

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГНД

_____ А. К. Мазуров
« __ » _____ 2009 г.

Н.М. Малышенко, В.И. Курец

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания, контрольные и тестовые задания по рабочей программе для студентов заочной формы обучения по направлениям 130300 «Прикладная геология», 130200 «Технологии геологической разведки», 130500 «Нефтегазовое дело»
Института геологии и нефтегазового дела

Издательство
Томского политехнического университета
2009

УДК 621.3 + 621.38(075.8)

ББК 31.2. + 32.85.я73

К93

Курец В.И.

К93 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА. Методические указания, контрольные и тестовые задания по рабочей программе для студентов заочной формы обучения по направлениям 130300 «Прикладная геология», 130200 «Технологии геологической разведки», 130500 «нефтегазовое дело» Института геологии и нефтегазового дела /Н.М.Малышенко, В.И.Курец.–Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – с.

УДК 621.3 + 621.38(075.8)

ББК 31.2. + 32.85.я73

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
Теоретической и общей электротехники ЭЛТИ
« 10 » октября 2008 г.

Зав. кафедрой ТОЭ

кандидат технических наук _____ *А.В.Лукутин*

Председатель учебно-методической

комиссии _____ *В.И.Готман*

Рецензент

Профессор кафедры ЭСПП ЭЛТИ, доктор физико-
математических наук

А.В. Кабышев

© Малышенко Н.М., Курец В.И., 2009

© Томский политехнический университет, 2009

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2009

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Общие методические указания

Изучение дисциплины «Электротехника и электроника» является частью общеинженерной подготовки студентов геологоразведочных специальностей. Изучение данной дисциплины основывается на знаниях математики и физики в области электричества и электроники. Поэтому в случае непонимания отдельных вопросов, следует не просто запоминать те или иные положения, а разобраться в них, обращаясь к литературе по базовым дисциплинам.

В табл. 1 приведены теоретические разделы и номера контрольных задач, необходимых к выполнению студентами различных специальностей в зависимости от объема времени, выделяемого учебным планом на изучение данной дисциплины.

Для успешного усвоения теории и выполнения контрольных работ можно рекомендовать работу над курсом по следующему плану:

1. Проработка теоретического раздела по рекомендованной литературе, приведенной на стр.69. Изложение отдельных разделов не равноценно в различных учебных пособиях и учебниках, поэтому полезно просматривать вопросы по интересующей теме разных авторов с целью выявления более полного и понятного изложения материала.

2. Производить конспектирование основных определений, формул, а также изображение электрических схем и графиков. Здесь же необходимо отмечать неясные вопросы, с тем, чтобы выяснить их с помощью дополнительной литературы или у преподавателя.

3. После усвоения теории по одной теме нужно разобрать (по сборнику задач, указанному в списке литературы) решение задач, относящихся к этой теме, и самостоятельно решить несколько задач. Решение задач способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Контрольные работы служат для этой же цели. Их надо рассматривать не как дополнительную нагрузку, а как одну из форм изучения и повторения дисциплины.

4. Такую же цель, что и выполнение контрольных работ, преследуют лабораторные занятия. Лабораторные занятия проводятся в электротехнической лаборатории. Объем их определяется учебным планом, а перечень лабораторных работ, необходимых к выполнению, приведен в табл. 1.

Целью изучения курса электротехники и электроники является теоретическая и практическая подготовка инженеров геологоразведочных специальностей в области электротехники, электроники, электроснабжения в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые электротехнические, электронные, электроизмерительные устройства, уметь их правильно и безопасно эксплуатировать, составлять совместно с инженерами-электриками технические задания на разработку электрических частей оборудования геологоразведочных работ.

Задачи курса электротехники и электроники – сформировать у студентов следующие минимально необходимые знания:

- электротехнических законов, методов анализа электрических, магнитных и электронных цепей;
- принципов действия, конструкций, свойств, областей применения и потенциальных возможностей основных электротехнических, электронных устройств и электроизмерительных приборов;
- электротехнической терминологии и символики;
- а также умений и навыков:
- экспериментальным способом определять параметры и характеристики типовых электротехнических, электронных элементов и устройств;
- производить измерения основных электрических и некоторых неэлектрических величин, связанных с профилем инженерной деятельности;
- включать электрические приборы, аппараты и машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу.

Изучение курса основывается на знаниях, понятиях, умениях, приобретенных при изучении курсов физики и математики. Из курса *физики* базовым для электротехники является раздел “Электричество”, а из курса *математики* студенты должны знать:

- тригонометрические функции и операции с ними;
- системы линейных алгебраических уравнений;
- графическое решение нелинейных алгебраических уравнений;
- однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения;
- функции комплексного переменного;
- элементы векторной алгебры.

Таблица 1
Разделы программы к изучению дисциплины

Специальность	Объем в час	Разделы программы к изучению дисциплины	Контр. работа, № задач	Лаб. работы	Аттест.
130201 – Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; 130304 – Геология нефти и газа 130301 – Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых 130302 – Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологическ. изыскания	3 курс 81; самост. работа 59	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1 – 2.1.4.4; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1– 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.3.1.1 – 2.3.1.5; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1 – 2.3.3.5; 2.5.1 – 2.5.16; 2.6.1 – 2.6.7	1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 15,	1; 2; 5; 8; 10	Зачет

130201 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений; 130504 – Бурение нефтяных и газовых скважин 130501 - Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ	3 курс 157; самост. работа 131	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.7; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.2.1.1 – 2.2.1.5; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1 – 2.5.16; 2.6.1 – 2.6.7; 2.7.1 – 2.7.5; 2.8.1 – 2.8.2	2, 4, 6, 11, 12, 13, 14	1; 3; 5; 8;10	Зачет
--	--	--	-------------------------------	------------------	-------

ПРИМЕЧАНИЕ: ЗАПИСАННЫЕ В ТАБЛ.1 РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММЫ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИСЛО И НОМЕРА ЗАДАЧ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ МОГУТ БЫТЬ УТОЧНЕНЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ ПО СОГЛАСОВАНИЮ С УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМИССИЕЙ И ДЕКАНОМ ЗО ИГНД.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Электрические цепи

2.1.1. Электрические цепи постоянного тока

2.1.1.1. Электрические устройства постоянного тока и применение их в геологоразведочных работах. Элементы электрических цепей, их условные графические обозначения. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Источники ЭДС и тока, резистивные элементы, их свойства и характеристики. Режимы работы источников постоянного тока. Рекомендуемая литература: [1, с.8 – 23], [4, с.10-14, 24-25], [5, с.13-16], [6, с.4-6, 9-15, 35-36], [8, с.169-172].

2.1.1.2. Топологические понятия теории электрических цепей. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником электрической энергии. Условные положительные направления электрических величин на схемах электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.24-25], [4, с.17-19], [5, с.16-22], [6, с.7-8].

2.1.1.3. 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.27-35], [4, с.25-35, 40-41], [5, с.25-28, 36-44], [6, с.21-24].

2.1.1.4. Законы Кирхгофа. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа для анализа электрического состояния линейных электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.26, 36-40], [4, с. 41-42], [5, с.23-25, 44-47], [6, с.5-21].

2.1.1.5. Практические методы анализа электрического состояния разветвленных электрических цепей с одним и несколькими источниками электрической энергии, методы: контурных токов, узлового напряжения, эквивалентного источника (эквивалентного активного двухполюсника). Расчеты сложных электрических цепей с помощью математической программы MATCFD. Рекомендуемая литература: [1, с.40-49, 259-269], [4, с.42-48], [5, с.47-55], [6, с.24-28, 31-35].

2.1.1.6. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа простейших нелинейных цепей. Понятие статического и динамического сопротивлений. Применение метода эквивалентного активного двухполюсника для анализа нелинейных цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.50-57], [4, с.50-56].

2.1.2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока

2.1.2.1. Особенности электромагнитных процессов в цепях переменного тока. Простейший генератор синусоидальной ЭДС. Способы представления электрических величин – синусоидальных функций: временными диаграммами, средними и действующими значениями, векторами, комплексными числами. Основные параметры, характеризующие синусоидальную функцию. Рекомендуемая литература: [1, с.59-61, 67-77], [4, с.60 – 69, 106 - 111], [5, с.57-66], [6, с.37-38, 45-53].

2.1.2.2. Электротехнические устройства синусоидального тока. Идеальные элементы цепи переменного тока: резистивный, индуктивный, емкостный. Схемы замещения. Рекомендуемая литература: [1, с.62-66], [4, с.70-84], [5, с.66-74], [6, с.38-45].

2.1.2.3. Анализ электрического состояния простейших электрических цепей с идеальными элементами: резистивным, индуктивным, емкостным. Условные положительные направления синусоидальных величин на схемах электрических цепей. Уравнения электрического состояния цепей синусоидального тока. Запись уравнений для мгновенных и комплексных величин. Рекомендуемая литература: [1, с.82-93], [4, с. 70-78], [5, с.78 - 83], [6, с.53-57].

2.1.2.4. Уравнения электрических состояний 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.93-98], [4, с.79-86], [5, с. 83 - 92], [6, с.57-61, 65-77].

2.1.2.5. 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.103-106], [4, с.95 - 99], [5, с.92 -100], [6, с.77-82].

2.1.2.6. Резонансные явления, условия возникновения и практическое значение. Рекомендуемая литература: [1, с.98-103, 106-112], [4, с.90 –95, 100 - 104], [5, с.116 - 123], [6, с.88 – 94].

2.1.2.7. Понятие об анализе электрического состояния разветвленных цепей с одним источником питания. Активная, реактивная и полная мощности. Рекомендуемая литература: [1, с.113-125, 272-277], [4, с.86-89, 95 – 100, 112 - 119], [5, с.103 - 114], [6, с.83 – 86].

2.1.2.8. Коэффициент мощности. Технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности и способы компенсации реактивной мощности. Рекомендуемая литература: [1, с.125-130], [4, с.145 - 148], [5, с. 114 - 116], [6, с. 87-88].

2.1.3. Трехфазные цепи

2.1.3.1. Элементы трехфазных цепей. Принцип действия трехфазного генератора. Способы изображения симметричной системы ЭДС. Рекомен-

дуемая литература: [1, с.150 - 152], [4, с.123 - 126], [5, с.124 - 127], [6, с.104 - 106].

2.1.3.2. Способы соединения фаз трехфазного источника питания. Трехпроводные и четырехпроводные цепи. Фазные и линейные напряжения. Условно-положительные направления электрических величин в трехфазной цепи. Классификация и способы включения приемников в трехфазную цепь. Рекомендуемая литература: [1, с.153 - 157], [4, с.127 - 131], [5, с.127 - 131], [6, с.106 - 112].

2.1.3.3. Соединение элементов трехфазной цепи звездой и треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричных и несимметричных режимах работы. Рекомендуемая литература: [1, с.157 - 166], [4, с.131 - 143], [5, с.132 - 148], [6, с.117 - 123].

2.1.3.4. Мощность трехфазной цепи. Коэффициент мощности симметричных трехфазных приемников и способы его повышения. Рекомендуемая литература: [1, с.169 - 172], [4, с.145 - 148], [5, с.148 - 150], [6, с.112].

2.1.3.5. Техника безопасности при эксплуатации трехфазных установок. Рекомендуемая литература: [1, с.173 - 174], [5, с.150 - 153], [6, с.528 - 530].

2.1.4. Переходные процессы

2.1.4.1. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Дифференциальные уравнения электрического состояния 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 цепи на длительность переходного процесса. Постоянная времени. Рекомендуемая литература: [1, с.176 - 178], [4, с.149 - 152], [5, с.169 - 172], [6, с.132 - 135].

2.1.4.2. Описание переходного процесса в цепи с последовательным соединением конденсатора и резистора. Рекомендуемая литература: [1, с.179 - 185], [4, с.166 - 169], [5, с.178 - 182], [6, с.140 - 143].

2.1.4.3. Описание переходного процесса в цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор, включенной на постоянное напряжение. Возникновение перенапряжений и дугового разряда на контактах выключателя при размыкании цепи с индуктивной катушкой и резистором. Способы и средства ограничения перенапряжения. Рекомендуемая литература: [1, с.186 - 191], [4, с.152 - 156], [5, с.172 - 176], [6, с.135 - 140].

2.1.4.4. Понятие о переходных процессах в цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор при включении на синусоидальное напряжение. Рекомендуемая литература: [1, с.192 - 194], [4, с.160 - 161], [5, с.176 - 178], [6, с.149 - 151].

2.1.5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях

2.1.5.1. Причины возникновения периодических несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Максимальные, средние и действующие значения напряжений и токов, мощность цепи несинусоидального тока. Рекомендуемая литература: [1, с.200 - 205], [4, с. 175 -182], [5, с.156 -162], [6, с.123 - 128].

2.1.5.2. Анализ линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных ЭДС. Влияние индуктивных и емкостных элементов цепи на форму временных диаграмм мгновенных значений токов и напряжений в цепях с источниками несинусоидальных ЭДС. Рекомендуемая литература: [1, с.206 – 212], [4, с.182 - 188], [5, с.162 - 167].

2.1.5.3. Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных фильтров. Рекомендуемая литература: [1, с.166 – 169], [4, с.188 - 190], [6, с.128 - 132].

2.2. Магнитные цепи и электромагнитные устройства

2.2.1. Магнитные цепи

2.2.1.1. Электромагнитные устройства и их применение. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Рекомендуемая литература: [1, с.221 - 233], [4, с.192 - 202], [5, с.205 - 213], [6, с. 168 – 175].

2.2.1.2. 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. Применение математической программы MATCAD для расчета магнитных цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.234 – 246, 279-281], [4, с.203 - 213, 215 - 218], [5, с. 213 -221], [6, с.175 – 178].

2.2.1.3. 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.247 - 258], [4, с.223 - 245], [5, с.233 - 243], [6, с.182 - 192].

2.2.1.4. Энергия и механические силы в электромагнитных системах. Рекомендуемая литература: [4, с.220 - 222], [6, с.180 – 182].

2.2.2. Трансформаторы

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

Рекомендуемая литература: [2, с.5 - 12], [4, с.301 - 305], [5, с.295 - 300], [6, с.196 - 200].

2.2.2.2. Уравнения электрического и магнитного состояний трансформатора при нагрузке, схема замещения, векторная диаграмма. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Рекомендуемая литература: [2, с.13 - 20], [3, с.308 - 313], [4, с.300 - 308], [5, с.200 - 212].

2.2.2.3. Потери энергии в трансформаторе. КПД. Изменение вторичного напряжения трансформатора, внешние характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.21 - 27], [4, с.320 - 321, 329 - 331], [5, с.309 - 317], [6, с.213 - 216].

2.2.2.4. Устройство, принцип действия и области применения трехфазных трансформаторов. Типы трансформаторов, применяемых в геологоразведочных работах. Рекомендуемая литература: [2, с.29 - 31], [4, с.322 - 326], [5, с.318 - 327], [6, с.216 - 222], [8, с.221-225].

2.2.2.5. Устройство, принцип действия и области применения автотрансформаторов. Рекомендуемая литература: [2, с.32 - 33], [4, с.337 - 342], [5, с.329 - 331], [6, с.222 - 224].

2.2.2.6. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы включения, погрешности измерений измерительных трансформаторов. Рекомендуемая литература: [4, с.337 - 342], [5, с.329 - 331], [6, с.230 - 237].

2.3. Электрические машины

2.3.1. Машины постоянного тока

2.3.1.1. Устройство и области применения машин постоянного тока. Принцип действия, режимы генератора и двигателя. Формулы ЭДС обмотки якоря и электромагнитного момента. Уравнения электрического состояния. Понятие об искрении на коллекторе. Рекомендуемая литература: [2, с.34 - 46], [4, с.342 - 355], [5, с.332 - 343, 346 - 348], [6, с.377 - 387].

2.3.1.2. Классификация машин постоянного тока по способу возбуждения. [2, с.47 - 48].

2.3.1.3. Свойства и характеристики генераторов постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с. 50 - 58], [4, с.355 - 367], [5, с.350 - 358], [6, с.395 - 402].

2.3.1.4. Двигатели постоянного тока. Способы возбуждения. Пуск двигателя. В ход. Свойство саморегулирования момента. Механические и рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения. Паспортные данные двигателей постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с.59 - 73], [4, с.367 - 387], [5, с.359 - 376], [6, с.404 - 413].

2.3.1.5. Потери мощности и КПД машин постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с.48 - 50], [4, с.394 - 395], [5, с.349].

2.3.2. Асинхронные машины

2.3.2.1. Области применения асинхронных машин. Устройство и принцип работы трехфазного асинхронного двигателя. Режимы генератора и электромагнитного тормоза. Уравнения электрического состояния цепей обмоток статора и ротора. Схема замещения фазы асинхронного двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с.85 – 107, 132 - 133], [4, с.401 - 421], [5, с.382 – 397], [6, с.417 – 432, 434 – 437].

2.3.2.2. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики. Энергетическая диаграмма и КПД двигателя. Паспортные данные. Рекомендуемая литература: [2, с.109 - 120], [4, с. 422 - 433], [5, с.398 – 409], [6, с.439 – 448].

2.3.2.3. Пуск в ход трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Регулирование частоты вращения ротора. Рекомендуемая литература: [2, с.122 – 131], [4, с.433 - 449], [5, с.409 – 416, 419 - 423], [6, с.451 – 460].

2.3.2.4. Устройство, принцип действия и применение однофазных и двухфазных асинхронных двигателей. Рекомендуемая литература: [2, с.134 - 136], [4, с.457 - 464], [5, с.424 – 427], [6, с.460 – 464].

