50	170	0	165	135	35	0	64	16	15	10
15	50	180	110	170	130	45	82	0	0	8	11
16	50	190	0	175	125	88	0	75	18	7	19
17	50	200	115	180	0	75	0	94	19	6	16
18	50	210	90	0	115	64	64	35	20	5	15
19	50	230	0	190	110	38	0	16	21	0	19
20	50	240	70	0	105	39	0	20	22	3	13
21	50	140	140	150	125	50	10	74	8	0	19
22	50	150	120	155	0	50	0	50	9	12	16
23	50	160	160	160	115	40	39	94	10	10	15
24	50	170	0	165	110	45	37	64	11	15	19
25	50	180	180	170	105	55	0	0	12	8	13
26	50	200	90	110	0	0	39	65	15	5	15
27	50	205	0	115	135	35	37	95	16	0	18
28	50	180	70	120	130	45	0	85	0	3	14

Выводы по практической работе.

Разветвленные RLC цепи переменного тока – основа колебательных контуров, которые используются в радиотехнике и электротехнике. Поэтому необходимо владеть навыками расчета таких цепей.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под реактивной нагрузкой?
2. Как рассчитывается сопротивление реактивных элементов?
3. Напишите формулу для нахождения полного сопротивления.
4. Какие виды мощности действуют в цепях переменного тока?
5. Как можно вычислить сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока?

Практическое занятие № 4

Тема: Расчет трехфазной цепи.

Цель занятия: закрепить теоретические знания по теме «Трехфазные цепи переменного тока»

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: применять формулы для расчета трехфазных цепей, находить полное сопротивление цепи переменного тока, рассчитывать мощности цепи переменного тока и сдвиг фаз между напряжением и силой тока в цепи переменного тока, строить векторную диаграмму.

Наглядные пособия, оборудование: конспект лекций по разделу «Трехфазные цепи переменного тока»; микрокалькулятор; дидактические карточки с заданиями практической работы №5.

Время работы: 4 часа.

Перечень используемой литературы:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.-752с.:ил. (с. 164-182)
2. Частоедов А.А. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1989. (с. 246-272)
3. Сафонов А.С. Основы Электротехники. – М.: Воениздат, 1961. (с. 110-120)

Содержание и порядок выполнения работы:

Подготовка к работе.

Повторить теоретический материал по учебнику или по конспекту лекций.

Выполнение работы.

Пример решения практической работы:

Вариант №_0_

В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку. В фазу АВ – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{AB}=50$ мГн, резистор с сопротивлением $R_{AB}=20$ Ом, конденсатор емкостью $C_{AB}=500$ мкФ. В фазу ВС – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{BC}=60$ мГн, резистор с сопротивлением $R_{BC}=15$ Ом, конденсатор емкостью $C_{BC}=300$ мкФ. В фазу СА – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{CA}=40$ мГн, резистор с сопротивлением $R_{CA}=20$ Ом, конденсатор емкостью $C_{CA}=200$ мкФ. Линейное напряжение $U_{ном}=120$ В, частота сети $f=50$ Гц.

Определить Фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} , активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Расчетное значение округлить до целого числа. Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A, I_B, I_C .

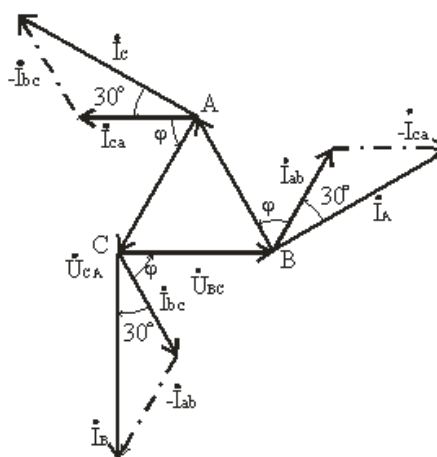
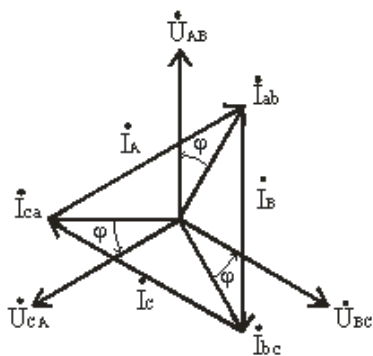
Алгоритм решения задачи: 1) составляем краткое условие задачи, 2) переводим величины в систему СИ, 3) выбираем формулу для решения задачи, 4) выражаем из формулы требуемую величину, 5) подставляем данные, 6) выполняем расчет, 7) записываем ответ.

