



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

С.И. Качин

«___» _____ 2012 г.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания и индивидуальные задания
для студентов ИДО, обучающихся по направлению
140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Составители **Л.И. Аристова, Т.Е. Хохлова**

Семестр	3
Кредиты	8
Лекции, часов	10
Лабораторные занятия, часов	4
Практические занятия, часов	6
Индивидуальные задания	№1
Самостоятельная работа, часов	117
Формы контроля	экзамен

Издательство

Томского политехнического университета

2012



УДК 21.3

Электротехника и электроника: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» / сост. Л.И. Аристова, Т.Е. Хохлова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 71 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры электрических сетей и электротехники 14 июня 2012 г., протокол № 5 .

Зав. кафедрой ЭсиЭ

доцент, к.т.н., _____

В.И. Полищук

Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Электротехника и электроника» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». Данная дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень лабораторных работ и темы практических занятий. Приведены варианты индивидуальных домашних заданий. Даны методические указания по выполнению индивидуальных домашних заданий.



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	7
Тема 1. Электрические цепи постоянного тока	7
Тема 2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	9
Тема3. Трехфазные цепи	12
Тема4. Переходные процессы	14
Тема5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях	15
Тема 6. Магнитные цепи	17
Тема 7. Трансформаторы	18
Тема 8. Машины постоянного тока	20
Тема 9. Асинхронные машины	22
Тема 10. Синхронные машины	24
Тема 11. Основы электропривода	26
Тема 12. Основы электроники	27
Тема 13. Электроснабжение промышленных предприятий	30
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	32
3.1. Тематика практических занятий (6 час.)	32
3.2. Тематика лабораторных работ для студентов классической заочной формы обучения (КЗФ) (4 час.)	32
3.3. Тематика лабораторных работ для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) (4 час.)	33
4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ.....	35
4.1. Общие методические указания	35
4.2. Требования к оформлению индивидуального домашнего задания для студентов классической заочной формы обучения (КЗФ)	37
4.3. Требования к оформлению индивидуального домашнего задания для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ)	37
4.4. Контрольные задачи	38
5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ	58
5.1. Требования для сдачи экзамена	58
5.2. Вопросы для подготовки к экзамену	58
5.3. Образцы экзаменационных билетов	63
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	69
6.1. Литература обязательная	69
6.2. Литература дополнительная	69
6.3. Учебно-методические пособия	70



МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью изучения дисциплины является формирование электротехнических знаний, позволяющих специалисту достаточно четко представлять физические процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях, понимать назначение, выполняемые функции и возможности электрооборудования и электронной техники, знать свойства электроизмерительных приборов, уметь разбираться в электрических схемах, представленных в инструкциях и технических паспортах.

Задачей изучения дисциплины студентами неэлектротехнических специальностей является овладение основами методами расчета электрических цепей, теоретическими и практическими знаниями по выбору электрооборудования и электронных приборов для осуществления технологического процесса.

Дисциплина «Электротехника и электроника» относится к базовой части «Профессионального цикла» ООП направления 140100 «Теплоэнергетика». Изучение курса «Электротехника и электроника» [Б3.Б4] базируется на знаниях и умениях, обретенных студентами при изучении курсов физики, математики и информатики. Из курса физики [Б2.Б2] базовыми являются разделы «Электричество и магнетизм» и «Колебания и волны». Из курса математики [Б2.Б1] студенты должны знать: тригонометрические функции и операции с ними, решение системы линейных алгебраических уравнений, иметь понятие о векторной алгебре, функции комплексного переменного. Из курса информатики [Б2.Б3] студенты должны уметь применять компьютерную технику и информационные технологии при решении инженерных задач.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать:

- основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления,
- функций комплексных переменных;
- методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений;
- основные физические явления и законы электротехники;

уметь:

- применять методы математического анализа,
- компьютерную технику и информационные технологии при решении инженерных задач;



– выявлять физическую сущность явлений и процессов в различных устройствах;

владеть:

– инструментарием при решении математических и физических задач.

Пререквизитами данной дисциплины являются: «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

Кореквизиты – «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

В результате изучения данной дисциплины студент должен получить теоретические знания и практические навыки по методам расчета и анализа электромагнитных полей и схем замещения электротехнических устройств.

В соответствии с поставленными целями в результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и законы электротехники и электроники, методы расчета электрических цепей;
- основы электроники и электрические измерения;
- электротехническую терминологию и символику;

уметь:

- производить измерение электрических величин;
- экспериментально определять параметры и характеристики электротехнических и электронных элементов;
- выбирать электротехнические и электронные приборы для различных задач технологического процесса;

владеть:

- расчетом электрических цепей;
- навыками подключения электротехнических приборов и устройств, управления ими и контроля над их эффективной и безопасной работой;
- способами измерений основных электрических величин.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

Общекультурные:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих воз-



возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения (ОК-6);

– готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);

– способность и готовность применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией (ОК-11).

Профессиональные:

– способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

– готовность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-8);

– готовность к планированию и участию в проведении плановых испытаний технологического оборудования (ПК-14);

– готовность к участию в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-20);

– владение методиками испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования в соответствии с профилем работы (ПК-25).

Профильно-специализированные:

– готовность к планированию и участию в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов (ПК-26);

– готовность к составлению заявок на оборудование, запасные части, подготовке технической документации на ремонт (ПК-29);

– готовность к приемке и освоению вводимого оборудования (ПК-30).



2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Электрические цепи постоянного тока

1.1. Электрические устройства постоянного тока и области их применения. Элементы электрических цепей, их условные графические обозначения. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Источники электродвижущей силы и тока, резистивные элементы, их свойства и характеристики. Режимы работы источников постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 3–8], [2, с. 4–6], [3, с. 8–23], [6, с. 10–14, 24–25], [7, с. 13–16], [8, с. 4–6, 9–15, 35–36].

1.2. Топологические понятия теории электрических цепей. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником электрической энергии. Условные положительные направления электродвижущих сил, напряжений и токов на схемах замещения электрических цепей.

Рекомендуемая литература: [1, с. 3–8], [2, с. 4–6], [3, с. 24–25], [6, с. 17–19], [7, с. 16–22], [8, с. 7–8].

1.3. Определение эквивалентных сопротивлений неразветвленных и разветвленных пассивных электрических схем. Взаимное преобразование схем соединений треугольником и звездой пассивных элементов. Анализ линейных электрических цепей с одним источником электрической энергии методом эквивалентных преобразований.

Рекомендуемая литература: [1, с. 9–11], [2, с. 6–10], [3, с. 27–35], [6, с. 25–35, 40–41], [7, с. 25–28, 36–44], [8, с. 21–24].

1.4. Законы Кирхгофа. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа для анализа электрического состояния линейных электрических цепей постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 11–13], [2, с. 10–17], [3, с. 26, 36–40], [6, с. 41–42], [7, с. 23–25, 44–47], [8, с. 5–21].

1.5. Практические методы анализа электрического состояния разветвленных электрических цепей с одним и несколькими источниками электрической энергии, методы расчета: контурных токов, узлового напряжения, эквивалентного генератора (эквивалентного активного двухполюсника).



Рекомендуемая литература: [1, с. 13–20], [2, с. 17–27], [3, с. 40–49], [6, с. 42–48], [7, с. 47–55], [8, с. 24–28, 31–35].

1.6. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа простейших нелинейных электрических цепей. Понятие статического и динамического сопротивлений нелинейных элементов. Применение метода эквивалентного активного двухполюсника (эквивалентного генератора) для анализа нелинейных электрических цепей.

Рекомендуемая литература: [3, с. 50–57], [6, с. 50–56].

Методические указания

Необходимо иметь представление об электротехнических устройствах постоянного тока и областях их применения; об источниках и приемниках электрической энергии и режимах их работы, схемах замещения; о нелинейных электрических цепях, особенностях при их расчете.

Необходимо знать понятие электрической цепи, узла, контура, линейных элементах электрических цепей; законы Ома и Кирхгофа, энергетические соотношения в электрических цепях.

Уметь проводить анализ неразветвленных и разветвленных электрических цепей с одним источником энергии и с несколькими источниками электрической энергии.

Иметь опыт применения законов Кирхгофа, метода контурных токов, двух узлов и эквивалентного генератора для расчета электрических цепей постоянного тока.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Определите понятия «электрическая цепь», «схема», «ветвь», «узел», «контур», «независимый контур».
2. Дайте определения понятиям «электрический ток», «потенциал точки», «напряжение», «мощность».
3. Дайте определение понятиям «активный элемент электрической цепи». Приведите их классификацию.
4. Чему равно:
 - внутреннее сопротивление идеального источника напряжения;
 - внутренняя проводимость идеального источника тока?
5. Нарисуйте внешние характеристики и условные обозначения в схемах замещения идеальных источников энергии.
6. Дайте определение понятию «пассивный элемент электрической цепи». Приведите их классификацию.



7. Какие функции выполняет резистор как элемент схемы замещения реальной электрической цепи? Нарисуйте его условное обозначение в схемах замещения. Запишите основные формулы связи между напряжением и током.
8. Какие функции выполняет емкость как элемент схемы замещения реальной электрической цепи? Нарисуйте его условное обозначение в схемах замещения. Запишите основные формулы связи между напряжением и током.
9. Какие функции выполняет индуктивность как элемент схемы замещения реальной электрической цепи? Нарисуйте его условное обозначение в схемах замещения. Запишите основные формулы связи между напряжением и током.
10. Сформулируйте первый закон Кирхгофа. Сколько независимых уравнений возможно составить на основе первого закона для цепи с тремя узлами?
11. Сформулируйте второй закон Кирхгофа. Сколько независимых уравнений возможно составить на основе второго закона для цепи с четырьмя узлами и шестью ветвями?
12. Возможно ли преобразование идеального источника тока в идеальный источник ЭДС?
13. Какой закон лежит в основе метода контурных токов?
14. Схема содержит N узлов и M ветвей. Сколько уравнений может быть записано по методу контурных токов?
15. Может ли через источник тока проходить два контурных тока?
16. Какой закон лежит в основе метода узловых потенциалов?
17. Можно ли записать уравнение по методу узловых потенциалов для узла, сопротивление одной из ветвей которого равно нулю?
18. Чему равна проводимость ветви с источником тока?
19. Как определяется число подсхем в методе наложения?
20. В каждой подсхеме оставляют один источник, а что делают с остальными?
21. Какой суммой частичных токов (арифметической или алгебраической) определяются токи ветвей в методе наложения?
22. От чего зависит сопротивление эквивалентного генератора?
23. Что следует понимать под балансом мощностей?

Тема 2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока

2.1. Особенности электромагнитных процессов в цепях переменного тока. Простейший генератор синусоидальной электродвижущей силы. Способы представления электрических величин – синусоидальных



функций: временными диаграммами, средними и действующими значениями, векторами, комплексными числами. Основные параметры, характеризующие синусоидальную функцию.

Рекомендуемая литература: [1, с. 20–23], [2, с. 27–31], [3, с. 59–61, 67–77], [6, с. 60–69, 106–111], [7, с. 57–66], [8, с. 37–38, 45–53].

2.2. Электротехнические устройства однофазного синусоидального тока. Идеальные элементы электрической цепи переменного тока: резистивный, индуктивный, емкостный. Схемы замещения.

Рекомендуемая литература: [1, с. 23–26], [3, с. 62–66], [6, с. 70–84], [7, с. 66–74], [8, с. 38–45].

2.3. Анализ электрического состояния простейших электрических цепей переменного тока с идеальными элементами: резистивным, индуктивным, емкостным. Условные положительные направления синусоидальных величин на схемах замещения электрических цепей. Уравнения электрического состояния электрических цепей синусоидального тока. Запись уравнений для мгновенных и комплексных величин.

Рекомендуемая литература: [1, с. 20–26], [2, с. 27–31], [3, с. 82–93], [6, с. 70–78], [7, с. 78–83], [8, с. 53–57].

2.4. Уравнения электрического состояния электрических цепей с последовательным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивления двухполюсника. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями.

Рекомендуемая литература: [1, с. 23–26], [2, с. 31–36], [3, с. 93–98], [6, с. 79–86], [7, с. 83–92], [8, с. 57–61, 65–77].

2.5. Параллельное соединение элементов. Уравнения электрического состояния. Активная, реактивная, полная проводимости. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями.

Рекомендуемая литература: [1, с. 26–30], [2, с. 36–42], [3, с. 103–106], [6, с. 95–99], [7, с. 92–100], [8, с. 77–82].

2.6. Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения и практическое значение.

Рекомендуемая литература: [1, с. 34–40], [2, с. 32–42], [3, с. 98–103, 106–112], [6, с. 90–95, 100–104], [7, с. 116–123], [8, с. 88–94].



2.7. Понятие об анализе электрического состояния разветвленных электрических цепей синусоидального тока с одним источником питания. Активная, реактивная и полная мощности.

Рекомендуемая литература: [1, с. 30–34], [3, с. 113–125], [6, с. 86–89, 95–100, 112–119], [7, с. 103–114], [8, с. 83–86].

2.8. Коэффициент мощности. Техничко-экономическое значение повышения коэффициента мощности и способы компенсации реактивной мощности.

Рекомендуемая литература:[3, с. 125–130], [6, с. 145–148], [7, с. 114–116], [8, с. 87–88].

Методические указания

Необходимо иметь представление о способах представления электрических величин тригонометрическими функциями, временными диаграммами, векторами, комплексными числами; об особенностях электромагнитных процессов в электрических цепях переменного тока; условных графических обозначениях электротехнических устройств переменного тока.

Знать элементы схем замещения электрических цепей переменного тока; уравнения электрического состояния цепей синусоидального тока для мгновенных и комплексных значений; условия возникновения и практическое применение резонанса напряжений и резонанса токов; колебания энергии и мощности в цепях синусоидального тока.

Уметь проводить анализ электрического состояния разветвленных синусоидальных цепей с одним источником питания.

Иметь опыт расчета цепей синусоидальных цепей, построения векторных диаграмм на комплексной плоскости, определения фазовых соотношений между токами и напряжениями.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение понятиям «мгновенное значение тока», «напряжение», «ЭДС».
2. Что такое период, частота, угловая частота периодически изменяющегося тока или напряжения?
3. Что значит «гармонические токи и напряжения»?
4. Зависят ли действующие значения синусоидальных токов и напряжений от их начальных фаз?
5. Что такое фазовый сдвиг?
6. На каком пассивном элементе фазовый сдвиг равен нулю?
7. На каком пассивном элементе напряжение:



- опережает ток на угол 90 градусов;
 - отстает от тока на угол 90 градусов?
8. Запишите формулы для реактивного сопротивления и проводимости для:
- емкостного элемента;
 - индуктивного элемента.
9. Изложите основы символического метода расчета. Запишите основные формулы перехода из одной формы записи комплексного числа к другой.
10. Дайте формулировки закона Ома и законов Кирхгофа в комплексной форме.
11. Дайте определение векторной диаграммы. Поясните, как строятся лучевая и топографическая векторные диаграммы.
12. Что такое треугольник сопротивлений?
13. Объясните, что понимают под активной, реактивной и полной мощностями цепи. Запишите, по каким формулам они рассчитываются.
14. Что такое коэффициент мощности? Выразите его через активную и реактивную мощности в цепи синусоидального тока.
15. Какие методы расчета цепей с переменными токами применяются? Поясните, чем они отличаются от методов расчета цепей с постоянными токами.
16. Дайте определение резонанса.
17. Изменяя какие величины можно достигнуть резонанса в цепи?
18. Объясните, в каком контуре и при каких условиях возможен:
- резонанс напряжений;
 - резонанс токов?
19. Объясните, что определяет добротность контура при резонансе напряжений и токов.
20. Что называют резонансными кривыми?
21. Какое значение (наибольшее или наименьшее) входного тока цепи будет при резонансе:
- в последовательном колебательном контуре;
 - в параллельном колебательном контуре?

Тема 3. Трехфазные цепи

3.1. Элементы трехфазных электрических цепей. Принцип действия трехфазного генератора. Способы изображения симметричной системы электродвижущих сил.



Рекомендуемая литература: [1, с. 40–42], [2, с. 42–44], [3, с. 150–152], [6, с. 123–126], [7, с. 124–127], [8, с. 104–106].