2.3.3. Синхронные машины

2.3.3.1. Области применения синхронных машин. Устройство трехфазной синхронной машины. Принцип действия генератора и двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с.147 – 156, 174 - 175], [4, с.472 - 477], [5, с.427 – 437], [6, с.467 – 471].

2.3.3.2. Уравнение электрического состояния цепи обмотки статора генератора и двигателя, схемы замещения, векторные диаграммы. Формула электромагнитного момента и угловые характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.157 – 159, 174 – 177], [4, с.477 - 481, 484 - 489], [6, с.471 – 473, 477 – 478, 483 – 486].

2.3.3.3. Автономная работа синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.172 - 173], [4, с.481 - 483].

2.3.3.4. Особенности работы синхронного генератора в энергосистеме. Включение генератора на параллельную работу с сетью. Регулирование активной и реактивной мощностей. Рекомендуемая литература: [2, с.160 - 170], [4, с.483 - 484], [5, с.437 – 444], [6, с.475 – 482].

2.3.3.5. Работа синхронной машины в режиме двигателя. Пуск двигателей в ход. Саморегулирование вращающего момента. Регулирование реактивной мощности и коэффициента мощности. Рекомендуемая литература: [2, с.178 - 182], [4, с.484 - 493], [5, с.444 – 454], [6, с.486 – 489].

2.4. Основы электропривода

2.4.1. Понятие об электроприводе. Уравнение движения. Понятие о нагрузочных диаграммах. Номинальные режимы работы электродвигателей. Рекомендуемая литература: [2, с.211 - 229], [5, с.479 – 483], [6, с.511 – 517].

2.4.2. Выбор вида и типа двигателя. Расчет мощности двигателя электропривода. Рекомендуемая литература: [2, с.228 - 231], [4, с.505 - 513], [5, с.484 – 489], [6, с.517 – 524].

2.4.3. Управление электроприводами. Электрическая аппаратура управления и защиты электродвигателей. Контакторы, автоматические выключатели, реле, конечные выключатели. Рекомендуемая литература: [2, с.192 - 209], [4, с.513 - 522], [5, с.496 – 501], [6, с.490 – 509, 524 – 527].

2.4.4. Типовые схемы управления электродвигателями. Рекомендуемая литература: [2, с.235 - 241], [5, с.502 – 507].

2.4.5. Понятие о тиристорных электроприводах. Рекомендуемая литература: [2, с.242 – 246], [6, с.524 -527].

2.5. Основы электроники

2.5.1. Полупроводниковые приборы. Электропроводность полупроводников, образование и свойства р-п-перехода. Классификация полупроводниковых приборов. Рекомендуемая литература: [6, с.12 – 17], [7, с.31 – 39].

2.5.2. Полупроводниковые резисторы, диоды, биполярные и полевые транзисторы. Характеристики, параметры, назначение. Рекомендуемая литература: Рекомендуемая литература: [5, с.243 - 257], [6, с.17 – 41], [7, с.39 - 81].

2.5.3. Интегральные микросхемы. Классификация по функциональному назначению. Параметры интегральных микросхем. Рекомендуемая литература: [6, с.42 – 52], [7, с.199 – 227].

2.5.4. Неуправляемые выпрямители. Электрические схемы однофазных и трехфазных выпрямителей. Электрические фильтры. Рекомендуемая литература: [5, с.258 – 265], [6, с.225 – 246], [7, с.99 – 121].

2.5.5. Общие сведения об инверторах, автономные инверторы тока и напряжения. Рекомендуемая литература: [3, 234-242], [6, с.270-271].

2.5.6. Электронные усилители, основные параметры, классификация. Рекомендуемая литература: [3, с.119-121], [6, с.279-280].

2.5.7. Усилительные каскады на биполярных транзисторах, коэффициенты усиления. Температурная стабилизация усилительного каскада с общим эмиттером. Рекомендуемая литература: [3, с.122 – 137], [6, с.280 – 285], [7, с.94 – 104].

2.5.8. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Рекомендуемая литература: [3, с.138 – 141], [6, с.286-288], [7, с.105-109].

2.5.9. Операционные усилители. Рекомендуемая литература: [3, с.168 – 175], [6, с.292 –294].

2.5.10. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителей. Рекомендуемая литература: [3, с.156 – 161], [6, с.294 – 301], [7, с.118 - 122].

2.5.11. Электронные генераторы гармонических колебаний. Условия самовозбуждения автогенераторов, *LC* и *RC* –автогенераторы. Рекомендуемая литература: [3, с.177-185], [6, с.304-306], [7, с.157-169].

2.5.12. Импульсные электронные устройства, общая характеристика. Параметры импульсных сигналов. Простейшие формирователи импульсных сигналов. Рекомендуемая литература: [6, с.306 – 308], [7, с.175 – 184].

2.5.13. Логические элементы. Рекомендуемая литература: [3, с.259-268], [5, с.308 – 312], [6, с.185 – 191].

2.5.14. Импульсные устройства с устойчивыми состояниями. Триггеры. Рекомендуемая литература: [6, с.317 – 321], [7, с.191 – 195].

2.5.15. Цифровые счетчики импульсов. Логические автоматы с памятью и логические автоматы без памяти. Регистры, дешифраторы, мультиплексоры. Рекомендуемая литература: [6, с.321 – 325], [7, с.195 – 202].

2.5.16. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Понятие о микропроцессорах и микро-ЭВМ. Рекомендуемая литература: [3, с.298-309], [6, с.324 – 325], [7, с.215 – 223].

2.6. Электрические измерения и приборы

2.6.1. Понятие о средствах измерений: мере, электроизмерительном приборе, преобразователе, методах измерения. Рекомендуемая литература: [6, с.338 - 340]

2.6.2. Основные метрологические характеристики электроизмерительных приборов. Погрешности измерения, классы точности. Рекомендуемая литература: [3, с.272 – 277], [4, с.254 – 255], [5, с.340 – 343]

2.6.3. Системы электроизмерительных показывающих приборов непосредственной оценки. Рекомендуемая литература: [4, с.262 – 272], [5, с.255 – 263], [6, с.347 – 356].

2.6.4. Регистрирующие измерительные приборы. Рекомендуемая литература: [4, с.278 – 279], [6, с.371 – 375].

2.6.5. Измерение тока, напряжения, мощности и энергии в цепях постоянного и переменного токов. Рекомендуемая литература: [3, с.27-39].

2.6.6. Понятие об электрических способах измерения неэлектрических величин. Рекомендуемая литература: [3, с.54-61], [4, с.298 – 301], [5, с.287 – 292], [6, с.376 - 377].

2.6.7. Понятие о цифровых приборах. Рекомендуемая литература: [3, с.376-380], [4, с.295 – 298], [5, с.281 – 285], [6, с.370 - 371].

2.7. Электроснабжение

2.7.1. Понятие о системах электроснабжения, особенности электроснабжения геологоразведочных работ. Рекомендуемая литература: [6, с.509-511], [8, с.212-215].

2.7.2. Понятие о передвижных и стационарных трансформаторных подстанциях. Расчет мощностей трансформаторных подстанций и передвижных электростанций. Рекомендуемая литература: [8, с.215 - 229].

2.7.3. Передача и распределение электрической энергии. Понятие о воздушных и кабельных линиях электропередачи, электроснабжение устройств внутри зданий и сооружений. Рекомендуемая литература: [8, с.229 - 241].

2.7.4. Электрические нагрузки, потери напряжения в линии электропередачи, регулирование напряжения. Рекомендуемая литература: [8, с.241 - 246].

2.7.5. Энергетические показатели работы электрооборудования предприятий и геологоразведочных партий. Способы повышения коэффициента мощности. Рекомендуемая литература: [8, с.249 - 255].

2.8. Электробезопасность

2.8.1. Общие сведения о безопасности работы с электрооборудованием в полевых, производственных и бытовых условиях. Рекомендуемая литература: [6, с.528], [8, с.257-258].

2.8.2. Технические средства защиты и организационно-технические мероприятия при эксплуатации электроустановок на геологоразведочных работах. Рекомендуемая литература: [8, с.258 - 265].

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических занятий

1. Расчет электрических цепей постоянного, однофазных и трехфазных цепей переменного токов (2 часа).
2. Магнитные цепи, электромагнитные устройства и трансформаторы с постоянной и переменной намагничивающей силой (2 часа).
3. Электронные приборы и устройства (2 часа).
4. Электрические машины (2 часа).

3.2. Перечень лабораторных работ

1. Исследование электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора (2 часа).

2. Однофазная цепь с последовательным соединением элементов. Резонанс напряжений (2 часа).
3. Трехфазная цепь при соединении приемников звездой (2 часа).
4. Однофазный трансформатор (2 часа).
5. Асинхронный двигатель с фазным ротором (2 часа).
6. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения (2 часа).
7. Генератор постоянного тока смешанного возбуждения (2 часа).
8. Синхронный генератор (2 часа).
9. Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов (2 часа).
10. Неуправляемые выпрямители (2 часа).
11. Три схемы включения транзисторов (2 часа).

Примечание: приведенный в таблице 1 перечень лабораторных работ, предназначенных к выполнению студентами специальности, может быть изменен по усмотрению преподавателя.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Общие методические указания

Контрольные работы по электротехнике состоят из ряда задач, охватывающих основные разделы курса. Номера задач, входящих в контрольную работу, приведены в таблице 1. Приведены примеры решения типовых задач.

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.

Контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради, на обложке которой указать: фамилию, имя и отчество, домашний адрес, номер учебного шифра, номер контрольной работы и номер варианта.

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

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

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

3. Разметить схему, т.е. обозначить ее узлы, показать заданные и принятые направления ЭДС, 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 в процессе решения задачи полученные результаты: реальны ли найденные значения величин (КПД 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 чистовом оформлении контрольной работы текст, формулы и числовые расчеты вписывать четко и аккуратно, без помарок.

8. На каждой странице оставить поле шириной не менее 3 см.

9. При числовых расчетах рекомендуется придерживаться определенного порядка: искомая величина описывается формулой, затем подставить числовые значения величин, результат расчета (числовое значение) искомой величины и единица измерения. Расчеты выполнить до двух или трех значащих цифр.

10. Решение задачи обязательно сопровождать пояснениями, т. е. называть законы, на основании которых составлены уравнения, смысл преобразований в схемах и формулах, последовательность действий, комментировать полученные результаты.

11. Электрические схемы чертить с помощью чертежных инструментов 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.

12. Графики представить выполненными аккуратно желательнее на миллиметровой бумаге. 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.

13. Векторные диаграммы строить в масштабе, который указывается таким образом: $m_u = \dots \frac{\text{В}}{\text{мм}}$; $m_I = \dots \frac{\text{А}}{\text{мм}}$.

14. В конце контрольной работы поставить дату выполнения и подпись.

15. Если контрольная работа не зачтена или зачтена 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.

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

4.2. Контрольные задачи

Задача 1. В электрической цепи, схема которой изображена на рис. 1.1-1.10 по заданным величинам сопротивлений резисторов и мощности P , измеряемой ваттметром, определить токи во всех ветвях схемы и напряжение источника питания. Составить баланс мощности.

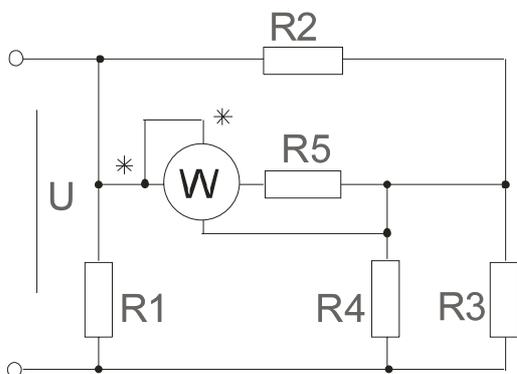


Рис. 1.1

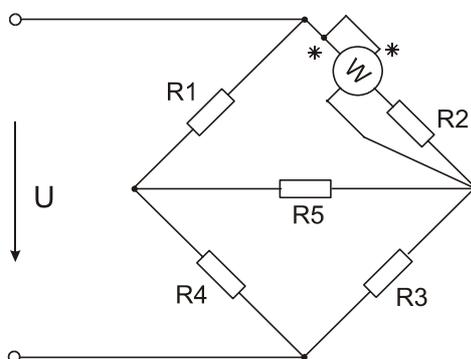


Рис. 1.2

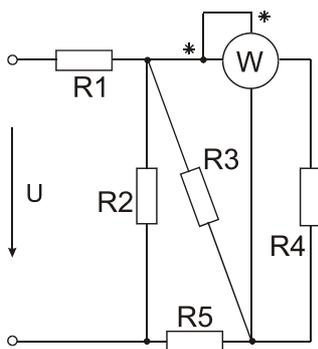


Рис. 1.3

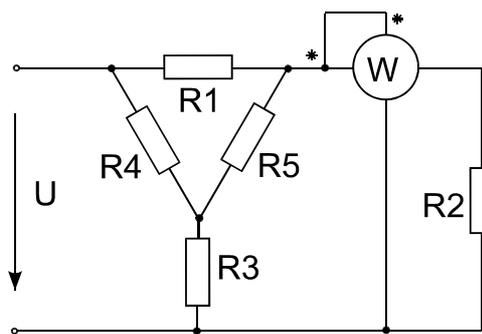


Рис. 1.4

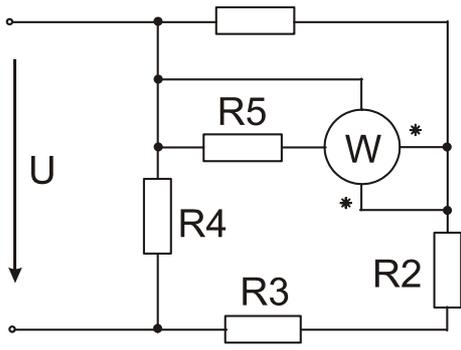


Рис. 1.5

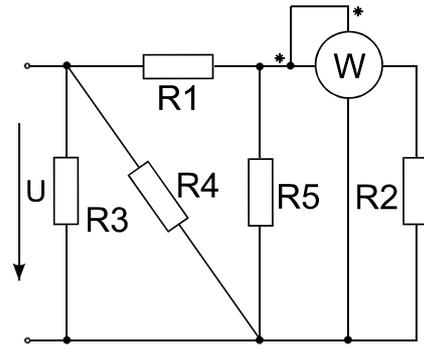


Рис. 1.6

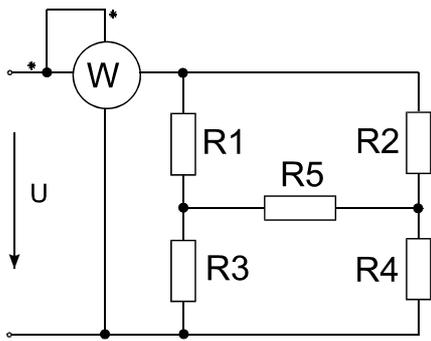


Рис. 1.7

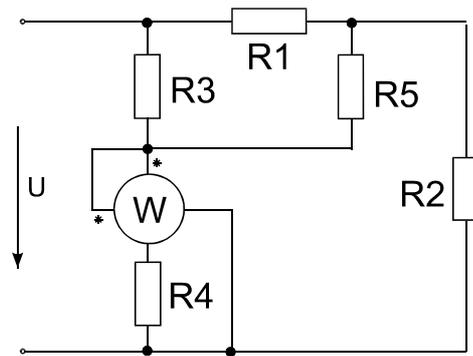


Рис. 1.8

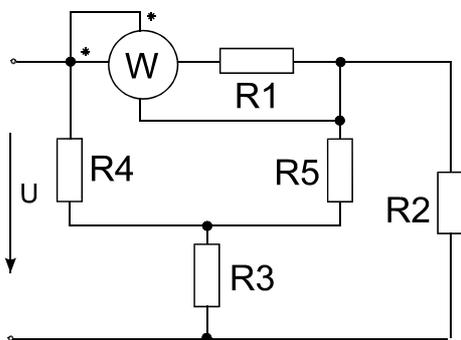


Рис. 1.9

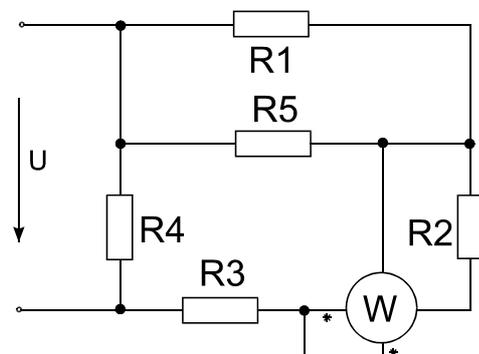


Рис. 1.10

Номера		Данные к задаче 1					
Вар.	Рис.	P , Вт	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом
1	1.1	75	3	5	4	8	15
2	1.2	80	8	15	12	6	3
3	1.3	45	14	11	6	4	8
4	1.4	144	6	10	12	8	5
5	1.5	15	9	14	18	6	12
6	1.6	24	11	7	13	9	10
7	1.7	72	6	12	17	13	4
8	1.8	250	9	3	11	30	25
9	1.9	48	22	10	42	18	30
10	1.10	165	10	8	6	14	18
11	1.1	24	4	9	13	16	4
12	1.2	95	8	11	23	7	6
13	1.3	28	11	16	8	3	15
14	1.4	120	28	34	56	44	11
15	1.5	80	45	30	58	32	14
16	1.6	55	14	9	7	16	24
17	1.7	34	10	3	5	8	13
18	1.8	22	14	18	9	22	16
19	1.9	40	30	42	16	9	24
20	1.10	25	10	7	14	3	18

Задача 2. В электрической цепи, схема которой изображена на рис.2.1-2.20 известны параметры элементов цепи. К зажимам цепи приложено синусоидальное напряжение $u = \sqrt{2} U \sin \omega t$, изменяющееся с частотой $f = 50$ Гц. Определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра и коэффициент мощности $\cos \varphi$ на входе цепи.