$I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, P, Q, S, ?$	СИ:	Решение:
<p>Дано:</p> <p>$U=120В$</p> <p>$f=50Гц$</p> <p>$R_{AB}=20 Ом$</p> <p>$R_{BC}=15 Ом$</p> <p>$R_{CA}=40 Ом$</p> <p>$C_{AB}=500мкФ$</p> <p>$C_{BC}=300мкФ$</p> <p>$C_{CA}=200мкФ$</p> <p>$L_{AB}=50мГн$</p> <p>$L_{BC}=60мГн$</p> <p>$L_{CA}=40мГн$</p>	<p>$500 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$300 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$200 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$50 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$60 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$40 \cdot 10^{-3}$</p>	<p>Находим угловую частоту:</p> $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ <p>Находим индуктивные сопротивления:</p> $x_{LAB} = \omega \cdot L_{AB} = 314 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 16 Ом$ $x_{LBC} = \omega \cdot L_{BC} = 314 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 19 Ом$ $x_{LCA} = \omega \cdot L_{CA} = 314 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 13 Ом$ <p>Находим емкостные сопротивления:</p> $x_{CAB} = \frac{1}{\omega \cdot C_{AB}} = \frac{1}{314 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 6 Ом$ $x_{CBC} = \frac{1}{\omega \cdot C_{BC}} = \frac{1}{314 \cdot 300 \cdot 10^{-6}} = 11 Ом$ $x_{CCA} = \frac{1}{\omega \cdot C_{CA}} = \frac{1}{314 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = 16 Ом$ <p>Находим полные сопротивления:</p> $Z_{AB} = \sqrt{R_{AB}^2 + (x_{LAB} - x_{CAB})^2} = \sqrt{20^2 + (16 - 6)^2} = 22 Ом$ $Z_{BC} = \sqrt{R_{BC}^2 + (x_{LBC} - x_{CBC})^2} = \sqrt{15^2 + (19 - 11)^2} = 17 Ом$ $Z_{CA} = \sqrt{R_{CA}^2 + (x_{LCA} - x_{CCA})^2} = \sqrt{40^2 + (13 - 16)^2} = 40,1 Ом$ <p>Углы сдвига фаз:</p> $\cos \varphi_{AB} = R_{AB} / Z_{AB} = 20 / 22 = 0,909; \quad \varphi_{AB} = 24^\circ$ $\cos \varphi_{BC} = R_{BC} / Z_{BC} = 15 / 17 = 0,882; \quad \varphi_{BC} = 28^\circ$ $\cos \varphi_{CA} = R_{CA} / Z_{CA} = 40 / 40,1 = 0,997; \quad \varphi_{CA} = 4^\circ$ <p>Фазные напряжения при соединении треугольником:</p> <p>$U_{\phi} = U_{л} = 220 В.$</p>

		<p><i>Находим фазные токи:</i></p> $I_{AB} = U_{AB} / Z_{AB} = 120 / 22 = 5 \text{ A}$ $I_{BC} = U_{BC} / Z_{BC} = 120 / 17 = 7 \text{ A}$ $I_{CA} = U_{CA} / Z_{CA} = 120 / 40,1 = 3 \text{ A}$ <p><i>Активная мощность фаз:</i></p> $P_{AB} = U_{AB} * I_{AB} * \cos \varphi_{AB} = 120 * 5 * 0,909 = 545 \text{ Вт}$ $P_{BC} = U_{BC} * I_{BC} * \cos \varphi_{BC} = 120 * 7 * 0,882 = 741 \text{ Вт}$ $P_{CA} = U_{CA} * I_{CA} * \cos \varphi_{CA} = 120 * 3 * 0,997 = 359 \text{ Вт}$ $P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = 545 + 741 + 359 = 1645 \text{ Вт}$ <p><i>Реактивные мощности:</i></p> $Q_{AB} = U_{AB} * I_{AB} * \sin \varphi_{AB} = 120 * 5 * 0,407 = 244 \text{ вар}$ $Q_{BC} = U_{BC} * I_{BC} * \sin \varphi_{BC} = 120 * 7 * 0,122 = 102 \text{ вар}$ $Q_{CA} = U_{CA} * I_{CA} * \sin \varphi_{CA} = 120 * 3 * 0,052 = 19 \text{ вар}$ $Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 244 + 102 + 19 = 365 \text{ вар}$ <p><i>Полная мощность трехфазной цепи:</i></p> $S_{AB} = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2} = \sqrt{297025 + 59536} = 597 \text{ ВА}$ $S_{BC} = \sqrt{P_{BC}^2 + Q_{BC}^2} = \sqrt{549081 + 10404} = 748 \text{ ВА}$ $S_{CA} = \sqrt{P_{CA}^2 + Q_{CA}^2} = \sqrt{128881 + 361} = 360 \text{ ВА}$ $S = 597 + 748 + 360 = 1705 \text{ ВА}$ <p><i>Для построения векторной диаграммы выберем масштабы:</i></p> $M_U = 20 \text{ В в } 1 \text{ см} \quad M_I = 1 \text{ А в } 1 \text{ см}$ <p><i>Строим в масштабе вектора фазных напряжений, повернутых относительно друг друга на угол 120°.</i></p> <p><i>Строим в масштабе вектора фазных токов:</i></p> $I_{AB} = 5 / 1 \text{ А/см} = 5 \text{ см}$