3.2. Способы соединения фаз трехфазного источника питания. Трехпроводные и четырехпроводные электрические цепи. Фазные и линейные напряжения. Условно-положительные направления электрических величин в трехфазной электрической цепи. Классификация и способы включения приемников в трехфазную электрическую цепь.

Рекомендуемая литература: [1, с. 42–44], [2, с. 44], [3, с. 153–157], [6, с. 127–131], [7, с. 127–131], [8, с. 106–112].

3.3. Соединение элементов трехфазной электрической цепи звездой и треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричных и несимметричных режимах работы.

Рекомендуемая литература: [1, с. 44–49], [2, с. 44–55], [3, с. 157–166], [6, с. 131–143], [7, с. 132–148], [8, с. 117–123].

3.4. Мощность трехфазной электрической цепи. Коэффициент мощности симметричных трехфазных приемников и способы его повышения.

Рекомендуемая литература: [1, с. 52–55], [2, с. 55–57], [3, с. 169–172], [6, с. 145–148], [7, с. 148–150], [8, с. 112].

3.5. Техника безопасности при эксплуатации трехфазных установок.

Рекомендуемая литература: [3, с. 173–74], [7, с. 150–153], [8, с. 528–530].

Методические указания

Необходимо иметь представление об элементах трехфазных цепей; трехфазных генераторах; способах изображения симметричной системы ЭДС; способах соединения фаз обмотки генератора

Знать трехпроводные и четырехпроводные электрические цепи, их фазные и линейные напряжения, их соотношения; классификацию и способы включения приемников в трехфазную цепь; назначение нейтрального провода; мощности трехфазной цепи и способы измерения активной мощности при симметричной и несимметричной нагрузках.

Уметь проводить анализ трехпроводной и четырехпроводной трехфазных цепей при симметричной и несимметричной нагрузках.

Иметь опыт расчета и построения векторных диаграмм симметричных и несимметричных приемников, соединенных звездой и треугольником.



Вопросы и задания для самоконтроля

1. Определите понятие «трехфазная цепь».
2. Перечислите преимущества трехфазных цепей перед другими цепями.
3. Что значит понятие «симметричная система ЭДС», «фазовый множитель»?
4. Нарисуйте способы соединения трехфазных источников. Определите понятия «линейные провода», «линейные напряжения», «фазные напряжения источника».
5. Объясните назначение нейтрального провода в трёхфазной системе напряжения. При каком способе соединения источников нейтральный провод отсутствует?
6. Проведите классификацию потребителей трехфазной цепи.
7. Нарисуйте способы соединения потребителей трехфазных цепей. Определите понятия «линейные токи», «фазные токи», «фазные напряжения потребителей», «линейные напряжения потребителей», «ток нейтрального провода», «напряжение смещения».
8. Запишите основные формулы, симметричного режима трехфазной цепи, связывающие фазные/линейные напряжения и токи при соединении фаз приёмника треугольником/звездой.
9. Поясните особенности расчета трехфазной цепи при работе:
 - в симметричном режиме;
 - в несимметричном режиме.
10. Запишите формулы расчета активной мощности приемников:
 - в симметричном режиме;
 - в несимметричном режиме.
11. Нарисуйте схемы включения ваттметров для измерения активной мощности трехфазной цепи в симметричном/несимметричном режиме работы с нулевым/без нулевого провода.

Тема 4. Переходные процессы

Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Дифференциальные уравнения электрического состояния электрических цепей и методы их решения. Законы коммутации и их использование для определения начальных условий переходных процессов. Установившиеся и свободные составляющие электрических токов и напряжений. Влияние параметров электрической цепи на длительность переходного процесса. Постоянная времени.



Рекомендуемая литература: [1, с. 55–63], [3, с. 176–178], [6, с. 149–152], [7, с. 169–172], [8, с. 132–135].

Методические указания

Необходимо иметь представление о переходных процессах в электрических цепях, причинах их возникновения.

Знать основные понятия и определения, законы коммутации и их использование.

Уметь проводить анализ дифференциальных уравнений электрического состояния переходных процессов.

Иметь опыт использования методов расчета переходных процессов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие процессы в электрической цепи называют переходными?
2. Какой режим цепи называют установившимся?
3. Какую величину называют постоянной времени, и что она характеризует?
4. В чем заключается смысл первого и второго законов коммутации?
5. Приведите обобщенную формулировку первого закона коммутации.
6. Приведите обобщенную формулировку второго закона коммутации.
7. Объясните термины «зависимые начальные условия», «независимые начальные условия», «принужденная составляющая».
8. Как определяется корень характеристического уравнения? Приведите пример вычисления корня.
9. Запишите уравнение (общий вид), описывающее изменение искомой величины в переходном процессе.
10. Назовите три типа переходных процессов. Запишите вид свободной составляющей для каждого из этих типов.
11. Приведите алгоритм расчета переходного процесса для цепи первого порядка. Приведите пример расчета.

Тема 5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях

5.1. Причины возникновения периодических несинусоидальных электродвижущих сил, токов и напряжений. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Максимальные, средние и действующие значения напряжений и токов, мощность электрической цепи несинусоидального тока.

Рекомендуемая литература: [3, с. 200–205], [6, с. 175–182], [7, с. 156–162], [8, с. 123–128].



5.2. Анализ линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных электродвижущих сил. Влияние индуктивных и емкостных элементов на форму временных диаграмм мгновенных значений токов и напряжений в электрических цепях с источниками несинусоидальных электродвижущих сил.

Рекомендуемая литература: [3, с. 206–212], [6, с. 182–188], [7, с. 162–167].

5.3. Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных фильтров.

Рекомендуемая литература [3, с. 166–169], [6, с. 188–190], [8, с. 128–132].

Методические указания

Необходимо иметь представление о негармонических периодических напряжениях/токах и форме их представления в виде тригонометрического ряда Фурье.

Знать понятие дискретных (линейчатых) спектров; особенности измерения негармонических напряжений/токов; коэффициенты формы, амплитуды, искажения и гармоник; электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных фильтров.

Уметь проводить анализ линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных электродвижущих сил.

Иметь опыт расчета электрических цепей с источниками несинусоидальных напряжений.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Определите понятие «периодические несинусоидальные напряжения и токи». В каких случаях возникают несинусоидальные токи и напряжения в электрических цепях?
2. Запишите общую формулу разложения несинусоидальной функции с периодом T в ряд Фурье. Поясните все составляющие в этой формуле.
3. Какие виды симметрии несинусоидальных кривых вы знаете, и как они сказываются на гармоническом составе?
4. Как определяют действующее значение периодического несинусоидального тока (напряжения)?
5. Что называется амплитудным и фазочастотным спектром? Каким образом их строят?
6. Нарисуйте условные обозначения и поясните, какие значения регистрируют приборы, которые могут измерять несинусоидальные токи и напряжения.



7. Какие коэффициенты, характеризуют форму несинусоидального источника?
8. Запишите формулы для определения активной, реактивной, полной мощности искажения цепей с несинусоидальными источниками.
9. Изложите методику расчёта цепи при её подключении к источнику периодического несинусоидального сигнала.

Тема 6. Магнитные цепи

6.1. Электромагнитные устройства и их применение. Ферромагнитные материалы и их магнитные характеристики.

Рекомендуемая литература: [1, с. 68–70], [2, с. 57–61], [3, с. 221–233], [6, с. 192–202], [7, с. 205–213], [8, с. 168–175].

6.2. Магнитные цепи постоянных магнитных потоков. Применение закона полного тока для анализа магнитной цепи. Магнитные цепи с воздушным зазором в магнитопроводе. Схемы замещения магнитных цепей. Аналогия методов расчета электрических и магнитных цепей.

Рекомендуемая литература: [1, с. 70–75], [2, с. 61–70], [3, с. 234–246], [6, с. 203–213, 215–218], [7, с. 213–221], [8, с. 175–178].

6.3. Магнитные цепи переменных магнитных потоков. Особенности электромагнитных процессов в катушке с магнитопроводом. Мощность потерь в магнитопроводе. График мгновенных значений магнитного потока и тока при синусоидальном напряжении. Анализ электромагнитного состояния катушки с магнитопроводом. Уравнение электрического состояния, схема замещения, векторная диаграмма.

Рекомендуемая литература: [1, с. 75–76], [3, с. 247–258], [6, с. 223–245], [7, с. 233–243], [8, с. 182–192].

Методические указания

Необходимо иметь представление о типовых электромагнитных устройствах; о магнитных цепях и их основных свойствах; характеристиках ферромагнитных материалов.

Знать электромагнитные устройства и магнитные цепи с постоянными потоками и с переменными магнитными потоками; потери энергии в сердечнике от перемагничивания и вихревых токов.

Уметь проводить анализ электромагнитного состояния катушки с магнитопроводом в цепи переменного тока.

Иметь опыт расчета магнитных цепей с постоянной и переменной намагничивающей силой.



Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое магнитный поток, магнитная индукция, напряженность магнитного поля?
2. В каких единицах измеряется магнитное сопротивление и магнитное напряжение в схемах замещения магнитных цепей?
3. Чем обусловлена нелинейность магнитных цепей?
4. Как изменяется (увеличивается или уменьшается) индуктивность катушки при увеличении длины воздушного зазора в её магнитопроводе?
5. Какой из материалов в большей степени подходит для изготовления постоянных магнитов?
6. Запишите закон Ома для участка магнитной цепи.
7. Запишите законы Кирхгофа для разветвлённой магнитной цепи постоянного магнитного потока.
8. Напишите закон полного тока для магнитной цепи и объясните его физическую сущность.
9. Приведите примеры устройств с постоянными и переменными магнитными потоками.
10. Какую роль играют ферромагнитные материалы в электрических машинах, трансформаторах, электромагнитных аппаратах и приборах?
11. Объясните принцип работы стабилизатора напряжения.
12. Объясните принцип работы магнитного усилителя.

Тема 7. Трансформаторы

7.1. Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода.

Рекомендуемая литература: [1, с. 81–85], [2, с. 70–78], [4, с. 5–12], [6, с. 301–305], [7, с. 295–300], [8, с. 196–200].

7.2. Уравнения электрического и магнитного состояний однофазного трансформатора при нагрузке, схема замещения, векторная диаграмма. Опыты холостого хода и короткого замыкания.

Рекомендуемая литература: [1, с. 85–91], [4, с. 13–20], [6, с. 308–313], [7, с. 300–308], [8, с. 200–212].

7.3. Потери энергии в однофазном трансформаторе. Коэффициент полезного действия. Изменение вторичного напряжения однофазного трансформатора, внешние характеристики.



Рекомендуемая литература: [1, с. 90–92], [4, с. 21–27], [6, с. 320–321, 329–331], [7, с. 309–317], [8, с. 213–216].

7.4. Устройство, принцип действия и области применения трехфазных трансформаторов.

Рекомендуемая литература: [1, с. 92–95], [4, с. 29–31], [6, с. 322–326], [7, с. 318–327], [8, с. 216–222].

7.5. Устройство, принцип действия и области применения автотрансформаторов.

Рекомендуемая литература: [4, с. 32–33], [6, с. 337–342], [7, с. 329–331], [8, с. 222–224].

7.6. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы включения, погрешности измерений измерительных трансформаторов.

Рекомендуемая литература: [6, с. 337–342], [7, с. 329–331], [8, с. 230–237].

Методические указания

Необходимо иметь представление о назначении и области применения трансформаторов, типах трансформаторов; схемах соединения фаз обмоток; понятие об основных группах соединений.

Необходимо знать устройство, принцип действия трансформатора и схемы замещения; уравнения электрического и магнитного состояний; о потерях мощности и коэффициент полезного действия.

Уметь проводить анализ опытов холостого хода, короткого замыкания и работы трансформатора под нагрузкой.

Иметь опыт расчета параметров и характеристик трехфазного трансформатора.

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1.** Поясните назначение трансформаторов. Какие типы трансформаторов Вы знаете?
- 2.** Назовите элементы конструкции трансформатора.
- 3.** Изобразите (схематично) однофазный трансформатор и объясните принцип его работы
- 4.** Почему при изменении тока во вторичной обмотке трансформатора изменяется ток первичной обмотки?
- 5.** Выведите выражения для действующих значений ЭДС, индуцируемых в обмотках трансформатора
- 6.** Почему трансформатор не может работать от сети постоянного напряжения?



7. Что называют коэффициентом трансформации трансформатора?
8. Напишите уравнения электрического состояния для первичной и вторичной обмоток и объясните смысл каждого из членов этих уравнений.
9. Напишите формулы приведения напряжений, тока, сопротивлений вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки.
10. Начертите схемы замещения трансформатора и объясните обусловленность каждого её элемента.
11. Как можно определить параметры Г-образной схемы замещения трансформатора?
12. Начертите схему опыта холостого хода трансформатора и объясните, какие величины определяются в этом опыте.
13. Почему в опыте холостого хода трансформатора пренебрегают потерями в меди?
14. Начертите схему опыта короткого замыкания трансформатора и объясните, какие величины определяются в этом опыте.
15. Почему в опыте короткого замыкания трансформатора пренебрегают потерями в стали?
16. Напишите выражение для КПД трансформатора (с учётом коэффициента нагрузки β).
17. Перечислите особенности трёхфазного трансформатора. Чем отличается трёхфазный трансформатор от однофазного?
18. Что понимают под группой соединения обмоток трансформатора? От чего зависит группа соединения?
19. Назовите условия, которые необходимо выполнять при включении трансформаторов на параллельную работу?
20. Нарисуйте схемы однофазного и трёхфазного автотрансформаторов и назовите преимущества и недостатки автотрансформаторов.
21. Начертите схемы включения измерительных трансформаторов напряжения и тока.

Тема 8. Машины постоянного тока

8.1. Устройство и области применения электрических машин постоянного тока. Принцип действия, режимы генератора и двигателя. Формулы электродвижущей силы обмотки якоря и электромагнитного момента. Уравнения электрического состояния. Понятие об искрении на коллекторе.

Рекомендуемая литература: [1, с. 118–123], [2, с. 78–79], [4, с. 34–46], [6, с. 342–355], [7, с. 332–343, 346–348], [8, с. 377–387].



8.2. Классификация электрических машин постоянного тока по способу возбуждения магнитного потока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 120–122], [4, с. 47–48].

8.3. Свойства и характеристики генераторов постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 125–129], [2, с. 79–82], [4, с. 50–58], [6, с. 355–367], [7, с. 350–358], [8, с. 395–402].

8.4. Электродвигатели постоянного тока. Способы возбуждения. Пуск электродвигателя в ход. Свойство саморегулирования момента. Механические и рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения. Паспортные данные электродвигателей постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 131–137], [2, с. 82–84], [4, с. 59–73], [6, с. 367–387], [7, с. 359–376], [8, с. 404–413].

8.5. Потери мощности и коэффициент полезного действия электрических машин постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [1, с. 138–139], [4, с. 48–50], [6, с. 394–395], [7, с. 349].

Методические указания

Необходимо иметь представление об устройстве и областях применения машин постоянного тока; условных обозначениях в электрических схемах.

Необходимо знать принцип действия и режимы генератора, двигателя и электромагнитного тормоза; формулы ЭДС обмотки якоря и электромагнитного момента; о потерях энергии в машинах постоянного тока и КПД.

Уметь проводить классификацию машин постоянного тока; осуществлять пуск двигателей в ход, реверс; анализ механических характеристик.

Иметь опыт расчета параметров и характеристик электрических машин постоянного тока.

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1.** Назовите основные элементы конструкции электрической машины постоянного тока.
- 2.** Объясните устройство коллекторно-щеточного узла. Назначение коллектора в машине постоянного тока.
- 3.** Какое назначение имеют дополнительные полюса в машине постоянного тока?