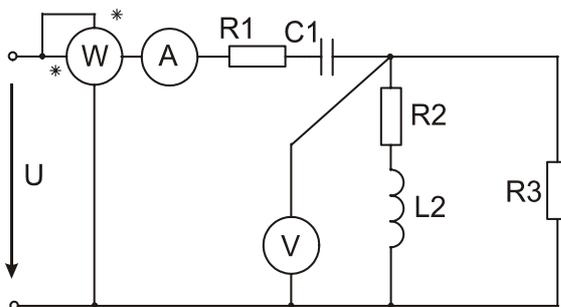


Рис. 2.1

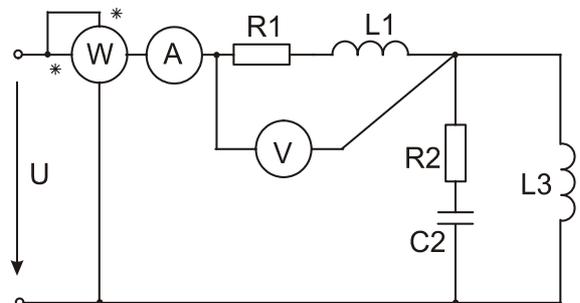


Рис. 2.2

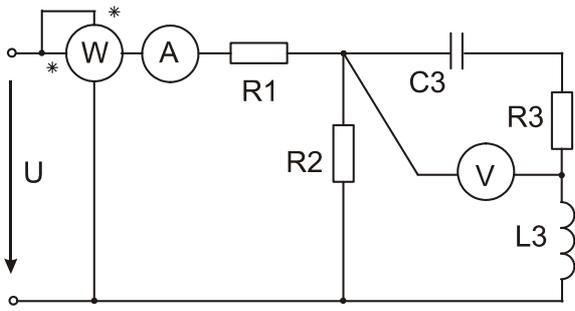


Рис. 2.3

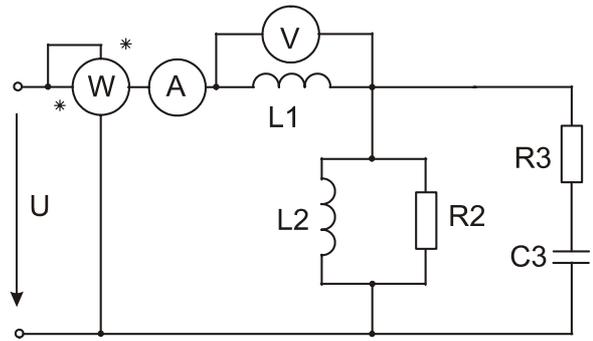


Рис. 2.4

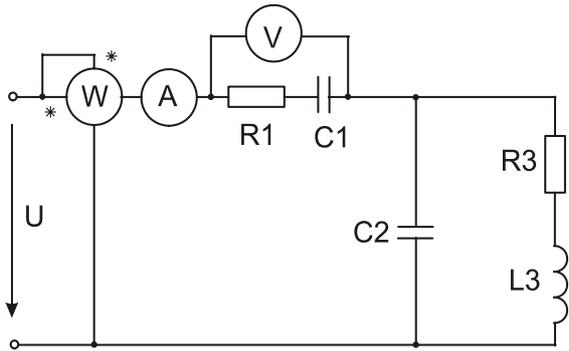


Рис. 2.5

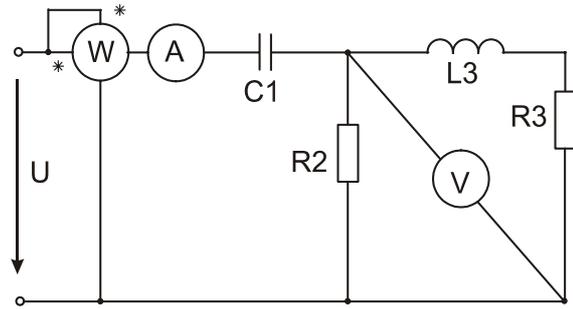


Рис. 2.6

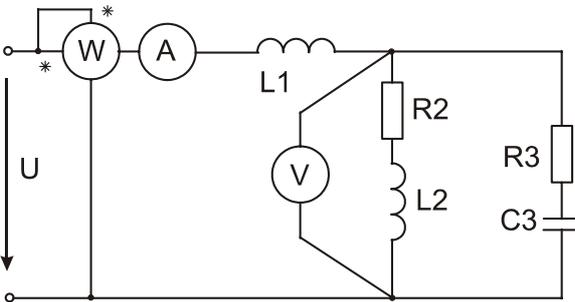


Рис. 2.7

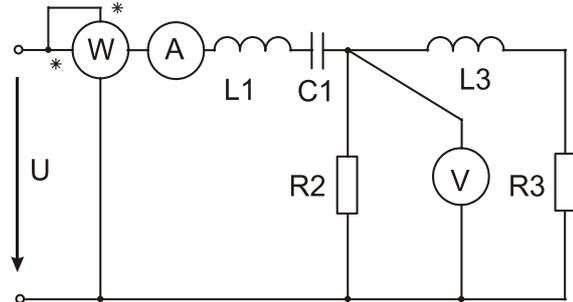


Рис. 2.8

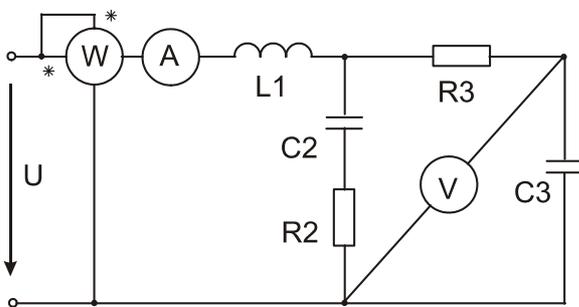


Рис. 2.9

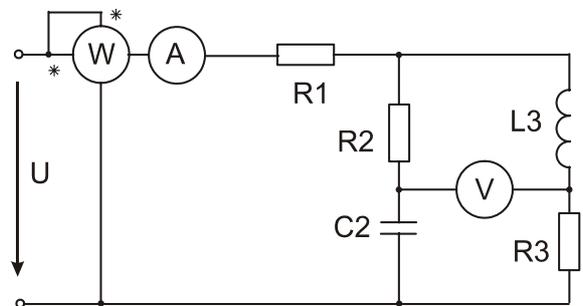


Рис. 2.10

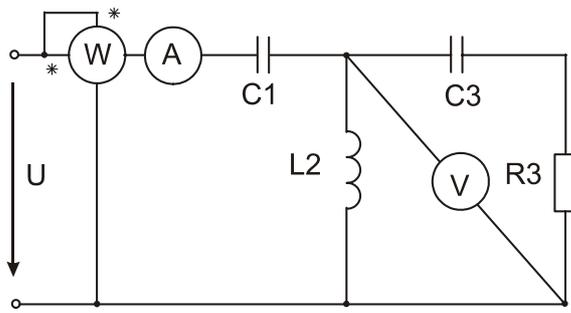


Рис. 2.11

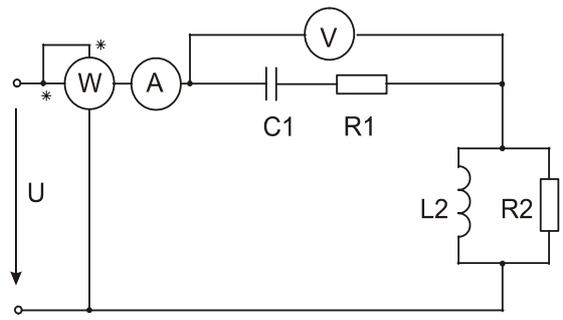


Рис. 2.12

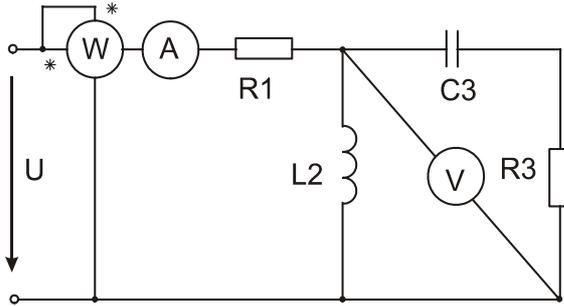


Рис. 2.13

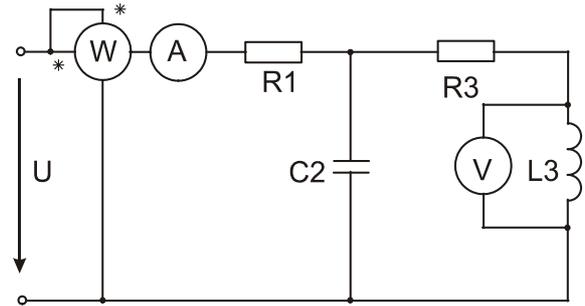


Рис. 2.14

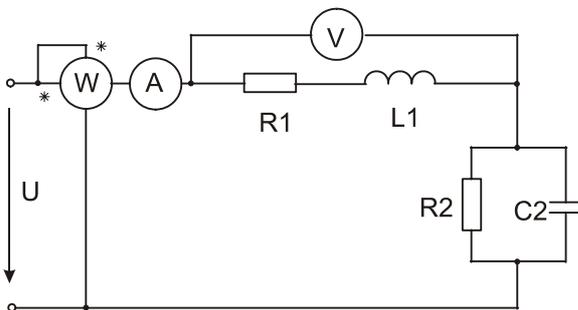


Рис. 2.15

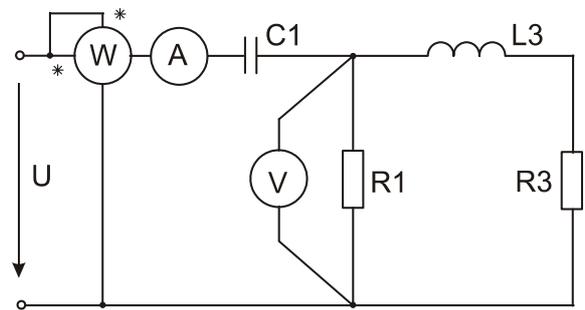


Рис. 2.16

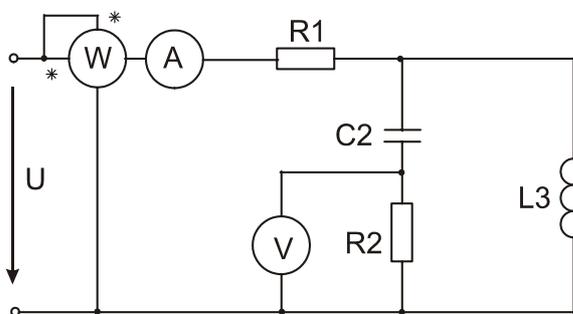


Рис. 2.17

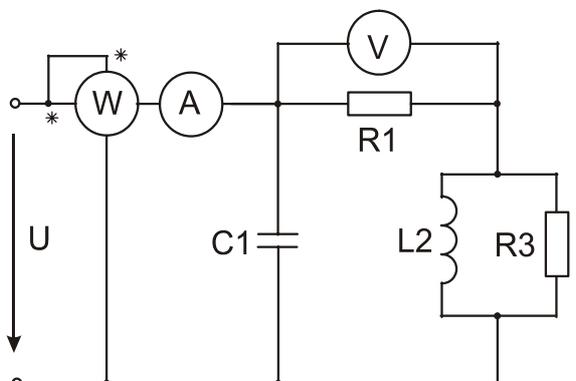


Рис. 2.18

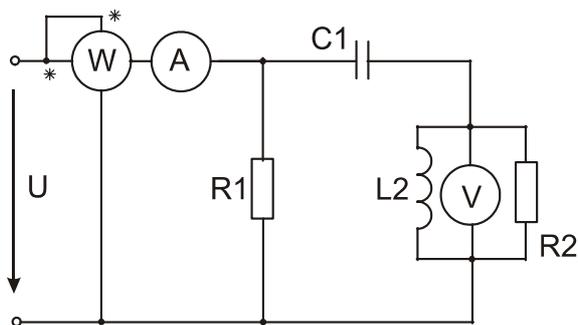


Рис. 2.19

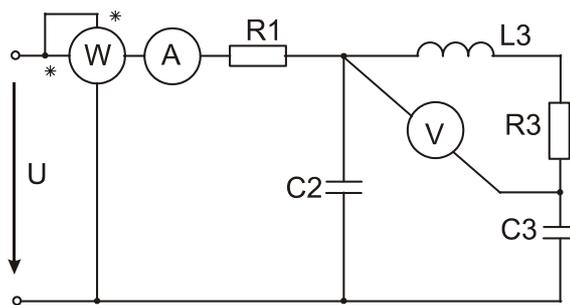


Рис. 2.20

Номера		Данные к задаче 2									
Вар	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
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

Задача 3. Для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3.1-3.3, по заданным параметрам $Z_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного трехфазного приемника. Определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для четырехпроводной

схемы) и фазные напряжения для одного из несимметричных режимов цепи, указанных в примечании.

Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для симметричного режима.

Задача 4. Для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3.1-3.3, по заданным параметрам $Z_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

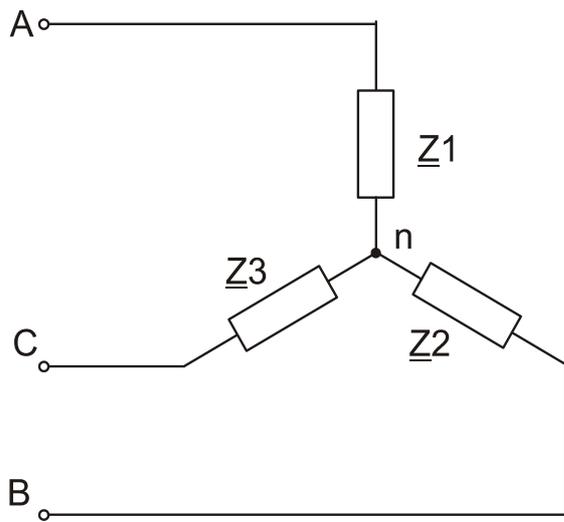


Рис. 3.1

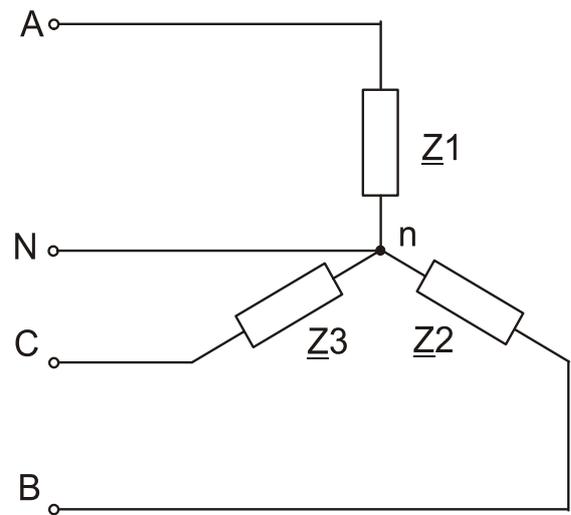


Рис. 3.2

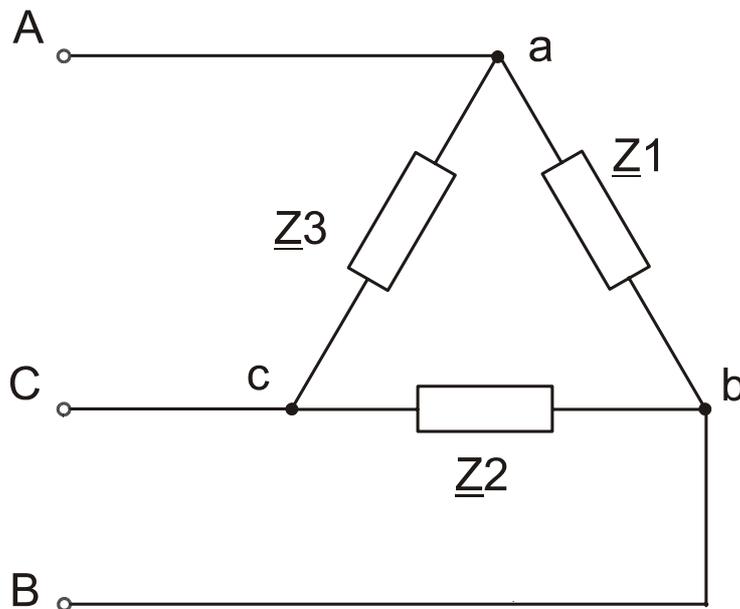


Рис. 3.3

Номера		Данные к задачам 3 и 4							Примечание
Вариант	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)	Обрыв фазы "а"
2	3.3	220	10	10	10	-	-	-	Обрыв фазы "bc"
3	3.1	380	15	15	15	5(емк)	5(емк)	5(емк)	Кор.замык. ф "с"
4	3.3	127	4	4	4	3(инд)	3(инд)	3(инд)	Обрыв лин. пров. "С"
5	3.2	380	-	-	-	11 (емк)	11 (емк)	11 (емк)	Обрыв лин. пров. "А"
6	3.3	127	-	-	-	10 (инд)	10 (инд)	10 (инд)	Обрыв лин. пров. "В"
7	3.1	220	15	15	15	-	-	-	Кор.замык. ф. "а"
8	3.3	127	-	-	-	20 (емк)	20 (емк)	20 (емк)	Обрыв лин. пров. "С"
9	3.2	220	5	5	5	8(инд)	8(инд)	8(инд)	Кор.замык. ф. "В"
10	3.3	380	16	16	16	12 (инд)	12 (инд)	12 (инд)	Обрыв лин. пров. "А"
11	3.1	380	12	12	12	6(инд)	6(инд)	6(инд)	Кор.замык. ф. "В"
12	3.3	220	25	25	25	-	-	-	Обрыв фазы "са"
13	3.2	380	12	12	12	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)	Обрыв лин. пров. "С"
14	3.3	220	18	18	18	10 (емк)	10 (емк)	10 (емк)	Обрыв фазы "ав"
15	3.2	220	10	10	10	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)	Обрыв лин. пров. "А"
16	3.3	127	30	30	30	-	-	-	Обрыв фазы "bc"
17	3.1	380	-	-	-	22 (емк)	22 (емк)	22 (емк)	Кор.замык. ф. "С"
18	3.3	220	-	-	-	40 (емк)	40 (емк)	40 (емк)	Обрыв лин. пров. "В"
19	3.1	220	8	8	8	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)	Кор.замык. ф. "С"
20	3.2	380	20	20	20	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)	Обрыв фазы "В"

Задача 5. Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (рис. 5.1), выполненные из листовой электротехнической стали 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 для создания подъемной силы F .