	<p>$I_{BC} = 7/1 \text{ A/cm} = 7 \text{ cm}$</p> <p>$I_{CA} = 3/1 \text{ A/cm} = 3 \text{ cm}$</p> <p>Вектор I_{AB} опережает вектор U_{AB} на угол $\varphi_{AB} = 24^\circ$. Вектор I_{BC} опережает вектор U_{BC} на угол 28°. Вектор I_{CA} отстает от вектора U_{CA} на угол $\varphi_{CA} = 4^\circ$. Геометрические суммы векторов фазных токов равны линейным токам:</p>
	<p>$I_A = I_{AB} - I_{BC} \quad I_B = I_{BC} - I_{AB} \quad I_C = I_{CA} - I_{BC}$</p> <p>Измеряя длины векторов, находим:</p> <p>$I_A = \text{cm} * 1 \text{ A/cm} = \text{A}$</p> <p>$I_B = \text{cm} * 1 \text{ A/cm} = \text{A}$</p> <p>$I_C = \text{cm} * 1 \text{ A/cm} = \text{A}$</p> <p>Ответ: $I_{AB} = 11 \text{ A}, I_{BC} = 11 \text{ A}, I_{CA} = 11 \text{ A}, P = 3872 \text{ Вт},$ $Q = 4356 \text{ вар}, S = 7260 \text{ ВА},$</p> <p>$I_A = \text{A}, I_B = \text{A}, I_C = \text{A}.$</p>

Пример векторных диаграмм:



Задания для самостоятельной работы:

Значения данных и дидактическая карточка выбираются в соответствии с номером варианта.

Вариант №_1-28

В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку. В фазу АВ – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{AB} = ___ \text{ мГн}$, резистор с сопротивлением $R_{AB} = ___ \text{ Ом}$, конденсатор емкостью $C_{AB} = ___ \text{ мкФ}$. В фазу ВС – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{BC} = ___ \text{ мГн}$, резистор с сопротивлением $R_{BC} = ___ \text{ Ом}$, конденсатор емкостью $C_{BC} = ___ \text{ мкФ}$. В фазу СА – индуктивную катушку с индуктивностью $L_{CA} = ___ \text{ мГн}$, резистор с сопротивлением $R_{CA} = ___ \text{ Ом}$, конденсатор емкостью $C_{CA} = ___ \text{ мкФ}$. Линейное напряжение $U = ___ \text{ В}$, частота сети $f = ___ \text{ Гц}$.

Определить Фазные токи I_{AB} , I_{BC} , I_{CA} , активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Расчетное значение округлить до целого числа. Построить векторную диаграмму и по ней определить линейные токи I_A , I_B , I_C .

Таблица значения данных по вариантам:

№В	f(Гц)	U(В)	L_{AB} (мГн)	L_{BC} (мГн)	L_{CA} (мГн)	C_{AB} (мкФ)	C_{BC} (мкФ)	C_{CA} (мкФ)	R_{AB} (Ом)	R_{BC} (Ом)	R_{CA} (Ом)
1	50	127	200	90	130	50	0	60	10	0	16
2	50	110	0	105	195	50	45	0	4	22	12
3	50	127	100	110	0	40	0	75	5	21	15
4	50	50	0	115	185	45	78	0	6	9	18
5	50	60	0	120	180	55	0	15	7	19	14
6	50	70	140	0	175	65	10	0	8	18	16
7	50	80	120	130	0	70	0	35	9	17	13
8	50	90	160	135	165	0	39	65	10	16	32
9	50	100	0	140	160	80	37	95	11	15	64
10	50	130	180	0	155	40	0	85	12	14	10
11	50	140	0	150	150	20	45	74	13	0	23
12	50	150	200	155	0	30	0	50	14	12	24
13	50	160	210	160	0	0	35	94	15	10	35
14	50	170	0	165	135	35	0	64	16	15	10
15	50	180	110	170	130	45	82	0	0	8	11
16	50	190	0	175	125	88	0	75	18	7	19
17	50	200	115	180	0	75	0	94	19	6	16
18	50	210	90	0	115	64	64	35	20	5	15
19	50	230	0	190	110	38	0	16	21	0	19

20	50	240	70	0	105	39	0	20	22	3	13
21	50	140	140	150	125	50	10	74	8	0	19
22	50	150	120	155	0	50	0	50	9	12	16
23	50	160	160	160	115	40	39	94	10	10	15
24	50	170	0	165	110	45	37	64	11	15	19
25	50	180	180	170	105	55	0	0	12	8	13
26	50	200	90	110	0	0	39	65	15	5	15
27	50	205	0	115	135	35	37	95	16	0	18
28	50	180	70	120	130	45	0	85	0	3	14

Выводы по практической работе.