4. Напишите формулу ЭДС и формулу электромагнитного момента машин постоянного тока.
5. Объясните принцип работы машин постоянного тока в режиме генератора.
6. Что такое реакция якоря генератора постоянного тока?
7. Изобразите схемы генераторов независимого, параллельного и смешанного возбуждения; покажите на них токи и ЭДС.
8. Объясните процесс самовозбуждения генераторов постоянного тока.
9. Сравните внешние характеристики различных типов генераторов.
10. Объясните принцип работы машин постоянного тока в режиме двигателя.
11. Изобразите схемы двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения; покажите на них токи и ЭДС.
12. Выведите уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока.
13. Изобразите и объясните реостатные механические характеристики двигателя параллельного и последовательного возбуждения.
14. Как происходит процесс саморегулирования момента двигателя постоянного тока при изменении нагрузки на валу?
15. Какие проблемы возникают при пуске двигателей в ход и как они решаются?
16. Перечислите способы пуска двигателей постоянного тока.
17. Перечислите способы регулирования частоты вращения двигателя и укажите их достоинства и недостатки.
18. Какие двигатели (с какой системой возбуждения) применяются в электрическом транспорте.

Тема 9. Асинхронные машины

9.1. Области применения асинхронных машин. Устройство и принцип работы трехфазного асинхронного электродвигателя (АД). Режимы генератора и электромагнитного тормоза. Уравнения электрического состояния цепей обмоток статора и ротора. Схема замещения фазы асинхронного электродвигателя.

Рекомендуемая литература: [1, с. 96–101], [2, с. 84–86], [4, с. 85–107, 132–133], [6, с. 401–421], [7, с. 382–397], [8, с. 417–432, 434–437].

9.2. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики. Энергетическая диаграмма и коэффициент полезного действия асинхронного электродвигателя. Паспортные данные.



Рекомендуемая литература: [1, с. 103–115], [4, с. 109–120], [6, с. 422–433], [7, с. 398–409], [8, с. 439–448].

9.3. Пуск в ход трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Регулирование частоты вращения ротора.

Рекомендуемая литература: [1, с. 105–113], [2, с. 86–94], [4, с. 122–131], [6, с. 433–449], [7, с. 409–416, 419–423], [8, с. 451–460].

9.4. Устройство, конструкция, принцип действия и применение однофазных и двухфазных асинхронных электродвигателей.

Рекомендуемая литература: [1, с. 116–118], [4, с. 134–136], [6, с. 457–464], [7, с. 424–427], [8, с. 460–464].

Методические указания

Необходимо иметь представление об устройстве и областях применения асинхронных машин; условных обозначениях в электрических схемах.

Необходимо знать принцип действия трехфазных машин, режимы работы; уравнения электрического и магнитного состояний трехфазного двигателя; энергетические диаграммы и КПД.

Уметь проводить анализ механических характеристик; осуществлять регулирование частоты вращения и пуск в ход двигателей.

Иметь опыт расчета параметров и характеристик электрических асинхронных машин.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как происходит возбуждение вращающегося магнитного поля трёхфазной системой токов? Условия создания вращающегося магнитного поля.
2. Устройство трёхфазного асинхронного двигателя.
3. Назвать преимущества и недостатки асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
4. Объясните принцип работы трёхфазного асинхронного двигателя.
5. Что называется скольжением в АД? Как измеряется скольжение?
6. Как зависит частота вращения вращающегося магнитного поля от частоты напряжения питания сети и конструкции обмотки статора АД? Какая максимальная частота вращения ротора возможна при частоте напряжения сети 50 Гц?
7. Как осуществить изменение направления вращения ротора АД?



8. Чему равна частота ЭДС ротора, если частота напряжения сети равна 50 Гц, а скольжение составляет 1%?
9. При каких условиях асинхронная машина будет работать в режимах:
а) двигателя, б) генератора, в) электромагнитного тормоза?
В каких пределах может меняться скольжение асинхронной машины?
10. Напишите выражения ЭДС вращающегося и неподвижного ротора.
11. Выведите выражение для тока во вращающемся роторе.
12. Выведите выражение для вращающего момента АД. Начертите кривую $M(S)$. Какая часть кривой $M(S)$ соответствует устойчивой работе АД и какая – неустойчивой?
13. Дайте определение и начертите естественную механическую характеристику АД.
14. Как влияет значение сопротивления цепи фазного ротора на пусковые свойства АД?
15. Перечислите возможные способы уменьшения пускового тока АД.
16. Когда возможен пуск трёхфазного асинхронного двигателя путём переключения фаз обмотки статора со звезды на треугольник?
17. Перечислите возможные способы регулирования частоты вращения АД.
18. Начертите семейство механических характеристик АД с фазным ротором.
19. Начертите искусственные механические характеристики АД при частотном и полюсном регулировании частоты вращения.

Тема 10. Синхронные машины

10.1. Области применения синхронных машин. Устройство трехфазной синхронной машины. Принцип действия генератора и двигателя.

Рекомендуемая литература: [1, с. 140–144], [2, с. 94–96], [4, с. 147–156, 174–175], [6, с. 472–477], [7, с. 427–437], [8, с. 467–471].

10.2. Уравнение электрического состояния цепи обмотки статора генератора и электродвигателя, схемы замещения, векторные диаграммы. Формула электромагнитного момента и угловые характеристики.

Рекомендуемая литература: [1, с. 144–151], [4, с. 157–159, 174–177], [6, с. 477–481, 484–489], [8, с. 471–473, 477–478, 483–486].

10.3. Автономная работа синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики.

Рекомендуемая литература: [1, с. 153–154], [4, с. 172–173], [6, с. 481–483].



10.4. Особенности работы синхронного генератора в энергосистеме. Включение генератора на параллельную работу с мощной сетью. Регулирование активной и реактивной мощностей синхронного генератора.

Рекомендуемая литература: [1, с. 146–148], [4, с. 160–170], [6, с. 483–484], [7, с. 437–444], [8, с. 475–482].

10.5. Работа синхронной машины в режиме электродвигателя. Пуск электродвигателей в ход. Саморегулирование вращающего момента. Регулирование реактивной мощности и коэффициента мощности синхронного двигателя.

Рекомендуемая литература: [1, с. 154–157], [4, с. 178–182], [6, с. 484–493], [7, с. 444–454], [8, с. 486–489].

Методические указания

Необходимо иметь представление об устройстве и областях применения синхронных машин; условных обозначениях в электрических схемах и векторных диаграммах для режимов двигателя и генератора.

Необходимо знать принцип действия генератора и двигателя; уравнение электрического состояния цепи обмотки статора; автономную работу синхронного генератора; особенности работы синхронного генератора в энергосистеме.

Уметь проводить анализ электромагнитного момента и угловых характеристик; анализ влияния величины тока возбуждения на коэффициент мощности синхронного двигателя; осуществлять пуск двигателя в ход.

Иметь опыт расчета параметров и характеристик электрических синхронных машин.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите основные узлы синхронной машины. В каких условиях работы применяют машины с ротором, имеющим явно выраженные полюса и неявно выраженные полюса?
2. Опишите принцип работы синхронной машины в режиме генератора и двигателя.
3. Напишите выражение для действующего значения ЭДС синхронного генератора при холостом ходе.
4. Объясните физический смысл реакции якоря в синхронном генераторе при различном характере нагрузки.
5. Начертите характеристики синхронного генератора: холостого хода, внешнюю и регулировочную.



6. Начертите схему замещения фазы генератора и постройте её упрощённую векторную диаграмму.
7. Каковы условия и порядок включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью трёхфазного тока?
8. Объясните, как происходит пуск синхронного двигателя.
9. Начертите угловую и механическую характеристики синхронного двигателя.
10. Как можно регулировать коэффициент мощности синхронного двигателя при неизменной нагрузке на валу?
11. При каких условиях синхронный двигатель выпадает из синхронизма?
12. Перечислите преимущества и недостатки синхронных двигателей.
13. С какой целью используют синхронные компенсаторы?

Тема 11. Основы электропривода

11.1. Понятие об электроприводе. Уравнение движения. Понятие о нагрузочных диаграммах. Номинальные режимы работы электродвигателей.

Рекомендуемая литература: [1, с. 158–161], [2, с. 96–98], [4, с. 211–229], [7, с. 479–483], [8, с. 511–517].

11.2. Выбор вида и типа электродвигателя. Расчет мощности двигателя электропривода.

Рекомендуемая литература: [1, с. 161–162], [2, с. 98–110], [4, с. 228–231], [6, с. 505–513], [7, с. 484–489], [8, с. 517–524].

11.3. Управление электроприводами. Электрическая аппаратура управления и защиты электродвигателей. Контактторы, автоматические выключатели, реле, конечные выключатели.

Рекомендуемая литература: [1, с. 162–163], [4, с. 192–209], [6, с. 513–522], [7, с. 496–501], [8, с. 490–509, 524–527].

11.4. Типовые схемы управления электродвигателями.

Рекомендуемая литература: [1, с. 24–25], [4, с. 235–241], [7, с. 502–507].

11.5. Понятие о тиристорных электроприводах.

Рекомендуемая литература: [4, с. 242–246], [8, с. 524–527].



Методические указания

Необходимо иметь представление о механике электропривода; задачах выбора двигателя.

Необходимо знать уравнения моментов; нагрузочные диаграммы электропривода; номинальные режимы работы электродвигателя; методы средних потерь и эквивалентных величин.

Уметь проводить выбор двигателя по каталогу для длительного, кратковременного и повторно-кратковременного режимов.

Иметь опыт расчета мощности и выбора вида и типа электродвигателя.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какая совокупность электротехнических устройств называется электроприводом?
2. Что понимается под статической нагрузочной диаграммой электропривода?
3. Чем определяется режим работы электропривода? Дайте классификацию режимов работы электропривода.
4. Какие методы применяются для выбора мощностей электродвигателей постоянного и переменного тока?
5. Какие факторы влияют на выбор типа и модификации электродвигателя?

Тема 12. Основы электроники

12.1. Полупроводниковые приборы. Электропроводность полупроводников, образование и свойства p - n -перехода. Классификация полупроводниковых приборов.

Рекомендуемая литература: [1, с. 163–168], [5, с. 63–65], [8, с. 237–243], [9, с. 12–17].

12.2. Полупроводниковые резисторы, диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры. Характеристики, параметры, назначение.

Рекомендуемая литература: [1, с. 168–175], [5, с. 65–89], [8, с. 243–257], [9, с. 17–41].

12.3. Интегральные микросхемы. Классификация по функциональному назначению. Параметры интегральных микросхем.

Рекомендуемая литература: [5, с. 96–103], [9, с. 42–52].

12.4. Индикаторные приборы.



Рекомендуемая литература: [9, с. 53–69].

12.5. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Электрические схемы однофазных и трехфазных выпрямителей. Электрические фильтры.

Рекомендуемая литература: [1, с. 168–175], [5, с. 198–218], [8, с. 258–265], [9, с. 225–243].

12.6. Транзисторные усилители. Коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики. Режимы работы и температурная стабилизация.

Рекомендуемая литература: [1, с. 179–188], [5, с. 119–141], [8, с. 279–292], [9, с. 91–111].

12.7. Понятие о многокаскадных усилителях напряжения и мощности.

Рекомендуемая литература: [9, с. 112–118].

12.8. Операционные усилители.

Рекомендуемая литература: [5, с. 168–75], [8, с. 292–294], [9, с. 131–139].

12.9. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителей.

Рекомендуемая литература [5, с. 156–161], [8, с. 294–301], [9, с. 118–122].

12.10. Импульсные электронные устройства, общая характеристика. Параметры импульсных сигналов. Простейшие формирователи импульсных сигналов.

Рекомендуемая литература: [8, с. 306–308], [9, с. 175–184].

12.11. Логические элементы.

Рекомендуемая литература: [5, с. 259–268], [8, с. 308–312], [9, с. 185–191].

12.12. Импульсные устройства с устойчивыми состояниями. Триггеры.

Рекомендуемая литература: [5, с. 268–277], [8, с. 317–321], [9, с. 191–195].

12.13. Цифровые счетчики импульсов. Логические автоматы с памятью и логические автоматы без памяти. Регистры, дешифраторы, мультиплексоры.

Рекомендуемая литература: [8, с. 321–323], [9, с. 195–202].



12.14. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Понятие о микропроцессорных устройствах и микро-ЭВМ.

Рекомендуемая литература: [5, с. 298–316], [8, с. 324–325], [9, с. 215–223].

Методические указания

Необходимо иметь представление о классификации и принципе работы основных устройств современной электроники.

Необходимо знать конструкцию, характеристики, параметры, назначения основных устройств современной электроники.

Уметь проводить исследования работы основных устройств современной электроники.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что понимают под собственной, электронной и дырочной типами электропроводности полупроводников?
2. Какие контактные явления происходят в $p-n$ -переходе? Что такое контактная разность потенциалов?
3. Как объясняются выпрямительные свойства $p-n$ -перехода? Приведите вольтамперную характеристику $p-n$ -перехода. Какие существуют типы полупроводниковых диодов? Где они применяются?
4. Какова структура плоскостного биполярного транзистора, условное обозначение? Какие напряжения подаются на его $p-n$ -переходы в разных режимах работы?
5. Какие существуют схемы включения транзисторов? Приведите схемы включения и покажите входные и выходные вольтамперные характеристики для транзистора, включенного по схеме с ОЭ?
6. Что понимают под h -параметрами? Объясните физический смысл каждого из этих параметров.
7. Полевые транзисторы, условные обозначения. Как осуществляется управление током канала полевого транзистора? Назовите типы тиристоров, покажите их условные обозначения и вольтамперные характеристики.
8. Какие основные типы интегральных микросхем выпускаются промышленностью? Каковы преимущества интегральных микросхем по сравнению с аппаратурой на дискретных элементах?
9. Основные схемы выпрямления переменного тока. Какую величину называют коэффициентом пульсации?



10. Каково назначение электрических сглаживающих фильтров? Приведите известные Вам схемы сглаживающих фильтров.
11. По каким признакам классифицируют усилители низкой частоты?
12. Какие величины усиливают усилители, собранные на транзисторах по схемам с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором? Какие из этих усилителей используются чаще других?
13. Какую зависимость называют амплитудно-частотной характеристикой, и какую – фазо-частотной?
14. Что такое обратная связь в усилителях? Какие существуют виды обратной связи?
15. Начертите схему однокаскадного усилителя низкой частоты с биполярным транзистором. Укажите назначение всех элементов.
16. Как определяются коэффициенты усиления усилительного каскада?
17. Нарисуйте схемы простейших формирователей импульсных сигналов.
18. Какими параметрами характеризуются реальные импульсы? Каким образом отображаются в электронных устройствах логические ноль и единица?
19. Изобразите условные обозначения логических схем, выполняющих операции ИЛИ, И, НЕ и составьте таблицы истинности для них.
20. Изобразите условные обозначения схем, предназначенных для выполнения логических операций ИЛИ-НЕ, И-НЕ, ЗАПРЕТ и составьте для них таблицы истинности.

Тема 13. Электроснабжение промышленных предприятий

13.1. Электрические нагрузки, графики электрических нагрузок.

Рекомендуемая литература: [10, с. 10–22].

13.2. Показатели качества электрической энергии: отклонения напряжений, несимметрия напряжений, несинусоидальность формы кривых напряжения и тока, отклонения и колебания частоты.

Рекомендуемая литература: [10, с. 42–76].

13.3. Схемы внутрицехового электроснабжения в сетях напряжением до 1000 В.

Рекомендуемая литература: [10, с. 181–190].

13.4. Применяемые типы проводников для внутрицеховых и межцеховых сетей напряжением до 1000 В.

Рекомендуемая литература: [10, с. 190–193].



13.5. Основные понятия о подстанциях. Электрические схемы цеховых трансформаторных подстанций.

Рекомендуемая литература: [10, с. 320–329].

Методические указания

Необходимо иметь представление о системе электроснабжения.

Необходимо знать электрические нагрузки, графики электрических нагрузок; устройства для понижения реактивной мощности; защиту электрической сети от низкого напряжения и от токов короткого замыкания.

Уметь проводить анализ показателей качества электрической энергии.

Иметь опыт расчета номинальных нагрузок для различных приемников электрической энергии.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что называют системой электроснабжения?
2. Какими показателями оценивается качество электрической энергии у электропотребителей?
3. Что надо понимать под электрической нагрузкой сети?
4. Как осуществляется расчет номинальных нагрузок для различных приемников электрической энергии? Что надо понимать под средними нагрузками сети?
5. Какие типы электрических проводников применяются для внутрицеховых сетей?
6. Как защищают электрические сети низкого напряжения от токов короткого замыкания?
7. Что надо понимать под потерями напряжения и мощности в линии?
8. Какими способами можно уменьшить потребление реактивной мощности электрическими приемниками?
9. Какие компенсирующие устройства используются для понижения реактивной мощности?