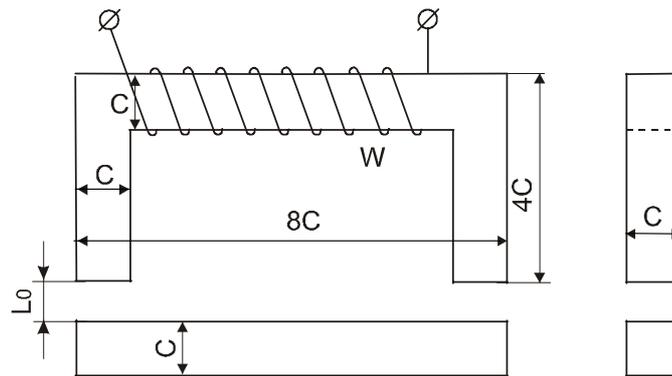


Рис. 5.1

Данные к задаче 5							
Вари-ант	с, см	w, витков	F, кН	Вари-ант	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_n , первичное номинальное линейное напряжение U_{1n} , 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. Определить коэффициент мощности холостого хода $\cos \varphi_0$, сопротивления первичной и вторичной обмоток R_1, X_1, R_2, X_2 , расчетные сопротивления Z_m, R_m, X_m . Построить внешнюю характеристику $U_2 = f_1(\beta)$ и зависимость КПД от нагрузки $\eta = f_2(\beta)$ при $\beta = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25$ и $\cos \varphi_2 = 0,8$. Нарисовать T-образную схему замещения трансформатора.

Примечание. Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

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

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

$$u_{ka} = u_k \cos \varphi_k; \quad u_{kp} = \sqrt{(u_k)^2 - u_{ka}^2};$$

$$\cos \varphi_k = \frac{R_k}{Z_k}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

Данные к задаче 6

Вар-т	Группа соедин.	S_n , 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

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	к%
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
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 независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность P_H , номинальное напряжение U_H , сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии $R_{я}$. Определить электромагнитную мощность генератора и относительное изменение напряжения Δu % на его зажимах при переходе от номинального режима к режиму холостого хода. Построить внешнюю характеристику генератора. Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

Указание. Ознакомьтесь с решением задачи 11.2 по [9, с.216-217], при этом следует помнить, что в генераторе с независимым возбуждением изменение нагрузки не оказывает влияния на магнитный поток.

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

Задача 8. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением серии 2П характеризуется следующими номинальными величинами: номинальной мощностью P_H ; номинальным напряжением U_H ; частотой вра-

щения якоря n_n ; КПД η_n ; сопротивлением цепи якоря $R_{я}$; сопротивлением цепи возбуждения R_{ϵ} . Определить: ток I , потребляемый электродвигателем из сети при номинальной нагрузке; номинальный момент на валу электродвигателя; пусковой момент при токе $I_n = 2I_n$ (без учета реакции якоря) и соответствующее сопротивление пускового реостата; частоту вращения якоря при токе якоря, равном номинальному, но при введении в цепь возбуждения добавочного сопротивления, увеличивающего заданное в условии задачи значение R_{ϵ} на 30%. Построить естественную механическую характеристику двигателя. Начертить схему включения двигателя.

Задача 9. Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу P_n ; напряжение U_n ; частоту вращения якоря n_n ; КПД η ; сопротивление цепи якоря $R_{я}$; сопротивление цепи возбуждения R_{ϵ} . Определить частоту вращения якоря при холостом ходе; частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя и при включении в цепь якоря добавочного сопротивления, равного $3R_{я}$. Построить естественную и реостатную (при $R_{\partial} = 3R_{я}$ в цепи якоря) механические характеристики $n(M)$ электродвигателя. Нарисовать схему включения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Данные к задачам 8 и 9						
Вариант	P_n , кВт	U_n , В	n , об/мин	η , %	$R_{я}$, Ом	R_{ϵ} , 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
17	160	440	1900	90	0,0116	25,6

Данные к задачам 8 и 9						
Вариант	P_n , кВт	U_n , В	n , об/мин	η , %	$R_{я}$, Ом	$R_{г}$, Ом
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 10. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой $f=50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: мощность на валу P_n ; скольжение s_n ; коэффициент мощности $\cos \varphi_n$; КПД η_n ; число пар полюсов p ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального m_k и m_n . Определить ток, потребляемый двигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой моменты; критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой $M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$; величины моментов, используя эту формулу и частоты вращения ротора, соответствующие значениям скольжений: s_n ; s_k ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Построить механическую характеристику $n(M)$ электродвигателя.

Задача 11. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие величины, характерные для номинального режима: мощность на валу P_n ; скольжение s_n ; коэффициент мощности $\cos \varphi_n$; КПД η_n ; число пар полюсов p ; значения отношений начального пускового и максимального моментов m_n и m_k . Двигатель подключен к сети с линейным напряжением 220В частотой $f = 50$ Гц. Определить: ток, потребляемый двигателем из сети; номинальную частоту вращения ротора; номинальный, максимальный и пусковой моменты.

Данные к задачам 10 и 11							
Вар-т	P_n , кВт	η_n , %	$\cos \varphi_n$	s_n , %	p	m_k	m_n
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 задачам 10 и 11							
Вар-т	P_n , кВт	η_n , %	$\cos \varphi_n$	s_n %	p	m_k	m_n
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 12. Производственный механизм приводится во вращение асинхронным двигателем. Изменение момента на валу двигателя за цикл работы производственного механизма изображается нагрузочной диаграммой на рис. 12.1. Синхронная частота вращения магнитного поля равна n_c . Определить методом эквивалентных величин [2, с.228-231] расчетную мощность выбираемого двигателя. Выбрать типоразмер асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором для $P_{расч.}$ и n_c по справочнику [10, с.27-72]. Проверить выбранный двигатель на перегрузочную способность и по пусковому моменту с учетом возможного понижения напряжения сети на 10%, т.е. $0,9^2 M_{max \partial} \geq M_2$ и $0,9^2 M_{нд} \geq M_1$.

Данные к задаче 12									
Вар-т	M_1 , Н.м	M_2 , Н.м	M_3 , Н.м	M_4 , Н.м	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

Данные к задаче 12									
Вар-т	M_1 , Н.м	M_2 , Н.м	M_3 , Н.м	M_4 , Н.м	n_c , об/мин	t_1 , мин	t_2 , мин	t_3 , мин	t_4 , мин
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

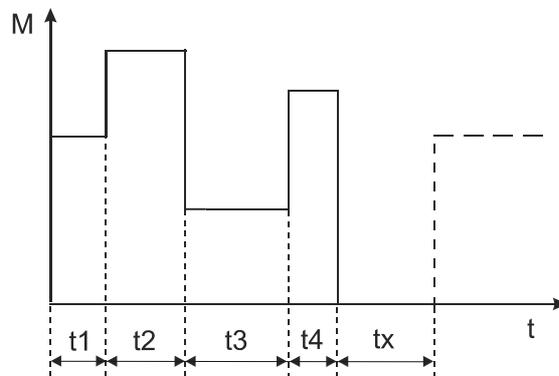


Рис 12.1

Задача 13. Для привода насоса в водогрейной котельной установлен трехфазный асинхронный двигатель, имеющий следующие паспортные данные: номинальную мощность P_n ; номинальное линейное напряжение U_n ; коэффициент мощности $\cos \varphi_n$; коэффициент полезного действия η_n ; кратность пускового тока $i_n = I_n / I_n$. Подключение двигателя к распределительному щиту выполнено трехжильным алюминиевым кабелем с резиновой изоляцией длиной l , проложенным по стенам помещения. Рассчитать сечение трехжильного алюминиевого кабеля и выбрать плавкую вставку предохранителя. Определить мощность P , напряжение сети U_c и $\cos \varphi$ в начале линии, питающей двигатель. Коэффициент загрузки двигателя $k_z = 1$. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

Указание: ознакомиться с решением задачи 14.26 по [9, с.267 – 268].

Данные к задаче 13

Вариант	l , м	Тип двигателя	P_H , кВт	U_H , В	η_H	$\cos \varphi_H$	$i_n = I_n / I_H$
1	50	4A180M2Y3	30	220	0,905	0,9	7,5
2	40	4A180S2Y3	22	220	0,88	0,91	7,5
3	47	4A200M2Y3	37	380	0,9	0,89	7,5
4	60	4A160M2Y3	18,5	220	0,885	0,92	7,0
5	55	4A160S2Y3	15	220	0,88	0,91	7,0
6	45	4A200L2Y3	45	380	0,91	0,9	7,5
7	30	4A132M4Y3	11	220	0,875	0,87	7,5
8	38	4A160S4Y3	15	220	0,885	0,88	7,0
9	53	4A225M4Y3	55	380	0,925	0,9	7,0
10	50	4A250S4Y3	75	380	0,93	0,9	7,0
11	45	4A250M4Y3	90	380	0,93	0,91	7,0
12	64	4A280S4Y3	110	380	0,925	0,9	6,0
13	48	4A200L6Y3	30	220	0,905	0,9	6,5
14	57	4A225M6Y3	37	220	0,91	0,89	6,5
15	44	4A250S6Y3	45	380	0,915	0,89	6,5
16	35	4A250M6Y3	55	380	0,915	0,89	6,5
17	62	4A280S6Y3	75	380	0,92	0,89	7,0
18	55	4A315M6Y3	132	380	0,935	0,9	7,0
19	60	4A250M2Y3	90	380	0,92	0,9	7,5
20	43	4A225M2Y3	55	220	0,91	0,92	7,5

Задача 14. Для указанного на рис. 14.1 усилительного каскада с общим эмиттером определить коэффициенты усиления по напряжению, току и мощности, выходное напряжение, входное и выходное сопротивления по заданным величинам $U_{ax}, R_k, R_b, h_{11}, h_{21}, h_{22}$.

Указание: перед решением задачи ознакомиться с решениями задач 9.20, 9.26 по [9, с. 170 – 171].

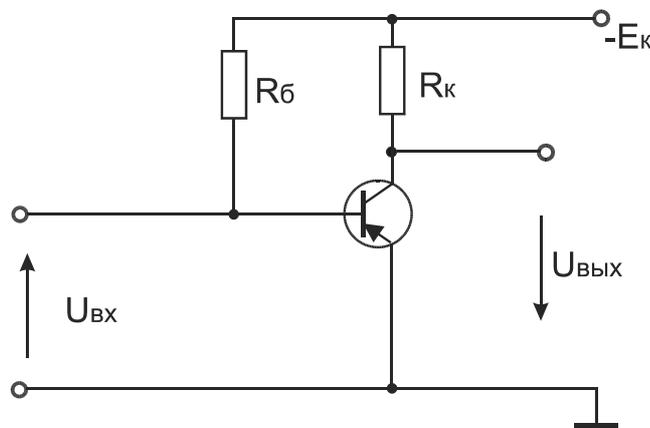


Рис. 14.1

Данные к задаче 14						
Вариант	h_{11} , Ом	h_{21}	h_{22} , Ом ⁻¹	R_k , кОм	R_{δ} , кОм	U_{ex} , 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
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

Задача 15. Однофазный мостовой выпрямитель (рис. 15.1) подключен

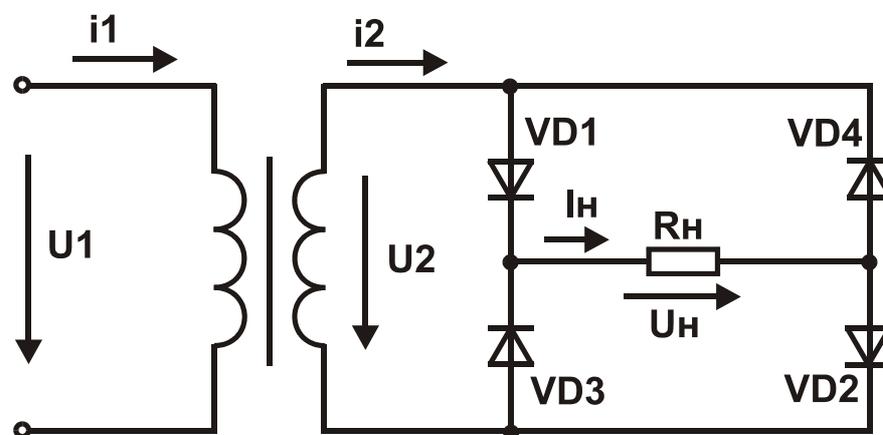


Рис. 15.1

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 . Определить коэффициент трансформации трансформатора n ; средний I_{np-cp} и максимальный I_{np-max} токи каждого диода при прямом включении; максимальное обратное напряжение $U_{обр-max}$; выбрать из таблицы «Справочные данные диодов» или из справочника [12] тип диода. Рассчитать 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_{np-cp} , то можно включить последовательно два или несколько однотипных диодов.

3. Перед выполнением задания ознакомиться с решением задачи 9.7 по [9, с.166].

Справочные данные диодов					
Тип диода	Параметры диода		Тип диода	Параметры диода	
	$U_{обр-max}$, В	I_{np-max} , А		$U_{обр-max}$, В	I_{np-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
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

4.3 Пример решения задач

Задача 1

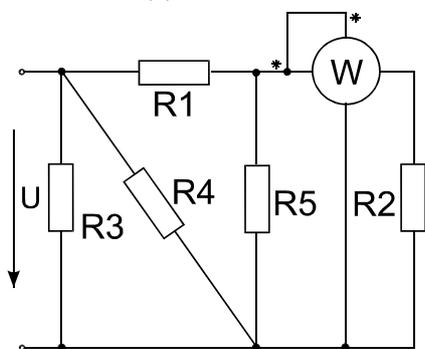


Рис.1

Дано: В электрической цепи, схема которой изображена на рис.1, по заданным величинам сопротивлений резисторов и мощности P , измеряемой ваттметром, определить токи во всех ветвях схемы и напряжение источника питания. Составить баланс мощности.
 $P = 24$ Вт, $R_1 = 11$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 130$ Ом, $R_5 = 10$ Ом.

1. Расставляем на схеме положительные направления токов и напряжений в ветвях и обозначаем их индексами (например: в R_2 протекает ток I_2 и падает напряжение U_2).

2. Определяем ток в сопротивлении: R_2 по $P = I_2^2 \cdot R_2$:
 $I_2 = \sqrt{\frac{24}{7}} = 1,85 \text{ А}$.

3. Определяем падение напряжения на сопротивлениях R_2 и R_5 :
 $U_5 = U_2 = I_2 R_2 = 12,9 \text{ В}$.

4. Определяем ток в сопротивлении R_5 : $I_5 = U_5 / R_5 = 12,9 / 10 = 1,29 \text{ А}$.

5. Определяем ток и падение напряжения на сопротивлении R_1
 $I_1 = I_5 + I_2 : I_1 = 1,85 + 1,29 = 3,14 \text{ А}; U_1 = R_1 I_1 = 3,14 \cdot 11 = 34,54 \text{ В}$.

6. Определяем падение напряжения на сопротивлениях R_4 и R_5 по второму закону Кирхгофа. Это напряжение будет равно напряжению источника питания: $U = U_3 = U_4 = U_1 + U_5 = 34,54 + 12,9 = 47,44 \text{ В}$.

7. Определяем токи в сопротивлениях R_3 и R_4 : $I_3 = U_3 / R_3$; $I_4 = U_4 / R_4$
 $I_3 = 47,44 / 13 = 3,65 \text{ А}, I_4 = 47,44 / 9 = 5,27 \text{ А}$.

8. Определяем ток в внешней цепи I по первому закону Кирхгофа:
 $I = I_1 + I_3 + I_4 = 3,65 + 5,27 + 3,14 = 12,06 \text{ А}$.

9. Рассчитываем баланс мощности в цепи из условия $P_{\text{И}} = P_{\text{П}}$. Определяем мощность источника $P_{\text{И}}$ и мощность потребителя $P_{\text{П}}$:

$P_{\text{И}} = U \cdot I = 47,44 \cdot 12,06 \approx 572 \text{ Вт}; P_{\text{П}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 + I_4^2 \cdot R_4 + I_5^2 \cdot R_5$

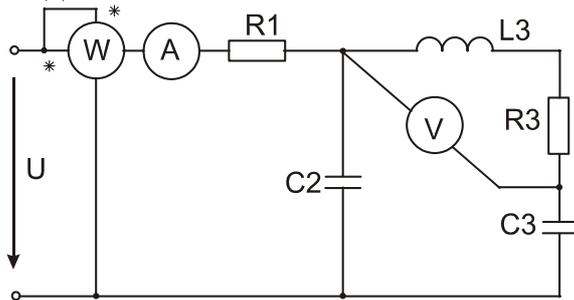
$P_{\text{П}} = 9,85 \cdot 11 + 3,42 \cdot 7 + 13,32 \cdot 13 + 27,77 \cdot 9 + 1,69 \cdot 10 \approx 572 \text{ Вт}$.