Трёхфазные цепи широко применяются в электросетях. Чаще всего используются соединения звездой и треугольником. Поэтому необходимо владеть навыками расчета их параметров.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под реактивной нагрузкой?
2. Как рассчитывается сопротивление реактивных элементов?
3. Напишите формулу для нахождения полного сопротивления.
4. Какие виды мощности действуют в цепях переменного тока?
5. Как можно вычислить сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока?
6. Как соотносятся фазные и линейные токи, напряжения?

Практическое занятие № 5

Тема: Исследование трансформатора.

Цель работы: Исследовать режим работы однофазного трансформатора.

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: собирать электрическую цепь, определять цену деления приборов, измерять ток, напряжение, использовать однофазный трансформатор.

Материальное обеспечение:

- Лабораторный автотрансформатор (ЛАТР).
- Исследуемый однофазный трансформатор.
- Регулируемая нагрузка (реостат на 31 Ом).
- Измерительные приборы:
 - а). амперметр Э514 (1 ÷ 2А);
 - б). амперметр Э514; (2,5 ÷ 5А);
 - в). вольтметры: Э515 (300 В); Э515 (60 В);
 - г). ваттметр. Д 5004 (1А, 150 В).

Время работы: 2 часа.

Количество учащихся, выполняющих работу: 2-3 человека.

Перечень используемой литературы:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.-752с.:ил. (с. 182-191)

Содержание и порядок выполнения работы:

Подготовка к работе.

Трансформаторы – это устройства, преобразующие энергию переменного тока одного напряжения в энергию переменного тока другого напряжения.

В радиотехнических устройствах они используются в качестве силовых трансформаторов в выпрямительных устройствах, выходных – в радиоприемных устройствах, импульсных – в блокинг-генераторах и т.д.

Трансформатор любого назначения и мощности содержит сердечник из магнитомягкого материала, выполняющий роль магнитопривода или несколько вторичных обмоток из изолированного провода. Принцип работы, первичную и одну или несколько

вторичных обмоток из изолированного провода. Принцип работы трансформатора рассмотрим на схеме.

При включении рубильника S1 под действием напряжения сети U1 по первичной обмотке трансформатора W1 пройдет переменный ток I1хх который создаст в сердечнике переменный магнитный поток Φ. Пересекая витки вторичной обмотки, он наведет в ней ЭДС индукции E2. Под действием этой ЭДС (при включенном рубильнике S2) в цепи вторичной обмотки W2 пройдет переменный ток I2, который в нагрузке Zп будет выделять определенную энергию. Таким образом, в трансформаторе передача эл. энергии из первичной цепи во вторичную осуществляется посредством магнитного поля.

Трансформатор исследуется в режимах: холостого хода, короткого замыкания и под нагрузкой.

1. В режиме холостого хода I1хх вторичная обмотка разомкнута, в первичной обмотке наводится ЭДС самоиндукции

$$E_1 = 4,44 \cdot W_1 \cdot \Phi m$$

во вторичной обмотке наводится ЭДС взаимной индукции

$$E_2 = 4,44 \cdot W_2 \cdot \Phi m$$

Мощность, потребляемая трансформатором при холостом ходе, расходуется на потери в стали в потери меди, на так как ток холостого хода составляет несколько процентов от номинального тока, а потери в меди пропорциональны квадрату тока, то они будут очень малы по сравнению с потерями в стали. Поэтому считают, что мощность при холостом ходе расходуется на потери стали, т.е. P ~ Pст.

Таким образом ваттметр, включенный в первичную обмотку при холостом ходе, измерит мощность потерь в стали Pст.

Режим холостого хода позволяет определить коэффициент трансформации.

$$n = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

2. Для опыта короткого замыкания вторичная обмотка замыкается накоротко проводом очень малого сопротивления. К первичной обмотке подводят такое пониженное напряжение через автотрансформатор (ЛАТР) U1 кЗ, при котором в цепи первичной обмотки потечет номинальный ток Iп н. Это напряжение называется напряжением короткого замыкания и

составляет ($5 \div 12\%$) U_1 н. Измеренная по ваттметру мощность при коротком замыкании равна мощности потерь в меди, т.е. $P_{к.з.} = P_m$.

Это объясняется тем, что при коротком замыкании напряжение, подведенное к первичной обмотке, очень мало, магнитная индукция в стали тоже мала и потерями в стали можно пренебречь, по сравнению с потерями в меди.

3. В нагруженном трансформаторе в цепи вторичной обмотки возникает ток I_2 , создающий в сердечнике магнитный поток Φ_2 , направленный по закону Ленца навстречу вызвавшему по потоку Φ_1 . При этом результирующий магнитный поток в сердечнике будет $\Phi_{рез.} = \Phi_1 - \Phi_2$ уменьшается, что приводит к уменьшению E_1 и E_2 .

Уменьшение E_1 вызывает увеличение I_1 в первичной обмотке, так как его величина пропорциональна разности $U_1 - E_1$.