3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Название, объём, последовательность выполнения практических и лабораторных занятий определяются маршрутом и календарным планом, составленным преподавателем в процессе работы со студентами.

3.1. Тематика практических занятий (6 час.)

1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока.
2. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока.
3. Расчет трехфазных электрических цепей.
4. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока.
5. Расчет магнитных цепей с постоянной и переменной намагничивающей силой.
6. Расчет параметров и характеристик трехфазного трансформатора.
7. Расчет параметров и характеристик электрических машин постоянного тока.
8. Расчет параметров и характеристик электрических машин переменного тока.
9. Основы электропривода. Расчет мощности и выбор вида и типа электродвигателя.

3.2. Тематика лабораторных работ для студентов классической заочной формы обучения (КЗФ) (4 час.)

Требования к этапам работы, связанные с лабораторными занятиями, определены в методических указаниях ко всем лабораторным работам [17,18], с которыми можно ознакомиться на сайте кафедры [20].

Перечень лабораторных работ:

1. Исследование линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора (активного двухполюсника) (2 часа).
2. Изучение законов Кирхгофа в линейных электрических цепях постоянного тока (2 часа).
3. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с последовательным соединением элементов. Резонанс напряжений (2 часа).
4. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с параллельным соединением элементов. Резонанс токов (2 часа).



5. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников звездой (2 часа).
6. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников треугольником (2 часа).
7. Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).
8. Исследование однофазного трансформатора (2 часа).
9. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором (2 часа).
10. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (2 часа).
11. Исследование электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения (2 часа).
12. Исследование генератора постоянного тока независимого и параллельного возбуждения (2 часа).
13. Исследование синхронного генератора (2 часа).
14. Исследование неуправляемых выпрямителей (2 часа).

3.3. Тематика лабораторных работ для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) (4 час.)

Студентами, обучающимися с использованием ДОТ, лабораторные работы выполняются в системе схемотехнического моделирования **Electronics Workbench**. Программу можно взять с сайта <http://ewb.narod.ru/start.htm>. Программа упакована архиватором WinZip, не требует инсталляции. Создайте на жестком диске каталог с произвольным именем и разархивируйте. Запускным файлом является файл с именем Wewb.exe. Просто «кликните» на нем дважды.

Студент должен проделать лабораторную работу и результаты отправить преподавателю, который его курирует.

Оформление работы должно соответствовать требованиям, представленным в методических указаниях к лабораторным работам [19]. Все лабораторные работы студентам необходимо проделать до сессии. Если лабораторные работы не сделаны и нет положительной рецензии преподавателя, то студент не допускается до сдачи экзамена.



Перечень лабораторных работ:

1. Исследование линейной разветлённой цепи постоянного тока (2 часа).
2. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального тока (2 часа).
3. Исследование трехфазной цепи, соединенной звездой (2 часа).
4. Нелинейный резистивный элемент в цепи источником гармонического напряжения (2 часа).
5. Электрические цепи с вентилями (2 часа).
6. Интегрирующий операционный усилитель (2 часа).
7. Дифференцирующий операционный усилитель (2 часа).

4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

4.1. Общие методические указания

Индивидуальные задания выполняются и предоставляются на проверку преподавателю в соответствии с графиком изучения дисциплины.

Индивидуальное домашнее задание состоит из ряда задач, охватывающих основные разделы курса.

К каждой задаче дается таблица с численными данными на 20 вариантов.

Номер варианта, выполняемого студентом, определяется по двум последним цифрам учебного шифра студента. Если число, образованное этими цифрами, больше 20, то из него следует вычесть 20 столько раз, чтобы в результате получилось число не превышающее 20. Оно и будет номером варианта.

Задачи, входящие в контрольные работы, весьма разнообразны, поэтому можно предложить общие рекомендации к их решению:

1. Уяснить содержание задачи, изобразить электрическую схему цепи, выписать заданные и искомые величины.

2. Проанализировать схему электрической цепи, то есть выяснить, сколько ветвей (N_B), узлов (N_Y) и независимых контуров (N_K) она содержит и определить возможности ее упрощения.

3. Разметить схему, то есть обозначить ее узлы, показать заданные и принятые направления электродвижущих сил, напряжений и токов. Индексы токов в ветвях рекомендуется выбирать такими же, как индексы у элементов данной ветви.

4. Выбрать способ решения задачи, если нет рекомендаций в условии. Предварительно ознакомиться с теорией по учебнику и методикой решения подобных задач по сборнику задач.

5. Во избежание ошибки при числовых расчетах все значения величин подставлять в формулы в основных единицах системы СИ (В, А, Ом, Ф, Гн и т.д.), для чего все производные единицы следует перевести в основные, например: $1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$; $1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$; $1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$ и т. д. Проанализировать полученные в процессе решения задачи результаты: реальны ли найденные значения величин (коэффициент полезного действия меньше единицы, сопротивление положительно), возможны ли подобные режимы, правильны ли единицы полученных физических величин и др.



6. Проверить правильность полученных результатов каким-либо методом, например, решив задачу другим способом, составить баланс мощностей и т.п.

7. При числовых расчетах рекомендуется придерживаться определенного порядка: искомую величину описать формулой, затем подставить числовые значения величин, результат расчета (числовое значение) искомой величины и единицы измерения. Расчеты выполнить до трех значащих цифр.

8. Решение задачи обязательно сопровождать пояснениями, то есть назвать законы, на основании которых составлены уравнения, смысл преобразований в схемах и формулах, последовательность действий, комментировать полученные результаты.

9. Электрические схемы необходимо чертить при соблюдении ГОСТов на условные графические изображения элементов этих схем (можно пользоваться изображениями элементов схем в приведенных ниже задачах). Следует строго придерживаться установленных буквенных обозначений электрических величин.

10. Графики представить аккуратно выполненными. Оси координат чертить сплошными линиями со стрелками на концах. Масштабы шкал по осям необходимо выбрать равномерными, начиная с нуля, таким образом, чтобы использовалась вся площадь координатной плоскости. Цифры шкал нанести слева от оси ординат и под осью абсцисс. Буквенное обозначение шкалы и единицу измерения величины записать над числами шкалы ординат и под осью абсцисс, справа от последнего числа шкалы.

11. Векторные диаграммы строят в масштабе, который указывается таким образом: $m_U = \dots \frac{В}{мм}$; $m_I = \dots \frac{А}{мм}$.

12. В случае несоответствия работы требованиям студент получает оценку «незачтено». В этом случае работа должна быть исправлена и повторно предоставлена преподавателю.

13. Если индивидуальное домашнее задание не зачтено или зачтено при условии внесения исправлений, то все необходимые поправки делают в конце работы в разделе «Работа над ошибками». Нельзя вносить какие-либо исправления в текст, расчеты или графики, просмотренные преподавателем.

14. В случае затруднений, возникающих при решении задач, которые не удается преодолеть с помощью учебной литературы, студент может обратиться в университет для получения устной или письменной консультации.



4.2. Требования к оформлению индивидуального домашнего задания для студентов классической заочной формы обучения (КЗФ)

Индивидуальное домашнее задание следует выполнять в отдельной тетради, которая сдается преподавателю.

На обложке тетради указывается: фамилия, имя и отчество, домашний адрес, номер учебного шифра, номер группы и номер варианта.

Все страницы работы должны иметь сквозную нумерацию.

Обязательно прилагается список использованной литературы, в который включаются методические указания, в соответствии с которыми выполнены задания.

Студент КЗФ должен быть готов защитить свои индивидуальные задания во время сессии. Защита домашнего задания происходит в индивидуальной беседе с преподавателем по выполненным задачам.

Студент, не получивший положительной аттестации по индивидуальному заданию, не допускается к сдаче экзамена по данной дисциплине.

4.3. Требования к оформлению индивидуального домашнего задания для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Индивидуальное задание в электронном виде отправляется преподавателю, который курирует студента.

Индивидуальное задание оформляется в отдельном файле. Условия и решения задач необходимо набрать с использованием программы Microsoft Word, формулы набираются в MathType. Кегль не менее 12.

Обязательно должен быть титульный лист. На титульном листе указывают: фамилию, имя и отчество, домашний адрес, номер учебного шифра, номер группы и номер варианта.

Все страницы работы должны иметь сквозную нумерацию.

Обязательно прилагается список использованной литературы, в который включаются методические указания, в соответствии с которыми выполнены задания.

В случае несоответствия работы требованиям к оформлению студент получает отрицательную рецензию. В этом случае работа должна быть исправлена и повторно отправлена на проверку преподавателю в минимально короткий срок.

Студенты, обучающиеся с использованием ДОТ, в обязательном порядке получают рецензию на индивидуальное задание. Правильно выполненные работы студенту не возвращаются.

Студент, не получивший положительной рецензии по индивидуальному заданию, не допускается к сдаче экзамена по данной дисциплине.

4.4. Контрольные задачи

Задача 1. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рис. 1.1–1.20, по заданным величинам сопротивлений и электродвижущих сил (табл. 1) выполнить следующие операции:

1) составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа;

2) рассчитать токи во всех ветвях заданной схемы методом контурных токов;

3) составить баланс мощностей для заданной схемы;

4) определить показание вольтметра;

5) упростить схему, заменив треугольник сопротивлений R_4, R_5, R_6 эквивалентным соединением звездой и в полученной схеме:

- показать токи в ветвях и рассчитать их методом узлового напряжения;

- определить ток в резисторе с сопротивлением R_6 методом эквивалентного генератора.

Таблица 1

Данные к задаче 1										
Вар-т	Рис.	E_1 , В	E_2 , В	E_3 , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	R_6 , Ом
1	1.1	22	24	10	2	1	6	4	10	6
2	1.2	55	18	4	8	4	3	2	4	4
3	1.3	36	10	25	4	8	3	1	2	7
4	1.4	16	5	32	9	3	2	4	1	5
5	1.5	20	22	9	1	2	6	3	8	4
6	1.6	25	14	28	5	2	8	2	2	6
7	1.7	5	16	30	6	4	3	2	5	3
8	1.8	10	6	24	3,5	5	6	6	3	1
9	1.9	6	20	4	4	6	4	4	3	3
10	1.10	21	4	10	5	7	2	8	1	1
11	1.11	14	9	18	2,7	10	4	8	10	2
12	1.12	15	24	6	9,1	8	1,5	16	10	8
13	1.13	16	8	23	2,8	6	6	11	9	5
14	1.14	48	12	6	4,2	4,6	2	12	6	9
15	1.15	12	36	12	3,5	5,6	1,8	5	6	9
16	1.16	12	6	40	18	34	8	15	7	12
17	1.17	18	20	36	8,7	12	10	6	8	6
18	1.18	72	12	24	6,3	4,5	10	4	12	4
19	1.19	12	48	6	2,5	1,6	4,6	15	2	3
20	1.20	9	6	27	4,5	2	8,2	13	4	3