Баланс мощностей сходится. Задача решена правильно.

ОТВЕТ: $I_1 = 3,14 \text{ А}; I_2 = 1,85 \text{ А}; I_3 = 3,65 \text{ А}; I_4 = 5,27 \text{ А}; I_5 = 1,29 \text{ А};$

$U = 47,44 \text{ В}$

Задача 2



Дано: В электрической цепи, схема которой изображена на рис.2., известны параметры элементов цепи. К зажимам цепи приложено синусоидальное напряжение

Рис.2.

$u = \sqrt{2} U \sin \omega t$, изменяющееся с частотой $f = 50 \text{ Гц}$. Определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра и коэффициент мощности $\cos \varphi$ на входе цепи.

$U = 50 \text{ В}, f = 50 \text{ Гц}, C_2 = 530 \text{ мкФ}, C_3 = 159 \text{ мкФ}, L_3 = 38,2 \text{ мГн}, R_1 = 6 \text{ Ом}, R_3 = 8 \text{ Ом}$

1. Определяем реактивные сопротивления элементов:
 $X_{C2} = 1/\omega C_2 = 1/314 \cdot 530 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ Ом}$; $X_{C3} = 1/\omega C_3 = 1/314 \cdot 159 \cdot 10^{-6} = 20 \text{ Ом}$;
 $X_{L3} = \omega L_3 = 314 \cdot 38,2 \cdot 10^{-3} = 12 \text{ Ом}$.

2. Определяем комплексные значения сопротивлений ветвей, входящих в схему: $\underline{Z}_1 = R_1 = 6 \text{ Ом}$; $\underline{Z}_2 = -j X_{C2} = -j 6 = 6e^{-j90} \text{ Ом}$;
 $\underline{Z}_3 = R_3 + j(X_{L3} - X_{C3}) = 8 - 8j = 11,31e^{-j45} \text{ Ом}$;

Комплекс действующего значения напряжения запишем в виде:
 $\underline{U} = Ue^{j0} = 50 \text{ В}$.

3. Определяем комплексное эквивалентное сопротивление цепи:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 7,11 - j4,06 = 8,19e^{-j29,74} \text{ Ом}.$$

3. Определяем комплекс тока во внешней цепи:
 $\underline{I}_1 = \underline{U} / \underline{Z} = 50/8,19e^{-j29,74} = 6,108e^{j29,74} \text{ А}$.

4. Определяем по правилу разброса токи в параллельных ветвях:

$$\underline{I}_2 = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_3 / (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) = 6,108e^{j29,74} \cdot 11,31e^{-j45} / (-j6 + 8 - j8) = 4,285e^{j45} \text{ А},$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_2 / (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) = 6,108e^{j29,74} \cdot (-j6) / (-j6 + 8 - j8) = 2,273e^{j0} \text{ А}.$$

5. Определяем показания вольтметра, используя второй закон Кирхгофа: $U_V = I_3 \cdot (R_3 + jX_{L3}) = 2,273 \cdot (8 + j12) = 32,78e^{j56,31} \text{ В}$, т.к. приборы электромагнитной системы показывают действующее значение измеряемой величины, то вольтметр покажет 32,78 В, показание амперметра $I_1 = I_A = 6,108 \text{ А}$.

6. Определяем показания ваттметра, который показывает действующее значение активной мощности:

$$P_W = \underline{U} \cdot \underline{I}_1 \cos(\underline{U} \wedge \underline{I}) = 50 \cdot 6,108 \cdot \cos(0 - 29,74) = 265,15 \text{ Вт}$$

7. Определяем коэффициент мощности на входе цепи:
 $\cos \varphi = \cos(-29,74) = 0,868$

ОТВЕТ: $I_A = 6,108 \text{ А}$, $U_V = 32,78 \text{ В}$, $P_W = 265,158 \text{ Вт}$, $\cos \varphi = 0,868$

Задача №3

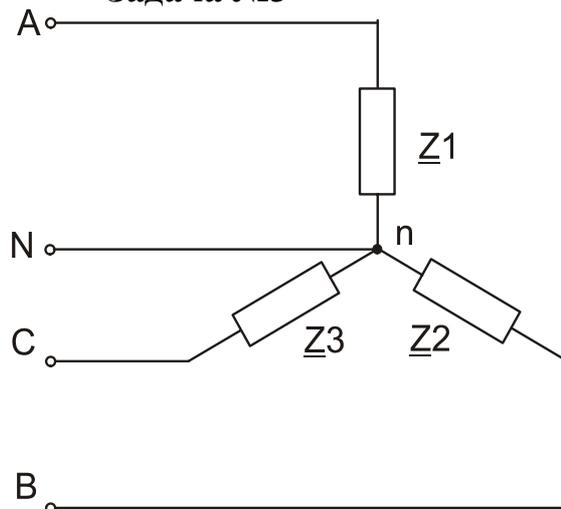


Рис.3.

. **Дано:** для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3, по заданным параметрам $\underline{Z}_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму В, $R_1 = R_2 = R_3 = 20 \text{ Ом}$, $X_1 = X_2 = X_3 = 15 \text{ Ом}$ (инд.).

1. Определяем полные сопротивления фаз нагрузки:
 $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = R + jX = 15 + j20 = Z e^{j\varphi}$ Ом, где
 $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25$ Ом, $\varphi = \arctg \frac{15}{20} = 36,87^\circ$.

2. Определяем фазные напряжения на нагрузке, учитывая, что нагрузка симметрична и схема ее соединения - треугольник с нулем. Следовательно $U_\phi = \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}}$ и напряжение на фазах нагрузки сдвинуто относительно друг друга на угол 120° , т.е. можно использовать фазовый оператор.

$$\underline{U}_A = \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}} e^{j\varphi} = 380 e^{j0} / 1,73 = 220 e^{j0} \text{ В} \text{ соответственно: } \underline{U}_B = 220 e^{-j120} \text{ В,}$$

$$\underline{U}_C = 220 e^{j120} \text{ В.}$$

3. Определяем токи в фазах (определяем ток в фазе А, затем определяем токи в фазах В и С с учетом сдвига фаз на 120°):

$$\underline{I}_A = \frac{\underline{U}_A / Z}{\sqrt{3}} = 220 e^{j0} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{j36,87} \text{ А,} \text{ соответственно:}$$

$$\underline{I}_B = \frac{\underline{U}_B / Z}{\sqrt{3}} = 220 e^{-j120} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{-j156,87} \text{ А}$$

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_C / Z}{\sqrt{3}} = 220 e^{j120} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{j85,13} \text{ А}$$

Учитывая, что при схеме соединения нагрузки звезда с нулем

$$I_{\text{Л}} = I_\phi, \text{ то линейные токи равняются фазным.}$$

4. Определяем активную и реактивную мощность цепи с учетом симметричной нагрузки:

$$P = 3 U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 8,8 \cdot \cos 36,87 = 4646,4 \text{ Вт}$$

$$Q = 3 U_\phi \cdot I_\phi \cdot \sin \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 8,8 \cdot \sin 36,87 = 3484,6 \text{ вар}$$

5 Построить в соответствующих масштабах векторные диаграммы токов и напряжений с учетом рассчитанных углов и амплитуд.

ОТВЕТ: $I_{\text{Л}A} = I_A = 8,8 e^{j36,87} \text{ А, } I_{\text{Л}B} = I_B = 8,8 e^{-j156,87} \text{ А, } I_{\text{Л}C} = I_C = 8,8 e^{j85,13} \text{ А, } \underline{U}_A = 220 e^{j0} \text{ В, } \underline{U}_B = 220 e^{-j120} \text{ В, } \underline{U}_C = 220 e^{j120} \text{ В, } P = 4646,4 \text{ Вт, } Q = 3484,6 \text{ вар.}$

Задача № 5

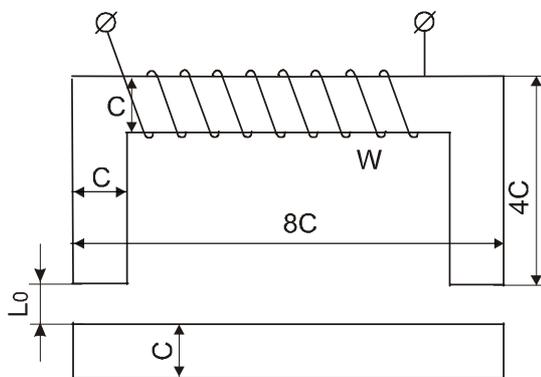


Рис.4

Дано: Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения, выполненные из листовой электротехнической стали 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 для создания подъемной силы F . $C = 4,5$ см, $W = 300$ витков, $F = 3$ кН, $L_0 = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м.

1. Определяем необходимую величину индукции в зазорах, учитывая, что $B = \sqrt{\frac{F \cdot \mu_0}{2 \cdot S}}$, где $S = C^2 = 2,10^{-3} \text{ м}^2$ – площадь сечения магнитопровода, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$. $B = 1,36$ Тл.

2. Определяем магнитную напряженность в зазоре:

$$H_0 = B/\mu_0 = 1,08 \cdot 10^6 \text{ А/м.}$$

3. Определяем величину напряженности магнитного поля в магнитопроводе для указанной стали: $H_{СТ} = 1540$ А/м.

4. Определяем длину средней магнитной линии по рис.4 и данным размерам:

$$\ell_{СР} = 8C - C + 2(4C - C/2) + 8C - C + C = 22 \cdot C = 99,0 \text{ см} = 0,99 \text{ м.}$$

5. Определяем падение магнитного напряжения в стали: $U_{МС} = H_{СТ} \cdot \ell_{СР} = 1,5 \cdot 10^3$ А.

6. Определяем падение магнитного напряжения на воздушных зазорах:

$$U_{МЗ} = 2 H_0 \cdot L_0 = 2 \cdot 1,08 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 1,08 \cdot 10^3 \text{ А.}$$

7. По второму закону Кирхгофа для магнитных цепей записываем:

$$I \cdot W = U_{МЗ} + U_{МС}, \text{ откуда}$$

$$I = (U_{МЗ} + U_{МС})/W = 2,58 \cdot 10^3 / 300 = 8,6 \text{ А.}$$

ОТВЕТ: Необходимый ток в катушке составляет 8,6 А.

Задача 6.

Трехфазный трансформатор имеет номинальную мощность S_n , первичное номинальное линейное напряжение $U_{1н}$, вторичное линейное напряжение холостого хода $U_{2х}$, напряжение u_k % и мощность P_k номинального короткого замыкания, мощность холостого хода P_x . Ток холостого хода составляет k процентов от номинального тока. Определить коэффициент мощности холостого хода $\cos \varphi_0$, сопротивления первичной и вторичной обмоток R_1, X_1, R_2, X_2 , расчетные сопротивления Z_m, R_m, X_m . Построить внешнюю характеристику $U_2 = f_1(\beta)$ и зависимость КПД от нагрузки $\eta = f_2(\beta)$ при $\beta = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25$ и $\cos \varphi_2 = 0,8$. Нарисовать T-образную схему замещения трансформатора.

Примечание. Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

$$\Delta u_2 \% = \beta (u_{ka} \cdot \cos \varphi_2 + u_{kp} \cdot \sin \varphi_2); \quad U_2 = U_{2x} \left(1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100}\right);$$

$$u_{ka} = u_k \cdot \cos \varphi_k; \quad u_{kp} = \sqrt{(u_k)^2 - u_{ka}^2}; \quad \cos \varphi_k = \frac{R_k}{Z_k}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

Дано: $S_H = 25$ кВА, $U_{1H} = 6$ кВ, $U_{2K} = 400$ В, $U_K = 4,5\%$, $P_K = 600$ Вт, $P_X = 125$ Вт, $k = 3\%$, Группа соединений «звезда – треугольник» -11.

1. Определяем номинальный ток в первичной обмотке:

$$I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_M} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 10^3} = 2,406 \text{ А.}$$

2. Определяем ток холостого хода: $I_{1X} = K \cdot I_{1H} = 0,03 \cdot 2,04 = 0,072 \text{ А.}$

3. Определяем коэффициент мощности XX:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_X}{\sqrt{3}U_{1H} \cdot I_{1X}} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 0,072} = 0,167$$

$$\varphi_0 = \arccos 0,167 = 80,41^\circ.$$

4. Определяем угол магнитных потерь: $\delta = 90^\circ - \varphi_0 = 9,59^\circ.$

5. Определяем сопротивление обмоток:

5.1 Полное сопротивление обмоток при коротком замыкании:

$$Z_K = \frac{U_K \cdot U_M^2 \cdot \sqrt{3}}{S_H} = \frac{0,045 \cdot (6 \cdot 10^3)^2 \cdot \sqrt{3}}{25 \cdot 10^3} = 112,24 \text{ Ом}$$

5.2 Активное сопротивление обмоток: $R_K = \frac{P_K}{3 \cdot I_{1H}^2} = \frac{600}{3 \cdot 2,406^2} = 34,56 \text{ Ом.}$

5.3 Реактивное сопротивление обмоток:

$$X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2} = \sqrt{112,24^2 - 34,56^2} = 106,78 \text{ Ом.}$$

6. Определяем сопротивления первичной обмотки:

6.1 Активное сопротивление: $R_1 = R_2' = \frac{R_K}{2} = \frac{34,56}{2} = 17,28 \text{ Ом.}$

6.2 Реактивное сопротивление: $X_1 = X_2' = \frac{X_K}{2} = \frac{106,78}{2} = 53,39 \text{ Ом}$

7. Определяем коэффициент трансформации:

$$n = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U_{2X}} = \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 8,66.$$

8. Определяем сопротивления вторичной обмотки:

8.1 Активное сопротивление: $R_2 = \frac{R_2'}{n^2} = \frac{17,28}{8,66^2} = 0,2304 \text{ Ом.}$

8.2 Реактивное сопротивление: $X_2 = \frac{X_2'}{n^2} = \frac{53,39}{8,66^2} = 0,7119 \text{ Ом.}$

9. Определяем сопротивления намагничивающей цепи:

$$Z_H = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot I_{1X}} = \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,072} = 48,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}; \quad R_M = \frac{P_X}{3 \cdot I_{1X}^2} = \frac{125}{3 \cdot 0,072^2} = 8,0 \cdot 10^3 \text{ Ом};$$

$$X_M = \sqrt{Z_M^2 - R_M^2} = \sqrt{(48,0 \cdot 10^3)^2 - (8,0 \cdot 10^3)^2} = 47,3 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

10. Определяем потерю напряжения во вторичной обмотке трансформатора, используя приведенные в условиях задачи выражение для ΔU_2 , где U_{KA} и U_{KP} составляющие соответственно активного и реактивного напряжения короткого замыкания:

$$U_{KA} = U_K \cdot \cos \varphi_K, \quad \cos \varphi_K = \frac{R_K}{Z_K}, \quad U_{KA} = U_K R_K / Z_K = 34,56 \cdot 4,5 / 112,24 = 1,39\%,$$

$$U_{KP} = \sqrt{U_K^2 - U_{KA}^2} = \sqrt{4,5^2 - 1,39^2} = 4,28\%$$

По выражению $\Delta u_2 \% = \beta (u_{ka} \cdot \cos \varphi_2 + u_{kp} \cdot \sin \varphi_2)$ для заданных β рассчитываем значения $\Delta u_2 \%$ и сводим все в табл. №1

Табл. №1

β	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	0
$\Delta u_2 \%$	0,92	1,84	2,76	3,68	4,60	0

11. Определяем напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора по выражению $U_2 = U_{2x} (1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100})$ и заданным значениям β (Табл. №2):

Табл. №2

β	0	0,25	0,5	0,75	1,00	1,25
U_2	400	396,32	392,65	388,97	385,29	381,61

По данным табл. №2 строится график зависимости $U_2 = f(\beta)$.

12. Рассчитываем значение к.п.д. от коэффициента нагрузки β по выражению

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2 + \beta^2 \cdot P_K + P_X} \cdot \text{Данные расчета заносим в Табл. №3}$$

Табл. №3

β	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1
η	0	0,969	0,973	0,970	0,965	,25 0 ,959

По данным табл. №3 строится зависимость $\eta = f(\beta)$.

13. Изображается T-образная схема замещения трансформатора с соответствующими обозначениями.

ОТВЕТ : $\cos \varphi_0 = 0,167$; $R_1 = 17,28 \text{ Ом}$; $X_1 = 53,39 \text{ Ом}$; $R_2 = 0,23 \text{ Ом}$; $X_2 = 0,71 \text{ Ом}$; $Z_M = 48,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}$; $R_M = 8,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}$; $X_M = 47,3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$.

Задача 7

Генератор независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность P_H , номинальное напряжение U_H , сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии $R_{я}$. Определить электромагнитную мощность генератора и относительное изменение напряжения $\Delta u\%$ на его зажимах при переходе от номинального режима к режиму холостого хода. Построить внешнюю характеристику генератора. Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

Указание. Ознакомиться с решением задачи 11.2 по [9, с.216-217], при этом следует помнить, что в генераторе с независимым возбуждением изменение нагрузки не оказывает влияния на магнитный поток.

Дано: $P_H = 30$ кВт, $U_H = 230$ В, $R_{я} = 0,051$ Ом.

1. Определяем номинальный ток в нагрузке:
 $I_H = P_H / U_H = 30 \cdot 10^3 / 230 = 130,43$ А.