Увеличение I_1 вызывает рост магнитного потока $\Phi_{рез.}$, а с другой стороны, уменьшение E_2 вызывает уменьшение тока I_2 , а следовательно и уменьшение Φ_2 , что также приведет к увеличению результирующего потока $\Phi_{рез.}$

Таким образом, увеличение I_2 , с одной стороны, приводит к уменьшению результирующего магнитного потока $\Phi_{рез.}$, а с другой стороны (из-за возрастания I_1 и уменьшения E_2) – к его увеличению. Эти процессы происходят одновременно, поэтому практически результирующий магнитный поток в сердечнике трансформатора не изменится и будет таким же, каким он был в режиме холостого хода.

$$\Phi_{рез.} = \Phi_1 - \Phi_2 = \text{const}$$

С ростом I_2 внутреннее падение напряжения во вторичной обмотке трансформатора увеличивается, а напряжение на нагрузке уменьшается.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомится с приборами и оборудованием и записать их основные технические характеристики.

2. Собрать схему испытания трансформатора на холостом ходу и представить ее на проверку преподавателю.

3. После разрешения преподавателя произвести опыт холостого хода (S_1 выключен, а к первичной обмотке подведено напряжение 220В). Измерить U_{1xx} , U_{2xx} , мощность холостого хода P_{1xx} . Данные записать в таблицу №1. Определить коэффициент трансформации n .

4. Произвести опыт короткого замыкания для чего:

а) отключить напряжение сети.

б) установить движок автотрансформатора тока, чтобы при включении схемы на вход исследуемого трансформатора подавалось минимальное напряжение (ручка на ЛАТР повернута против часовой стрелки до упора)

в) зажимы вторичной обмотки замкнуть проводником (пунктирная линия на эл.схеме).

г) предъявить схему для проверки преподавателю

д) после проверки разрешения преподавателя включить выключатель «Сеть» и постепенно повышая напряжение, проводимое к первичной обмотке до такого значения при котором в обмотках устанавливаются номинальные токи. $U_{1\text{кз}} \sim (5 \div 12)\% \times U_{1\text{н}}$. $U_{1\text{кз}} \sim 20 \text{ В}$.

Данные опыта короткого замыкания записать в таблице №1. ($I_{1\text{кз}}$, $U_{1\text{кз}}$, $P_{1\text{кз}}$, $I_{2\text{кз}}$).

5. Собрать схему для исследования трансформатора под нагрузкой. Для чего отсоединить проводник замыкающей накоротко вторичную обмотку трансформатора в режиме КЗ.

При постоянном входном напряжении $U_1=220 \text{ В}$, изменяя нагрузку изменим сопротивление реостата от режима холостого хода до 4,5 А измерить I_1 , U_1 , P_1 , I_2 , U_2 . Измерения сделать для 4 – 5 значений сопротивлений реостата. Данные записать в таблицу 2.

Указания к расчету и оформлению работы:

1. По данным режима холостого хода определить коэффициент трансформации и построить характеристики холостого хода представляющие зависимости I_1 хх и P_1 хх =f (U_1 хх). Величину коэффициента трансформации занести в таблицу №1.

2. Для режима короткого замыкания определить:

а) сопротивление трансформатора в режиме короткого замыкания $R_{\text{тр}} = \frac{P_{1\text{кз}}}{I_{1\text{кз}}^2}$

б) полное сопротивление $Z = \frac{U_{1\text{кз}}}{I_{1\text{кз}}}$

в) реактивное сопротивление $X_{\text{тр}} = \sqrt{Z_{2\text{кз}}^2 - R_{\text{тр}}^2}$

г) коэффициент мощности при коротком замыкании $\cos \phi_{\text{кз}} = \frac{P_{1\text{кз}}}{U_{1\text{кз}} \cdot I_{1\text{кз}}}$

3. Для режима работы трансформатора под нагрузкой:

а) определить коэффициент загрузки трансформатора $g = \frac{I_2}{I_2^{\text{н}}}$

б) рассчитать КПД трансформатора в зависимости от коэффициента загрузки

$$\eta = \frac{S_n \cdot \beta \cdot \cos \varphi_2}{S_n \cdot \beta \cdot \cos \varphi_2 + P_{cm} + \beta^2 + P_m} \cdot 100\%, \text{ где}$$

S_n – номинальная мощность трансформатора

($S_n = \dots$ В А), а $\cos \varphi_2 = 1$.

в) построить графики зависимостей:

Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Таблица с данными приборов.
3. Электрическая схема соединений.
4. Таблицы наблюдений и вычислений.
5. Характеристика $I_1 \text{ xx} = f(U_1 \text{ xx})$, $P_1 \text{ xx} = f(U_1 \text{ xx})$, $\eta = f(\beta)$ и $U_2 = f(I_2)$.
6. Выводы по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры определяются из опыта холостого хода?
2. Как определить полное и активное сопротивление трансформатора?
3. Как определить потери в меди при холостом ходе?
4. От чего зависят потери в стали трансформатора?
5. Какие параметры определяют при опыте короткого замыкания?
6. Почему при опыте К.З. пренебрегают потерями в стали?
7. Из чего состоят полные потери в трансформаторе?
8. Каково условие максимума КПД трансформатора?
9. Почему с увеличением нагрузки растет ток в первичной обмотке?
10. Что называют внешней характеристикой?
11. Чем отличаются внешние характеристики при различных нагрузках?