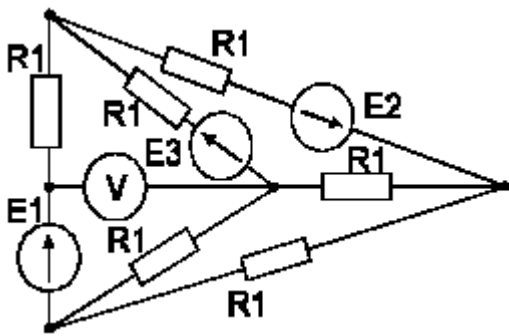


Рис. 1.1

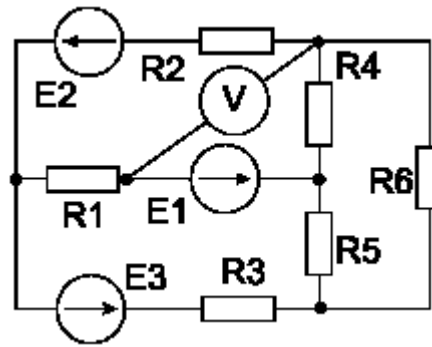


Рис. 1.2

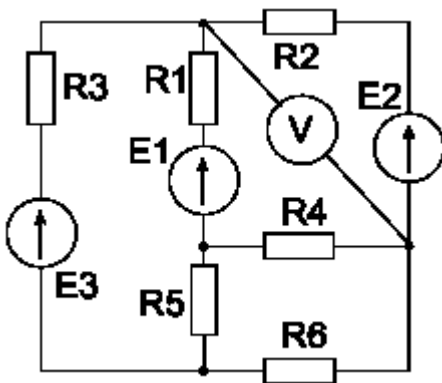


Рис. 1.3

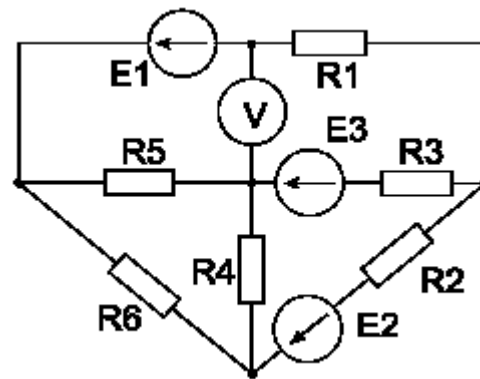


Рис. 1.4

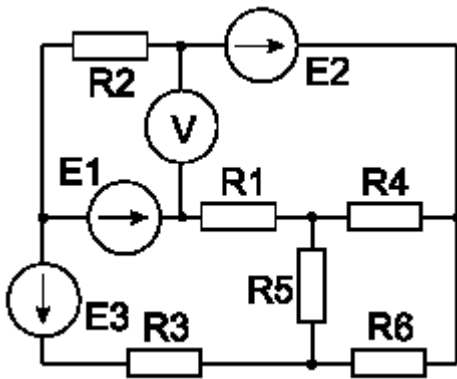


Рис. 1.5

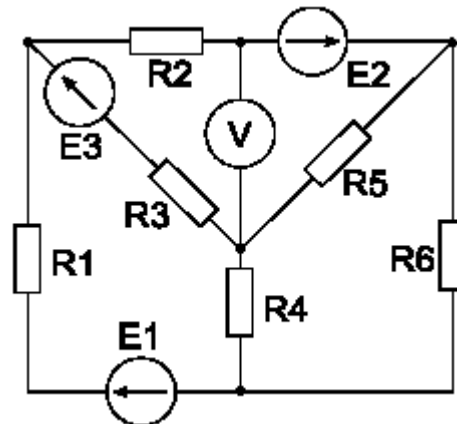


Рис. 1.6

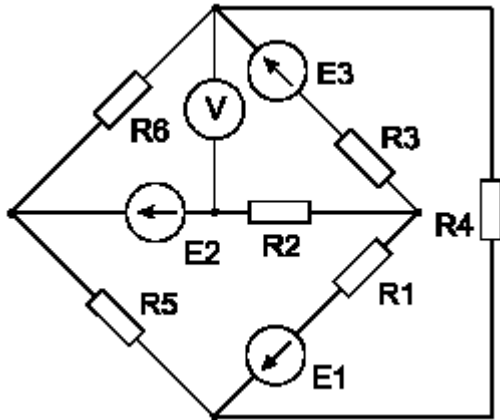


Рис. 1.7

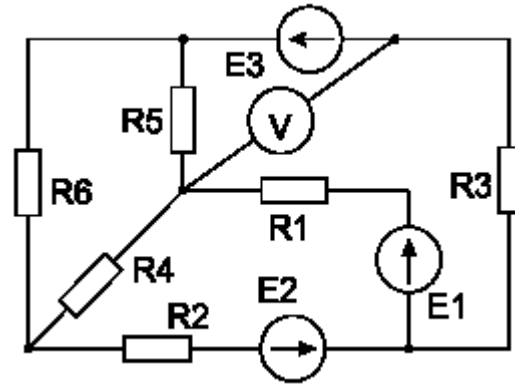


Рис. 1.8

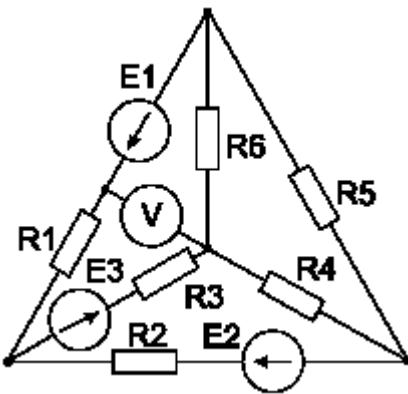


Рис. 1.9

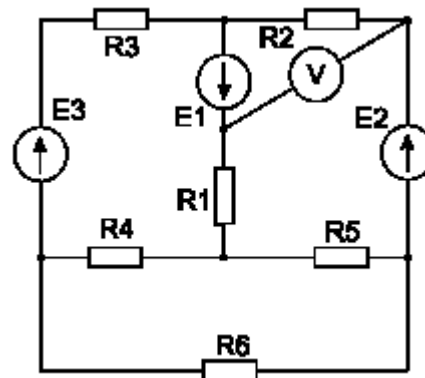


Рис. 1.10

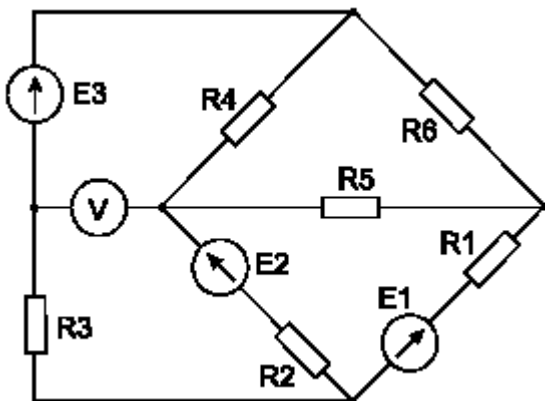


Рис. 1.11

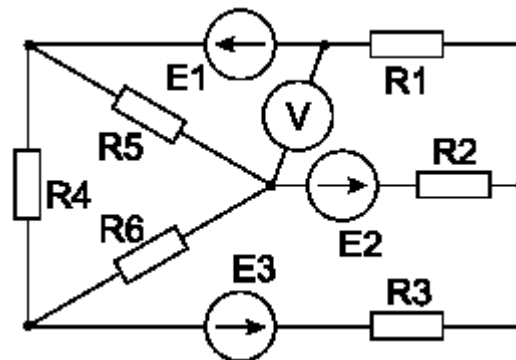


Рис. 1.12

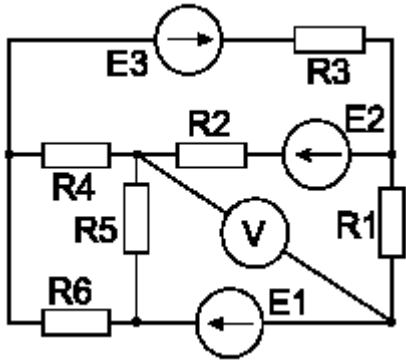


Рис. 1.13

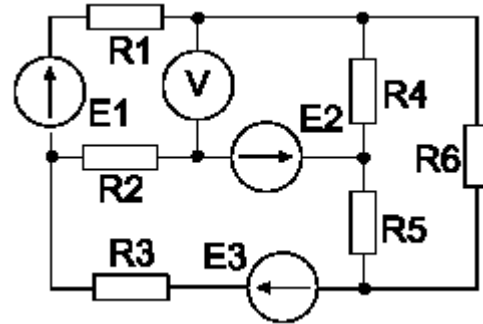


Рис. 1.14

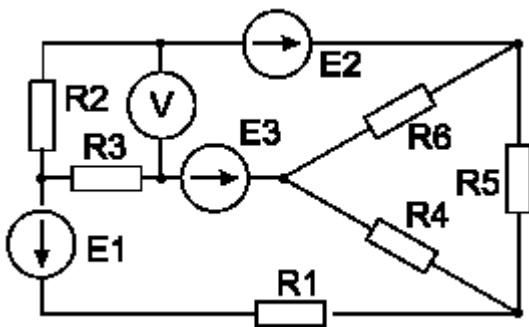


Рис. 1.15

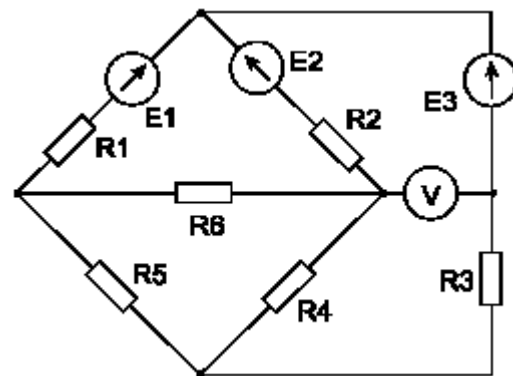


Рис. 1.16

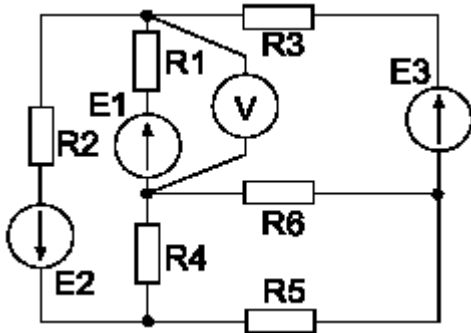


Рис. 1.17

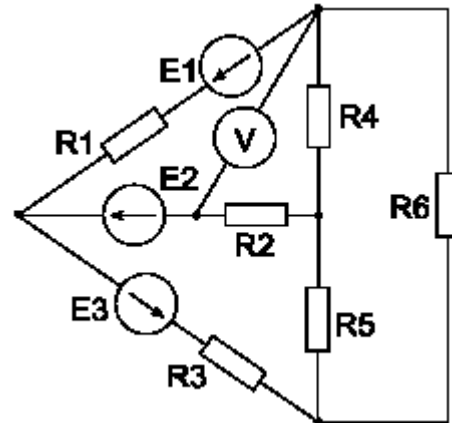


Рис. 1.18

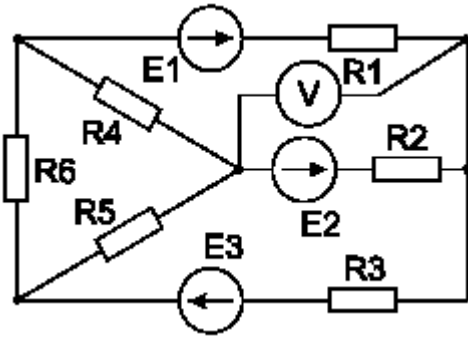


Рис. 1.19

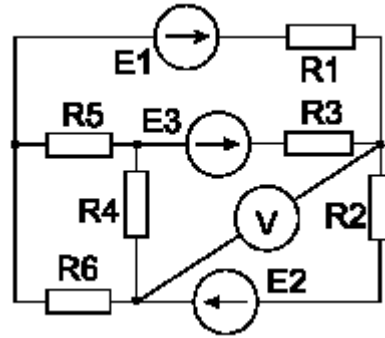


Рис. 1.20

Задача 2. В электрических цепях, схемы которых представлены на рис. 2.1–2.20, известны параметры элементов цепи (табл. 2). К зажимам электрической цепи приложено синусоидальное напряжение вида $u(t) = \sqrt{2} U \sin \omega t$, изменяющееся с частотой $f = 50$ Гц. Необходимо рассчитать:

- 1) комплексные действующие значения токов в ветвях схемы;
- 2) определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра;
- 3) определить коэффициент мощности $\cos \varphi$ на входе электрической цепи.

Таблица 2

Данные к задаче 2											
Вар-т	Рис.	U , В	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ	L_1 , мГн	L_2 , мГн	L_3 , мГн	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
1	2.1	150	637	–	–	–	18	15,9	2	3	4
2	2.2	100	–	100	–	15,9	–	15,9	8	3	–
3	2.3	120	–	–	318	–	–	15,9	8	3	4
4	2.4	200	–	–	398	15,9	15,9	–	–	3	4
5	2.5	220	637	159	–	–	–	19,1	8	–	4
6	2.6	50	318	–	–	–	–	115	10	20	50
7	2.7	100	–	–	159	15,9	115	–	–	25	40
8	2.8	200	159	–	–	115	–	63,7	–	22	18
9	2.9	220	–	212	100	63,7	–	–	–	15	35
10	2.10	50	–	530	–	–	–	19,1	10	4	8
11	2.11	100	63,7	–	265	–	31,8	–	–	–	15
12	2.12	120	398	–	–	–	38,2	–	8	–	10
13	2.13	200	–	–	212	–	63,7	–	25	–	12
14	2.14	220	–	159	–	–	–	115	45	–	30
15	2.15	150	–	–	212	115	–	–	15	25	–
16	2.16	100	398	–	–	–	–	38,2	–	18	8

Данные к задаче 2											
Вар-т	Рис.	U , В	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ	L_1 , мГн	L_2 , мГн	L_3 , мГн	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
17	2.17	120	–	265	–	–	–	47,8	12	10	–
18	2.18	200	159	–	–	–	115	–	25	–	40
19	2.19	220	398	–	–	–	115	–	15	36	–
20	2.20	50	–	530	159	–	–	38,2	6	–	8