2. Определяем падение напряжения на сопротивлении якоря:

$$U_{я} = I_H \cdot R_{я} = 130,43 \cdot 0,051 = 6,65 \text{ В}$$

3. Определяем э.д.с., развиваемую генератором:
 $E_{Г} = U_H + U_{я} = 230 + 6,65 = 236,65$ В.

4. Определяем электромагнитную мощность генератора:

$$P_{ЭМ} = E_{Г} \cdot I_H = 236,65 \cdot 130,43 \approx 30866 \text{ В}$$

5. Определяем относительное падение напряжения на зажимах генератора при переходе от номинального режима к режиму холостого хода, учитывая, что при ХХ $E_{Г} = U_{ВЫХ}$:

$$\frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100 = \frac{E_{Г} - U_H}{U_H} \cdot 100 = \frac{236,65 - 230}{230} \cdot 100 = 2,86\%$$

6 Строим внешнюю характеристику генератора ($U_{ВЫХ} / I_H$). Строится характеристика по двум точкам: ХХ и номинальный режим, т.к. эта характеристика линейна.

ОТВЕТ: $P_{ЭМ} \approx 30866$ В; $\frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100 = 2,89\%$.

Задача 10

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой $f=50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: мощность на валу P_H ; скольжение s_n ; коэффициент мощности $\cos \varphi_n$; КПД η_n ; число пар полюсов p ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального m_k и m_n . Определить ток, потребляемый двигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой моменты; критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой $M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$. Определить величины моментов, используя эту формулу и частоты вращения ротора, соот-

ветствующие значениям скольжений: $s_H; s_K; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$. Построить механическую характеристику $n = f(M)$ электродвигателя.

Дано: $P_H = 0,75$ кВт, $\eta_H = 77\%$, $\cos\varphi_H = 0,87$, $s_H = 5,9\%$, $p = 1$,
 $U_L = 380$ В, $m_K = 2,2$, $m_n = 2,0$, $f = 50$ Гц.

1. Определяем номинальную мощность, потребляемую из сети:

$$P_{1H} = P_H / \eta_H = 0,75 / 0,77 = 0,97 \text{ кВт.}$$

2. Определяем ток из сети в номинальном режиме:

$$J_{1H} = \frac{P_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi_H} = \frac{0,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87} = 0,17 \text{ А.}$$

3. Определяем частоту вращения магнитного поля в номинальном режиме: $n_c = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000$ об/мин.

4. Определяем частоту вращения ротора в номинальном режиме:

$$n_H = n_c (1 - s_H) = 3000(1 - 0,059) = 2823 \text{ об/мин}$$

5. Определяем номинальный момент двигателя

$$M_H = 9,55 \frac{P_H}{n_H} = 9,55 \frac{0,75 \cdot 10^3}{2823} = 2,5 \text{ Нм.}$$

6. Определяем пусковой момент двигателя:

$$M_{\Pi} = M_H \cdot m_{\Pi} = 2,5 \cdot 2,0 = 5,0 \text{ Нм.}$$

7. Определяем максимальный момент двигателя:

$$M_{\max} = M_H \cdot m_K = 2,5 \cdot 2,2 = 5,5 \text{ Нм.}$$

8. Находим критическое скольжение по уравнению Клосса:

$$M_H = \frac{2M_{\max}}{\frac{s_{KP}}{s_H} + \frac{s_H}{s_{KP}}} \text{ или } \frac{s_{KP}}{s_H} + \frac{s_H}{s_{KP}} = 2m_K, \quad s_{KP}^2 - 2m_K \cdot s_H \cdot s_{KP} + s_H^2 = 0,$$

$$s_{KP} = 0,13 \pm \sqrt{0,13^2 - 3,5 \cdot 10^{-3}} = 0,13 \pm 0,116 \text{ или } s_{KP} = 0,246.$$

9. Рассчитываем и строим механическую характеристику $n = f(M)$ по формуле Клосса:

при $s = 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$; $s_H; s_{KP}$ по $n = n_c \cdot (1 - s)$. Результаты заносим в таблицу

s	0	s_H	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
$n \cdot 10^3$ об/мин	3,0	2,268	2,7	2,4	1,8	1,2	0,6
M, Нм	0	5.6	3.8	5.4	4.9	3.9	3.2

ОТВЕТ: $I_{1H} = 0,17$ А, $n_H = 2823$ об/мин, $M_{\Pi} = 5,0$ Нм, $M_{\max} = 5,5$ Нм, $M_H = 2,5$ Нм, $s_{KP} = 0,246$.

Задача 13.

Для привода насоса в водогрейной котельной установлен трехфазный асинхронный двигатель, имеющий следующие паспортные данные:

номинальную мощность P_H ; номинальное линейное напряжение U_H ; коэффициент мощности $\cos \varphi_H$; коэффициент полезного действия η_H ; кратность пускового тока $i_H = I_n / I_H$. Подключение двигателя к распределительному щиту выполнено трехжильным алюминиевым кабелем с резиновой изоляцией длиной l , проложенным по стенам помещения. Рассчитать сечение трехжильного алюминиевого кабеля и выбрать плавкую вставку предохранителя. Определить мощность P , напряжение сети U_c и $\cos \varphi$ в начале линии, питающей двигатель. Коэффициент загрузки двигателя $k_z = 1$. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

Указание: ознакомиться с решением задачи 14.26 по [9, с.267 – 268].

Дано : Двигатель 4А180М2УЗ, $P_H = 30$ кВт, $U_H = 220$ В, $\cos \varphi_H = 0,9$, $\ell = 50$ м, $\eta_H = 0,905$, $i_H = 7,5$.

1. Находим рабочий ток двигателя

$$I_P = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9 \cdot 0,905} = 96,7 \text{ А.}$$

2. Выбираем сечение трехжильного алюминиевого кабеля с резиновой изоляцией с учетом его открытой прокладки из условия $I_{\text{доп}} > I_P$:

$$I_{\text{доп}} = 110 \text{ А, } S = 50 \text{ мм}^2.$$

3. Определяем максимальный пусковой ток в жиле кабеля:
 $I_{\text{МАХ}} = i_H \cdot I_P = 7,5 \cdot 96,7 \approx 725 \text{ А.}$

4. Выбираем плавкую вставку предохранителя из условия

$$I_{\text{ВСТ}} > I_{\text{МАХ}} / 2,5:$$

при $725 / 2,5 = 290$ выбираем предохранитель ПН-300 с плавкой вставкой на $I_{\text{ВСТ}} = 300 \text{ А.}$

5. Проверяем условия соответствия защиты при КЗ, выбрав $k_0 = 0,33$, из соотношения $I_{\text{доп}} > k_0 \cdot I_{\text{ВСТ}}$: $100 \text{ А} > 0,33 \cdot 300 = 99 \text{ А}$, соотношение выполняется.

6. Проверяем сечение кабеля по потере напряжения:

$$\text{- сопротивление 1 жилы кабеля } R = \frac{\ell}{\gamma \cdot S} = \frac{50}{32 \cdot 50} = 0,0313 \text{ Ом,}$$

$$\text{- потеря фазного напряжения: } \Delta U_\phi = R \cdot I_P \cdot \cos \varphi_H = 0,0313 \cdot 96,7 \cdot 0,9 = 2,72 \text{ В.}$$

$$\text{- потеря линейного напряжения: } \Delta U = \sqrt{3} \Delta U_\phi = 2,72 \cdot 1,73 = 4,7 \text{ В или}$$

$$\frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100 = \frac{4,7}{220} \cdot 100 = 2,14\% \text{ - такие потери допустимы.}$$

7. Определяем потери мощности в кабеле:
 $\Delta P_K = 3 \cdot R \cdot I_P^2 = 3 \cdot 0,0313 \cdot 96,7^2 = 878 \text{ Вт} = 0,878 \text{ кВт.}$

8. Определяем необходимую мощность в начале линии:

$$P_C = \frac{P_H}{\eta_H} + \Delta P = \frac{30}{0,905} + 0,878 = 34,027 \text{ кВт.}$$

9. Определяем необходимое напряжение в начале линии:
 $U_C = U_H + \Delta U = 220 + 4,7 = 224,7 \text{ В.}$

10. Определяем коэффициент мощности в начале линии:
 $\cos \varphi = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U_C \cdot I_p} = \frac{34,027 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 224,7 \cdot 96,7} = 0,904$

ОТВЕТ: $S = 50 \text{ мм}^2$, $I_{BCT} = 300 \text{ А}$, $P_C = 34,027 \text{ кВт}$, $U_C = 224,7 \text{ В}$, $\cos \varphi = 0,904$

Задача 14

Для указанного на рис.5 усилительного каскада с общим эмиттером определить коэффициенты усиления по напряжению, току и мощности, выходное напряжение, входное и выходное сопротивления по заданным величинам $U_{ax}, R_k, R_b, h_{11}, h_{21}, h_{22}$.

Указание: перед решением задачи ознакомиться с решениями задач 9.20, 9.26 по [9, с. 170 – 171].

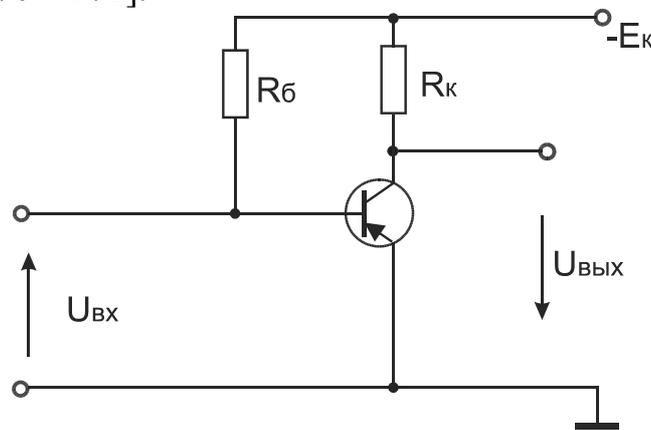
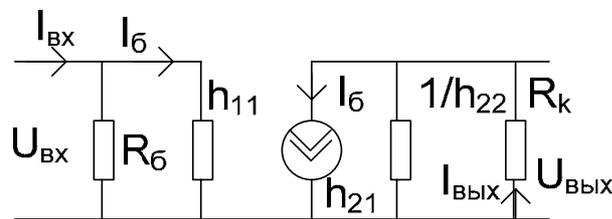


Рис.5

Дано: $h_{11} = 1200 \text{ Ом}$, $h_{21} = 125$, $h_{22} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}^{-1}$, $R_k = 8,5 \text{ кОм}$,
 $R_b = 106 \text{ кОм}$, $U_{BХ} = 24 \text{ мВ}$

1. Составляем упрощенную схему замещения усилительного каскада (при $h_{12} = 0$):



2. Определяем входное сопротивление:

$$R_{BХ} = \frac{R_b \cdot h_{11}}{R_b + h_{11}} = \frac{106 \cdot 10^3 \cdot 1200}{106 \cdot 10^3 + 1200} = 1187 \text{ Ом.}$$

3. Определяем выходное сопротивление:

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_K / h_{22}}{R_K + 1/h_{22}} = \frac{R_K}{1 + R_K \cdot h_{22}} = \frac{8,5 \cdot 10^3}{1 + 8,5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-5}} = 5,96 \text{ кОм.}$$

4. Определяем коэффициент усиления по напряжению:

$$K_U = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{h_{21} \cdot I_B \cdot R_{\text{ВЫХ}}}{h_{11} \cdot I_B} = \frac{h_{21} \cdot R_K}{h_{11} (1 + R_K \cdot h_{22})} \approx 621.$$

5. Определяем коэффициент усиления по току:

$$K_I = \frac{I_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВХ}}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}} \cdot R_B \cdot h_{11}}{R_K \cdot U_{\text{ВХ}} (R_B + h_{11})} = \frac{h_{21} \cdot R_B}{(R_B + h_{11}) (1 + R_K \cdot h_{22})} = 86,74.$$

6. Определяем коэффициент усиления по мощности:

$$K_P = K_U \cdot K_I = 621 \cdot 86,74 = 53900$$

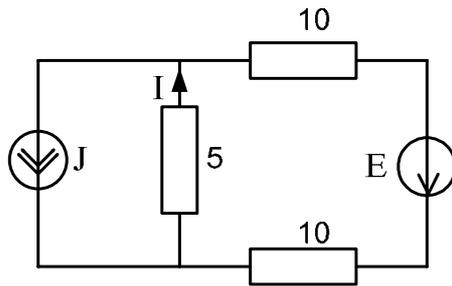
7. Определяем выходное напряжение:

$$U_{\text{ВЫХ}} = K_U \cdot U_{\text{ВХ}} = 621 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 14,9 \text{ В.}$$

ОТВЕТ: $K_U = 621$, $K_I = 86,74$, $K_P = 53900$, $U_{\text{ВЫХ}} = 14,9 \text{ В}$, $R_{\text{ВЫХ}} = 5,96 \text{ кОм}$, $R_{\text{ВХ}} = 1187 \text{ Ом}$.

5. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

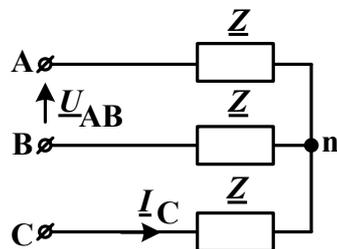
Билет №1



Задача 1.

Определить ток I , если $J = 10 \text{ А}$, $E = 100 \text{ В}$, сопротивления на схеме даны в Омах

1. 20 А
2. 12 А
3. 10 А



Задача 2.

Определить в показательной форме ток I_C , если известно сопротивление $Z = 100 \text{ (Ом)}$ и напряжение симметричного трехфазного источника $U_{\text{AB}} = 380 e^{j90^\circ} \text{ (В)}$.

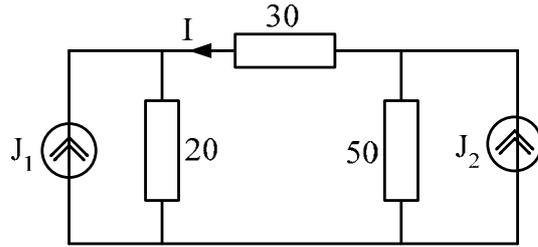
1. $3.3 e^{-j90^\circ} \text{ А}$
2. $2.2 e^{j180^\circ} \text{ А}$
3. $5.0 e^{j90^\circ} \text{ А}$

<p>Задача 3 От чего не зависит скорость вращения магнитного поля а асинхронном двигателе</p>	<p>1. От частоты приложения U 2. От схемы соединения обмоток статора 3. От количества пар полюсов обмотки статора</p>
--	--

Билет №2

<div data-bbox="323 555 874 880" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 1 Показание вольтметра – 40 В. Определить мощность, вырабатываемую источником ЭДС, если сопротивления на схеме даны в Омах.</p>	<p>1. 830 Вт 2. 492 Вт 3. 234 Вт</p>
<div data-bbox="427 1108 743 1361" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W, если известно сопротивление $Z=50$ (Ом) и показание амперметра $I=2,54$ (А).</p>	<p>1. 322.6 Вт 2. 450 Вт 3. 127.6 Вт</p>
<p>Задача 3 Для чего используются кольца в фазном роторе асинхронного двигателя</p>	<p>1. Для регулирования частоты вращения двигателя 2. Для реверсирования двигателя 3. Для пуска и торможения двигателя.</p>

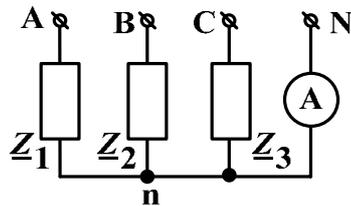
Билет №3



Задача 1

Определить ток I , если $J_1 = 100 \text{ mA}$,
 $J_2 = 50 \text{ mA}$

1. 1 mA
2. 5 mA
3. 8 mA



Задача 2

Трехфазный источник с $E_{\Phi} = 100 \text{ (В)}$ симметричен. Определить показание амперметра I_A , если известны $Z_1 = -j50 \text{ (Ом)}$; $Z_2 = j50 \text{ (Ом)}$; $Z_3 = 50 \text{ (Ом)}$.

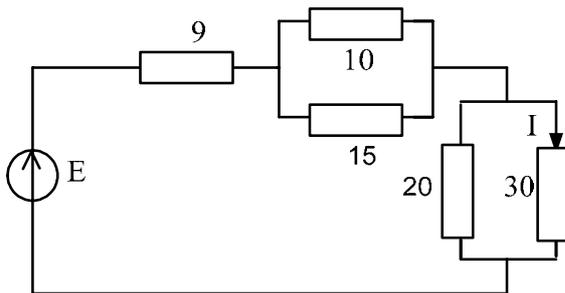
1. 12.3 A
2. 8.0 A
3. 5.46 A

Задача 3

При каком значении скольжения момент на валу максимальный

1. $S = 0$
2. $S = 0.5$
3. $S = 1$

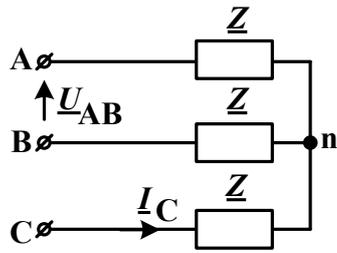
Билет №4



Задача 1

$I = 0.8 \text{ A}$. Определить мощность, вырабатываемую источником ЭДС, если сопротивления на схеме даны в Омах.

1. 16 Вт
2. 108 Вт
3. 230 Вт



Задача 2

Определить в показательной форме ток \underline{I}_C , если известно сопротивление $\underline{Z} = -j100$ (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{AB} = 220e^{-j30^\circ}$ (В).