Практическое занятие № 6

Тема: Исследование работы асинхронного двигателя.

Цель занятия: исследовать схемы автоматизированного пуска, торможения и реверсирования асинхронного двигателя.

Умение и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: собирать электрическую цепь, исследовать асинхронный двигатель..

Время работы: 4 часа.

Количество учащихся, выполняющих работу: 2-3 человека.

Перечень используемой литературы:

Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие для студ. средних специальных учебных заведений. – М.: Высш. шк., 1998.-752с.:ил. (с. 222-227)

Программа работы:

Пуск асинхронного двигателя: выбор подключения «звезда» или «треугольник», пусковой момент. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя: изменение скольжения, числа пар полюсов, частоты питающего напряжения. Реверсирование двигателя.

Задания:

1. Повторите теоретический материал по учебнику [1].
2. Рассмотреть способы регулирования частоты.
3. Ответить на вопросы карточек № 8.9-8.10 источника литературы [1].

3. Критерии и шкала оценивания

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
Отлично	Правильность выполнения задания на практическую работу в соответствии с вариантом; высокая степень усвоения теоретического материала по теме практической работы. Способность продемонстрировать преподавателю навыки работы в инструментальной программной среде, а также применить их к решению типовых задач, отличных от варианта задания. Высокое качество подготовки отчета по практической работе. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.

<i>Хорошо</i>	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень выполнения задания на практическую работу в соответствии с вариантом и хорошую степень усвоения теоретического материала по теме практической работы. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу в соответствии с вариантом. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

ПРОГРАММА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по учебной дисциплине: Электроника и электротехника
(наименования дисциплины)

**Комплект контрольно-оценочных средств
для промежуточной аттестации**

по учебной дисциплине Электроника и электротехника
(наименования дисциплины)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение
высшего образования
«Мурманский государственный технический университет»
структурное подразделение
«Мурманский морской рыбопромышленный колледж имени И.И. Месяцева»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ММРК им. И.И. Месяцева
ФГБОУ ВО «МГТУ»
И.В. Артеменко
(подпись)
«31» августа 2019 г.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА

Дисциплина Электроника и электротехника

Специальность: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

1. Охарактеризовать электрическое поле. Назвать основное свойство поля.
2. Дать определение величинам, характеризующим электрическое поле
3. Дать формулировку и записать математическое выражение закона Кулона. Что характеризует диэлектрическая проницаемость?
4. Охарактеризовать поведение проводников и диэлектриков в электрическом поле.
5. Охарактеризовать электрическая цепь постоянного тока, ее основные элементы и условные обозначения. Дать определение электрическому току?
6. Дать определение величины и плотности тока. Назвать параметры, по которым выбирают сечение приборов в зависимости от допустимого тока.
7. Объяснить, как определяется направление электрического поля?
8. Дать определение ЭДС, перечислить источники и единицы измерения. Записать формулу напряжение источника и потребителя электрической энергии.
9. Дать формулировку и записать математическое выражение закона Ома для участка цепи и для замкнутой цепи содержащей ЭДС. Объяснить, что называется падением напряжения?
10. Дать определение электрического сопротивления и проводимости. Объяснить, что называется удельным сопротивлением проводника?

11. Объяснит зависимость сопротивления от линейных размеров и от температуры. Дать определение удельного сопротивления проводника?
12. Дать определение электрической работы, мощности и электрического КПД. Назвать виды мощности.
13. Дать определение электрического КПД. Привести примеры повышения КПД.
14. Объяснить процесс преобразование электрической энергии в тепловую. Дать формулировку и записать математическое выражение закона Джоуля-Ленца.
15. Эквивалентные схемы замещения источников энергии.
16. Охарактеризовать режимы работы электрической цепи.
17. Привести пример электрической цепи с несколькими ЭДС. Объяснить принцип построения потенциальной диаграммы.
18. Привести пример последовательное и параллельное соединение потребителей энергии, объяснить расчет эквивалентного сопротивления.
19. Привести пример смешанного соединения потребителей энергии, объяснить расчет эквивалентного сопротивления.
20. Дать формулировку и записать математическое выражение законов Кирхгофа.
21. Объяснить расчет сложной цепи методом составления уравнений по 1-ому и 2-ому законам Кирхгофа.
22. Объяснить расчет сложной цепи методом узлового напряжения и методом наложения.
23. Назвать основные понятия и величины характеризующие магнитное поле.
24. Объяснит процесс намагничивание ферромагнитных материалов. Дать определение магнитного гистерезиса.
25. Объяснить действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током.
26. Объяснить явление электромагнитной индукции.
27. Объяснить явление самоиндукции.
28. Объяснить явление взаимной индукции ЭДС. Дать определение взаимной индуктивности.
29. Объяснить устройство, принцип действия и основные параметры трансформатора.
30. Дать определение электрической емкости. Какое устройство называют конденсатором?
31. Начертить схему последовательного и параллельного соединения конденсаторов. Объяснить расчет эквивалентной емкости.
32. Объяснить определение эквивалентной емкости при смешанном соединении конденсаторов.
33. Назвать основные понятия, определения и характеристики переменного тока.
34. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с активным сопротивлением.
35. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с индуктивностью.
36. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с емкостью.
37. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R» и «L» .
38. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R» и «C».
39. Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R», «L» и «C».
40. Охарактеризовать общий случай последовательного соединения «R», «L» и «C».
41. Объяснить явление резонанса напряжения.
42. Объяснить расчет разветвленной цепи переменного тока.
43. Объяснить явление резонанса токов.
44. содержащей активное сопротивление и индуктивность к источнику с постоянной ЭДС.
45. Охарактеризовать переходные процессы при заряде и разряде конденсатора.
46. Объяснить получение системы трехфазной ЭДС. Привести примеры соединения обмоток генератора.
47. Начертить схему соединения приемников энергии звездой. Объяснить роль нейтрального провода.

48. Начертить схему соединения приемников энергии треугольником при равномерной и неравномерной нагрузке.
49. Записать уравнение мощности трехфазной системы при соединении потребителей звездой и треугольником.
50. Объяснить назначение, устройство, основные параметры и принцип действия трансформатора.
51. Объяснить назначение, устройство и принцип действия коллекторных машин постоянного тока.
52. Объяснить устройство и принцип действия электрических машин переменного тока.
53. Дать определение электрического сопротивления и проводимости. Объяснить, что называется удельным сопротивлением проводника?
54. Дать формулировку и записать математическое выражение закона Ома для участка цепи и для замкнутой цепи содержащей ЭДС. Объяснить, что называется падением напряжения?
55. Объяснить устройство и принцип действия полупроводниковых транзисторов, их классификация.
56. Объяснить физические процессы, происходящие в биполярных транзисторах.
57. Начертить схемы включения биполярных транзисторов., их вольтамперные характеристики.

Преподаватель


Торопова А.И.

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла
отделения навигации и связи

протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Председатель _____

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

<p>Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ</p> <p>Председатель МКо (МО/ЦК) Порубова В.А</p>	<p>Билет к дифференцированному зачету</p> <p>№ <u>1</u></p> <p>Группы</p> <p>Курс</p> <p>Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: right;">И.В. Артеменко</p> <p style="text-align: center;">(подпись)</p> <p>«31» августа 2019 г.</p>
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Охарактеризовать электрическое поле. Назвать основное свойство поля.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с индуктивностью.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>2</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение величинам, характеризующим электрическое поле.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с емкостью.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>3</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать формулировку и математическое выражение закона Кулона. Что характеризует диэлектрическая проницаемость?	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R» и «L».	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>4</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Охарактеризовать поведение проводников и диэлектриков в электрическом поле.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R» и «С».	
3	Решить задачу	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	<p style="text-align: center;">Билет к дифференцированному зачету № <u>5</u></p> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ</p> Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение электрического КПД. Привести примеры повышения КПД.	
2.	58. Начертить схемы включения биполярных транзисторов., их вольтамперные характеристики.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>6</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Охарактеризовать электрическую цепь постоянного тока, ее основные элементы и условные обозначения. Дать определение электрическому току.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с «R», «L» и «C».	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	<p style="text-align: center;">Билет к дифференцированному зачету</p> <p style="text-align: center;">№ <u>7</u></p> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ</p> <p style="text-align: center;">Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»</p> <p style="text-align: center;"> (подпись) И.В. Артеменко</p> <p style="text-align: center;">«31» августа 2019 г.</p> 
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение величины и плотности тока. Назвать параметры, по которым выбирают сечение проводов в зависимости от допустимого тока.	
2.	Охарактеризовать общий случай последовательного соединения «R», «L» и «C».	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>8</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить, как определяется направление электрического поля?	
2.	Объяснить устройство и принцип действия полупроводниковых транзисторов, их классификация.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>9</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение ЭДС, перечислить источники и назвать единицы измерения. Записать формулу напряжения источника и потребителя электрической энергии.	
2.	Объяснить получение системы трехфазной ЭДС. Привести примеры соединения обмоток генератора.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>10</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать формулировку и записать математическое выражение закона Ома для участка цепи и для замкнутой цепи содержащей ЭДС. Объяснить, что называется падением напряжения?	
2.	Начертить схему соединения приемников энергии звездой. Объяснить роль нейтрального провода.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>11</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко _____ (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение электрического сопротивления и проводимости. Объяснить, что называется удельным сопротивлением проводника?	
2.	Начертить схему соединения приемников энергии треугольником при равномерной и неравномерной нагрузке.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>12</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение электрической работы, мощности и электрического КПД. Назвать виды мощности.	
2.	Охарактеризовать переходные процессы при заряде и разряде конденсатора.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>13</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить процесс преобразование электрической энергии в тепловую. Дать формулировку и записать математическое выражение закона Джоуля-Ленца	
2.	Объяснить расчет сложной цепи методом составления уравнений по 1-ому и 2-ому законам Кирхгофа.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>14</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Привести пример смешанного соединения потребителей энергии, объяснить расчет эквивалентного сопротивления.	
2.	Объяснить физические процессы, происходящие в биполярных транзисторах.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>15</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Привести пример последовательного и параллельного соединения потребителей энергии, объяснить расчет эквивалентного сопротивления.	
2.	Объяснить устройство и принцип действия электрических машин переменного тока.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>16</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать формулировку и записать математическое выражение законов Кирхгофа.	
2.	1. Объяснить устройство и принцип действия коллекторных машин постоянного тока.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>17</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Назвать основные понятия и величины характеризующие магнитное поле.	
2.		
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>18</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Охарактеризовать режимы работы электрической цепи.	
2.	Объяснить процесс намагничивания ферромагнитных материалов. Дать определение магнитного гистерезиса.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>19</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током.	
2.	Объяснить получение системы трехфазной ЭДС. Соединение обмоток генератора.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>20</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить явление электромагнитной индукции.	
2.	Объяснить явление резонанса токов.	
3	Решить задачу	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>21</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г. 
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить причины возникновения вихревых токов.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с емкостью.	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>22</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г. 
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать характеристику явления электромагнитной индукции.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с емкостью	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>23</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить явление самоиндукции.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с индуктивностью	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>24</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить явление взаимной индукции ЭДС. Дать определение взаимной индуктивности.	
2.	Охарактеризовать электрическую цепь переменного тока с активным сопротивлением..	
3	Решить задачу.	


Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>25</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГАОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить устройство, принцип действия и основные параметры трансформатора.	
2.	Объяснить зависимость сопротивления от линейных размеров и от температуры. Дать определение удельного сопротивления проводника?	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>26</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Дать определение электрической емкости. Какое устройство называют конденсатором?	
2.	Объяснить расчет разветвленной цепи переменного тока.	
3	Решить задачу	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>27</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Начертить схему последовательного и параллельного соединении конденсаторов. Объяснить расчет эквивалентной емкости.	
2.	Объяснить явление резонанса токов.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>28</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Объяснить определение эквивалентной емкости при смешанном соединении конденсаторов.	
2.	Записать уравнение мощности трехфазной системы при соединении потребителей звездой и треугольником.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>29</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Основные понятия, определения и характеристики переменного тока.	
2.	Режимы работы электрической цепи.	
3	Задача.	

Преподаватель _____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГАОУ ВО «МГТУ»)
 «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

Рассмотрено методической комиссией преподавателей дисциплин профессионального цикла по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ Председатель МКо (МО/ЦК) Порубова В.А	Билет к дифференцированному зачету № <u>30</u> Группы Курс Специальность 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)	УТВЕРЖДАЮ Начальник ММРК им. И.И. Месяцева ФГБОУ ВО «МГТУ»  _____ И.В. Артеменко (подпись) «31» августа 2019 г.
№	Дисциплина: Электроника и электротехника	
1.	Назвать основные понятия, определения и характеристики переменного тока.	
2.	Привести пример электрической цепи с несколькими ЭДС. Объяснить принцип построения потенциальной диаграммы.	
3	Решить задачу.	

Преподаватель _____

Критерии оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Шкалы оценивания		Критерии
Традиционная		
отлично	зачтено	Теоретическое содержание дисциплины (модуля) освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные рабочей программой дисциплины (модуля) учебные задания выполнены.
хорошо	зачтено	Теоретическое содержание дисциплины (модуля) освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные рабочей программой дисциплины (модуля) учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
удовлетворительно	зачтено	Теоретическое содержание дисциплины (модуля) освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные рабочей программой дисциплины (модуля) учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них недостаточное.
неудовлетворительно	Не зачтено	Теоретическое содержание дисциплины (модуля) освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля) учебных заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
неудовлетворительно	Не зачтено	Теоретическое содержание дисциплины (модуля) не освоено. Необходимые практические навыки работы не сформированы, все предусмотренные рабочей программой дисциплины учебные задания выполнены с грубыми ошибками. Дополнительная самостоятельная работа над материалом дисциплины (модуля) не привела к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

Критерии и шкала оценивания ответа обучающегося на экзамене по УД

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Отлично</i>	Обучающийся владеет знаниями и умениями дисциплины в полном объеме рабочей программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы экзаменационного билета, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать, и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, решает задачи повышенной сложности.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся владеет знаниями и умениями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать средней сложности задачи.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся владеет обязательным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Обучающийся способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний по дисциплине, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.