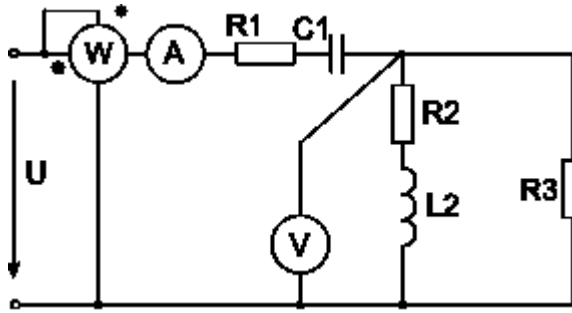


Рис. 2.1

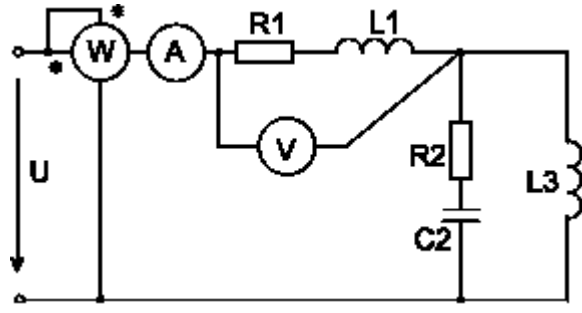


Рис. 2.2

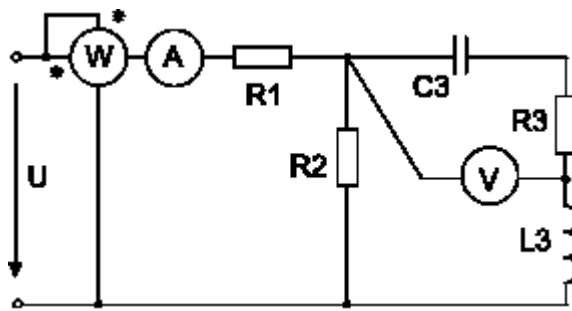


Рис. 2.3

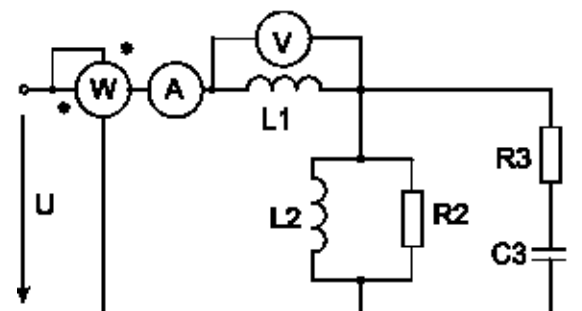


Рис. 2.4

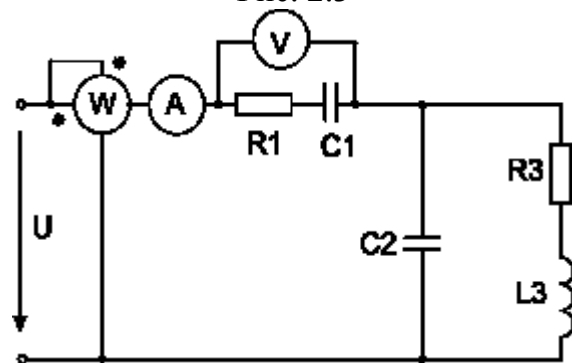


Рис. 2.5

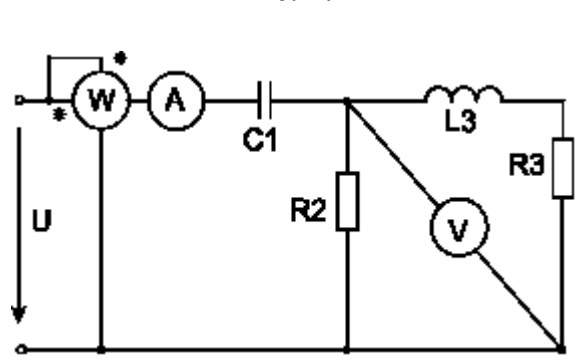


Рис. 2.6

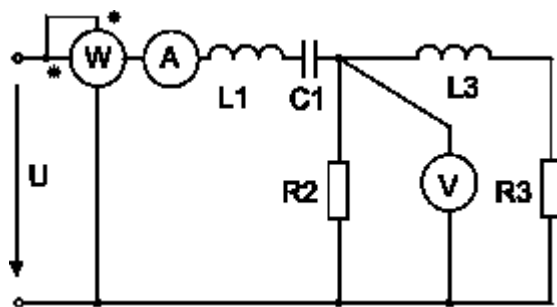


Рис. 2.7

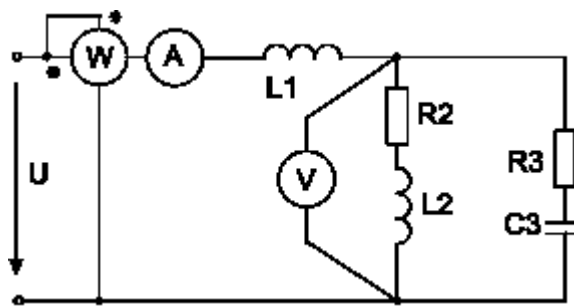


Рис. 2.8

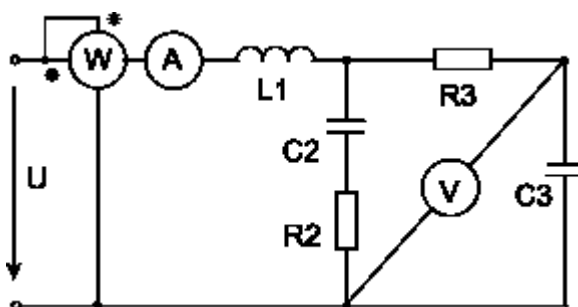


Рис. 2.9

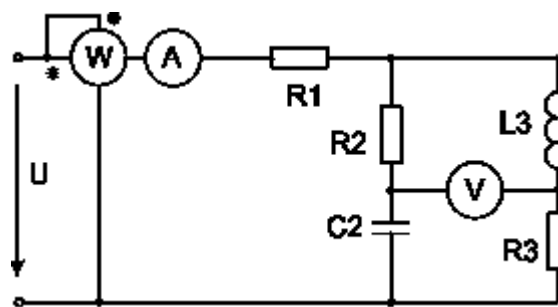


Рис. 2.10

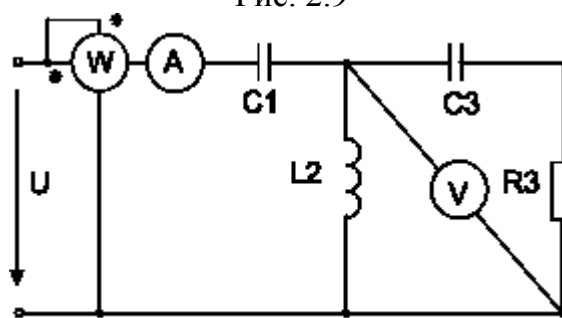


Рис. 2.11

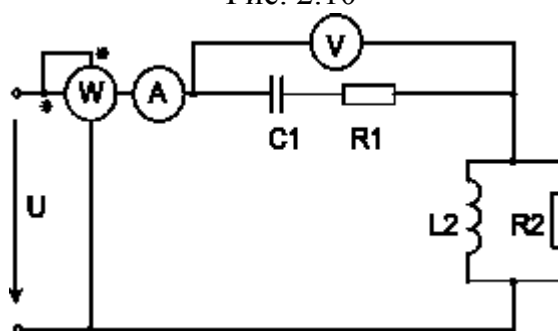


Рис. 2.12

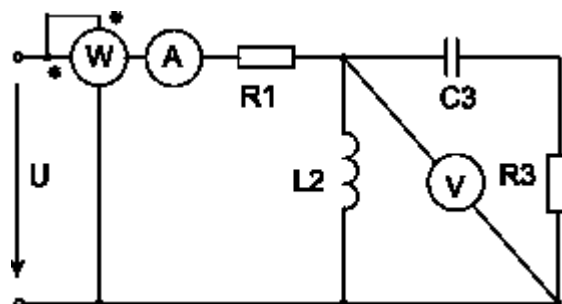


Рис. 2.13

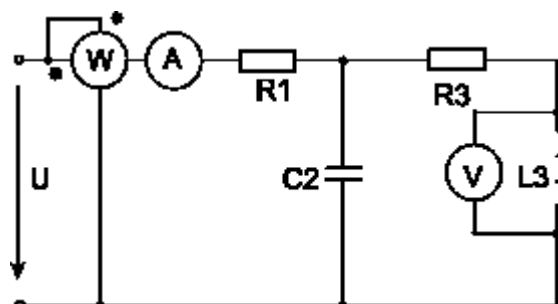


Рис. 2.14

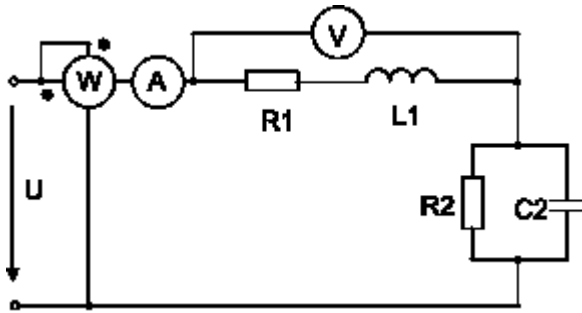


Рис. 2.15

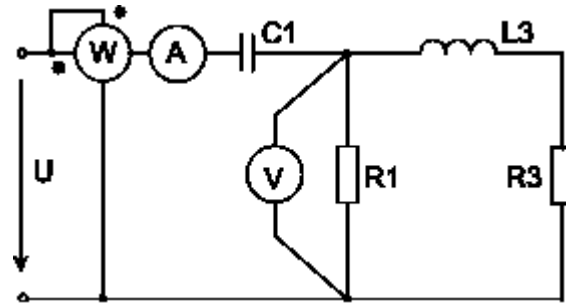


Рис. 2.16

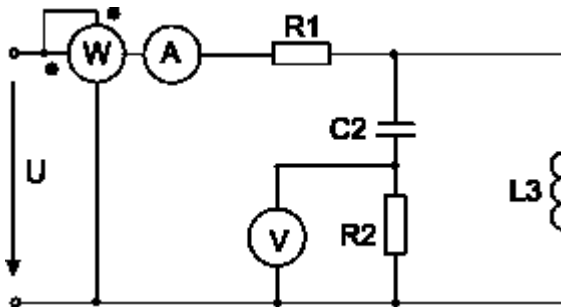


Рис. 2.17

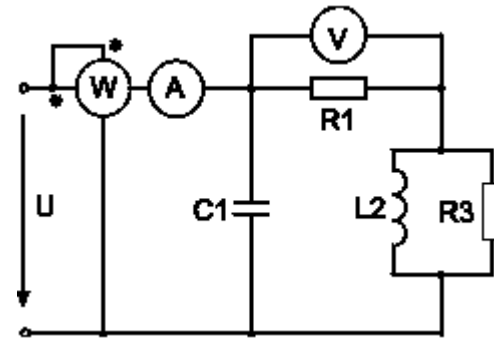


Рис. 2.18

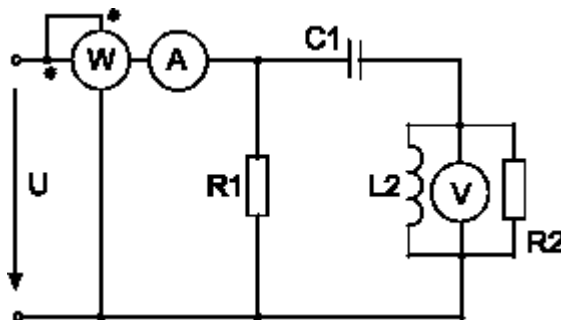


Рис. 2.19

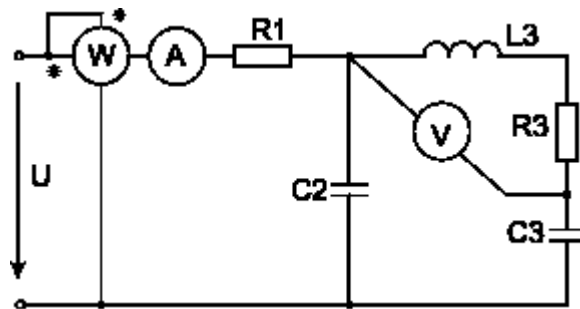


Рис. 2.20

Задача 3. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рис. 3.1–3.3, по заданным параметрам трехфазной симметричной нагрузки $Z_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению источника электрической энергии (табл. 3) рассчитать:

- 1) фазные и линейные токи;
- 2) фазные напряжения;
- 3) активную и реактивную мощности;
- 4) построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

Таблица 3

Данные к задаче 3								
Вар-т	Рис.	Лин. напр U , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	X_1 , Ом	X_2 , Ом	X_3 , Ом
1	3.1	220	8	8	8	6(инд)	6(инд)	6(инд)
2	3.3	220	10	10	10	–	–	–
3	3.1	380	15	15	15	5(емк)	5(емк)	5(емк)
4	3.3	127	4	4	4	3(инд)	3(инд)	3(инд)
5	3.2	380	–	–	–	11 (емк)	11 (емк)	11 (емк)
6	3.3	127	–	–	–	10 (инд)	10 (инд)	10 (инд)
7	3.1	220	15	15	15	–	–	–
8	3.3	127	–	–	–	20 (емк)	20 (емк)	20 (емк)
9	3.1	220	5	5	5	8(инд)	8(инд)	8(инд)
10	3.3	380	16	16	16	12 (инд)	12 (инд)	12 (инд)
11	3.1	380	12	12	12	6(инд)	6(инд)	6(инд)
12	3.3	220	25	25	25	–	–	–
13	3.2	380	12	12	12	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)
14	3.3	220	18	18	18	10 (емк)	10 (емк)	10 (емк)
15	3.2	220	10	10	10	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)
16	3.3	127	30	30	30	–	–	–
17	3.1	380	–	–	–	22 (емк)	22 (емк)	22 (емк)
18	3.3	220	–	–	–	40 (емк)	40 (емк)	40 (емк)
19	3.1	220	8	8	8	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)
20	3.2	380	20	20	20	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)

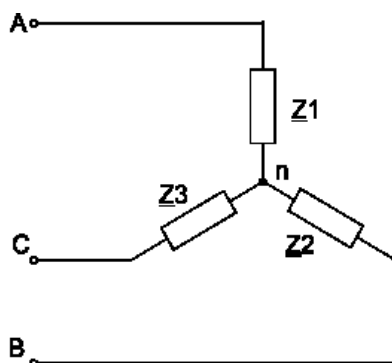


Рис. 3.1

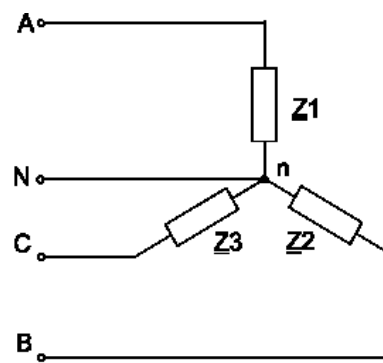


Рис. 3.2

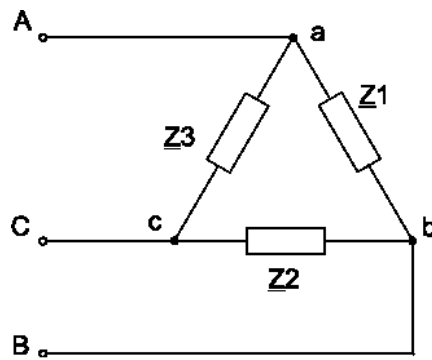


Рис. 3.3

Задача 4. Для указанного на рис.4 усилительного каскада с общим эмиттером по заданным величинам схемы $U_{ВХ}$, $R_{К}$, $R_{Б}$, h_{11} , h_{21} , h_{22} (табл. 4) определить:

- 1) коэффициенты усиления по напряжению, току и мощности;
- 2) выходное напряжение;
- 3) входное и выходное сопротивления.

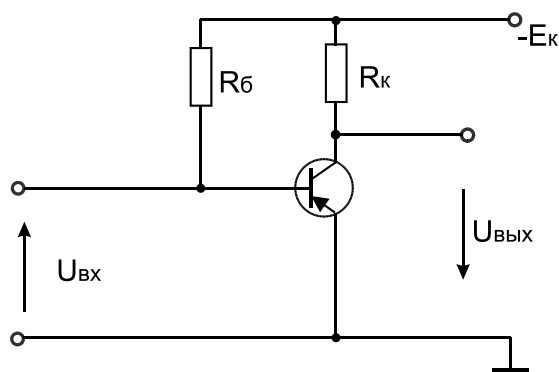


Рис. 4

Таблица 4

Данные к задаче 4						
Вар-т	h_{11} , Ом	h_{21}	h_{22} , Ом ⁻¹	$R_{К}$, кОм	$R_{Б}$, кОм	$U_{ВХ}$, мВ
1	700	40	4×10^{-5}	3,8	65	2
2	1100	85	6×10^{-5}	4,2	100	3,8
3	550	200	7×10^{-5}	3,2	60	6
4	640	55	12×10^{-5}	5	40	14

Данные к задаче 4						
Вар-т	h_{11} , Ом	h_{21}	h_{22} , Ом ⁻¹	R_K , кОм	R_{σ} , кОм	$U_{ВХ}$, мВ
5	980	80	8×10^{-5}	4,8	75	0,8
6	860	120	5×10^{-5}	10	93	1,2
7	1000	90	9×10^{-5}	8	72	3
8	540	100	4×10^{-5}	3,6	56	2,4
9	950	60	11×10^{-5}	5,4	50	28
10	880	110	7×10^{-5}	4,2	86	12
11	660	75	6×10^{-5}	6,4	78	5,6
12	1200	125	5×10^{-5}	8,5	106	24
13	750	45	4×10^{-5}	12	70	11
14	920	60	9×10^{-5}	4,4	106	24
15	800	85	7×10^{-5}	5,6	70	15
16	860	130	8×10^{-5}	7,5	57	6
17	1050	50	5×10^{-5}	4,6	77	50
18	580	35	4×10^{-5}	3,7	94	60
19	900	95	6×10^{-5}	2,8	68	14
20	840	105	9×10^{-5}	10	60	5

Указание: перед решением задачи ознакомиться с решениями задач 9.20, 9.26 по [11, с. 170–171].

Задача 5. Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (рис. 5), выполненные из листовой электротехнической стали марки 1212. Катушка электромагнита имеет w витков. Воздушный зазор между стержнями и якорем электромагнита имеет длину $L_0 = 0,5$ мм. Определить величину тока в катушке электромагнита для создания подъемной силы F . Параметры электромагнита заданы в табл. 5.

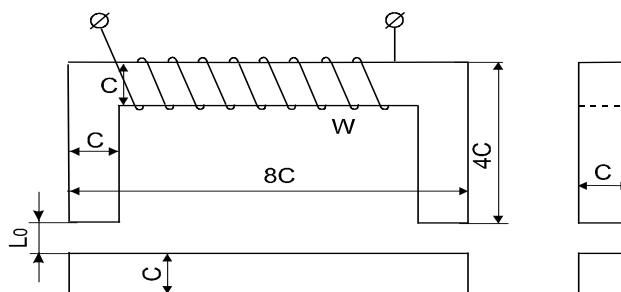


Рис. 5

Таблица 5

Данные к задаче 5							
Вар-т	с, см	w, ВИТКОВ	F, кН	Вар-т	с, см	w, ВИТКОВ	F, кН
1	3	200	1,5	11	8	850	9
2	3,5	200	2	12	8,5	1000	10
3	4	300	2,5	13	9	1200	10
4	4,5	300	3	14	9,5	3000	11
5	5	400	4	15	10	4000	12
6	5,5	500	5	16	5	1500	5
7	6	650	6	17	5,5	2000	5,5
8	6,5	800	7	18	6	1400	8
9	7	1000	8	19	6,5	1300	6
10	7,5	1700	9	20	7	2500	7

Задача 6. Трехфазный трансформатор имеет номинальную мощность S_H , первичное номинальное линейное напряжение U_{1H} , вторичное линейное напряжение холостого хода U_{2X} , напряжение $u_K\%$ и мощность P_K номинального короткого замыкания, мощность холостого хода P_X . Ток холостого хода составляет k процентов от номинального тока первичной обмотки (табл. 6).

Определить:

- 1) коэффициент мощности холостого хода $\cos\varphi_0$;
- 2) сопротивления первичной и вторичной обмоток R_1, X_1, R_2, X_2 ;
- 3) сопротивления ветви намагничивания Z_m, R_m, X_m .

Построить:

- 1) внешнюю характеристику $U_2 = f_1(\beta)$;
- 2) зависимость коэффициента полезного действия трансформатора от нагрузки $\eta = f_2(\beta)$ при коэффициентах нагрузки $\beta = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25$ и коэффициенте мощности $\cos\varphi_2 = 0,8$.

Нарисовать: Г-образную схему замещения трансформатора.

Примечание. Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

$$\Delta u_2 \% = \beta (u_{ка} \cos \varphi_2 + u_{кр} \sin \varphi_2);$$

$$U_2 = U_{2x} \left(1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100}\right);$$

$$u_{ка} = u_K \cos \varphi_K; \quad u_{кр} = \sqrt{(u_K)^2 - (u_{ка})^2};$$

$$\cos \varphi_K = \frac{R_K}{Z_K}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

Таблица 6

Данные к задаче 6								
Вар-т	Группа соедин.	$S_H,$ кВА	$U_{1H},$ кВ	U_{2x} В	$u_K \%$	$P_K,$ Вт	$P_X,$ Вт	$k \%$
1	$Y/Y_0 - 0$	10	6,3	400	5,0	335	105	10
2	$Y/\Delta - 11$	20	6,3	230	5,0	600	180	9
3	$Y/Y_0 - 0$	30	10	400	5,0	850	300	9
4	$Y/Y_0 - 0$	50	10	400	5,0	1325	440	8
5	$Y/Y_0 - 0$	75	10	230	5,0	1875	590	7,5
6	$Y/\Delta - 11$	180	10	525	5,0	4100	1200	7
7	$Y/Y_0 - 0$	240	10	525	5,0	5100	1600	7
8	$Y/\Delta - 11$	320	35	10500	6,5	6200	2300	7,5
9	$Y/Y_0 - 0$	420	10	525	5,5	7000	2100	6,6
10	$Y/Y_0 - 0$	25	6	230	4,5	600	125	3
11	$Y/Y_0 - 0$	25	10	230	4,7	690	125	3
12	$Y/\Delta - 11$	25	6	400	4,5	600	125	3
13	$Y/Y_0 - 0$	40	10	230	4,5	880	180	3
14	$Y/Y_0 - 0$	40	6	400	4,7	1000	180	3
15	$Y/\Delta - 11$	63	6	230	4,5	1280	260	2,8
16	$Y/\Delta - 11$	63	10	230	4,7	1470	260	2,8
17	$Y/\Delta - 11$	100	10	230	4,7	2270	365	2,6

Данные к задаче 6								
Вар-т	Группа соедин.	S_H , кВА	U_{1H} , кВ	U_{2x} , В	u_K %	P_K , Вт	P_X , Вт	k %
18	$Y/\Delta - 11$	160	6	230	4,5	2650	540	2,4
19	$Y/Y_0 - 0$	160	10	400	4,5	3100	540	2,4
20	$Y/\Delta - 11$	250	6	230	4,5	3700	780	2,3

Задача 7. Генератор постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность P_H , номинальное напряжение U_H , сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии $R_{я}$ (табл. 7).