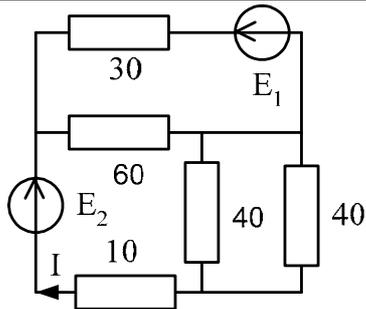
1. $3.0 e^{-j30}$ А
2. $1.27 e^{j150}$ А
3. $5.7 e^{j90}$ А

Задача 3

Что создает основной магнитный поток в генераторе постоянного тока

1. Ток возбуждения
2. Ток нагрузки
3. Напряжение нагрузки

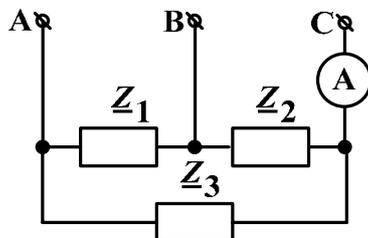
Билет №5



Задача 1

Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 90$ В, $E_2 = 160$ В, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 0.5 А
2. 2 А
3. 6 А



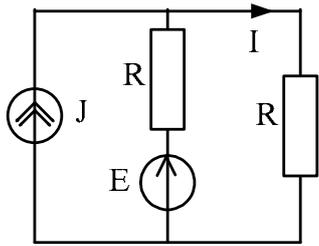
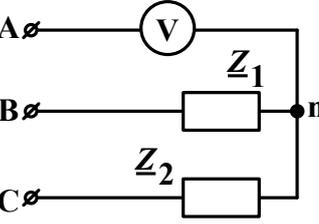
Задача 2

Трехфазный источник с $U_{\text{л}} = 200$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A , если

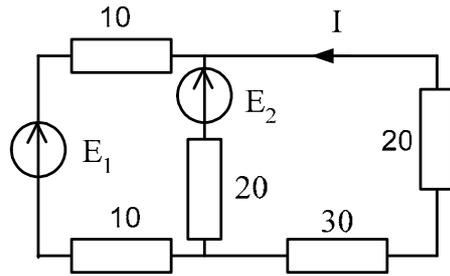
1. 1.93 А
2. 2.5 А
3. 4.0 А

<p>известны $\underline{Z}_1 = -j200$ (Ом); $\underline{Z}_2 = -j200$ (Ом); $\underline{Z}_3 = 200$ (Ом).</p>	
<p>Задача 3 Является ли режим КЗ опасным для генератора постоянного тока с параллельным возбуждением</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да 2. Нет 3. Скорее Да, чем Нет

Билет №6

<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1 Определить ток I, если $J = 10$ А, $E = 10$ В, $R = 10$ Ом</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3.3 А 2. 5.5 А 3. 8.6 А
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник с $U_{л} = 100$ (В) симметричен. Определить показание вольтметра U_V, если известны $\underline{Z}_1 = j100$ (Ом); $\underline{Z}_2 = j100$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 101.8 В 2. 92.0 В 3. 86.6 В
<p>Задача 3 Роль коллектора в машинах постоянного тока</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выпрямитель 2. Крепление щеток 3. Уменьшение искрения

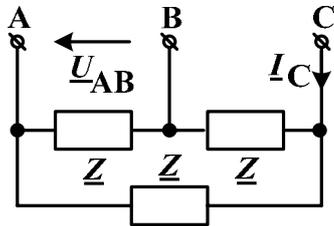
Билет № 7



Задача 1

Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 100\text{В}$, $E_2 = 20\text{В}$, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. -10 А
2. -1 А
3. $+4\text{ А}$



Задача 2

Определить в показательной форме ток \underline{I}_C , если известно сопротивление $\underline{Z} = 100$ (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{AB} = 380e^{j90^\circ}$ (В).

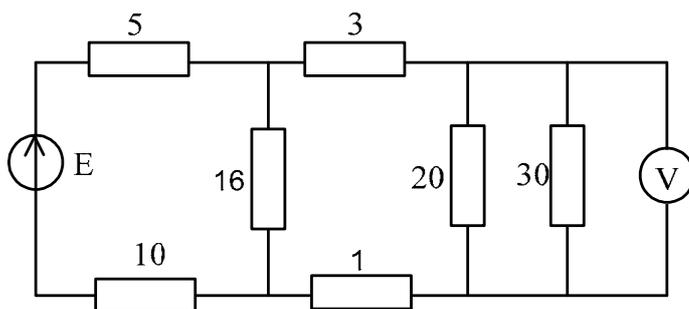
1. $6.58e^{j180^\circ}\text{ А}$
2. $8.3e^{j90^\circ}\text{ А}$
3. $3.2e^{j30^\circ}\text{ А}$

Задача 3

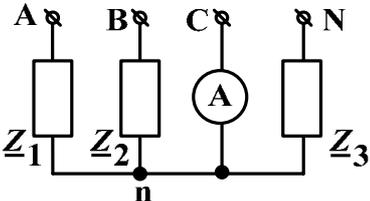
Какой прием не позволяет реверсировать двигатель постоянного тока

1. Изменение направления тока в якоре
2. Изменение направления тока обмотки возбуждения
3. Уменьшение тока возбуждения

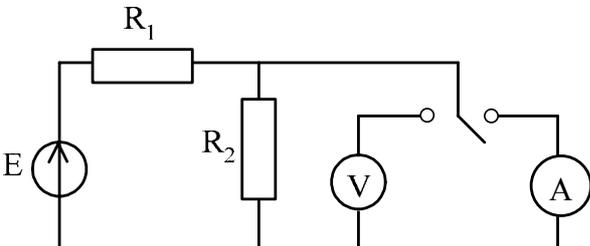
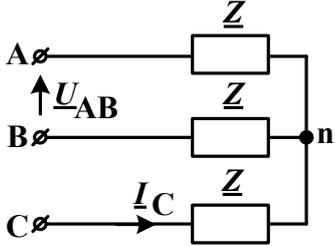
Билет № 8



1. 120 В
2. 230 В
3. 450 В

<p>Задача 1 Показание вольтметра - 60В. Определить E, если сопротивления на схеме даны в Омах.</p>	
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник с $E_{\Phi}=200$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $Z_1=j100$ (Ом); $Z_2=j100$ (Ом); $Z_3=-j100$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6 А 2. 5 А 3. 4 А
<p>Задача 3 Укажите основные конструктивные детали машин постоянного тока</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Индуктор, якорь, коллектор, вентилятор 2. Индуктор, якорь, коллектор, щетки 3. Статор, главные полюса, якорь, коллектор

Билет № 9

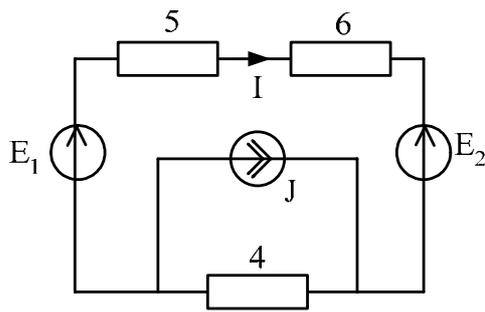
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1 Ключ в положении 1: вольтметр показывает 15В. Ключ в положении 2: амперметр показывает 5А. Определить R_1 и R_2, если $E = 25$В.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = 27$ Ом 2. $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 7.5$ Ом 3. $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 3.5$ Ом
<div style="text-align: center;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $1.2 e^{j90}$ А 2. $0.74 e^{j0}$ А 3. $3.7 e^{j30}$ А

<p>Задача 2</p> <p>Определить в показательной форме ток \underline{I}_C, если известно сопротивление $\underline{Z}=j100$ (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{AB}=127e^{j0^\circ}$ (В).</p>	
<p>Задача 3</p> <p>Укажите частоту вращения асинхронного двигателя при $S = 0.005$, $P = 1$, $f=50$ Гц</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3000 об/мин 2. 2850 об/мин 3. 1425 об/мин

Билет № 10

<div style="text-align: center;"> </div> <p>Задача 1</p> <p>Найти ток I_3 методом эквивалентного генератора, если $E = 40$ В, $J = 2$ А, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.5 А 2. 1 А 3. 4 А
<div style="text-align: center;"> </div> <p>Задача 2</p> <p>Трехфазный источник с $E_\Phi=100$ (В) симметричен. Определить показание вольтметра U_V, если известны $\underline{Z}_1=j100$ (Ом); $\underline{Z}_2=-j100$ (Ом); $\underline{Z}_3=200$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 173.2 В 2. 153.0 В 3. 246.0 В
<p>Задача 3</p> <p>В каком режиме определяют магнитные потери мощности в трансформаторе</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. В режиме ХХ 2. В режиме КЗ 3. В номинальном режиме

Билет № 11

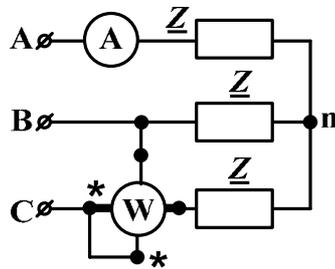


Задача 1

$J = 10 \text{ A}$, $E_1 = 120 \text{ В}$, $E_2 = 20 \text{ В}$. Определить ток

I

1. 8 А
2. 4 А
3. 1 А



Задача 2

Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W , если известно сопротивление $Z = j50$ (Ом) и показание амперметра $I = 4,4$ (А).

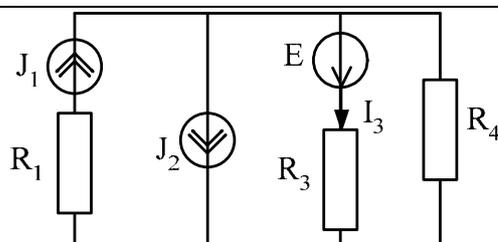
1. 230 Вт
2. 836 Вт
3. 988 Вт

Задача 3

Чему равен вращающий момент асинхронного двигателя при а) $S = 0$, б) $S = 1$

1. а) 0 ; б) $M_{\text{пуск}}$
2. а) 0 ; б) 0
3. а) $M_{\text{пуск}}$; б) 0

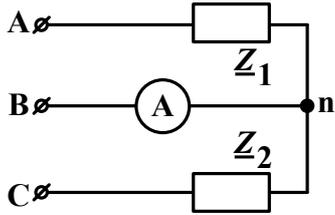
Билет № 12



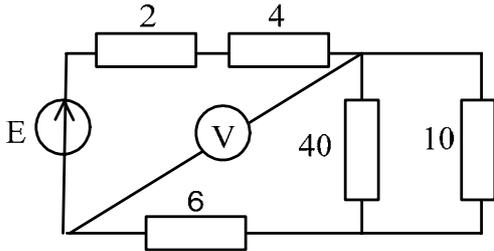
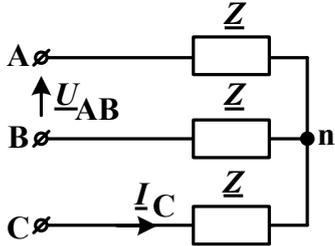
Задача 1

$J_1 = 10 \text{ A}$, $J_2 = 2 \text{ A}$, $E = 40 \text{ В}$, $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$. Найти ток I_3

1. 5 А
2. 12 А
3. 25 А

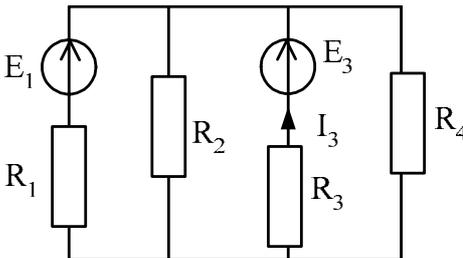
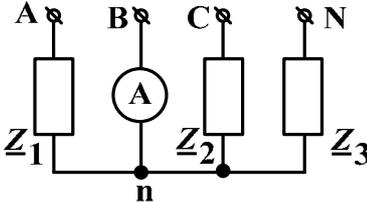
 <p>Задача 2 Трехфазный источник с $U_{\text{Л}}=100$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $Z_1=200$ (Ом); $Z_2=-j200$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.5 А 2. 0.26 А 3. 0.6 А
<p>Задача 3 В каком режиме работы трансформатора определяются потери мощности в меди</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. В режиме ХХ 2. В опытном режиме КЗ 3. В номинальном режиме

Билет № 13

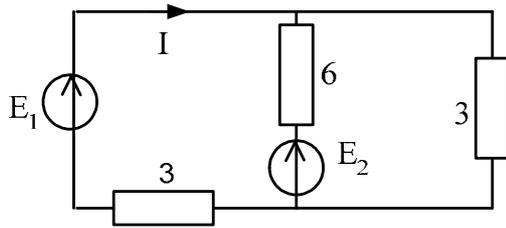
 <p>Задача 1 Определить показание вольтметра, если $E = 100$ В, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 67 В 2. 70 В 3. 90 В
 <p>Задача 2 Определить в показательной форме напряжение \underline{U}_{AB} симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление $Z=200$ (Ом) и ток $\underline{I}_C=1,1e^{j90^\circ}$ (А).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $127 e^{j90}$ В 2. $380 e^{j0}$ В 3. $450 e^{j180}$ В

<p>Задача 3 Для чего магнитопровод трансформатора собирают из тонких изолированных стальных пластин</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для уменьшения потерь на гистерезис 2. Для уменьшения потерь на вихревые токи 3. Для уменьшения потерь в обмотках
---	--

Билет № 14

<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1 $E_1 = E_3 = 60\text{ В}$, $R_3 = 3\text{ Ом}$, $R_1 = R_2 = R_4 = 6\text{ Ом}$. Найти ток I_3</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 А 2. 8 А 3. 12 А
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник с $E_\Phi = 100\text{ (В)}$ симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $\underline{Z}_1 = j100\text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_2 = 100\text{ (Ом)}$; $\underline{Z}_3 = -j100\text{ (Ом)}$.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.32 А 2. 0.73 А 3. 0.99 А
<p>Задача 3 Что в трансформаторе создает основной магнитный поток</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ток первичной обмотки 2. Ток вторичной обмотки 3. Разность токов в первичной и вторичной обмотках

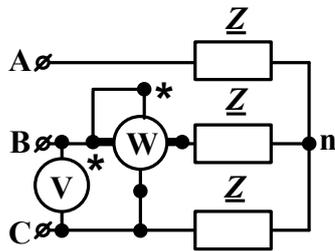
Билет № 15



Задача 1

Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 36\text{ В}$, $E_2 = 18\text{ В}$, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 1 А
2. 6 А
3. 10 А



Задача 3

Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W , если известно сопротивление $Z = -j100$ (Ом) и показание вольтметра $U = 220$ (В).

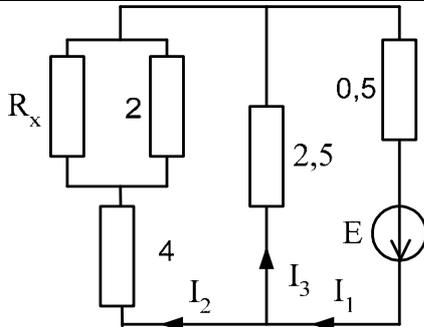
1. 102.3 Вт
2. 139.7 Вт
3. 250.0 Вт

Задача 3

Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе

1. Ротор
2. Статор
3. Обмотка возбуждения ротора

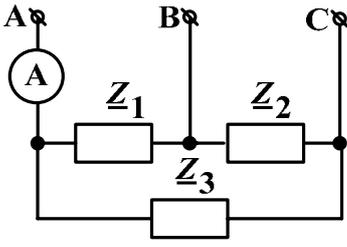
Билет № 16



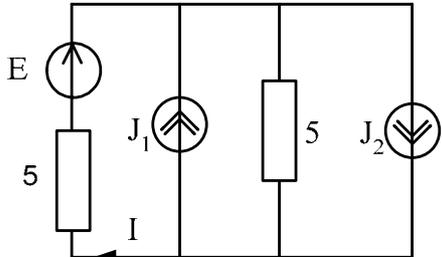
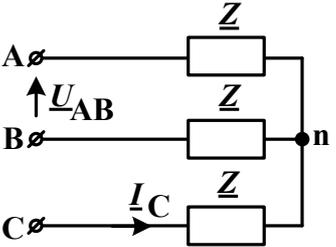
Задача 1

$I_1 = 6\text{ А}$, $I_2 = 2\text{ А}$. Определить R_x , если сопротивления на схеме даны в Омах.

1. 1 Ом
2. 2 Ом
3. 3 Ом

 <p>Задача 2 Трехфазный источник с $U_{\text{Л}}=100$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $\underline{Z}_1=50$ (Ом); $\underline{Z}_2=j50$ (Ом); $\underline{Z}_3=-j50$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10.5 А 2. 3.86 А 3. 0.5 А
<p>Задача 3 Что можно регулировать схемой соединения трехфазного трансформатора</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент трансформации по линейным напряжениям 2. Коэффициент трансформации по фазным напряжениям 3. Коэффициенты трансформации по линейным и фазным напряжениям

Билет № 17

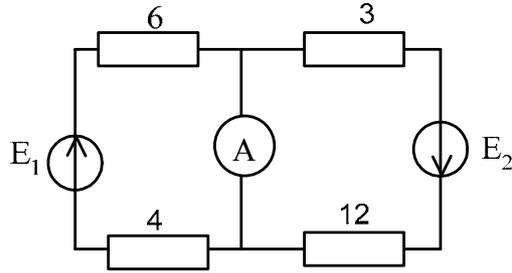
 <p>Задача 1 $J_1 = 20$ А, $J_2 = 10$ А, $E = 10$ В. Определить ток I</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2А 2. -4А 3. -5А
	<ol style="list-style-type: none"> 1. $200 e^{j30}$ В 2. $220 e^{-j30}$ В 3. $128 e^{-j90}$ В

<p>Задача 2</p> <p>Определить в показательной форме напряжение \underline{U}_{AB} симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление $\underline{Z}=j200$ (Ом) и ток $\underline{I}_C=0,636e^{-j30^\circ}$ (А).</p>	
<p>Задача 3</p> <p>Какие значения токов показывают приборы магнитоэлектрической системы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальные 2. Средние 3. Действующие

Билет № 18

<div data-bbox="304 779 850 1097" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 1</p> <p>Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 26$ В, $E_2 = 6$ В, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. -4 А 2. -1.84А 3. -8 А
<div data-bbox="406 1328 742 1547" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 2</p> <p>Трехфазный источник с $U_{Л}=100$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $\underline{Z}_1= j100$ (Ом); $\underline{Z}_2=-j200$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1.2 А 2. 0.84 А 3. 0.43 А
<p>Задача 3</p> <p>Какие значения тока показывают приборы электромагнитной системы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальные 2. Средние 3. Действующие

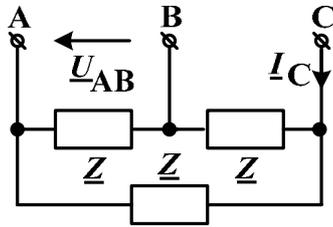
Билет №19



Задача 1

Найти ток амперметра методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 20\text{В}$, $E_2 = 60\text{В}$, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 1 А
2. 2 А
3. 4 А



Задача 2

Определить в показательной форме напряжение \underline{U}_{AB} симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление $\underline{Z}=j200$ (Ом) и ток $\underline{I}_C=1,9e^{j30^\circ}$ (А).

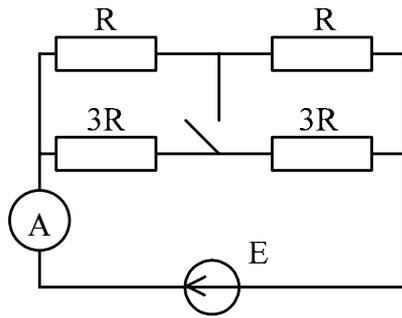
1. $220 e^{j90}$ В
2. $220 e^{j30}$ В
3. $220 e^{-j60}$ В

Задача 3

От чего зависит скорость вращения магнитного поля асинхронного двигателя

1. От частоты приложенного напряжения
2. От числа пар полюсов
3. От частоты приложенного напряжения и от числа пар полюсов обмотки статора

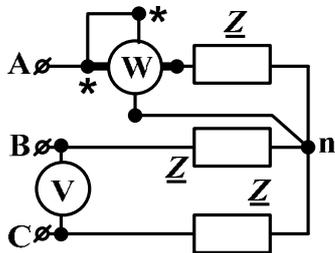
Билет № 20



1. 10 A
2. 5 A
3. 1 A

Задача 1

Определить показание амперметра после замыкания ключа, если до замыкания он показывал 5А.



Задача 2

Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W , если известно сопротивление $Z=100$ (Ом) и показание вольтметра $U=380$ (В).

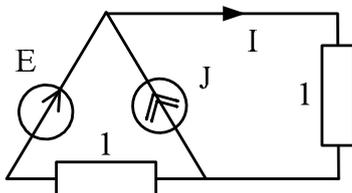
1. 810 Вт
2. 484 Вт
3. 230 Вт

Задача 3

Каким током питается обмотка возбуждения синхронного генератора

- 1.Переменным
- 2.Постоянным
- 3.Импульсным

Билет № 21

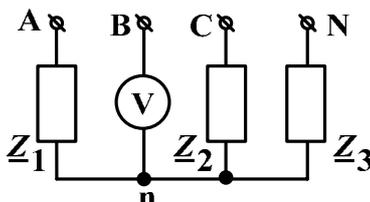


1. 12 A
2. 9 A
3. 3 A

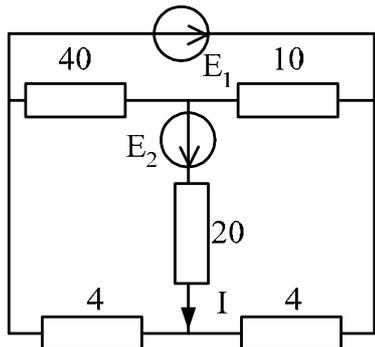
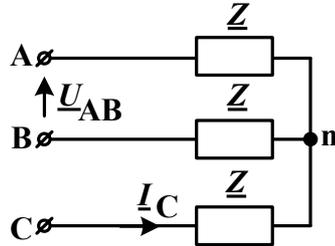
Задача 1

$J = 6$ А, $E = 12$ В, сопротивления на схеме заданы в Омах.

Определить ток I

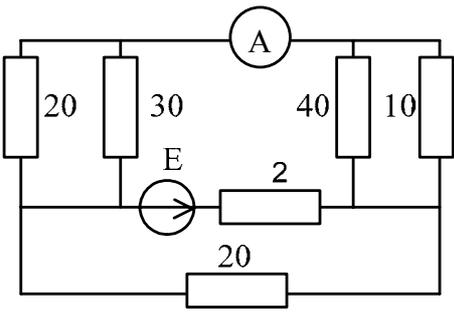
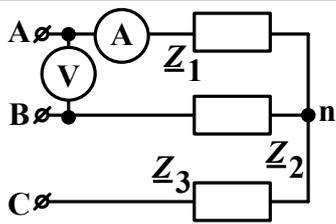
 <p>Задача 2 Трехфазный источник с $E_{\Phi}=200$ (В) симметричен. Определить показание вольтметра U_V, если известны $Z_1=j200$ (Ом); $Z_2=-j200$ (Ом); $Z_3=100$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 40.6 В 2. 26.5 В 3. 12.7 В
<p>Задача 3 Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ротор 2. Статор 3. Обмотка возбуждения ротора

Билет № 22

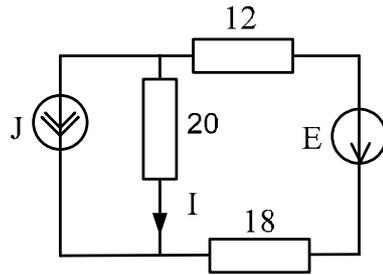
 <p>Задача 1 Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 120$ В, $E_2 = 24$ В, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.5 А 2. 2 А 3. 4 А
 <p>Задача 2 Определить в показательной форме напряжение \underline{U}_{AB} симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление $Z=-j200$ (Ом)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $220 e^{j90}$ В 2. $127 e^{j90}$ В 3. $130 e^{j30}$ В

и ток $\underline{I}_C = 0,368e^{-j90^\circ}$ (А).	
Задача 3 Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ротор 2. Статор 3. Обмотка возбуждения ротора

Билет № 23

 <p>Задача 1 Определить показание амперметра, если $E = 48$ В. Сопротивления на схеме даны в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 А 2. 2 А 3. 4 А
 <p>Задача 2 Трехфазный источник симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известно $U_V = 300$ (В) и $Z_1 = 150$ (Ом); $Z_2 = j150$ (Ом); $Z_3 = -j150$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5 А 2. 2 А 3. 1 А
<p>Задача 3 Для чего магнитопровод трансформатора собирают из тонких изолированных стальных пластин</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для уменьшения потерь на гистерезис 2. Для уменьшения потерь на вихревые токи 3. Для уменьшения потерь в обмотках

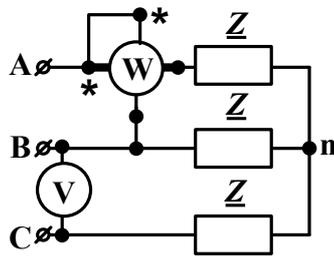
Билет № 24



Задача 1

$J = 1 \text{ A}$, $E = 40 \text{ В}$, сопротивления на схеме заданы в Омах. Определить ток I

1. -8 A
2. -1.4 A
3. -0.5 A



Задача 2

Трёхфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W , если известно сопротивление $Z = j100 \text{ (Ом)}$ и показание вольтметра $U = 380 \text{ (В)}$.

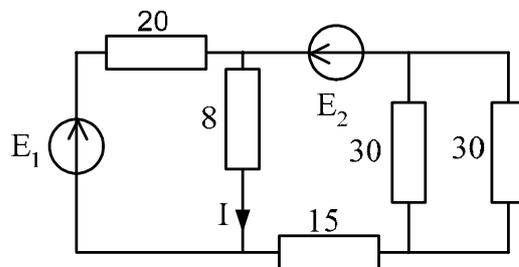
1. -300 Вт
2. -418 Вт
3. -230 Вт

Задача 3

В каком режиме работы трансформатора определяются потери мощности в меди

1. В режиме ХХ
2. В опытном режиме КЗ
3. В номинальном режиме

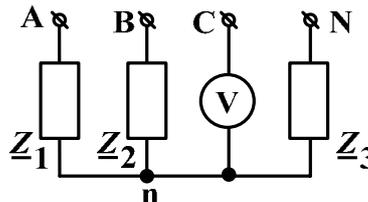
Билет № 25



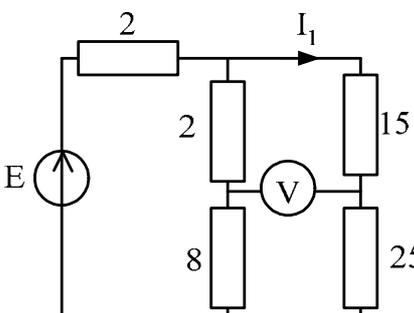
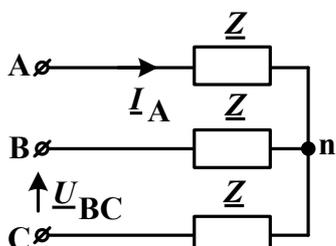
Задача 1

Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E_1 = 120 \text{ В}$, $E_2 = 20 \text{ В}$, сопротивления

1. 1 A
2. 4 A
3. 12 A

<p>на схеме заданы в Омах.</p>	
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник с $E_{\Phi}=100$ (В) симметричен. Определить показание вольтметра U_V, если известны $\underline{Z}_1=j100$ (Ом); $\underline{Z}_2=200$ (Ом); $\underline{Z}_3=-j100$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 580.6 В 2. 373.2 В 3. 127.9 В
<p>Задача 3 Что создает основной магнитный поток в генераторе постоянного тока</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ток возбуждения 2. Ток нагрузки 3. Напряжение нагрузки

Билет № 26

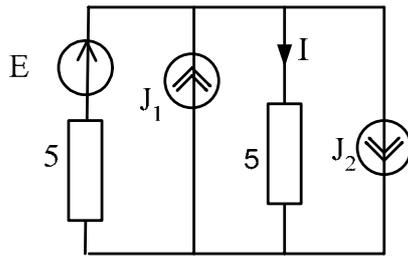
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1 Определить значение ЭДС и показание вольтметра, если $I_1 = 1$ А. Сопротивления на схеме даны в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $E = 80$ В, $U = 10$ В 2. $E = 50$ В, $U = 7$ В 3. $E = 30$ В, $U = 5$ В
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Определить в показательной форме ток \underline{I}_A, если известно сопротивление $\underline{Z}=50$ (Ом) и на-</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $8.5 e^{j180}$ А 2. $4.4 e^{j90}$ А 3. $2.5 e^{j60}$ А

напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{BC} = 380e^{j0^\circ}$ (В).	
Задача 3 При каком значении скольжения момент на валу максимальный	1. $S = 0$ 2. $S = 0.5$ 3. $S = 1$

Билет № 27

<div data-bbox="469 589 842 824" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="279 831 419 869">Задача 1</p> <p data-bbox="183 875 997 1003">Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E = 30\text{В}$, $J = 1\text{А}$, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<p data-bbox="1114 696 1230 837">1. 1 А 2. 3 А 3. 8 А</p>
<div data-bbox="469 1061 804 1290" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="279 1296 419 1335">Задача 2</p> <p data-bbox="183 1341 997 1514">Определить в показательной форме ток \underline{I}_A, если известно сопротивление $\underline{Z} = 50$ (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{BC} = 220e^{-j90^\circ}$ (В).</p>	<p data-bbox="1114 1144 1362 1285">1. $8.3 e^{j90^\circ}$ А 2. $7.61 e^{j0^\circ}$ А 3. $4.5 e^{j180^\circ}$ А</p>
Задача 3 При каком значении скольжения момент на валу максимальный	1. $S = 0$ 2. $S = 0.5$ 3. $S = 1$

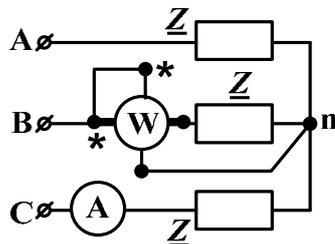
Билет № 28



Задача 1

$E = 10\text{ В}$, $J_1 = 20\text{ А}$, $J_2 = 10\text{ А}$, сопротивления на схеме заданы в Омах. Определить ток I

1. 3 А
2. 6 А
3. 9 А



Задача 2

Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра P_W , если известно сопротивление $Z = -j200$ (Ом) и показание амперметра $I = 0,635$ (А).

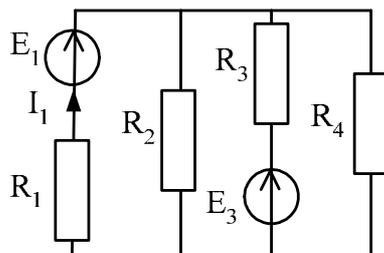
1. 40 Вт
2. 0 Вт
3. 80 Вт

Задача 3

От чего зависит скорость вращения магнитного поля асинхронного двигателя

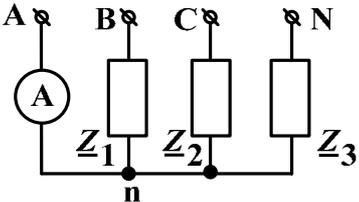
1. От частоты приложенного напряжения
2. От числа пар полюсов
3. От частоты приложенного напряжения и от числа пар полюсов обмотки статора

Билет № 29

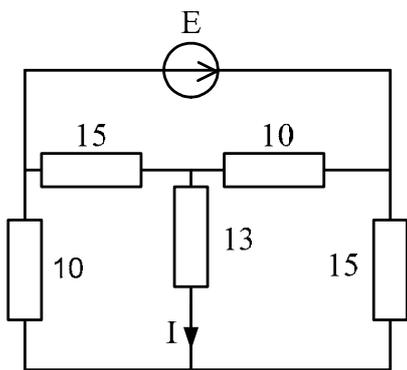
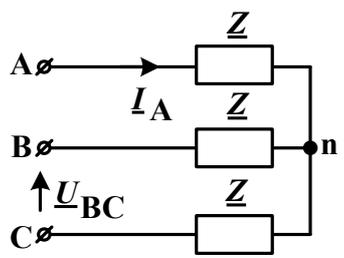


Задача 1

1. 1 А
2. 4 А
3. 7 А

<p>$E_1 = E_3 = 60\text{В}$, $R_3 = 3\text{Ом}$, $R_1 = R_2 = R_4 = 6\text{Ом}$. Найти ток I_1</p>	
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Трехфазный источник с $E_{\Phi}=200$ (В) симметричен. Определить показание амперметра I_A, если известны $\underline{Z}_1=j50$ (Ом); $\underline{Z}_2=-j100$ (Ом); $\underline{Z}_3=j100$ (Ом).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10.4 А 2. 7.21 А 3. 5.2 А
<p>Задача 3 Каким током питается обмотка возбуждения синхронного генератора</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Переменным 2.Постоянным 3.Импульсным

Билет № 30

<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1 Найти ток I методом эквивалентного генератора, если $E = 125\text{В}$, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0.5 А 2. 1 А 3. 3 А
<div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2 Определить в показательной форме ток</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $2.54e^{-j30}$ А 2. $2.54e^{+j90}$ А 3. $2.54 e^{-j60}$ А

I_A , если известно сопротивление $Z=j50$ (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника $\underline{U}_{BC}=220e^{-j60^\circ}$ (В).	
Задача 3 От чего не зависит скорость вращения магнитного поля а асинхронном двигателе	1.От частоты приложения U 2 От схемы соединения обмоток статора 3.От количества пар полюсов обмотки статора

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Литература обязательная

1. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 1: Электрические и магнитные цепи/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1996.
2. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 2: Электромагнитные устройства и электрические машины/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1997.
3. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 3: Электрические измерения и основы электроники/ Под ред. В.Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Борисов Ю. М., Липатов Д. Н., Зорин Ю. Н. Электротехника, 1985.
5. Волынский Б. А., Зейн Е. Н., Шатерников В. Е. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. М.: Высшая школа, 2000.
7. Основы промышленной электроники/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Высшая школа, 1987.
8. Лимитовский А.М. Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ. М.: Недра, 1986.
9. Сборник задач по электротехнике и основам электроники/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Высшая школа, 1987.
10. Рекус В. Г.

6.2. Литература дополнительная

- 11.Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. Н., Соболевская Е. А. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1982.
- 12.Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990.

13. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилизаторы, тиристоры.: Справочник/ Под ред. А. В. Голомедова. М.: КубК-а, 1994.

6.3. Учебно-методические пособия

14. Методические указания к выполнению лабораторных работ по электротехнике. Часть 1: Электрические цепи. Томск, 1992.

15. Методические указания к выполнению лабораторных работ по электротехнике. Часть 2: Электрические машины. Томск, 1995.

16. Электротехника. Методические указания и примеры решения задач. – Томск, 2001.

Учебное издание

Н. М. Малышенко, В.И. Курец

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания

Подписано к печати 00.00.2009. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать Хегох. Усл. печ. л.4,07. Уч.-изд. л. 3,68.

Заказ ХХХ. Тираж 300 экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту
ISO 9001:2000

ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.