Определить при переходе от номинального режима к режиму холостого хода:

- 1) электромагнитную мощность генератора;
- 2) относительное изменение напряжения Δu % на его зажимах.

Построить: внешнюю характеристику генератора.

Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

Таблица 7

Данные к задаче 7							
Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	$R_{я}$, Ом	Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	$R_{я}$, Ом
1	16	230	0,064	11	37	220	0,051
2	22	230	0,041	12	90	460	0,017
3	5,5	115	0,095	13	110	460	0,05
4	30	230	0,051	14	71	230	0,096
5	7,5	230	0,343	15	4,0	230	0,87
6	10	115	0,042	16	3,0	230	1,6
7	13,2	220	1,046	17	55	230	0,092
8	300	460	0,106	18	2,5	230	1,47
9	25	230	0,106	19	160	460	0,01
10	55	460	0,085	20	1,25	230	2,72

Указание. Ознакомиться с решением задачи 11.2 по [11, с. 216–217], при этом следует помнить, что в генераторе постоянного тока с независимым возбуждением изменение нагрузки не оказывает влияния на магнитный поток.

Задача 8. Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу P_H ; номинальное напряжение U_H ; номинальную частоту вращения якоря n_H ; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; сопротивление цепи обмотки якоря $R_{я}$; сопротивление цепи обмотки возбуждения R_B (табл. 8).

Определить:

- 1) частоту вращения якоря при холостом ходе;
- 2) частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя;
- 3) частоту вращения якоря при включении в цепь обмотки якоря добавочного сопротивления, равного $3R_{я}$.

Построить:

- 1) естественную механическую характеристики $n(M)$ электродвигателя;
- 2) реостатную (при $R_d = 3R_{я}$ в цепи обмотки якоря) механические характеристики $n(M)$ электродвигателя.

Нарисовать: схему включения электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Таблица 8

Данные к задаче 8						
Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	n , об/мин	η_H , %	$R_{я}$, Ом	R_B , Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	365
2	2,0	220	3000	79	0,805	73
3	5,3	110	3350	79,5	0,46	96,3
4	7,5	440	3000	85	0,55	25,6
5	11	440	750	83,5	0,565	15,9
6	10	110	1000	82,5	0,042	72,5
7	30	440	2200	89	0,136	46,7
8	5,2	220	800	81,5	0,26	72,5
9	15	220	1500	85,5	0,338	45
10	12	110	1060	81	0,036	49,2
11	75	440	3150	91,5	0,031	31,7
12	3,0	220	950	87,5	0,125	137
13	18,5	440	750	83	0,473	49,7
14	45	220	1500	87,5	0,237	38,6
15	55	440	1700	87	0,059	20,2
16	110	220	1500	89,5	0,0075	22,8

Данные к задаче 8						
Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	n , об/мин	η_H , %	$R_{я}$, Ом	R_B , Ом
17	160	440	1900	90	0,0116	25,6
18	20	220	2360	89,5	0,026	74
19	6	110	750	81,5	0,071	96
20	30	440	1600	89,5	0,185	40,6

Задача 9. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой $f = 50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: номинальная мощность на валу P_H ; номинальное скольжение s_H ; номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi_H$; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; число пар полюсов p ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального m_K и m_{Π} (табл. 9).

Определить:

- 1) ток, потребляемый электродвигателем из сети;
- 2) частоту вращения ротора при номинальном режиме;
- 3) номинальный, максимальный и пусковой моменты;
- 4) критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s}};$$

- 5) величины моментов, соответствующие значениям скольжений: s_H ; s_K ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0.

Построить:

механическую характеристику $n(M)$ электродвигателя.

Таблица 9

Данные к задаче 9							
Вар-т	P_H , кВт	η_H , %	$\cos \varphi_H$	s_H , %	p	m_K	m_{Π}
1	0,75	77	0,87	5,9	1	2,2	2,0
2	0,12	63	0,7	9,7	1	2,2	2,0
3	11	88	0,9	2,3	1	2,3	1,7
4	90	90	0,9	1,4	1	2,5	1,2
5	0,25	63	0,65	9,0	2	2,2	2,0
6	4,0	84	0,84	4,4	2	2,4	2,0
7	22	90	0,9	2,0	2	2,3	1,4

Данные к задаче 9							
Вар-т	P_H , кВт	η_H , %	$\cos \varphi_H$	S_H , %	p	m_K	m_{II}
8	75	93	0,9	1,2	2	2,3	1,2
9	0,18	56	0,62	11,5	3	2,2	2,2
10	3,0	81	0,76	4,7	3	2,5	2,0
11	30	90,5	0,9	2,1	3	2,4	1,3
12	75	92	0,89	2,0	3	2,2	1,2
13	0,55	64	0,65	9,0	4	1,7	1,6
14	7,5	86	0,75	2,5	4	2,2	1,4
15	30	90	0,81	1,8	4	2,1	1,3
16	110	93	0,85	1,5	4	2,3	1,2
17	37	91	0,78	1,7	5	1,8	1,0
18	90	92,5	0,83	1,6	5	1,8	1,0
19	45	90,5	0,75	2,5	6	1,8	1,0
20	75	91,5	0,76	1,5	6	1,8	1,0

Задача 10. Производственный механизм приводится во вращение асинхронным электродвигателем. Изменение момента на валу электродвигателя за цикл работы производственного механизма изображается нагрузочной диаграммой на рис. 6 (табл. 10). Синхронная частота вращения магнитного поля равна n_c .

Определить методом эквивалентных величин [6, с.228–231]:

расчетную мощность выбираемого электродвигателя.

Выбрать:

типоразмер асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором для расчетной мощности $P_{расч.}$ и синхронной частоты вращения n_c по справочнику [13, с.27–72].

Проверить выбранный электродвигатель:

- 1) на перегрузочную способность;
- 2) по пусковому моменту с учетом возможного понижения напряжения сети на 10%, то есть $0,9^2 M_{max д} \geq M_2$ и $0,9^2 M_{IIд} \geq M_1$.

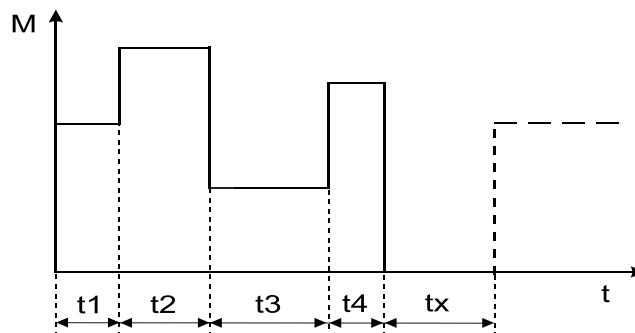


Рис. 6

Таблица 10

Данные к задаче 10									
Вар-т	M_1 , Нм	M_2 , Нм	M_3 , Нм	M_4 , Нм	n_c , об/мин	t_1 , мин	t_2 , мин	t_3 , мин	t_4 , мин
1	20	30	10	25	3000	0,5	1,0	1,5	1,3
2	20	35	10	30	3000	0,6	1,1	1,6	1,4
3	20	40	15	35	3000	0,7	1,2	1,7	1,5
4	95	150	80	40	3000	1,0	1,2	2,0	1,8
5	25	40	15	35	1500	0,8	1,3	1,8	1,6
6	43	60	50	30	1500	1,2	1,8	1,5	1,8
7	52	87	65	48	1500	1,0	1,5	2,0	1,3
8	25	50	15	40	1500	0,9	1,4	2,0	1,6
9	65	110	78	50	1500	1,5	1,3	1,2	1,5
10	30	75	20	60	1000	0,9	1,2	1,6	1,8
11	73	115	65	87	1000	1,3	1,9	2,1	2,0
12	90	165	95	115	1000	1,6	2,2	1,3	1,7
13	60	80	30	70	1000	0,6	0,9	1,9	2,0
14	100	175	74	130	750	0,7	2,0	1,4	3,0
15	95	200	150	65	750	1,4	1,8	2,0	2,5
16	180	430	125	300	750	1,5	2,1	3,0	2,0
17	225	500	350	400	750	1,7	1,5	2,0	2,4
18	320	650	380	540	600	2,0	1,6	2,5	2,2
19	380	780	560	450	600	1,8	2,3	1,3	2,8
20	710	1050	680	930	500	2,2	1,8	2,4	3,0

Задача 11. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель (рис. 7) подключен с помощью трансформатора к сети с действующим значением напряжения U_1 . Нагрузкой для выпрямителя является резистор с сопротивлением R_H , среднее значение выпрямленного тока в котором I_H (табл. 11).

Определить:

- 1) коэффициент трансформации трансформатора n ;
- 2) средний $I_{пр.ср}$ и максимальный $I_{пр.мах}$ токи каждого диода при прямом включении;
- 3) максимальное обратное напряжение $U_{обр.мах}$;
- 4) выбрать из табл. 11.1 – «Справочные данные диодов» или из справочника [16] – тип диода;
- 5) мощность, выделяемую в резисторе R_H .

Указание.

1. Диоды считать идеальными с $R_D = 0$ при прямом включении, и $R_D = \infty$ при обратном включении.
2. Если $U_{2m} > U_{обр. max}$ при среднем значении выпрямленного тока $I_{пр. ср}$, то можно включить последовательно два или несколько однотипных диодов.
3. Перед выполнением задания ознакомиться с решением задачи 9.7 по [11, с.166].

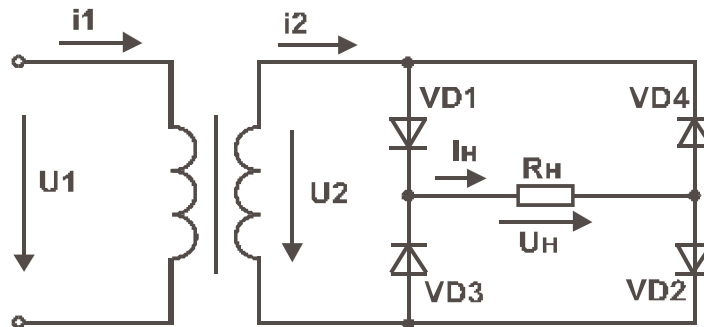


Рис. 7

Таблица 11

Данные к задаче 11							
Вар-т	$U_1, В$	$I_1, А$	$R_1, Ом$	Вар-т	$U_1, В$	$I_1, А$	$R_1, Ом$
1	220	0,2	500	11	127	0,3	300
2	380	0,6	200	12	127	1,8	70
3	110	0,25	700	13	220	0,3	200
4	127	2	55	14	380	0,8	150
5	220	0,5	180	15	220	0,2	1200
6	50	0,6	150	16	220	0,18	350
7	220	0,15	400	17	127	0,12	850
8	100	1,6	75	18	100	0,2	120
9	127	0,2	520	19	380	0,17	650
10	220	3,0	50	20	220	0,48	60

Таблица 11.1

Справочные данные диодов					
Тип диода	Параметры диода		Тип диода	Параметры диода	
	$U_{обр. max}, В$	$I_{пр. max}, А$		$U_{обр. max}, В$	$I_{пр. max}, А$
Д7Ж	150	0,2	Д226	300	0,25
Д202	100	0,4	Д226А	200	0,25
Д203	200	0,4	Д226Е	150	0,25



Справочные данные диодов					
Тип диода	Параметры диода		Тип диода	Параметры диода	
	$U_{обр.мах}$, В	$I_{пр.мах}$, А		$U_{обр.мах}$, В	$I_{пр.мах}$, А
Д204	300	0,4	Д245Б	300	2
Д205	400	0,4	Д247	500	5
Д206	100	0,1	Д302	200	1
Д207	200	0,1	Д303	150	3
Д209	400	0,1	Д304	100	10



5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

По итогам изучения курса проводится проверка приобретенных знаний, навыков и умений, которая осуществляется посредством сдачи экзамена.

5.1. Требования для сдачи экзамена

Студент считается допущенным к сдаче экзамена при обязательном выполнении следующих условий:

1. сдано и зачтено индивидуальное домашнее задание;
2. выполнены и зачтены отчеты по лабораторным работам.

Студенты КЗФ сдают экзамен во время экзаменационной сессии по билетам (в устной или письменной форме).

Студенты, обучающиеся с использованием ДОТ, сдают экзамен в тестовой форме (on-line режим).

Экзамен считается сданным, если студент ответил на 55% экзаменационных вопросов билета.

5.2. Вопросы для подготовки к экзамену

Вопросы для подготовки к экзамену формируются непосредственно преподавателем и охватывают основные разделы курса.

Теоретические вопросы для подготовки к экзамену:

1. Параметры и элементы схем замещения электрических цепей.
2. Основные законы электрических цепей.
3. Законы Кирхгофа и их применение для расчета установившегося режима линейных резистивных электрических цепей.
4. Символический метод расчета установившегося режима линейных электрических цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
5. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
6. Активная, реактивная и полная мощности при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
7. Сущность и применение метода контурных токов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
8. Сущность и применение метода узловых потенциалов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.



9. Сущность и применение метода наложения при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
10. Сущность и применение метода эквивалентного генератора при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
11. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов; развязка индуктивной связи.
12. Расчет схем замещения линейных электрических цепей с индуктивно связанными элементами и гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
13. Закон сохранения энергии электрической цепи; балансы мощностей при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
14. Потенциальная диаграмма при постоянных токах; лучевые и топографические векторные диаграммы при гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
15. Резонансные явления в электрических цепях.
16. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.
17. Расчет несимметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.
18. Измерение мощности в трехфазных цепях.
19. Представление периодических негармонических (несинусоидальных) напряжений и токов в тригонометрический ряд Фурье; действующие значения периодических напряжений и токов.
20. Активная, реактивная и полная мощности при периодических негармонических (несинусоидальных) напряжениях и токах.
21. Особенности расчета линейных цепей с периодическими негармоническими (несинусоидальными) напряжениями и токами.
22. Возникновение переходных процессов и законы коммутации.
23. Сущность и применение классического метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
24. Независимые и зависимые начальные условия, принужденные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения и их определение при расчете переходных процессов в линейных электрических цепях.
25. Методы расчета нелинейных резистивных цепей.
26. Применение метода эквивалентного генератора для расчета резистивных цепей с одним нелинейным элементом.
27. Законы Кирхгофа для магнитных цепей.



28. Схемы замещения участков магнитной цепи с постоянной МДС.
29. Расчет неразветвленной магнитной цепи с постоянной МДС; прямая и обратная задача.
30. Магнитная цепь с переменной МДС; схема замещения реальной катушки индуктивности.
31. Расчет магнитной цепи с постоянной МДС с разветвленным магнитопроводом; прямая задача.
32. Идеальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схемы замещения; расчет параметров схем замещения.
33. Реальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схема замещения.
34. Эквивалентный синусоидальный ток в катушке с ферромагнитным сердечником.
35. Форма кривой тока в идеализированной катушке с ферромагнитным сердечником при синусоидальном приложенном напряжении.
36. Устройство, принцип действия однофазного трансформатора.
37. Уравнения электрического и магнитного равновесия идеализированного трансформатора.
38. Схема замещения идеализированного трансформатора; параметры схемы замещения.
39. Реальный трансформатор; уравнения, схема замещения.
40. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
41. Потери энергии и коэффициент полезного действия трансформатора.
42. Внешняя характеристика трансформатора.
43. Измерительные трансформаторы.
44. Устройство и конструкция трехфазной асинхронной машины.
45. Короткозамкнутый и фазный ротор.
46. Создание вращающегося магнитного поля.
47. Скольжение; режимы работы асинхронной машины.
48. Способы пуска трехфазного асинхронного двигателя.
49. Способы регулирования частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя.
50. Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя.
51. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
52. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором.
53. Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.



54. Однофазные асинхронные двигатели.
55. Устройство и конструкция машин постоянного тока.
56. Назначение щеточно-коллекторного узла в машинах постоянного тока.
57. Режимы работы машины постоянного тока.
58. Магнитное поле машин постоянного тока под нагрузкой; реакция якоря.
59. Схемы возбуждения магнитного потока в машинах постоянного тока.
60. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения.
61. Условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.
62. Характеристики генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
63. Характеристики генератора постоянного тока смешанного возбуждения.
64. Способы пуска двигателей постоянного тока.
65. Уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
66. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.
67. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.
68. Конструкция синхронных машин.
69. Режимы работы синхронной машины.
70. Угловая характеристика синхронного генератора; регулирование активной мощности.
71. U-образная характеристика синхронного генератора; регулирование реактивной мощности.
72. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного генератора, работающего параллельно с мощной сетью.
73. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного двигателя.
74. Принцип действия и внешняя характеристика синхронного генератора, работающего в автономном режиме.
75. Понятие об электроприводе; нагрузочные диаграммы и номинальные режимы работы электродвигателей в системе электропривода.
76. Расчет мощности двигателя для работы в продолжительном режиме с постоянной и переменной нагрузкой.
77. Расчет мощности двигателя для работы в повторно-



кратковременном режиме.

78. Полупроводниковые диоды; конструкция, принцип действия, вольт-амперная характеристика (ВАХ).

79. Однополупериодная схема выпрямления; принцип действия, временные диаграммы тока и напряжения нагрузки; средние значения выпрямленного напряжения и тока, коэффициент пульсаций; недостатки схемы.

80. Двухполупериодная схема выпрямления с отводом от вторичной обмотки трансформатора; принцип действия, временные диаграммы; средние значения выпрямленного напряжения и тока, коэффициент пульсаций; недостатки схемы.

81. Мостовая схема выпрямления; принцип действия, временные диаграммы; средние значения выпрямленного напряжения и тока, коэффициент пульсаций.

82. Трехфазный выпрямитель с нейтральным выводом; принцип действия, временные диаграммы; коэффициент пульсаций; достоинства и недостатки.

83. Трехфазный мостовой выпрямитель; принцип действия, временные диаграммы; коэффициент пульсаций; достоинства и недостатки.

84. Индуктивный сглаживающий фильтр; схема включения; принцип действия.

85. Ёмкостной сглаживающий фильтр; схема включения; принцип действия.

86. Устройство, условное обозначение и принцип действия стабилизатора.

87. Устройство, условное обозначение и принцип действия варикапа.

88. Устройство биполярного транзистора; обозначение; схема с общей базой (режим насыщения, отсечки, активный режим).

89. Устройство и обозначение биполярного транзистора; схема с общим эмиттером (активный режим); выходные характеристики.

90. Устройство, условное обозначение и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом; выходные характеристики.

91. Устройство, условное обозначение и принцип действия динистора. Вольт-амперная характеристика динистора.

92. Устройство, условное обозначение и принцип действия управляемого тиристора; ВАХ тиристора.

93. Светодиод; устройство, условное обозначение, принцип действия, применение.

94. Фоторезистор; устройство, условное обозначение, принцип действия, применение.

95. Фотодиод; устройство, условное обозначение, принцип действия, применение.

96. Логические элементы; инверсия; обозначение, таблица истинности.

97. Логические элементы; дизъюнкция (логическое сложение); обозначение, таблица истинности.

98. Логические элементы; конъюнкция (логическое умножение); обозначение, таблица истинности.

99. Логические элементы; ИЛИ-НЕ; обозначение, таблица истинности.

100. Логические элементы; И-НЕ; обозначение, таблица истинности.

101. Операционный усилитель; определение, упрощенное обозначение и схема замещения в линейном режиме.

102. Масштабирующий усилитель; схема, формулы.

103. Сумматор; схема, формулы.

104. Интегрирующий усилитель; схема, формулы.

105. Дифференцирующий усилитель; схема, формулы.

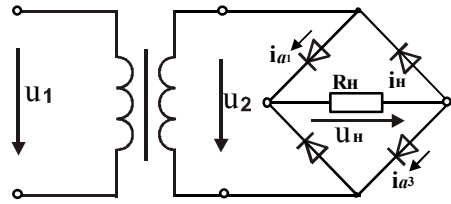
5.3. Образцы экзаменационных билетов

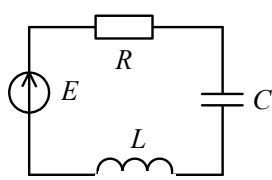
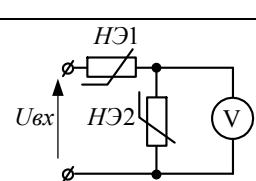
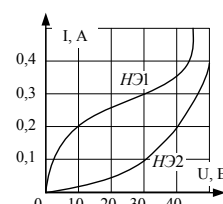
Экзаменационные билеты должны охватывать основные разделы курса и могут содержать как теоретические вопросы, так практические задания. Количество и форму вопросов экзаменационного билета формирует преподаватель, принимающий экзамен.

Образец теоретического билета	
1.	С каким знаком учитываются в уравнениях узловых потенциалов токи источников, направленные от узла (к узлу)?
2.	При каком соединении участков цепи с индуктивным и емкостным характером возможен резонанс напряжений. Условие резонанса.
3.	Запишите соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трехфазной цепи, соединенной звездой.
4.	Законы Кирхгофа для магнитных цепей.
5.	Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
6.	Назначение щеточно-коллекторного узла в машинах постоянного тока.
7.	Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
8.	Угловая характеристика синхронного генератора; регулирование активной мощности.
9.	Расчет мощности двигателя для работы в повторно-кратковременном режиме.
10.	Устройство, условное обозначение и принцип действия стабилизатора.

Образец практического билета		
1.	<p>Дано:</p> <p>$R_1 = R_8 = 5 \text{ Ом}; R_2 = 5 \text{ Ом};$ $R_3 = R_9 = 1 \text{ Ом}; R_4 = R_7 = 10 \text{ Ом};$ $R_5 = R_6 = 20 \text{ Ом}.$</p> <p>Идеальный вольтметр ($R_V = \infty$) показывает 10 В. Определить E.</p>	
2.	<p>Определите комплексную амплитуду напряжения на источнике тока в цепи с $R = 1 \text{ Ом}, C = 0.01 \text{ Ф}, L = 10 \text{ мГн},$ если $J(t) = 2\cos 100t \text{ А}.$</p>	
3.	<p>Определите R_{cm} нелинейного элемента в рабочей точке, если $E = 160 \text{ В}, R = 200 \text{ Ом}.$</p>	
4.	<p>Определить в показательной форме ток \underline{I}_C, если известно сопротивление $\underline{Z} = 100 \text{ (Ом)}$ и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{AB} = 380e^{j90^\circ} \text{ (В)}.$</p>	
5.	<p>Генератор постоянного тока параллельного возбуждения работает при номинальном напряжении $U = 230 \text{ В}$ с номинальной мощностью 14 кВт и частотой вращения якоря 1500 об/мин. Сопротивление цепи якоря составляет $R_A = 0,17 \text{ Ом},$ сопротивление цепи возбуждения $R_B = 124 \text{ Ом},$ коэффициент полезного действия 0,85. Определить: ЭДС якоря, мощность, подводимую к генератору, потребляемый ток, суммарные потери, потери электрические в обмотке якоря и обмотке возбуждения. Нарисовать схему генератора.</p>	

6.	<p>Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин, при этом двигатель потребляет от сети мощность 55 кВт, мощность потерь в двигателе составляет 5 кВт. Определить: скольжение; мощность, развиваемую на валу; момент на валу; КПД.</p>																																							
7.	<p>Построить угловую характеристику и векторную диаграмму шестиполусного синхронного двигателя при номинальной нагрузке и номинальном возбуждении. Отметить на угловой характеристике точку, соответствующую этому режиму. Номинальные данные двигателя: $P_n = 990$ кВт, $U_n = 6$ кВ, $X_{син.} = 42$ Ом, $\cos\varphi_n = 0,8$ (емк.), отношение максимального момента к номинальному $M_{max}/M_n = 2,2$.</p>																																							
8.	<p>Определить мощность двигателя, необходимую для привода механизма. Выбрать трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором по каталогу. Проверить выбранный двигатель на перегрузочную способность и пусковой момент. График изменения момента механизма, приведенного к валу двигателя, дан в таблице. Скорость вращения вала $\Omega = 314$ рад/с.</p> <table border="1" data-bbox="288 864 1382 981"> <thead> <tr> <th>n_c</th> <th>t_1</th> <th>t_2</th> <th>t_3</th> <th>t_4</th> <th>t_5</th> <th>t_6</th> <th>M_1</th> <th>M_2</th> <th>M_3</th> <th>M_4</th> <th>M_5</th> <th>M_6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Об/мин</td> <td colspan="6">мин</td> <td colspan="6">Нм</td> </tr> <tr> <td>1500</td> <td>2,0</td> <td>0,5</td> <td>2,0</td> <td>1,0</td> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>56</td> <td>35</td> <td>0</td> <td>175</td> <td>70</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	n_c	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	Об/мин	мин						Нм						1500	2,0	0,5	2,0	1,0	2,5	2,0	56	35	0	175	70	0
n_c	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6																												
Об/мин	мин						Нм																																	
1500	2,0	0,5	2,0	1,0	2,5	2,0	56	35	0	175	70	0																												
9.	<p>Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные данные: потребляемая мощность $S_n = 20$ кВА, высшее напряжение $U_1 = 6000$ В, низшее напряжение $U_2 = 400$ В, напряжение короткого замыкания $U_k = 5,5\%$, мощность холостого хода $P_x = 180$ Вт, мощность короткого замыкания $P_k = 600$ Вт, частота $f = 50$ Гц. Определить коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке и коэффициенте мощности $\cos\varphi = 0,8$.</p>																																							
10.	<p>Выбрать тип полупроводникового диода для однофазного мостового выпрямителя, изображенного на рис. Определить напряжение U_2 и коэффициент трансформации n трансформатора, если выпрямленный ток в приемнике с $R_n = 500$ Ом составил $I_{н.ср} = 0,25$ А, напряжение питающей сети $U_1 = 127$ В. Принять прямое сопротивление диода $R_{пр} = 0$.</p>																																							



Образец on-line билета		
1.	<p>Укажите верное определение: У идеального источника ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) тока его ток зависит от напряжения 2) ЭДС его напряжение не зависит от тока 3) тока внутреннее сопротивление равно нулю 4) ЭДС внутреннее сопротивление равно бесконечности
2.	<p>Эквивалентное комплексное сопротивление цепи</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1) $\underline{Z}_{\Sigma} = R + j\omega L + 1/j\omega C$ 2) $\underline{Z}_{\Sigma} = R + j\omega L - 1/j\omega C$ 3) $\underline{Z}_{\Sigma} = R + j\omega L + j\omega C$ 4) $\underline{Z}_{\Sigma} = R + j\omega L - j\omega C$
3.	<p>Укажите не менее двух вариантов ответа: В симметричном режиме трехфазной цепи</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) комплексные сопротивления фаз равны 2) при соединении нагрузки звездой линейное напряжение равно фазному напряжению 3) при соединении нагрузки треугольником линейный ток равен фазному току 4) ток в нулевом проводе равен нулю
4.	<p>Определите численное значение входное напряжение $U_{вх}$ (В) для схемы с нелинейными элементами (НЭ1) и (НЭ2), ВАХ которых заданы, если показания вольтметра $U = 40$ В.</p>	 

5.	Установите соответствие между способом возбуждения и принципиальной схемой машины постоянного тока А. Независимый В. Последовательный С. Параллельный Д. Смешанный	
6.	Электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии переменного тока одного напряжения в электрическую энергию переменного тока другого напряжения при неизменной частоте называется _____ .	
7.	Укажите не менее двух вариантов ответа: Асинхронная машина работает в режиме двигателя если	<ol style="list-style-type: none"> 1) ротор вращается в одну сторону с магнитным полем статора. 2) скольжение изменяется в пределах $0 < s \leq 1$. 3) частота вращения ротора больше частоты вращения поля статора, т.е. $n_2 > n_1$. 4) скольжение изменяется в пределах $s < 0$. 5) частота вращения ротора меньше частоты вращения поля статора, т.е. $n_2 < n_1$. 6) частота вращения ротора равна частоте вращения поля статора, т.е. $n_2 = n_1$. 7) скольжение изменяется в пределах $s > 1$.
8.	Укажите верное суждение: Синхронный генератор –	<ol style="list-style-type: none"> 1) это генератор, в котором изменение тока возбуждения ротора не приводит к изменению характера реактивной мощности. 2) в автономном режиме работы не обладает свойством регулирования реактивной мощности. 3) это активный приемник, имею-



		<p>щий противоЭДС E_0 и внутреннее индуктивное синхронное сопротивление x.</p> <p>4) это электрическая машина, частота вращения которой не связана постоянным отношением с частотой сети переменного тока, в которую эта машина включена.</p>
9.	На выбор мощности и типа электродвигателя для электропривода влияет _____ нагрузок производственного цикла.	
10.	Разновидности полупроводниковых ключей на биполярных транзисторах	<ol style="list-style-type: none">1. Только насыщенные2. Только ненасыщенные3. Только аналоговые4. Насыщенные, ненасыщенные, аналоговые



6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Литература обязательная

1. Лукутин А.В. Электротехника и электроника: учеб. пособие / А.В. Лукутин, Е.Б. Шандарова. – Томск: ТПУ, 2010. – 198 с.
2. Аристова Л.И. Сборник задач по электротехнике: учеб. пособие / Л.И. Аристова, А.В. Лукутин. – Томск: ТПУ, 2010. – 108 с.
3. Электротехника и электроника: в 3-х кн.. Кн. 1: Электрические и магнитные цепи / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.
4. Электротехника и электроника: в 3-х кн. Кн. 2: Электромагнитные устройства и электрические машины / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 272 с.
5. Электротехника и электроника: в 3-х кн. Кн. 3: Электрические измерения и основы электроники / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 432 с.
6. Борисов Ю.М. Электротехника / Ю.М. Борисов, Д.Н. Липатов, Ю.Н. Зорин. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 551 с.
7. Волынский Б. А. Электротехника / Б.А. Волынский, Е.Н. Зейн, В.Е. Шатерников – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 525 с.
8. Касаткин А.С. Электротехника / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Высш. шк., 2000. – 542 с.
9. Основы промышленной электроники / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высш. шк., 1987. – 336 с.
10. Федоров А.А. Электроснабжение промышленных предприятий / А.А. Федоров, Э.М. Ристхейн. – М.: Энергия, 1980. – 336 с.
11. Сборник задач по электротехнике и основам электроники / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высш. шк., 1987. – 286 с.
12. Рекус Г.Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники / Г.Г. Рекус, А.И. Белоусов. – М.: Высш. шк., 2001. – 416 с.

6.2. Литература дополнительная

13. Кравчик А.Э. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник / А.Э. Кравчик [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 503 с.
14. Аристова Л.И. Электротехника и электроника: учеб. пособие / Л.И. Аристова [и др.]. – Томск: ТПУ, 2004. – 120 с.
15. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г. Барыбина [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.



16. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справочник / под ред. А.В. Голомедова. – М.: КубК-а, 1994. – 527 с.

6.3. Учебно-методические пособия

17. Методические указ. к выполнению лаб. работ по курсу «Электротехника и электроника». Ч. 1. – «Электрические цепи» / сост. Л.И. Аристова, Н.И. Малышенко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 64 с.

18. Методические указ. к выполнению лаб. работ по курсу «Электротехника и электроника». Ч. 2.– «Электрические машины» / Сост. Л.И. Аристова, В.И. Курец, А.В. Лукутин, Т.Е. Хохлова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 58 с.

19. Электротехника и электроника: метод. указ. к выполнению лабораторных работ / сост. В.А. Колчанова, Е.О. Кулешова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 56 с.

20. Сайт кафедры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/ese/yhebmetod/ele%20toe/Tab2>, свободный.



Учебное издание

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания и индивидуальные задания

Составители

АРИСТОВА Людмила Ивановна

ХОХЛОВА Татьяна Евгеньевна

Рецензент

*доктор технических наук,
профессор кафедры ЭсиЭ ЭНИИ
В.И. Курец*

Компьютерная верстка *О.В. Нарожная*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**


Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать Хегох. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .
Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru