Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Тетюшский государственный колледж гражданской защиты»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАПОУ

«Тетюшский государственный

колледж гражданской защиты»

_____ Алиева Г Ю

Приказ № 235 - Д от 2 сентября 2024 г

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.03 Электротехника и электроника

наименование дисциплины

по специальности

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

код и наименование специальности

Фонд оценочных средств разработан на основе:

-федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

код и наименование специальности

- рабочей программы учебной дисциплины

ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

наименование учебной дисциплины

- локальных актов ГАПОУ «Тетюшский государственный колледж гражданской защиты»

Разработчик:

Тимофеева Е.И., преподаватель электротехники ГАПОУ «Тетюшский государственный колледж гражданской защиты»

Рассмотрен и одобрен на заседании предметно-цикловой комиссии дисциплин ГО и ЧС, БЖ ГАПОУ «Тетюшский государственный колледж гражданской защиты»

протокол № 1, от 27.08.2024 г.

председатель ПЦК: _____ /Тимофеева Е.И./

Рассмотрен педагогическим советом ГАПОУ «Тетюшский государственный колледж гражданской защиты»,

протокол № 1, от 27.08.2024 г.

председатель педагогического совета: _____ /Т.Ю. Адаева/

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

1.1. Общие положения

Фонд оценочных средства (ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины **ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

ФОС включают оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в форме экзамена.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Содержание образовательной программы учебной дисциплины ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА обеспечивает достижение студентами следующих результатов освоения дисциплины подлежащих проверке

Содержание дисциплины должно быть ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ОПОП по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем, и овладению общими и профессиональными компетенциями (ПК):

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 4.3. Осуществлять ведение эксплуатационно-технической документации.

Личностные результаты реализации программы воспитания (*дескрипторы*)	**Код личностных результатов реализации программы воспитания**
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны	**ЛР 1**
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости,	**ЛР 2**

экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций	
Соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих	**ЛР 3**
Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»	**ЛР 4**
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России	**ЛР 5**
Проявляющий уважение к людям старшего поколения и готовность к участию в социальной поддержке и волонтерских движениях	**ЛР 6**
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	**ЛР 7**
Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д. Сохраняющий психологическую устойчивость в ситуативно сложных или стремительно меняющихся ситуациях	**ЛР 9**
Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой	**ЛР 10**
Демонстрирующий готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения в профессиональной деятельности	**ЛР 13**
Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности	**ЛР 14**
Проявляющий гражданское отношение к профессиональной деятельности как к возможности личного участия в решении общественных, государственных, общенациональных проблем	**ЛР 15**
Принимающий основы экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, применяющий опыт	**ЛР 16**

экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях и профессиональной деятельности	
Проявляющий ценностное отношение к культуре и искусству, к культуре речи и культуре поведения, к красоте и гармонии	**ЛР 17**
Демонстрирующий уровень подготовки, соответствующий современным стандартам и передовым технологиям, потребностям регионального рынка.	**ЛР 19**
Сохраняющий традиции и поддерживающий престиж своей образовательной организации.	**ЛР 20**

1.3. Распределение оценивания результатов обучения

Результаты освоения дисциплины	**Результаты освоения дисциплины направлены на формирование**		**Формы и методы оценки**
	ОК и ПК	ЛР	
Умения: использовать электротехнические законы для расчета электрических цепей постоянного и переменного тока; использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электронной техники в профессиональной деятельности; читать принципиальные, электрические и монтажные схемы; рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей; пользоваться электроизмерительны	ОК 01-07, 09; ПК 4.3.	ЛР 1, ЛР 2, ЛР 3, ЛР 4, ЛР 6, ЛР 7, ЛР 9, ЛР 10, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 15, ЛР 16, ЛР 17, ЛР 19, ЛР 20	Наблюдение в процессе практических занятий Оценка решений ситуационных задач Экзамен

ми приборами и приспособлениями; подбирать устройство электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; собирать электрические схемы.			
Умения: использовать электротехнические законы для расчета электрических цепей постоянного и переменного тока; использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электронной техники в профессиональной деятельности; читать принципиальные, электрические и монтажные схемы; рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей; пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;	ОК 01-07, 09; ПК 4.3.	ЛР 1, ЛР 2, ЛР 3, ЛР 4, ЛР 6, ЛР 7, ЛР 9, ЛР 10, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 15, ЛР 16, ЛР 17, ЛР 19, ЛР 20	Наблюдение в процессе практических занятий Оценка решений ситуационных задач Экзамен

подбирать устройство электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; собирать электрические схемы.			

Код и наименование формируемых компетенций	Раздел/Тема	Контрольно-оценочные средства
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Тема 1.1. Тема 1.2. Тема 1.5. Тема 1.6. Тема 1.7. Тема 1.8. Тема 1.9.	Практическая работа №1 Лабораторная работа № 1 Практическая работа №2 Практическая работа №3 Практическая работа №4 Практическая работа №5 Практическая работа №6 Лабораторная работа №2 Практическая работа № 7 Практическая работа №8 Практическая работа №9 Лабораторная работа №3 Практическая работа №10
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Тема 1.2. Тема 1.3. Тема 2.1. Тема 2.2.	Решение задач Задачи 1-5 Задачи 1-3 Задачи 1-3 Задачи 1-4
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Тема 1.2. Тема 1.3. Тема 2.1. Тема 2.2.	Решение задач
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Тема 1.2. Тема 1.3. Тема 2.1. Тема 2.2.	Решение задач Задачи 1-6 Задачи 1-4 Задачи 1-3 Задачи 1-4

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Тема 1.2. Тема 1.3. Тема 2.1. Тема 2.2.	Решение задач Задачи 1-6 Задачи 1-4 Задачи 1-3 Задачи 1-4
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	Тема 1.4. Тема 2.3. Тема 2.4. Тема 2.5.	Решение задач Задачи 1-6 Задачи 1-4 Задачи 1-3 Задачи 1-4
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;	Тема 1.4. Тема 2.3. Тема 2.4. Тема 2.5.	Решение задач Задачи 1-6 Задачи 1-4 Задачи 1-3 Задачи 1-4
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Тема 1.1. Тема 1.2. Тема 1.5. Тема 1.6. Тема 1.7. Тема 1.8. Тема 1.9.	Практическая работа №1 Лабораторная работа № 1 Практическая работа №2 Практическая работа №3 Практическая работа №4 Практическая работа №5 Практическая работа №6 Лабораторная работа №2 Практическая работа № 7 Практическая работа №8 Практическая работа №9 Лабораторная работа №3 Практическая работа №10
ПК 4.3. Осуществлять ведение эксплуатационно-технической документации.	Тема 1.1. Тема 1.2. Тема 1.5. Тема 1.6. Тема 1.7. Тема 1.8. Тема 1.9.	Практическая работа №1 Лабораторная работа № 1 Практическая работа №2 Практическая работа №3 Практическая работа №4 Практическая работа №5 Практическая работа №6 Лабораторная работа №2 Практическая работа № 7 Практическая работа №8 Практическая работа №9 Лабораторная работа №3 Практическая работа №10

2. Фонды оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

2.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Задания по разделу 1 Электротехника

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: **РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ СО СМЕШАННЫМ СОЕДИНЕНИЕМ КОНДЕНСАТОРОВ**

Цель: Научиться выполнять расчеты цепей постоянного тока методом преобразования схем.

Студент должен *знать:*

- основные законы электротехники;
- последовательное и параллельное соединение конденсаторов;

уметь:

- производить расчет методом преобразования схем.

Теоретическое обоснование

Электрический конденсатор - это устройство, обладающее относительно большой емкостью при малых размерах.

Он представляет собой два проводника находящихся вблизи и изолированных друг от друга диэлектриком.

Основными характеристиками конденсатора являются емкость и рабочее напряжение, Емкость конденсатора характеризует его способность накоплять электрические заряды. На основании формулы

$$C = \frac{Q}{U}.$$

Параллельное соединение конденсаторов

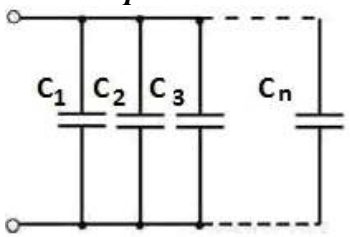


Рисунок 1.1 – Параллельное соединение конденсаторов

Напряжение между пластинами каждого конденсатора одно и то же:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = ... = U_n.$$

Заряд каждого конденсатора:

$$Q_1 = C_1 \cdot U,\ Q_2 = C_2 \cdot U,\ Q_3 = C_3 \cdot U,\ ...,\ Q_n = C_n \cdot U.$$

Общий заряд батареи конденсаторов:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n.$$

Эквивалентная емкость:

$$C_{экв} = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n.$$

При параллельном соединении конденсаторов общая емкость равна сумме емкостей отдельных конденсаторов.

Последовательное соединение конденсаторов

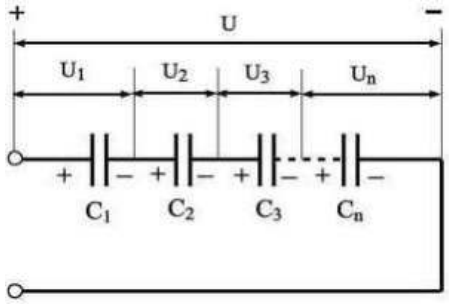


Рисунок 1.2 – Последовательное соединение конденсаторов

Напряжение, приложенное ко всей батарее конденсаторов, равно сумме напряжений на пластинах каждого конденсатора:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + ... + U_n$$

Заряд каждого конденсатора:

$$Q_1 = C_1 \cdot U_1,\ Q_2 = C_2 \cdot U_2,\ Q_3 = C_3 \cdot U_3,\ldots,\ Q_n = C_n \cdot U_n.$$

Общий заряд батареи конденсаторов:

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = ... = Q_n$$

Эквивалентная емкость:

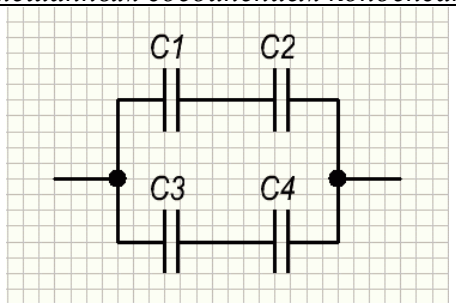
$$\frac{1}{C_{экв}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ... + \frac{1}{C_n}.$$

При последовательном соединении конденсаторов обратная величина общей емкости равна сумме обратных величин емкостей отдельных конденсаторов.

Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{Q^2}{2C}.$$

Пример расчета цепи со смешанным соединением конденсаторов



Эквивалентная емкость верхней ветви

$$C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Эквивалентная емкость нижней цепи

$$C_{3,4} = \frac{C_3 \cdot C_4}{C_3 + C_4}$$

Теперь это смешанное соединение конденсаторов может быть приведено к параллельному соединению. Эквивалентная емкость всей батареи конденсаторов

$$C = C_{1,2} + C_{3,4} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} + \frac{C_3 \cdot C_4}{C_3 + C_4}$$

Задание: Определить эквивалентную емкость цепи, энергию электрического поля соединения конденсаторов.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Номер варианта	Номер рисунка	Задаваемые величины						
		U, В	C_1, мкФ	C_2, мкФ	C_3, мкФ	C_4, мкФ	C_5, мкФ	C_6, мкФ
1	1.3	1	10	20	30	40	50	60
2	1.4	10	20	30	40	50	60	10
3	1.5	9	30	40	50	60	10	20
4	1.6	8	40	50	60	10	20	30
5	1.7	7	50	60	10	20	30	40
6	1.3	2	60	10	20	30	40	50
7	1.4	9	10	20	30	40	50	60
8	1.5	8	20	30	40	50	60	10
9	1.6	7	30	40	50	60	10	20
10	1.7	6	40	50	60	10	20	30

Схемы для расчета электрических цепей с конденсаторами

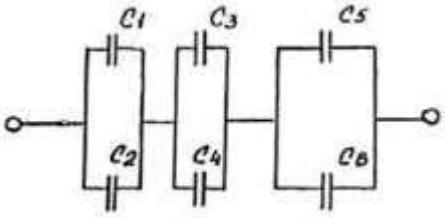


Рисунок 1.3

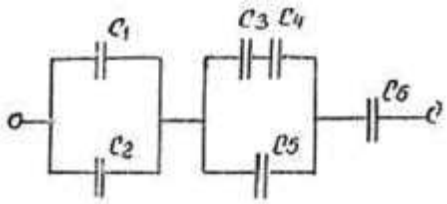


Рисунок 1.4

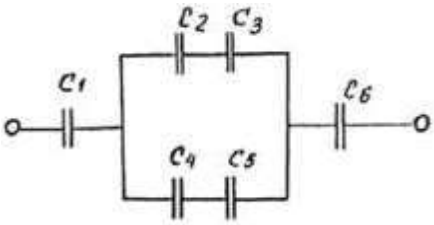


Рисунок 1.5

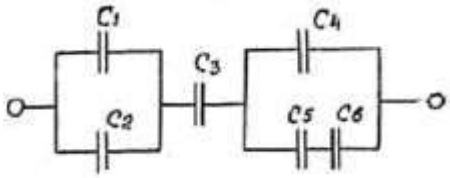


Рисунок 1.6

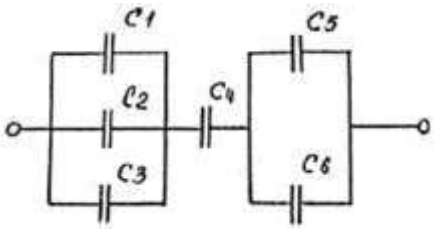


Рисунок 1.7

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные для своего варианта.
3) Решить задачу, при решении задачи пояснить все действия, схемы выполнить карандашом, с соблюдением требований ГОСТ.

Контрольные вопросы

1) Что называют конденсатором?
2) Какими свойствами обладает последовательное соединение конденсаторов?
3) Какими свойствами обладает параллельное соединение конденсаторов?
4) Как рассчитать энергию заряженного конденсатора

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.

2) Решение задачи с пояснениями.
3) Ответы к решению задачи.
4) Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: **РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ РЕЗИСТОРОВ**

Цель: Научиться выполнять расчеты цепей с последовательным и параллельным соединением резисторов.

Студент должен

знать:

- основные законы электротехники;
- свойства последовательного и параллельного соединения резисторов;

уметь:

- применять свойства последовательного и параллельного соединения при растете простейших цепей постоянного тока.

Теоретическое обоснование

Последовательное и параллельное соединения резисторов.

Эквивалентное сопротивление ряда последовательно соединенных резисторов равно сумме их сопротивлений:

$$R = R_1 + R_2 + ... + R_n \quad (2.1)$$

Параллельным называют такое соединение резисторов, при котором между двумя узлами электрической цепи присоединено несколько резисторов. Эквивалентная проводимость этого участка цепи равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей:

$$G = G_1 + G_2 + ... + G_n \quad (2.2)$$

или

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n} \quad (2.3)$$

При последовательном соединении резисторов с равными сопротивлениями в каждой ветви, т. е. $R_1 = R_2 = . . . = R_n$,

$$R = R_n \cdot n \quad (2.4)$$

При параллельном соединении и ветвей с равными сопротивлениями в каждой ветви, т. е. $R_1 = R_2 = . . . = R_n$,

$$R = R_n / n \quad (2.5)$$

При параллельном соединении двух резисторов R_1 и R_2 их эквивалентное сопротивление

$$R_{экв} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.6)$$

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные для своего варианта.
3) Решить 2 задачи, при решении задачи пояснить все действия, схемы выполнить карандашом, с соблюдением требований ГОСТ.
4) Сделать вывод

Задача 1

Задача на последовательное соединение резисторов. Изобразить схему последовательного соединения. Определить эквивалентное сопротивление цепи, силу тока и падение напряжения на каждом резисторе. Данные к задаче приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные к задаче 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	120	125	150	160	180	200	225	240	270	220

R_1, Ом	16	120	110	140	120	25	28	100	40	25
R_2, Ом	20	60	100	60	180	35	20	140	20	35
R_3, Ом	16	120	15	50	60	40	24	60	30	40

Задача 2

Задача на параллельное соединение резисторов. Изобразить схему параллельного соединения. Определить эквивалентное сопротивление, общий ток и токи в отдельных ветвях. Данные к задаче приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные к задаче 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	90	130	156	180	210	234	240	260	360	260
R_1, Ом	36	100	30	24	300	24	60	40	40	20
R_2, Ом	18	25	45	12	60	36	40	60	120	30

Контрольные вопросы

1) Что называют электрическим током?
2) Какими свойствами характерно последовательное соединение резисторов?
3) Какими свойствами характерно параллельное соединение резисторов?
4) В каком случае применяются свойства последовательного и параллельного соединений резисторов?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Ответы к решению задачи.
4) Вывод.

Список литературы

1. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.

2. Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

3. Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ СО СМЕШАННЫМ СОЕДИНЕНИЕМ РЕЗИСТОРОВ

Цель: Научиться выполнять расчеты цепей постоянного тока методом преобразования схем.

Студент должен

знать:

- основные законы электротехники;
- последовательное и параллельное соединение резисторов;

уметь:

- производить расчет методом преобразования схем.

Теоретическое обоснование

Последовательное, параллельное и смешанное соединения резисторов.

Эквивалентное сопротивление ряда последовательно соединенных резисторов равно сумме их сопротивлений:

$$R = R_1 + R_2 + ... + R_n.$$

Параллельным называют такое соединение резисторов, при котором между двумя узлами электрической цепи присоединено несколько резисторов. Эквивалентная проводимость этого участка цепи равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей:

$$G = G_1 + G_2 + ... + G_n$$

или

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}.$$

При последовательном соединении резисторов с равными сопротивлениями в каждой ветви, т. е. $R_1 = R_2 = \ldots = R_n$,

$$R = R_n \cdot n.$$

При параллельном соединении и ветвей с равными сопротивлениями в каждой ветви, т. е. $R_1 = R_2 = \ldots = R_n$,

$$R = R_n / n.$$

При параллельном соединении двух резисторов R_1 и R_2 их эквивалентное сопротивление

$$R_{экв} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Смешанное соединение резисторов - это последовательно-параллельное соединение резисторов или участков цепи.

Первый закон Кирхгофа.

Сумма токов, направленных к узлу, равна сумме токов, направленных от узла, или алгебраическая сумма токов в узле равна нулю:

$$I_1 + I_3 + \ldots. + I_n = I_2 + I_4 + \ldots + I_k,$$

где $I_1 + I_3 + \ldots. + I_n$ - токи, направленные к узлу; $I_2 + I_4 + \ldots + I_k$ - токи, направленные от узла, или

$$\Sigma I = 0.$$

Со знаком « + » записывают токи, направленные к узлу, со знаком «–» - от узла.



Рисунок 3.1 – К первому закону Кирхгофа

Второй закон Кирхгофа.

В замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжении вдоль того же контура:

$$\Sigma E = \Sigma IR.$$

При составлении уравнений по этому закону ЭДС источника записывают со знаком «+», если ее направление совпадает с выбранным направлением обхода контура. Падение напряжения записывают со знаком «+», если направление тока через резистор совпадает с выбранным направлением обхода контура.

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные для своего варианта.
3) Решить задачу, при решении задачи пояснить все действия, схемы выполнить карандашом, с соблюдением требований ГОСТ.

Задача

Цепь постоянного тока со смешанным соединением резисторов состоит из нескольких резисторов. В зависимости от варианта заданы: схема цепи (по номеру рисунка), сопротивления резисторов R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6; напряжение U, ток I всей цепи или одного из резисторов. Определить эквивалентное сопротивление цепи $R_{экв}$, ток и напряжение в каждом

резисторе и всей цепи, если они не заданы. Для проверки правильности решения задачи составить баланс мощностей цепи. Данные для своего варианта взять в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Исходные данные к задаче

№ вариант	№ рисунка	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом	R_6 Ом	Дополнительный параметр
1	3.2	2	4	12	3	6	-	U_{AB} = 100 В
2	3.2	2	4	12	3	6	-	I_1 = 20 А
3	3.2	2	4	12	3	6	-	U_2 = 30 В
4	3.2	2	4	12	3	6	-	I_5 = 20 А
5	3.2	2	4	12	3	6	-	I_2 = 3,75 А
6	3.3	4	2	6	4	10	2	U_{AB} = 50 В
7	3.3	4	2	6	4	10	2	I_1 = 5 А
8	3.3	4	2	6	4	10	2	I_2 = 2 А
9	3.3	4	2	6	4	10	2	I_3 = 1,2 А
10	3.3	4	2	6	4	10	2	I_4 = 2 А
11	3.4	10	15	10	5	10	4	U_{AB} = 120 В
12	3.4	4	15	10	5	10	4	U_6 = 16 В
13	3.4	4	15	10	5	10	4	U_5 = 120 В
14	3.4	4	15	10	5	10	4	U_4 = 10 В
15	3.4	4	15	10	5	10	4	U_3 = 30 В
16	3.5	4	10	4	10	15	6	I_1 = 10 А
17	3.5	4	4	6	2	3	4,8	I_2 = 15 А
18	3.5	4	10	4	10	15	5	U_2 = 120 В
19	3.5	4	10	5	15	10	4	U_{AB} = 250 В
20	3.5	9	10	5	15	10	4	I_6 = 8 А
21	3.6	3	6	6	3	12	4	I_2 = 4 А
22	3.6	3	6	6	3	12	4	I_3 = 4 А
23	3.6	3	6	6	3	12	4	I_4 = 6 А
24	3.6	3	6	6	3	12	4	U_6 = 12 В
25	3.6	3	6	6	3	12	4	I_2 = 4 А

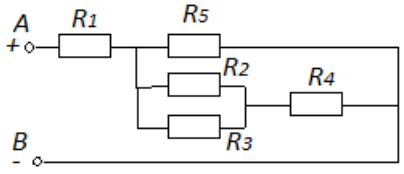


Рисунок 3.2

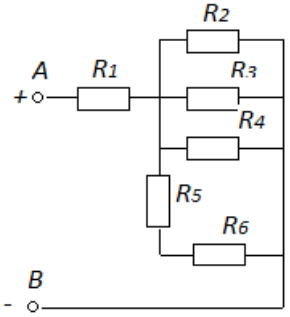


Рисунок 3.3

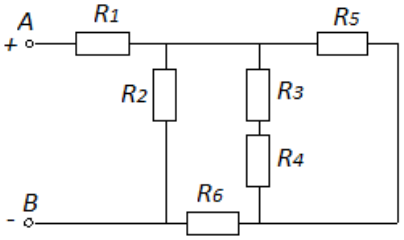


Рисунок 3.4

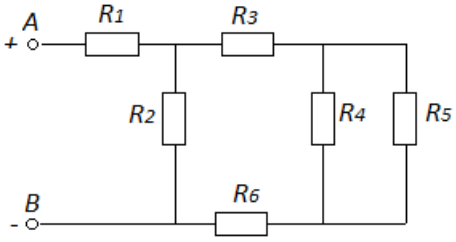


Рисунок 3.5

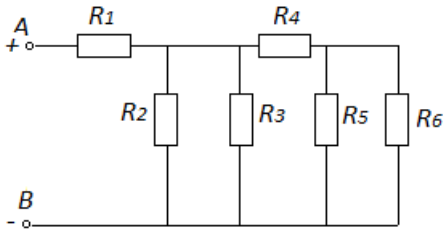


Рисунок 3.6

Контрольные вопросы

1) Что называют электрическим током?
2) Как формулируется закон Ома для участка цепи и для всей цепи?
3) Как формулируется первый закон Кирхгофа, второй закон Кирхгофа?
4) В чем заключается метод «свертывания» для расчета разветвленных цепей постоянного тока?
5) Перечислите свойства неразветвленной и разветвленной цепи.

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Ответы к решению задачи.
4) Вывод.

Список литературы

1) Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники -М.: Высшая школа, 1998.

2) Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехники с основами электроники - М.: Высшая школа, 1998.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА В ЗВЕЗДУ И ЗВЕЗДЫ В ТРЕУГОЛЬНИК.

Цель: Научиться выполнять расчеты цепей постоянного тока с применением преобразования треугольника в звезду и звезды в треугольник.

Студент должен

знать:

- основные свойства последовательного и параллельного соединения резисторов;
- формулы преобразования звезды в треугольник и треугольника в звезду;

уметь:

- производить расчет методом преобразования звезды в треугольник и треугольника в звезду.

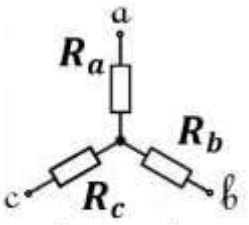
Теоретическое обоснование

Кроме последовательного, параллельного и последовательно-параллельного (смешанного) соединений существуют и другие виды соединений элементов, в частности, соединение «звездой» и «треугольником».

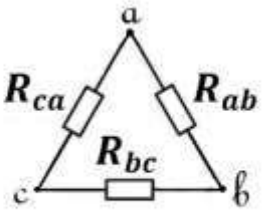
Рассмотрим в этой статье данные виды соединений и разберём один из способов расчёта электрических цепей с такими соединениями, а именно расчёт путём преобразования «звезды» в «треугольник».

Соединение «звезда» — это соединение трёх элементов, при котором концы всех элементов связаны в один узел, а их начала не имеют непосредственной металлической связи.

Соединение «треугольник» — это соединение трёх элементов, при котором конец первого элемента связан с началом второго, конец второго – с началом третьего, а конец третьего – с началом первого элемента.



"Звезда"



"Треугольник"

Рассчитать цепь, содержащую «звезду» или «треугольник», можно либо с помощью уравнений Кирхгофа, либо методом преобразования «звезды» в «треугольник» («треугольника» в «звезду»), после применения которого соединение элементов в схеме становится смешанным и дальше цепь рассчитывается методом свёртывания.

Ниже приведены формулы преобразования "звезды" в "треугольник", и наоборот.

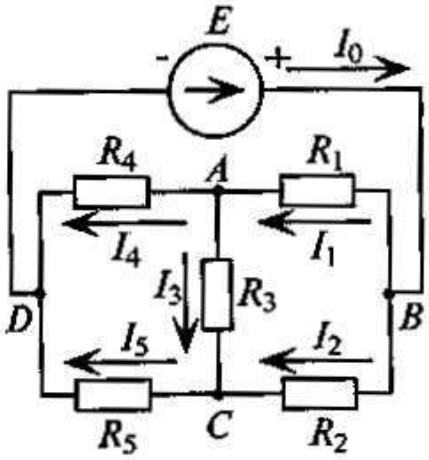
Формулы для преобразования треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и обратно

Вычисление сопротивлений эквивалентной «звезды»	Вычисление сопротивлений эквивалентного треугольника
Дан «треугольник» сопротивлений R_{ab}, R_{bc}, R_{ca}, нужно заменить его на эквивалентную «звезду»	Дана «звезда» сопротивлений R_a, R_b, R_c, нужно заменить её на эквивалентный «треугольник»
$R_a = \frac{R_{ab} \cdot R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$	$R_{ab} = R_a + R_b + \frac{R_a \cdot R_b}{R_c}$
$R_b = \frac{R_{ab} \cdot R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$	$R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b \cdot R_c}{R_a}$
$R_c = \frac{R_{bc} \cdot R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$	$R_{ca} = R_a + R_c + \frac{R_a \cdot R_c}{R_b}$

Задание

По данным своего варианта произвести эквивалентное преобразование схемы и рассчитать эквивалентное сопротивление цепи.

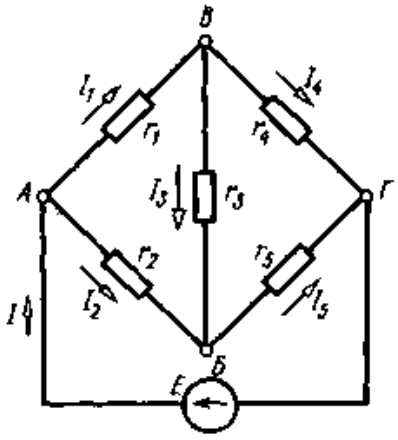
Задача 1. (нечетные варианты)



№ варианта	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом
1	15	52	2	9	10
3	25	41	4	5	24
5	48	6	8	12	18
7	53	20	9	31	13
9	14	18	3	5	11
11	9	10	15	2	9
13	5	24	25	4	5

15	12	18	48	8	12
17	31	13	53	9	31
19	5	11	14	3	5
21	3	5	18	11	14
23	2	52	15	10	9
25	12	48	8	12	18

Задача 2. (четные варианты)



№ варианта	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом
2	5	11	14	3	5
4	31	13	53	9	31
6	12	18	48	8	12
8	5	24	25	4	5
10	9	10	15	2	9
12	14	18	3	5	11
14	53	20	9	31	13
16	48	6	8	12	18
18	25	41	4	5	24
20	15	52	2	9	10
22	14	11	18	5	3
24	4	25	41	24	4

Контрольные вопросы

1) Что называют электрическим током?
2) Как формулируется закон Ома для участка цепи и для всей цепи?
3) Как формулируется первый закон Кирхгофа, второй закон Кирхгофа?
4) По каким формулам производится преобразование звезды в треугольник и наоборот?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Ответы к решению задачи.
4) Вывод.

Список литературы

1) Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники -М.: Высшая школа, 1998.

2) Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехники с основами электроники - М.: Высшая школа, 1998.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЗАКОНОВ КИРХГОФА.

Цель: Научиться производить расчеты сложных цепей методом применения законов Кирхгофа

Студент должен

знать:

- законы Кирхгофа;
- порядок расчета сложных цепей методом применения законов Кирхгофа;

уметь:

- производить расчет сложных цепей методом применения законов Кирхгофа.

Теоретическое обоснование

I закон Кирхгофа: Алгебраическая сумма токов в каждом узле любой цепи равна нулю.

$$\sum_{i=1}^{n} I_i = 0$$

где I – ток в узле,

n – число проводников, сходящихся в узле

При этом направленный к узлу ток принято считать положительным, а направленный от узла — отрицательным.

II закон Кирхгофа: Алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура. Если в контуре нет источников ЭДС, то суммарное падение напряжений равно нулю.

$$\sum_{i=1}^{n} U_i = \sum_{i=1}^{n} E_i$$

Порядок расчета.

1. Предварительно следует задаться (произвольно) направлением токов во всех ветвях цепи и направлением обхода выбранных контуров. Произвольность выбора направлений токов в ветвях цепи и направлений обхода контуров не влияет на конечный результат расчета. Если в результате расчетов некоторые из найденных токов будут иметь знак (–), то это будет означать, что их истинное направление противоположно предварительно принятому.

2. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа. Общее число уравнений в системе должно соответствовать числу неизвестных токов, т.е. числу ветвей.

По первому закону Кирхгофа составляется число уравнений, на единицу меньшее числа узлов цепи, поскольку уравнение для последнего узла есть следствие всех предыдущих уравнений и не дает ничего нового для расчета.

По второму закону Кирхгофа составляются все недостающие уравнения для любых произвольно выбранных контуров цепи.

3. Решить систему уравнений.

Пример решения

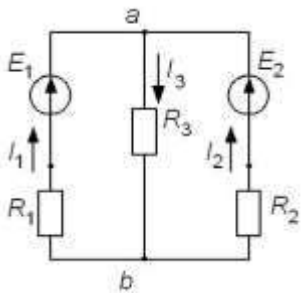


Рисунок 5.1 Схема электрической цепи

В схеме 3 ветви, значит в системе будет 3 уравнения.

В схеме 2 узла, следовательно, по 1 закону Кирхгофа составляется 2-1 уравнений, т.е. 1 уравнение. Остальные уравнения, а именно 3-1=2, составляются по 2 закону Кирхгофа.

Для узла *a*: $I_1 + I_2 – I_3 = 0$

Для 1 контура (левый, обход контура по часовой стрелки): $E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$

Для 2 контура (правый, обход контура против часовой стрелки): $E_2 = I_2R_2 + I_3R_3$

Задание

По данным своего варианта произвести расчет токов в ветвях сложной цепи используя уравнения Кирхгофа.

Таблица 5.1 Исходные данные

№ варианта	№ рисунка	E_1, В	E_2, В	E_3, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом	R_6, Ом
1	5.2	10	5	-	10	20	10	-	-	-
2	5.3	10	5	-	20	10	10	-	-	-
3	5.4	10	20	-	10	20	4	5	6	-
4	5.5	20	10	-	10	20	8	10	2	-
5	5.6	10	6	-	2	4	5	2	4	4
6	5.7	10	20	-	3	7	8	2	6	8
7	5.8	10	50	20	2	3	5	6	4	-
8	5.9	10	20	4	4	3	2	8	5	-
9	5.10	10	5	2	2	3	5	4	6	-
10	5.11	5	2	4	3	2	10	2	4	-
11	5.2	5	3	-	2	3	5	-	-	-
12	5.3	10	4	-	5	2	6	-	-	-
13	5.4	5	10	-	2	8	10	5	4	-
14	5.5	10	20	-	6	3	9	5	4	-
15	5.6	10	5	-	4	2	6	8	5	2
16	5.7	10	4	-	1	3	2	5	10	2
17	5.8	10	20	30	20	10	15	10	6	-
18	5.9	5	3	1	4	3	2	8	2	-
19	5.10	5	10	2	2	3	5	10	15	-
20	5.11	5	3	2	4	3	8	5	10	-
21	5.2	10	5	-	10	20	10	-	-	-
22	5.3	10	5	-	20	10	10	-	-	-
23	5.4	10	20	-	10	20	4	5	6	-
24	5.5	20	10	-	10	20	8	10	2	-
25	5.6	10	6	-	2	4	5	2	4	4

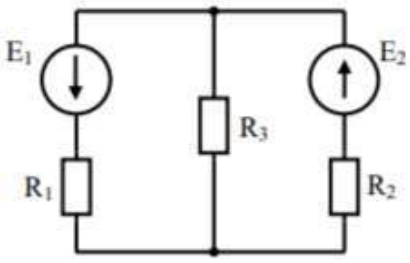


Рисунок 5.2

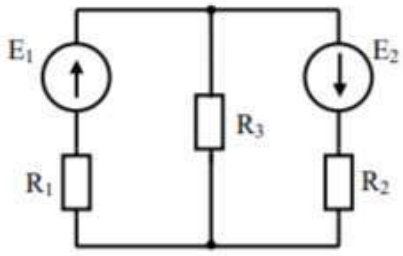


Рисунок 5.3

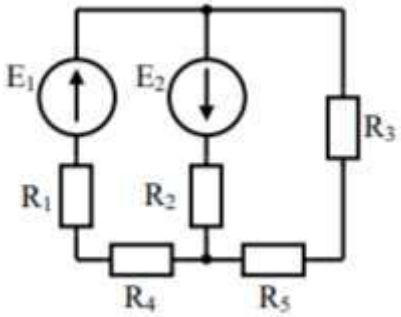


Рисунок 5.4

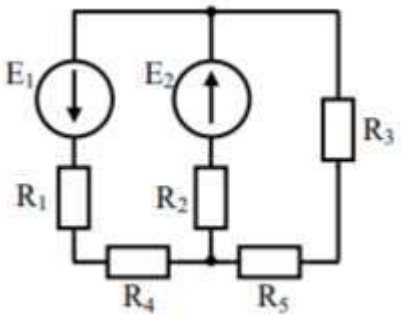


Рисунок 5.5

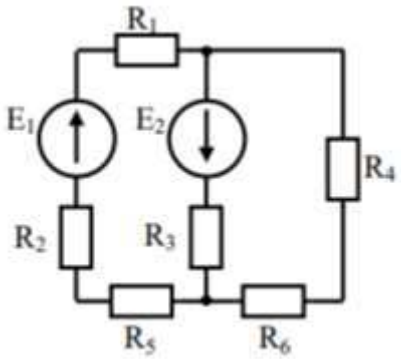


Рисунок 5.6

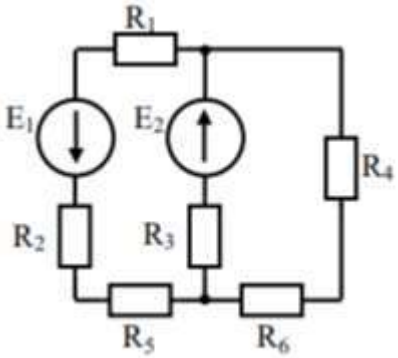


Рисунок 5.7

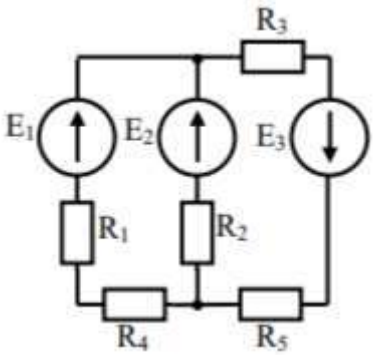


Рисунок 5.8

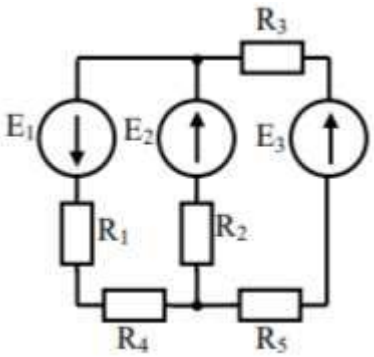


Рисунок 5.9

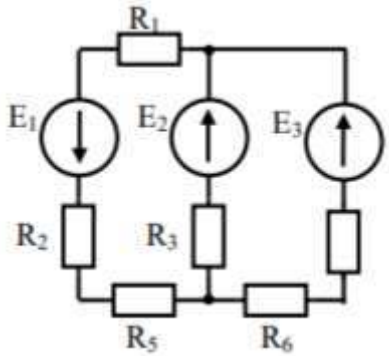


Рисунок 5.10

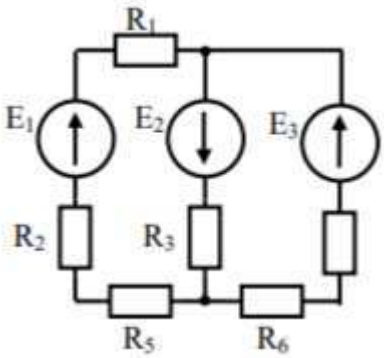


Рисунок 5.11

Контрольные вопросы

1) Что называют электрическим током?
2) Что такое узел электрической цепи?
3) Что такое ветвь электрической цепи?
4) Что такое контур электрической цепи?
5) Как формулируется первый закон Кирхгофа, второй закон Кирхгофа?
6) Сколько уравнений составляется для расчета сложной цепи методом уравнений Кирхгофа?
7) Сколько уравнений составляется по 1 закону Кирхгофа?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Ответы к решению задачи.
4) Вывод.

Список литературы

1) Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники -М.: Высшая школа, 1998.

2) Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехники с основами электроники - М.: Высшая школа, 1998.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: РАСЧЕТ НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ RL И RC-ЦЕПЕЙ

Цель: Научиться выполнять расчеты цепей переменного тока.

Студент должен

знать:

- основные параметры переменного тока;
- порядок расчета переменного тока;

уметь:

- производить расчет параметров переменного тока;
- строить векторную диаграмму неразветвленной цепи переменного тока.

Теоретическое обоснование

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью.

Неразветвленная цепь обладает активным сопротивлением R и индуктивностью L и подключена к источнику синусоидального напряжения. В соответствии со вторым законом Кирхгофа

$$u = iR + L\left(\frac{di}{dt}\right) = u_R + u_L = U_m Sin(\omega t + \varphi),$$

где u_R и u_L – активная и реактивная составляющие напряжения, В.

Напряжение опережает по фазе ток на угол φ. Амплитудное значение входного напряжения

$$U_m = \sqrt{U_{Rm}^2 + U_{Lm}^2},$$

где $U_{Rm} = I_m \cdot R$ – амплитудное значение активной составляющей напряжения, В;

$U_{Lm} = L \cdot I_m \cdot \omega$ - амплитудное значение реактивной составляющей напряжения, В.

Действующее значение напряжения

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{\left(\frac{U_{Rm}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{Lm}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}.$$

На рисунке 6.1 представлена векторная диаграмма цепи, где напряжение U, U_R и U_L образуют треугольник напряжений для активно – индуктивной нагрузки.

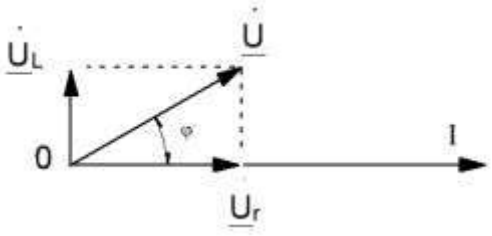


Рисунок 6.1

Угол сдвига фаз между векторами входного напряжения и тока в цепи определяется из треугольника напряжений:

$$\varphi = arctg\frac{X_L}{R}.$$

Полное сопротивление цепи (Ом):

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}.$$

Ток в цепи:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{U}{Z}.$$

Эта формула отображает закон Ома для действующих значений тока и напряжения цепи с активным сопротивлением и индуктивностью.

Среднее значение мощности цепи за период равно среднему значению мощности в активном сопротивлении или активной мощности *P*:

$$P = U \cdot I \cdot Cos\varphi = U_a \cdot I = I^2 \cdot R.$$

Здесь множитель *Cos*φ – коэффициент мощности.

Реактивная мощность:

$$Q_L = U \cdot I \cdot Sin\varphi = U_L \cdot I = I^2 \cdot X_L.$$

Полная мощность:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и емкостью.

Если в цепи с последовательно соединенными резистором и конденсатором проходит ток $i = I_m \cdot Sin\omega t$, то напряжение на активном сопротивлении u_a совпадает по с током, а напряжение u_c на конденсаторе отстает от тока на угол π/2.

Напряжение на зажимах цепи:

$$u = u_R + u_C = U_m \cdot Sin(\omega t - \varphi).$$

Амплитуда этого напряжения:

$$U_m = \sqrt{U_{Rm}^2 + U_{Cm}^2}.$$

Действующее значение напряжения:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} = I \cdot \sqrt{R^2 + X_C^2} = I \cdot Z.$$

На рисунке 6.2 представлена векторная диаграмма цепи, где напряжение *U*, U_R и U_C образуют треугольник напряжений для активно – индуктивной нагрузки.

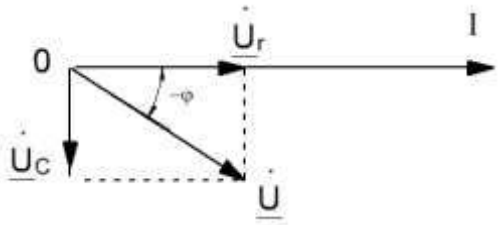


Рисунок 6.2

Закон Ома для действующих значений тока и напряжения:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}},$$

где Z – полное сопротивление цепи.

Активную, реактивную и полную мощности цепи с активным сопротивлением и емкостью (*P*, *Q* и *S*) определяют аналогично тому, как это делалось для неразветвленной цепи с активным сопротивлением и индуктивностью.

Угол сдвига фаз между векторами входного напряжения и тока в цепи определяют:

$$\varphi = arctg\frac{-X_C}{R}.$$

Задание

Цепь переменного тока содержит различные элементы (резистор, индуктивность, емкость), включенные последовательно. Схема цепи приведена на соответствующем рисунке. Номер рисунка и значения сопротивлений, а также один дополнительный параметр заданы в таблице 3.1.

Начертить схему цепи и определить следующие величины:

1. полное сопротивление цепи *Z*;

2. ток *I*;
3. угол сдвига фаз φ (по величине и знаку);
4. активную *P*, реактивную *Q*, полную *S* мощности цепи.

Начертить в масштабе векторную диаграмму.

Таблица 3.1 Данные для расчета

Вариант	Рисунок	Напряжение U, В	R, Ом	X_L, Ом	X_C, Ом
1	6.3	200	5	12	-
2	6.4	200	7	-	20
3	6.3	190	10	18	-
4	6.4	190	10	-	24
5	6.3	180	4	3	-
6	6.4	180	15	-	22
7	6.3	170	7	12	-
8	6.4	170	20	-	8
9	6.3	160	12	4	-
10	6.4	160	22	-	12
11	6.3	150	15	30	-
12	6.4	150	28	-	10
13	6.3	140	10	15	-
14	6.4	140	31	-	12
15	6.3	130	18	5	-
16	6.4	130	30	-	15
17	6.3	120	20	20	-
18	6.4	120	34	-	7
19	6.3	110	22	23	-
20	6.4	110	4	-	16

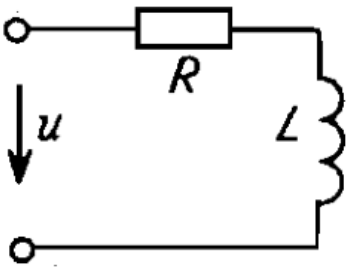


Рисунок 6.3

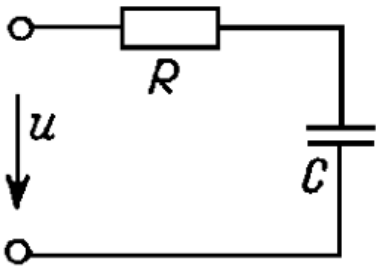


Рисунок 6.4

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные своего варианта.
3) Решить задачу, при решении задачи пояснять все действия, схему выполнить карандашом, с соблюдением ГОСТ.

Контрольные вопросы

1) Какой ток называется переменным?
2) Какими основными параметрами обладает переменный ток?
3) Как определить полное сопротивление *RL* и *RC* - цепи?
4) Как строится векторная диаграмма?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Вывод.

Список литературы

1) Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники -М.:

Высшая школа, 1998.

2) Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. Задачник по общей электротехники с основами электроники - М.: Высшая школа, 1998.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ

Цель: Научиться выполнять расчеты трехфазных цепей переменного тока.

Студент должен

знать:

- основные законы электротехники;
- определения линейных и фазных токов и напряжений;
- соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями;

уметь:

- производить расчет трехфазных цепей.

Теоретическое обоснование

Трехфазная система электрических токов (ЭДС, напряжений) – это совокупность трех синусоидальных электрических токов (ЭДС, напряжений) одной частоты, сдвинутых по фазе друг относительно друга на 120°. При равенстве амплитуд токов (ЭДС, напряжений) во всех фазах систему называют ***симметричной***. Часть этой системы, где проходит один из трех токов, называют ***фазой трехфазной системы***.

Фазное напряжение – возникает между началом и концом какой-либо фазы. По-другому его еще определяют, как напряжение между одним из фазных проводов и нулевым проводом.

Линейное напряжение - определяют еще как межфазное или между фазное – возникающее между двумя проводами или одинаковыми выводами разных фаз.

Токи в фазах генератора и приемника называются ***фазными токами***, а токи в линейных проводах - ***линейными***.

Соединение в звезду

Если концы всех фаз генератора соединить в общий узел, а начала фаз соединить с нагрузкой, образующей трехлучевую звезду сопротивлений, получится трехфазная цепь, соединенная звездой. Трехфазная цепь, соединенная звездой, изображена на рисунке 7.1.

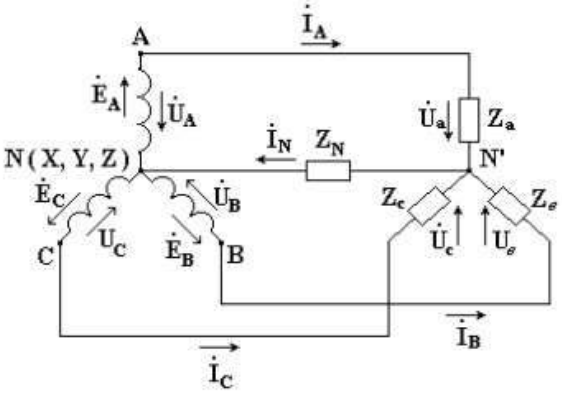


Рисунок 7.1 Схема соединения генератора и приемник «звездой»

Так как линейные провода соединены последовательно с фазами источника и приемника, линейные токи при соединении звездой являются одновременно фазными токами.

$$I_л = I_ф.$$

При симметричной системе ЭДС источника линейное напряжение больше фазного в $\sqrt{3}$ раз.

$$U_л = \sqrt{3}\, U_ф.$$

Соединение в треугольник

Если конец каждой фазы обмотки генератора соединить с началом следующей фазы, образуется соединение в треугольник. К точкам соединений обмоток подключают три линейных провода, ведущие к нагрузке.

На рисунке 7.2 изображена трехфазная цепь, соединенная треугольником.

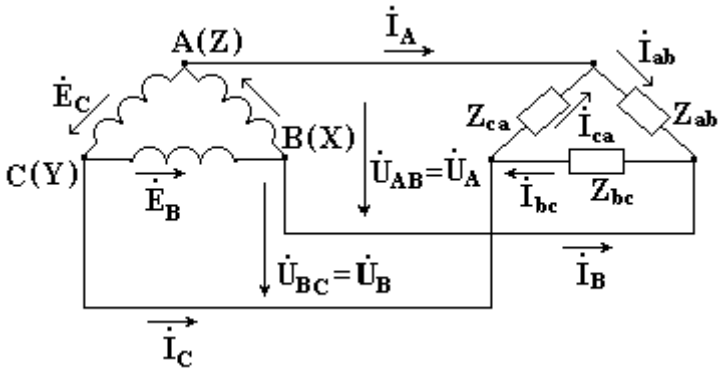


Рисунок 7.2 Схема соединения генератора и приемник «треугольником»

Как видно из рисунка 5.1, в трехфазной цепи, соединенной треугольником, фазные и линейные напряжения одинаковы.

$$U_л = U_ф$$

При симметричной системе ЭДС источника линейный ток больше фазного в √3 раз.

$$I_л = \sqrt{3}\ I_ф.$$

При симметричной системе напряжений и равномерной нагрузке мощности всей цепи:

- активная $P = 3P_ф = 3U_ф I_ф Cos\varphi = \sqrt{3}U_л I_л Cos\varphi$;
- реактивная $Q = 3P_ф = 3U_ф I_ф Sin\varphi = \sqrt{3}U_л I_л Sin\varphi$;
- полная $S = 3P_ф = 3U_ф I_ф = \sqrt{3}U_л I_л$.

Задача

В трехфазную сеть с линейным напряжением U включены три одинаковых приемника энергии. Сопротивления приемника равны R и X_L или X_C.

Изобразить схему трехфазной цепи.

Определить:

1. Полное сопротивление в фазе.
2. Фазные и линейные токи.
3. Коэффициент мощности.
4. Активную, реактивную и полную мощности всей цепи.

Данные для своего варианта взять в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Исходные данные к задаче

№ варианта	U, В	R, Ом	X_L, Ом	X_C, Ом	схема соединения
1	173	4	–	3	«звезда»
2	86,5	3	4	–	«звезда»
3	380	16	–	12	«треугольник»
4	380	12	16	–	«треугольник»
5	600	32	–	16	«звезда»
6	400	32	16	–	«звезда»
7	450	5	–	12	«треугольник»
8	225	5	12	–	«треугольник»
9	380	14	–	2	«звезда»
10	244	2	14	–	«звезда»

11	230	15	–	5	«треугольник»
12	400	5	15	–	«треугольник»
13	230	16	–	12	«звезда»
14	660	13	15,2	–	«звезда»
15	660	24	–	18	«треугольник»
16	520	18	24	–	«треугольник»
17	380	12,8	–	9,6	«звезда»
18	380	10	20	–	«звезда»
19	600	20	–	15	«треугольник»
20	660	15	20	–	«треугольник»
21	500	20	–	10	«звезда»
22	400	14	2	–	«звезда»
23	220	10	–	7,5	«треугольник»
24	660	9	12	–	«треугольник»
25	380	12	–	9	«звезда»

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные для своего варианта.
3) Изобразить схему трехфазной цепи.
4) Решить задачу, при решении задачи пояснить все действия, схему выполнить карандашом, с соблюдением ГОСТ.

Контрольные вопросы

1) Какая цепь называется трехфазной?
2) Что такое линейный и фазный ток?
3) Что такое линейное и фазное напряжение?
4) Каково соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями в соединении «звезда»?
5) Каково соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями в соединении «треугольник»?
6) Как определить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Вывод.

Список литературы

1. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.
2. Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.
3. Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: РАСЧЕТ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Цель: Приобрести навыки расчета основных параметров однофазных трансформаторов

Студент должен

знать:

- технические параметры трансформатора;

уметь:

- рассчитывать основные параметры однофазных трансформаторов.

Теоретическое обоснование

Трансформатором называется статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования электрической энергии переменного тока одного напряжения в электрическую энергию переменного тока другого напряжения той же частоты.

Однофазный трансформатор (рисунок 8.1) состоит из двух обмоток – ***первичной*** *1* с числом витков, к которой подводится напряжение сети, и ***вторичной*** *2* с числом витков, к которой присоединяются потребители электроэнергии; обе обмотки намотаны на ***магнитопровод*** *3*.

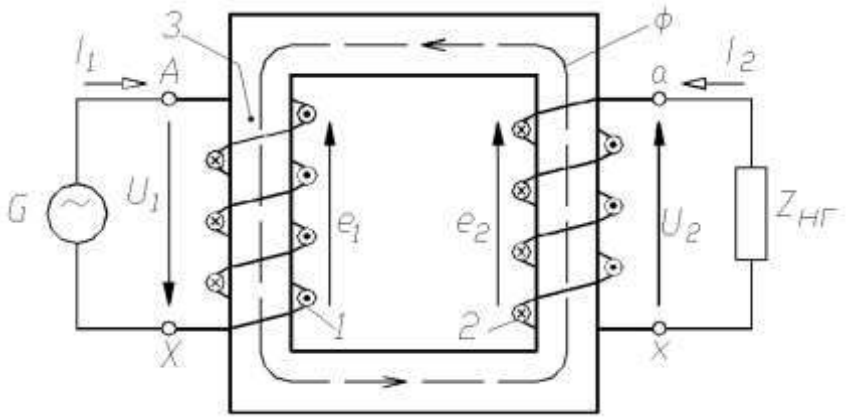


Рисунок 8.1 Устройство трансформатора

Одна из обмоток трансформатора рассчитана на большее напряжение, называется ***обмоткой высшего напряжения*** (ВН), а вторая – ***обмоткой низшего напряжения*** (НН). Если первичное напряжение меньше вторичного, то трансформатор называют ***повышающим***, а если больше – ***понижающим***.

Основными параметрами трансформаторов являются:

1) Номинальная мощность $S_{ном}$. Это полная мощность (кВА), которую трансформатор, установленный на открытом воздухе, может непрерывно отдавать в течение своего срока службы (20…25 лет) при номинальном напряжении.

2) Номинальное первичное напряжение $U_{ном1}$. Это напряжение, на которое рассчитана первичная обмотка трансформатора.

3) Номинальное вторичное напряжение $U_{ном2}$. Это напряжение на выводах вторичной обмотки трансформатора при холостом ходе и номинальном первичном напряжении. При нагрузке вторичное напряжение U_2 снижается из-за потерь в трансформаторе.

4) Номинальный первичный и вторичный токи $I_{ном1}$ и $I_{ном2}$. Это токи, вычисленные по номинальной мощности и номинальным напряжениям. Для однофазного трансформатора

$$I_{ном1} = \frac{S_{ном}}{U_{ном1}\eta}; \qquad I_{ном2} = \frac{S_{ном}}{U_{ном2}}$$

где η - КПД трансформатора.

Эта величина близка к 1,0 из-за малых потерь в трансформаторе. На практике при определении токов принимают $\eta = 1{,}0$.

Трансформаторы чаще всего работают с нагрузкой меньше номинальной. Поэтому вводят понятие о коэффициенте нагрузки $\kappa_н$, который равен отношению мощности, отдаваемой трансформатором потребителю к номинальной мощности трансформатора. Значения отдаваемых трансформатором активной и реактивной мощностей зависят от коэффициента мощности потребителя $cos\ \varphi_2$:

$$P_2 = S_{ном} \cdot cos\ \varphi_2; \qquad Q = S_{ном} \cdot sin\ \varphi_2.$$

Задача

Для питания пониженным напряжением цепей управления электродвигателями на пульте установлен однофазный трансформатор номинальной мощностью $S_{ном}$. Номинальные

напряжения обмоток $U_{ном1}$ и $U_{ном2}$; номинальные токи $I_{ном1}$ и $I_{ном2}$. Коэффициент трансформации равен n. Числа витков обмоток w_1 и w_2. Магнитный поток в магнитопроводе $Ф_m$. Частота тока сети $f = 50$ Гц. Трансформатор работает с номинальной нагрузкой. Потерями в трансформаторе можно пренебречь. Используя данные трансформатора, указанные в таблице 8.1, определить все неизвестные величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов. Начертить схему включения такого трансформатора в сеть. Ко вторичной обмотке присоединить нагрузку в виде обычного резистора $R_н$. Для включения и отключения нагрузки предусмотреть рубильник, а для защиты сетей от токов короткого замыкания включить в цепь обоих обмоток предохранители.

Таблица 8.1 Исходные данные к задаче

Номер варианта	$S_{ном}$, ВА	$U_{ном1}$, В	$U_{ном2}$, В	$I_{ном1}$, А	$I_{ном2}$, А	w_1	w_2	n	$Ф_m$ Вб
1	-	380	-	1,43	-	-	-	15,8	0,005
2	-	220	24	-	33,4	198	-	-	-
3	1600	-	12	-	-	770	-	31,6	-
4	-	127	-	4,72	25	-	108	-	-
5	3200	380	36	-	-	-	-	-	0,025
6	-	220	24	3,64	-	-	-	-	0,005
7	500	-	-	1,0	-	750	54	-	-
8	-	220	-	-	20,8	400	22	-	-
9	250	500	-	-	-	-	-	20,8	0,0015
10	-	-	12	3,2	-	3000	-	41,6	-

Ход работы

1) Произвести расчеты для задачи. Расчеты сопровождайте пояснениями.
2) Изобразить схему включения однофазного трансформатора в соответствии с заданием. При изображении схемы соблюдайте правило начертания схем и элементов.
3) Оформить отчет по практической работе.

Контрольные вопросы

1) Для чего предназначен трансформатор?
2) Как определить коэффициент трансформации?
3) Приведите определения номинальных параметров трансформатора: мощности; напряжений обмоток; токов.
4) Какие потери мощности имеют место в трансформаторе при нагрузке?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Решение задачи с пояснениями.
3) Схема включения однофазного трансформатора.
4) Вывод.

Список литературы

1) Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.
2) Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.
3) Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА
Цель: Приобрести навыки расчета двигателей постоянного тока
Студент должен

знать:

- устройство, режимы работы и основные характеристики двигателей постоянного тока;

уметь:

- рассчитывать пусковые и рабочие характеристики двигателей постоянного тока.

Теоретическое обоснование

Для двигателя параллельного возбуждения, схема которого приведена на рисунке 9.1, справедливы соотношения

$$U_н = E_н = r_я I_я$$

где $E_н$ - противо-ЭДС, индуктируемая в обмотке якоря при номинальной скорости вращения;

$$I_н = I_я + I_в,$$

Для двигателя последовательного возбуждения

$$I_я = I_н = I_в$$

Номинальный ток якоря определяется выражением

$$I_я = (U_н - E_н)/r_я$$

В момент пуска $n = 0$, следовательно и $E = 0$, поэтому пусковой ток якоря будет чрезмерно большим. Для его ограничения последовательно с якорем включают пусковой реостат $r_{пуск}$, тогда

$$I_{я\ пуск} = U_н /(r_я + r_{пуск})$$

Мощность, потребляемая двигателем из сети,

$$P_1 = I_н U_н,$$

где $I_н$ - номинальный ток двигателя,

$U_н$ - номинальное напряжение сети.

Вращающий электромагнитный момент двигателя при номинальном режиме

$$M_{ном} = 9{,}55\frac{P_{ном}}{n_{ном}}$$

КПД двигателя равен отношению мощности отдаваемой к мощности потребляемой

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1}$$

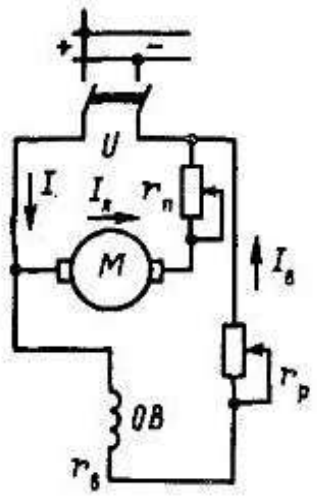
где ΣP - суммарные потери мощности генератора;

P_1 - мощность, передаваемая генератору от привода;

P_2 - полезная мощность генератора, отдаваемая в сеть нагрузки.

К потерям мощности двигателя относят электрические потери в обмотках якоря $P_а$ и возбуждения $P_в$, механические потери и потери в стали. Электромагнитная мощность двигателя

$$P_{эм} = I_я E$$



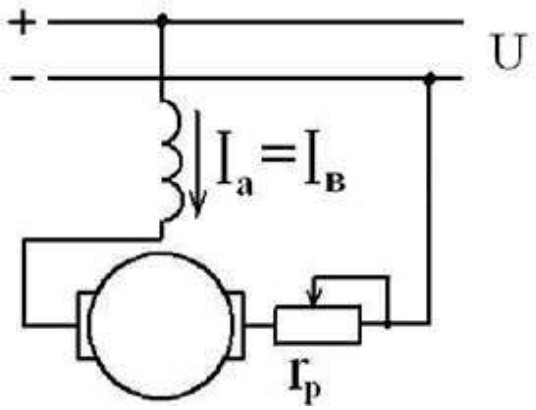


Рисунок 9.1 – Схема двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Рисунок 9.2 – Схема двигателя постоянного тока последовательного возбуждения

Задача 1 (варианты 1-10, 21-25)

Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением, работая в номинальном режиме, отдает полезную мощность на валу $P_{ном2}$, развивая при этом номинальный момент $M_{ном}$ при частоте вращения $n_{ном}$. Двигатель потребляет из сети номинальный ток $I_{пом}$ при напряжении $U_{ном}$. Ток в обмотке якоря $I_а$, в обмотке возбуждения $I_в$. Потребляемая из сети мощность равна P_1. Суммарные потери мощности в двигателе составляют ΣP, коэффициент полезного действия $\eta_{дв}$. Схема двигателя приведена на рисунке 9.1. Используя данные, приведенные в таблице 9.1, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

Таблица 9.1 Исходные данные к задаче 1

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{ном2}$, кВт	22	-	11	30	12	-	-	-	30	3,6
$M_{ном}$ Нм	-	28,56	-	191	-	213	200	78,4	-	-
$n_{ном}$, об/мин	985	-	1340	-	750	-	1433	-	1433	1200
$I_{ном}$, А	113,6	-	-	79,5	-	-	159	56,8	-	18,8
$U_{ном}$, В	-	220	220	-	220	220	-	-	220	-
$I_а$, А	-	18	-	-	-	108	-	55,7	150	-
$I_в$, А	5,6	-	1,1	2,5	1,5	-	9,0	-	-	0,8
P_1, кВт	25,0	4,14	12,5	35,0	-	-	34,9	-	-	-
ΣP, кВт	-	-	--	-	-	3,0	-	1,5	4,9	0,54
$\eta_{дв}$	-	0,87	-	-	0,8	0,88	-	0,88	-	-

Задача 2 (варианты 11-20)

Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением отдает полезную мощность P_2 и потребляет из сети мощность P_1 при напряжении $U_{ном}$. Двигатель развивает полезный момент M при частоте вращения якоря n. Сила тока в цепи якоря равна I, противо-ЭДС в обмотке якоря E. Потери мощности в обмотках якоря и возбуждения равны $P_а$. Сопротивление обмоток якоря и возбуждения $R_а + R_{пс}$. В момент пуска двигатель потребляет из сети пусковой ток $I_п$. Коэффициент полезного действия двигателя равен $\eta_{дв}$. Схема двигателя приведена на рисунке 9.2. Используя данные, приведенные в таблице 9.2, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

Таблица 9.2 Исходные данные к задаче

Величина	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{ном2}$, кВт	44,0	-	-	21,0	-	-	-	-	5,0	10,0
P_1, кВт	51,3	-	4,5	-	10	-	11	-	6,7	-
$U_{ном}$, В	-	110	-	250	-	220	110	440	440	-
$M_{ном}$ Нм	296	35	20	310	48	-	79,5	880	-	-
$n_{ном}$ об/мин	-	-	1800	-	1600	1200	-	510	1030	1200
$I_{ном}$, А	205	39	-	-	45,5	33	-	-	-	100
E, В	-	-	-	-	208	-	-	-	417	-
$P_а$, Вт	2270	300	-	-	-	-	800	-	-	-
$R_а + R_{пс}$, Ом	-	-	0,55	0,13	-	0,74	-	0,054	-	0,08
$I_п$, А	-	-	400	-	-	-	-	-	-	-
$\eta_{дв}$	-	0,85	-	0,84	-	0,76	0,91	0,78	-	0,905

Ход работы

1) Изобразите схему двигателя постоянного тока и запишите данные для своего варианта. При изображении схемы соблюдайте правила начертания схем и элементов.

2) Рассчитайте величины в соответствии с заданием.

3) Для расчета следует пользоваться теоретическими сведениями. Расчет параметров сопровождайте пояснениями.

4) Используйте свойства последовательного и параллельного соединений элементов электрической цепи, законы Ома и Кирхгофа.

Контрольные вопросы

1) Перечислите способы возбуждения двигателей постоянного тока.
2) От чего зависит скорость вращения двигателя постоянного тока?
3) Как определить величину вращающего момента электродвигателя?
4) Как определить мощность потерь двигателя постоянного тока?
5) Как рассчитывается КПД двигателя постоянного тока?
6) Изобразите энергетическую диаграмму двигателя постоянного тока. Поясните ее построение.

Содержание отчета

1) Номер, название и цель работы.
2) Данные своего варианта и схема двигателя постоянного тока согласно своему варианту.
3) Решение задачи с пояснениями.
4) Ответы к решению задачи.
5) Вывод.

Литература

1) Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.

2) Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

3) Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель: Приобрести навыки расчета двигателей переменного тока

Студент должен

знать:

- устройство, режимы работы и основные характеристики двигателей переменного тока;

уметь:

- рассчитывать пусковые и рабочие характеристики двигателей переменного тока.

Теоретическое обоснование

На обмотку статора поступает активная мощность:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot Cos\varphi_1.$$

Скорость вращения магнитного поля n_1 обратно пропорциональна числу пар полюсов:

$$n_1 = \frac{60f}{p},$$

где p – число пар полюсов

f — частота переменного тока в Гц, а коэффициент 60 появился из-за того, что n_1 принято измерять в оборотах в минуту.

Поскольку число пар полюсов может быть только целым, то скорость вращения магнитного поля может принимать не произвольные, а только определенные значения (таблица 10.1).

Таблица 10.1 Зависимость скорости вращения от числа пар полюсов магнитного поля

p	1	2	3	4	5	6

n	3000	1500	1000	750	600	500

Ротор асинхронного двигателя вращается в ту же сторону, что и магнитное поле, со скоростью, несколько меньшей скорости вращения магнитного поля, так как только в этом случае в обмотке ротора будут индуцироваться ЭДС и токи и на ротор будет действовать вращающий момент. Обозначим скорость вращения ротора n_2. Тогда величина $n_1 - n_2$, которая называется скоростью скольжения, представляет собой относительную скорость магнитного поля и ротора, а степень отставания ротора от магнитного поля, выраженная в %, называется скольжением s:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

Вращающий момент **M** на валу двигателя определяется по формуле:

$$M = 9{,}55\frac{P_2}{n_2}.$$

Суммарные потери мощности в двигателе при номинальном режиме работы:

$$\sum P = P_1 - P_2.$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}.$$

$K_м = \frac{M_{мех}}{M_{ном}}$ - способность двигателя к перегрузке;

$K_п = \frac{M_п}{M_{ном}}$ - кратность пускового момента;

$K_I = \frac{I_{1п}}{I_{1ном}}$ - кратность пускового тока.

Задание

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором номинальную мощность на валу $P_{ном2}$, развивая при этом номинальный момент $M_{ном}$ при частоте вращения n_2. Двигатель потребляет из сети номинальный ток $I_{пом}$ частотой f_1 = 50 Гц при напряжении $U_{ном}$. Потребляемая из сети мощность равна P_1. Суммарные потери мощности в двигателе составляют ΣP, коэффициент полезного действия $\eta_{дв}$. Используя данные, приведенные в таблице 10.2, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

Таблица 10.2 Исходные данные

№ варианта	P_1, кВт	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	$P_{ном2}$, кВт	$\eta_{ном}$	ΣP, кВт	$Cos\varphi_1$	$M_{ном}$ Нм	n_2, об/мин	s, %	n_1, об/мин
1	-	380	12,5		0,78	-	0,81	-	2950	-	-
2	22,6	380	-	-	-	2,6	0,85	-	-	3	3000
3	-	220	16	-	-	-	0,85	-	1440	4,0	-
4	-	220	-	4,5	0,84	-	0,8	-	950	-	1000
5	-	380	-	10	0,88	-	0,89	-	-	2,0	1500
6	20,4	-	38,8	-	0,85	-	0,8	-	730	2,67	-
7	5,18	220	-	4,45	-	-	0,85	-	-	2	1500
8	5,36	220	17,6	-	-	0,86	-	45,2	-	3	-
9	-	380	-	17,34	-	3,06	0,8	226,8	-	-	750
10	11,36	380	22,1	-	-	1,36	-	-	950	4	-
11	-	380	-	11	0,88	-	0,9	-	-	3,3	3000
12	-	660	-	5,5	0,81	-	0,8	-	960	4	-
13	59	380	-	-	0,93	-	0,9	357,3	-	-	1500
14	4,76	220	-	4	-	-	0,84	26,8	-	5	-
15	-	660	32	30	0,91	-	-	-	980	2	-
16	-	-	7,44	-	0,81	1,3	0,8	54,7	-	-	1000
17	33	-	32,1	-	-	3	0,9	-	-	3	1000
18	-	380	99,7	55	-	4	-	-	1470	2	-
19	-	220	-	-	0,84	0,76	0,84	-	1425	-	1500
20	12,5	-	21,1	-	-	1,5	0,9	-	2900	-	3000

21	-	380	-	-	0,85	1,5	0,83	120	-	3	1000
22	-	220	-	4,5	0,86	-	0,82	-	-	5	3000
23	-	-	10	-	0,85	-	0,83	60	-	2	750
24	-	-	114	100	0,91	-	0,85	-	980	-	1000
25	-	380	30	-	0,88	-	0,85	-	1450	3	-

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Выписать данные для своего варианта.
3) Решить задачу, при решении задачи пояснить все действия.

Контрольные вопросы

1) Из каких основных частей состоит двигатель переменного тока.
2) Как определить величину вращающего момента электродвигателя?
3) Как определить мощность потерь двигателя переменного тока?
4) Как рассчитывается КПД двигателя переменного тока?

Содержание отчета

1) Номер, название и цель работы.
2) Данные своего варианта.
3) Решение задачи с пояснениями.
4) Ответы к решению задачи.
5) Вывод.

Литература

1) Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.

2) Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

3) Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

Критерии оценки

Оценки	Критерии оценок
«5»	- обучающийся подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний (литература, материалы, инструменты), показывает необходимые для проведения практической работы теоретические знании. Правильно оформлена практическая часть работа, соблюдена технологическая последовательность выполнения данного вида работ. Работа оформлена аккуратно.
«4»	- практическая работа выполняется обучающимся в полном объёме и самостоятельно. Обучающийся использует указанные преподавателем источники информации. Могут быть неточности и небрежность в оформлении работы. Работа показывает знания обучающимися основного теоретического материала, но имеются незначительные ошибки при оформлении практической части роботы.
«3»	- обучающийся выполняет и оформляет практическую работу полностью с помощью преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу других обучающихся.
«2»	- практическая работа не выполнена полностью за отведенное время по неуважительной причине.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Цель: Изучить режимы работы цепи постоянного тока.

Студент должен

знать:

- основные законы электротехники;
- режимы работы электрических цепей постоянного тока;

уметь:

- производить расчет мощности, КПД;
- строить графики зависимости тока, напряжения, полезной и полной мощности, КПД от нагрузочного сопротивления.

Теоретическое обоснование

Электрическая цепь - это совокупность электротехнических устройств, предназначенных для генерирования, передачи и преобразования электрической энергии, соединенные между собой электрическими проводами.

Например, аккумуляторная батарея, лампа и выключатель, соединенные между собой проводами, образуют электрическую цепь.

Отдельные электротехнические устройства, образующие электрическую цепь, называются элементами электрической цепи и делятся на 3 группы:

1. Источники (генерирующие устройства) – это элементы электрической цепи, преобразующие различные виды энергии (тепловую, химическую, световую, механическую) в электрическую энергию.

2. Приемники (приемные устройства) – это элементы электрической цепи, преобразующие электрическую энергию в другие виды энергии.

3. Вспомогательные устройства – это элементы электрической цепи, которые предназначены для управления, регулирования режимов работы, защиты, контроля и измерения параметров в электрической цепи и не связаны непосредственно с основным преобразованием энергии.

Графическое изображение электрической цепи, содержащее условные изображения её элементов и показывающее их соединение, называется принципиальной схемой или ***схемой электрической цепи***.

Электрическая цепь в зависимости от значения сопротивления нагрузки R может работать в различных характерных режимах:

- ✓ номинальном;
- ✓ согласованном;
- ✓ холостого хода;
- ✓ короткого замыкания.

Номинальный режим - это расчетный режим, при котором элементы цепи (источники, приемники, линия электропередачи) работают в условиях, соответствующих проектным данным и параметрам

Согласованный режим работы - это режим, в котором работает электрическая цепь (источник и приемник), когда сопротивление нагрузки R равно внутреннему сопротивлению источника r. Этот режим характеризуется передачей от данного источника к приемнику максимально возможной мощности. Однако в согласованном режиме К.П.Д. $\eta = 0{,}5$ - низкий и для мощных цепей работа в согласованном режиме экономически невыгодна. Согласованный режим применяется, главным образом, в маломощных цепях, если К.П.Д. не имеет существенного значения, а требуется получить в приемнике возможно большую мощность.

Режим холостого хода и короткого замыкания. Эти режимы являются предельными режимами работы электрической цепи.

В ***режиме холостого хода*** внешняя цепь разомкнута и ток равен нулю. Так как ток равен нулю, то падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника так же равно нулю ($rI = 0$) и напряжение на выводах источника равно ЭДС ($E = U$). Из этих соотношений вытекает метод измерения ЭДС источника: при разомкнутой внешней цепи вольтметром, сопротивление которого можно считать бесконечно большим, измеряют напряжение на его выводах.

В ***режиме короткого замыкания*** выводы источника соединены между собой, например, сопротивление нагрузки замкнуто проводником с нулевым сопротивлением. Напряжение на приемнике при этом равно нулю.

Сопротивление всей цепи равно внутреннему сопротивлению источника, и ток короткого замыкания в цепи равен:

$$I_{к.з.} = E / r.$$

Он достигает максимально возможного значения для данного источника и может вызывать перегрев источника и даже его повреждение.

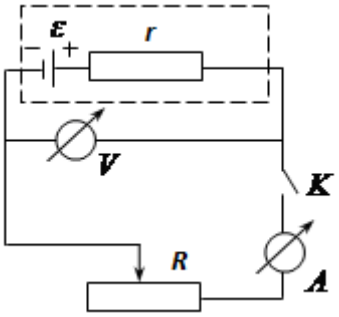


Рисунок 1 – Электрическая схема исследуемой цепи

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь. Дать проверить ее преподавателю.
2. Произвести опыт режима холостого хода. Разомкнуть ключ *К* и произвести замеры тока и напряжения. Результат внести в таблицу 1.
3. Произвести опыты рабочего режима. Замкнуть ключ *К* и произвести замеры тока и напряжения при заданных значениях сопротивления *R* (5-6 значений). Результаты измерений внести в таблицу 1.
4. Произвести вычисления полной и полезной мощности. Результаты внести в таблицу 1.

$$P_{полн} = I^2 \cdot R + I^2 \cdot r = I^2 \cdot (R + r) = E \cdot I \,, \quad P_{полезн} = I^2 \cdot R = U \cdot I \,.$$

5. Произвести вычисления КПД. Результаты внести в таблицу 1.

$$\eta = \frac{P_{полезн}}{P_{полн}} = \frac{U \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U}{E} \,.$$

6. Построить графики зависимостей тока, напряжения, полной и полезной мощности, КПД от нагрузочного сопротивления.

Таблица 1 – Результаты измерений и вычислений

Режим работы	I, А	U, В	R, Ом	$P_{полн}$, Вт	$P_{полез}$, Вт	η
Короткое замыкание						
Рабочий режим						
Холостой ход						

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Произвести измерения и вычисления.
3) Построить графики.
4) Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1) Что называют электрической цепью?
2) В каких режимах может работать электрическая цепь?
3) Какими параметрами характерен режим холостого хода?
4) Какими параметрами характерен режим короткого замыкания?
5) В каком режиме работы электрической цепи КПД имеет минимальное значение?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Электрическая схема исследуемой цепи (рисунок 1).
3) Таблица измерений и вычислений (таблица 1).
4) Графики зависимостей тока, напряжения, полной и полезной мощности, КПД от нагрузочного сопротивления.
5) Вывод.

Список литературы

1. Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.
2. Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.
3. Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНОЙ ЧЕТЫРЁХПРОВОДНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Цель: Изучить трехфазную цепь переменного тока

Студент должен

знать:

- основные определения трехфазной цепи;
- соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями;

уметь:

- рассчитать линейные и фазные напряжения и токи, активную, реактивную и полную мощность трехфазной цепи.

Теоретическое обоснование

Под ***трехфазной системой*** понимается совокупность электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС (напряжения) одной и той же частоты, сдвинутые относительно друг друга по фазе на угол $2\pi/3$ (120°), создаваемые общим источником электрической энергии.

Передача электрической энергии от источника к потребителю в трехфазной трехпроводной системе осуществляется с помощью линейных приводов. В четырехпроводной системе имеется четвертый – нейтральный (Nn) привод, соединяющий общие точки фаз источника и потребителя.

Соединение, при котором концы всех трех фаз потребителя объединяются в общую точку, называемую нейтральной или нулевой, а начала фаз присоединяются к трехфазному источнику питания посредством линейных проводов, называются соединением ***звездой трехфазного потребителя***.

Звезда с нейтральным (нулевым) проводом представлена на рисунке 2.1.

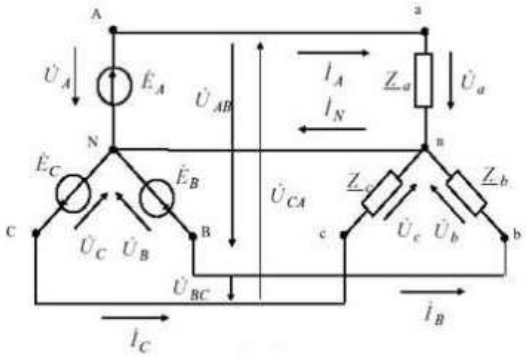


Рисунок 2.1 Электрическая схема трехфазной четырехпроводной цепи

Токи I_A, I_B, I_C в соответствующих линейных проводах называются линейными; токи, протекающие по фазам, фазным, а ток I_N в нейтральном проводе называется нейтральным. Напряжения между линейными проводами потребителя U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} называются линейными, а между началом и концом фаз потребителя U_a, U_b, U_c - фазными.

При соединении потребителя звездой фазные токи $I_ф$ равны соответствующим линейным: $I_ф = I_л$. Между линейными и фазными напряжениями потребителя существуют следующие соотношения, полученные по второму закону Кирхгофа:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_a - \dot{U}_b; \quad \dot{U}_{BC} = \dot{U}_b - \dot{U}_c; \quad \dot{U}_{CA} = \dot{U}_c - \dot{U}_a.$$

При симметричной нагрузке между фазными $U_ф$ и линейными напряжениями $U_л$ существует соотношение

$$U_л = \sqrt{3} U_ф.$$

При симметричной нагрузке:

$$\dot{I}_a = \dot{I}_b = \dot{I}_c, \qquad \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 0.$$

При этом векторная диаграмма имеет вид, представленный на рисунке 2.2.

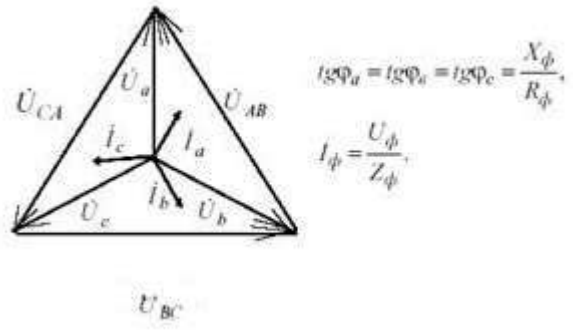


Рисунок 2.2 Векторная диаграмма при симметричной нагрузке

При несимметричной нагрузке и наличии нейтрального провода:

$$\dot{I}_a \neq \dot{I}_b \neq \dot{I}_c, \qquad \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = \dot{I}_{nN}.$$

При этом векторная диаграмма для несимметричной активной нагрузки с нейтральным проводом имеет вид, представленный на рисунке 2.3.

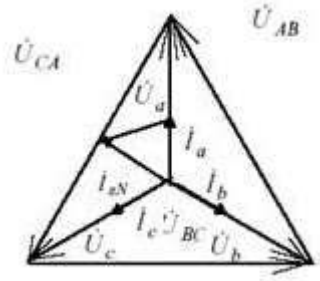


Рисунок 2.3 Векторная диаграмма при несимметричной нагрузке

При отключении нейтрального провода потенциал нейтральной точки потребителя электрической энергии, работающего в режиме несимметричной нагрузки, не равен потенциалу нейтральной точки *N* генератора. При этом нейтральная точка *n* на векторной диаграмме потребителя сместится из своего первоначального положения в другое (*n′*), при котором геометрическая сумма фазных токов потребителя равна нулю

$$\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 0.$$

В этом случае векторная диаграмма для несимметричной активной нагрузки примет вид, представленный на рисунке 4. Комплексные значения напряжений фаз приемника для несимметричной нагрузки и при отключенном нейтральном проводе можно определить, воспользовавшись вторым законом Кирхгофа:

$$\dot{U}_a = \dot{U}_A - \dot{U}_{nN}; \quad \dot{U}_b = \dot{U}_B - \dot{U}_{nN}; \quad \dot{U}_c = \dot{U}_C - \dot{U}_{nN},$$

где $\dot{U}_{nN}$ - напряжение между нейтральными точками (смещение нейтрали).

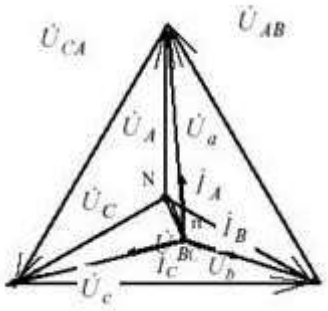


Рисунок 2.4 Векторная диаграмма при отключении нейтрального провода

Приборы и оборудование

Экспериментальные исследования проводятся на универсальном лабораторном стенде.

При сборке схемы используется следующее оборудование:

- три однофазных трансформатора Т1, Т2, Т3, соединенных в звезду и питающиеся от трехфазной сети (*f* = 50 Гц, *U*Л=220 В);
- три регулируемых резистора с сопротивлением 220 Ом;
- блок “контроль” для измерения фазных (линейных) токов;
- электроизмерительные приборы:

а) pA1 - амперметр с пределом измерения 0,5 А, включается в блок “контроля 1”;

б) pA2 - амперметр с пределом измерения 0,5 А, включается в блок “контроля 2”;

в) pV1- вольтметр с пределом измерения 75-150 В для измерения фазных и линейных напряжений.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке 2.5, для исследования трехфазной системы с нейтральным проводом (трехфазная четырехпроводная сеть). Дать проверить ее преподавателю.

2. Исследовать четырехпроводную трехфазную сеть при различных режимах работы. Данные опытов занести в таблицу 1, в которой указан характер нагрузки.

3. Построить векторные диаграммы для всех режимов.

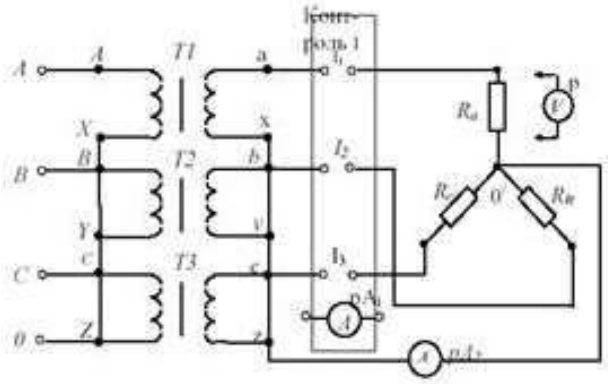


Рисунок 2.5 Электрическая схема трехфазной четырехпроводной цепи

Таблица 2.1 Результаты измерений и вычислений

Исследуемые режимы	Измеряемые величины							
	I_A, А	I_B, А	I_C, А	I_N, А	U_A, В	U_B, В	U_C, В	U_N, В
Симметричная активная нагрузка								
Разрыв в фазе								
Несимметричная активная нагрузка								
Обрыв нейтрального провода								

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Записать приборы и оборудование.
3) Начертить схему исследования (рисунок 2.5).
4) Произвести измерения и вычисления.
5) Построить векторную диаграмму при несимметричной нагрузке.
6) Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1) Дать определение трехфазной электрической системы.
2) Каково соотношение между линейным и фазным величинами (напряжением, токами) в симметричной трехфазной системе при соединении «звездой»?
3) Какова роль нейтрального (нулевого) провода?
4) Что происходит в трехфазной цепи при соединении приемников звездой в случае нарушения симметрии нагрузки фаз?
5) Назовите условия симметрии трехфазных систем?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Электрическая схема исследуемой цепи (рисунок 2.5).
3) Таблица измерений и вычислений (таблица 2.1).
4) Графики зависимостей тока, напряжения, полной и полезной мощности, КПД от нагрузочного сопротивления.
5) Вывод.

Список литературы

1) Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.

2) Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

3) Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Цель: Изучить устройство и принцип действия асинхронного двигателя

Студент должен

знать:

- назначение АД;
- устройство и принцип действия АД;

уметь:

- рассчитывать коэффициент мощности и активное сопротивление АД.

Теоретическое обоснование

Асинхронной машиной называется машина переменного тока, у которой скорость вращения ротора отлична от скорости вращения поля.

В ней используется принцип воздействия вращающегося магнитного поля на короткозамкнутый виток. Магнитная система асинхронной машины состоит из двух стальных сердечников: наружного кольцеобразного неподвижного статора и внутреннего цилиндрического вращающегося ротора.

Машина имеет две обмотки, одна из которых – первичная обмотка асинхронного двигателя – размещена в пазах на внутренней стороне сердечника статора, а другая – вторичная обмотка – размещена в пазах на внешней поверхности цилиндра ротора. Для уменьшения потерь на вихревые токи оба эти сердечника собираются из листовой электротехнической стали.

При работе машины обмотка статора получает электрическую энергию из трехфазной сети; трехфазная система токов, проходящих по этой обмотке, создает вращающееся магнитное поле, вызывающее в короткозамкнутой обмотке ток. Взаимодействие этого тока с магнитным полем создает вращающий момент, заставляя ротор вращаться со скоростью не равной скорости вращения поля и производить механическую работу.

Короткозамкнутые роторы проще по устройству и чаще применяются для двигателей небольшой мощности. Обмотка короткозамкнутого ротора представляет собой цилиндрическую клетку – так называемое “беличья клетка” – из медных или алюминиевых стержней, замкнутых накоротко на торцах кольцами из того же материала, что и стержни. Стержни этой обмотки вставляются без изоляции в пазы ротора. Применяется также способ заливки пазов ротора расплавленным алюминием с одновременной отливкой и замыкающих колец. Таким образом, короткозамкнутые двигатели проще по конструкции, а значит, дешевле.

Однако, наряду с достоинствами они обладают и существенным недостатком – у них неудовлетворительный пусковой режим в сравнении с двигателями, имеющими фазный ротор. А именно, пусковой ток у них в 4-7 раз больше номинального, а пусковой момент слишком мал, меньше номинального.

Устройство Ад с короткозамкнутым ротором представлено на рисунке 3.1.

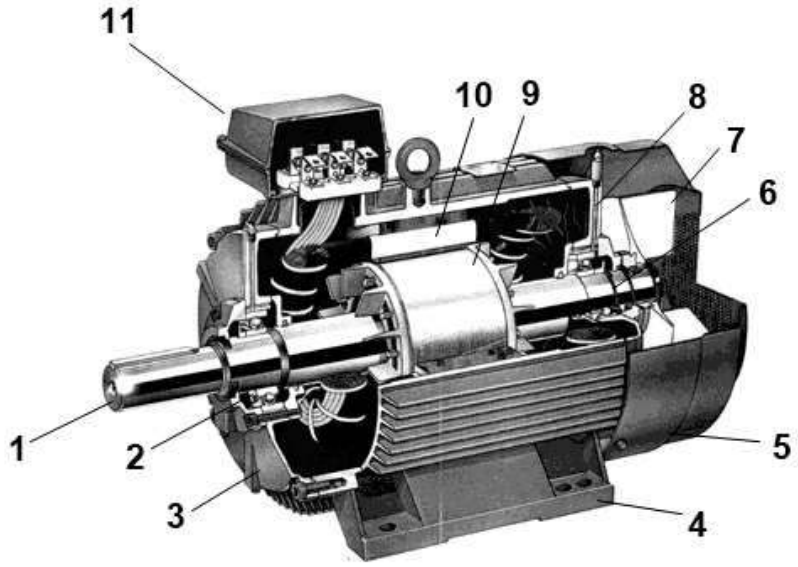


Рисунок 3.1 Устройство АД с короткозамкнутым ротором
1 - вал, *2*,*6* - подшипники, *3*,*8* - подшипниковые щиты, *4* - лапы, *5* - кожух вентилятора, *7* - крыльчатка вентилятора, *9* - короткозамкнутый ротор, *10* - статор, *11* - коробка выводов.

Основными частями асинхронного двигателя являются статор (*10*) и ротор (*9*).

Статор (рисунок 3.2) имеет цилиндрическую форму, и собирается из листов стали. В пазах сердечника статора уложены обмотки статора, которые выполнены из обмоточного провода. Оси обмоток сдвинуты в пространстве относительно друг друга на угол 120°. В зависимости от подаваемого напряжения концы обмоток соединяются треугольником или звездой.

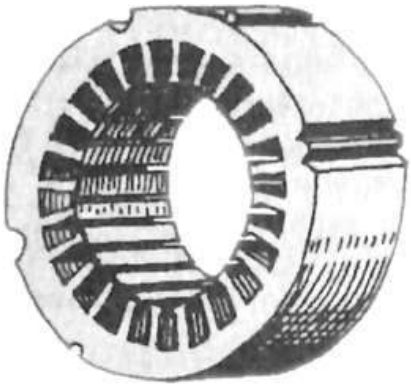


Рисунок 3.2 Устройство статора

Роторы асинхронного двигателя бывают двух видов: короткозамкнутый и фазный ротор.

Короткозамкнутый ротор (рисунок 3.3) представляет собой сердечник, набранный из листов стали. В пазы этого сердечника заливается расплавленный алюминий, в результате чего образуются стержни, которые замыкаются накоротко торцевыми кольцами. Эта конструкция называется "беличьей клеткой". В двигателях большой мощности вместо алюминия может применяться медь. Беличья клетка представляет собой короткозамкнутую обмотку ротора, откуда собственно название.

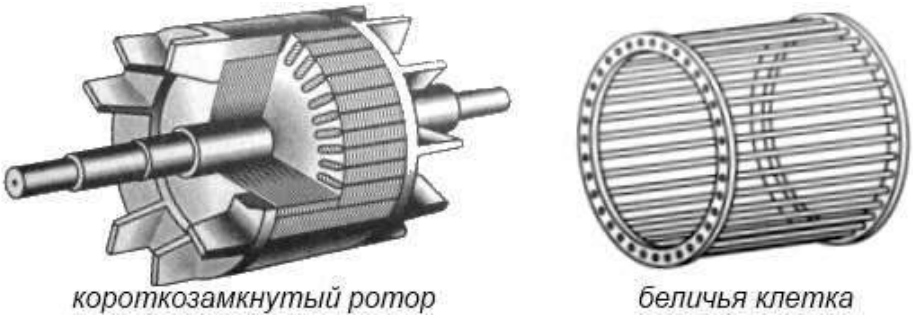


Рисунок 3.3 Устройство ротора

Скольжение s - *это величина, которая показывает, насколько синхронная частота n_1 магнитного поля статора больше, чем частота вращения ротора n_2, в процентном соотношении.*

$$s = \frac{(n_1 - n_2)}{n_1} \cdot 100\ \%$$

Скольжение это крайне важная величина. В начальный момент времени она равна единице, но по мере возрастания частоты вращения n_2 ротора относительная разность частот n_1-n_2 становится меньше, вследствие чего уменьшаются ЭДС и ток в проводниках ротора, что влечёт за собой уменьшение вращающего момента. В режиме холостого хода, когда двигатель работает без нагрузки на валу, скольжение минимально, но с увеличением статического момента, оно возрастает до величины $s_{кр}$ **-** критического скольжения. Если двигатель превысит это значение, то может произойти так называемое опрокидывание двигателя, и привести в последствии к его нестабильной работе. Значения скольжения лежит в диапазоне от 0 до 1, для асинхронных двигателей общего назначения оно составляет в номинальном режиме - 1 - 8 %.

В зависимости от соотношения частот вращения поля и ротора различают три режима работы асинхронной машины:

а) Режим двигателя. Ротор вращается в том же направлении, что и поле статора со скоростью $n_2 < n_1$; это соответствует скольжению $0 < s < 1$.

б) Режим генератора. Ротор вращается в том же направлении, что и поле статора, но с большей скоростью $n_2 > n_1$, что соответствует скольжению $0 > s > -\infty$.

в) Режим электромагнитного тормоза. Ротор вращается против направления вращения поля, что дает $1 < s < +\infty$.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке 3.4, для исследования АД с короткозамкнутым ротором. Дать проверить преподавателю.

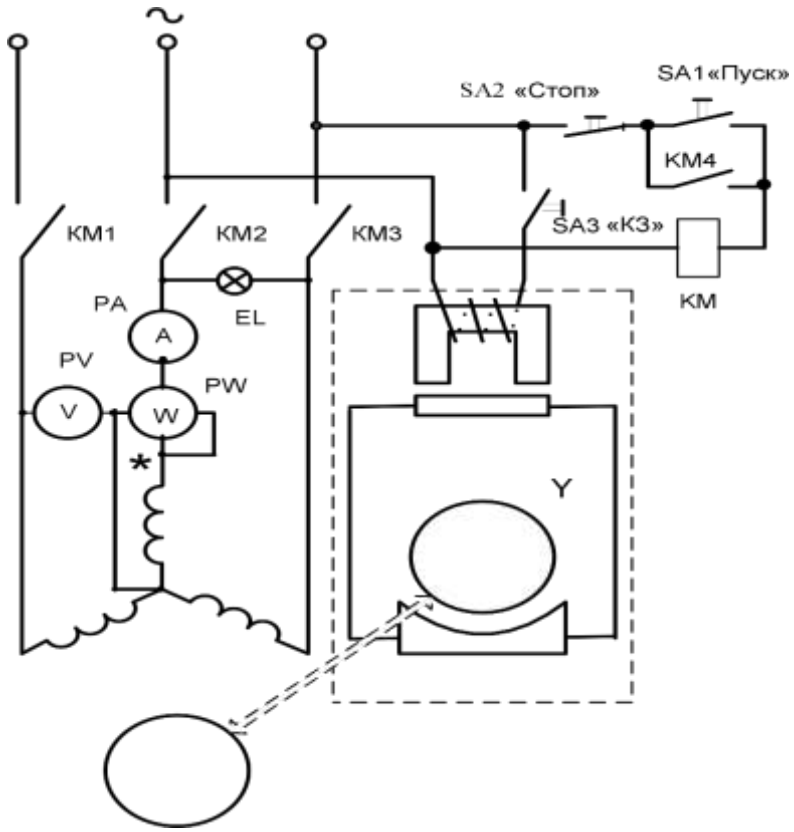


Рисунок 3.4 Электрическая схема для проведения опытов холостого хода и короткого замыкания

2. Произвести опыт холостого хода. Подать напряжение на обмотку статора. Измерить фазные значения тока холостого хода I_0, мощности потерь холостого хода P_0 и напряжения $U_{1н}$. Результаты измерений и расчетов записать в таблицу 3.1.

Таблица 31 Результаты измерений и расчетов

$U_{1н}$, В	I_0, А	P_0, Вт	$\cos\varphi_0$	φ_0, град

Коэффициент мощности при холостом ходе определяют по формуле

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{U_{1н} \cdot I_0}$$

3. Произвести опыт короткого замыкания. Опыт короткого замыкания асинхронного двигателя проводят при заторможенном роторе (n = 0) и питании обмотки статора напряжением $U_{1K}=U_{1H}$. Затормаживание ротора проводится с помощью тормозного электромагнита Y, включение которого осуществляется с помощью кнопки «КЗ». На время опыта кнопка «КЗ» должна удерживаться в нажатом состоянии. Перед проведением опыта короткого замыкания осуществляется переключение пределов измерительных приборов. Результаты измерений и расчетов записать в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 Результаты измерений и расчетов

U_{1K}, В	I_{1K}, A	P_{1K}	$\cos\varphi_K$	φ_K, $град$	$r_{К, Ом}$	$r_{K_{75^\circ}}$, Ом

Коэффициент мощности при коротком замыкании определяется по формуле

$$\cos\varphi_K = \frac{P_{1K}}{U_{1K} \cdot I_{1K}}.$$

Активное сопротивление короткого замыкания, Ом

$$r_K = \frac{P_K}{I_{1K}^2}, \quad r_{K_{75^\circ}} = r_K \cdot \frac{(235+75)}{235+\theta_0},$$

где Θ_0 – температура окружающей среды 20 °С.

Ход работы

1) Прочитать теоретическое обоснование.
2) Записать приборы и оборудование.
3) Начертить схему исследования (рисунок 3.4).
4) Произвести измерения и вычисления.
5) Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1) Объясните устройство и принцип действия асинхронных двигателей.
2) В каких режимах может работать асинхронная машина?
3) Что такое скольжение асинхронного двигателя?
4) Что из себя представляет «беличья клетка»?

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.
2) Электрическая схема исследуемой цепи (рисунок 3.).
3) Таблицы измерений и вычислений (таблицы 3.1 и 3.2).
4) Ответы на контрольные вопросы.
5) Вывод.

Список литературы

1) Кузовкин, В.А. Электротехника и электроника / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 431 с.

2) Герасимов, В.Г. Электротехника и электроника / В.Г. Герасимов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

3) Киселев, В.И. Электротехника и электроника / В.И. Киселев [и др.] – М.: ООО «Торгово-Издательский дом «Арис», 2010. – 272 с.

Оценки	Критерии оценок
«5»	- обучающийся показывает необходимые теоретические знании. Правильно оформлена практическая часть работа, соблюдена технологическая последовательность выполнения данного вида работ. Работа оформлена аккуратно.
«4»	- обучающийся использует указанные преподавателем источники информации. Могут быть неточности и небрежность в оформлении работы. Работа показывает знания обучающимися основного теоретического материала, но имеются незначительные ошибки при оформлении практической части роботы.
«3»	- обучающийся выполняет и оформляет лабораторную работу полностью с помощью преподавателя, показывает низкие знания теоретического материала.
«2»	- лабораторная работа не выполнена полностью за отведенное время по неуважительной причине.

Задачи для практических занятий:

Тема 1.1. Электрическое поле.

Задача 1. Определить напряженность электрического поля, действующего с силой F = 5,4 Н на заряд $Q = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ Кл.

Задача 2. Два заряда Q_1 и Q_2, находящиеся на расстоянии r = 10 см в воздухе, взаимодействуют с силой F = 1,2 Н. определить заряд Q_2, если известно, что $Q_1 = 6 \cdot 10^{-7}$ Кл.

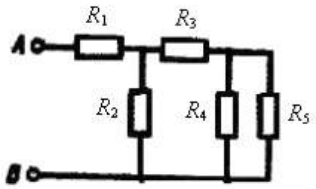
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока.

Задача 1. К источнику постоянного тока с ЭДС E = 1,5 В и внутренним сопротивлением R_0 = 2,5 Ом подключен резистор сопротивлением R = 10 Ом. Определить ток в цепи и падение напряжения на источнике.

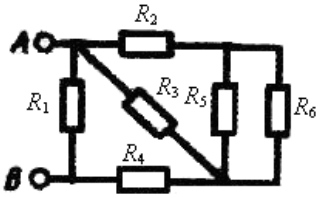
Задача 2. К источнику постоянного тока с ЭДС = 125 В подключены последовательно три резистора сопротивлениями R_1 = 100 Ом, R_2 = 30 Ом, R_3 = 120 Ом. Определить ток в цепи и падение напряжения на каждом резисторе. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Задача 3. Ток короткого замыкания источника $I_к$ = 48 А. при подключении к источнику резистора сопротивлением R = 19,5 Ом ток I в цепи уменьшился до 1,2 А. Определить ЭДС источника и его внутреннее сопротивление.

Задача 4. Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи, если R_1 = 2,5 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 2 Ом, R_4 = 1,5 Ом, R_5 = 3 Ом.



Задача 5. Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи, если R_1 = R_5 = 3 Ом, R_2 = 2,8 Ом, R_3 = 1 Ом, R_4 = 6,2 Ом, R_6 = 2 Ом.



Тема 1.3. Электромагнетизм.

Задача 1. В однородном магнитном поле с индукцией B = 1,4 Тл внесена прямоугольная рамка площадью S = 150 см^2 перпендикулярно линиям магнитного потока. Определить магнитный поток, пронизывающий эту рамку, и магнитный поток при ее повороте на углы 25 и 55° от вертикали.

Задача 2. В однородном магнитном поле находится прямолинейный проводник с током I = 25 А и длиной l = 80 см под углом 30° к вектору магнитной индукции. Определить магнитную индукцию поля, если сила, действующая на проводник, F = 3,2 Н.

Задача 3. По кольцевому проводнику проходит ток I = 12 А. определить напряженность магнитного поля в его центре, если диаметр кольца d = 25 мм.

Тема 1.5. Электрические цепи переменного тока.

Задача 1. К резистору сопротивлением R = 1,5 кОм приложено напряжение $u = 120\sin(\omega t - \pi/6)$ В. Определить амплитудное и действующее значения тока, мощность.

Задача 2. Через резистор сопротивлением R = 51 Ом проходит ток с действующим значением I = 0,5 А. Его начальная фаза равна нулю. Записать выражение мгновенного значения напряжения.

Задача 3. К потребителю, состоящему из последовательно соединенных резистора и конденсатора, подведено переменное напряжение с действующим значением U = 500 В. Активная мощность потребителя P = 320 Вт, cosφ = 0,75. Определить ток в цепи, полную и реактивную мощности, полное, активное и реактивное сопротивления потребителя.

Задача 4. Катушка индуктивности с сопротивлением X_L = 140 Ом и конденсатор с емкостным сопротивлением X_C = 140 Ом соединены последовательно и подключены к источнику переменного тока с действующим значением напряжения U = 25 В и частотой f = 1 кГц. Амплитудное значение тока в цепи I_m = 282 мА. Определить полное сопротивление потребителя, активное сопротивление катушки, полную, активную и реактивную мощности.

Задача 5. К источнику переменного тока с действующим значением напряжения U = 50 В подключены параллельно соединенные катушка с индуктивным сопротивлением X_L = 8 Ом

и резистор сопротивлением R = 40 Ом. Определить действующие значения токов в обоих ветвях и в неразветвленной части цепи.

Тема 1.6. Трехфазные электрические цепи.

Задача 1. Три индуктивные катушки с активным сопротивлением R_1 = 34,2 Ом и индуктивным сопротивлением X_L = 23,5 Ом соединены по схеме «звезда» и подключены к источнику трехфазного напряжения. Активная мощность в фазе $P_ф$ = 1,6 кВт. Определить действующие значения линейного и фазного напряжений, тока в фазе, полную и реактивную мощности нагрузки.

Задача 2. Полная мощность S, потребляемая равномерной нагрузкой. Соединенной по схеме «звезда», состоящей из конденсатора емкостью C = 80 мкФ и последовательно включенного с ним резистора сопротивлением R = 51 Ом, в каждой фазе составляет 561 ВА. Определить действующие значения линейного и фазного напряжений, линейного и фазного токов, активную и реактивную мощности нагрузки. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Задача 3. В трехфазную сеть с действующим значением линейного напряжения $U_л$ = 120 В включены лампы накаливания, соединенные по схеме «треугольник» с равномерной нагрузкой. Потребляемая мощность P = 3,6 кВт. Определить число ламп в каждой фазе, если мощность каждой лампы P = 40 Вт.

Задача 4. В трехфазную сеть включена равномерная индуктивная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник». Коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi$ = 0,85, а потребляемая активная мощность P = 1,44 кВт. Определить линейный ток и ток в фазе, активное и индуктивное сопротивления, индуктивность катушек, полную и реактивную мощности, потребляемые нагрузкой, если действующие значения в фазе $U_л$ = 380 В при частоте f = 50 Гц.

Задача 5. Потребитель, соединенный по схеме «звезда» (нагрузка равномерная), включен в трехфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения $U_л$ = 380 В. Коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi$ = 0,5, ток в фазе $I_ф$ = 22 А. определить полное, активное и реактивное сопротивления потребителя в фазе, а также полную, активную и реактивную мощности нагрузки.

Тема 1.7. Трансформаторы.

Задача 1. Определить ЭДС первичной обмотки трансформатора, имеющего 450 витков, если трансформатор подключен к сети переменного тока с частотой f = 50 Гц, а магнитный поток в сердечнике Ф = $2{,}17\cdot10^{-3}$ Вб.

Задача 2. Первичная обмотка трансформатора подключена к сети переменного тока напряжением U = 220 В. К трем вторичным обмоткам трансформатора w_1, w_2, w_3 подключены резисторы с сопротивлением $R_1 = R_2 = R_3$= = 20 Ом, в которых проходят токи I_1 = 0,25 А, I_2 = 0,315 А, I_3 = 0,6 А. Определить коэффициенты трансформации для трех вторичных обмоток.

Задача 3. Трансформатор подключили к сети переменного тока с напряжением U = 220 В. Ток первичной обмотки I_1 = 7,1 А. Определить $\cos\varphi_1$, если мощность во вторичной обмотке трансформатора P = 1 кВт, а КПД трансформатора $\eta = 0{,}8$.

Задача 4. Определить номинальную мощность трансформатора, подключенного к сети переменного тока с напряжением 3000 В, если известно, что ток вторичной обмотке $I_{ном2}$ = 23 А, коэффициент трансформации n = 13, КПД $\eta = 0{,}94$.

Задача 5. Трансформатор с номинальной мощностью $S_{ном}$ = 1 кВА имеет номинальное напряжение на обмотках U_1 = 220 В и U_2 = 12 В, КПД трансформатора $\eta = 0{,}9$, коэффициент мощности вторичной цепи $\cos\varphi = 0{,}8$. Определить номинальные токи в обмотках трансформатора.

Тема 1.8. Электрические машины постоянного тока.

Задача 1. Двигатель параллельного возбуждения имеет следующие паспортные данные: напряжение $U_{ном}$ = 220 В, номинальный ток $I_{ном}$ = 10 А, ток возбуждения $I_в$ = 2 А, сопротивление якоря $R_я$ = 1 Ом. Чему равно ЭДС якоря?

Задача 2. Вычислить электрические потери в двигателе параллельного возбуждения, если ток $I_я$ = 18 А, сопротивление обмотки якоря $R_я$ = 0,3 Ом, сопротивление обмотки возбуждения $R_в$ = 170 Ом, а подводимое напряжение U = 110 В.

Задача 3. Тяговый двигатель последовательного возбуждения имеет следующие паспортные данные: $P_{ном}$ = 19 кВт, $U_{ном}$ = 220 В, $I_{ном}$ = 98,6 А, $n_{ном}$ = 3000 об/мин. Вычислить мощность, подводимую к двигателю, КПД и вращающий момент двигателя.

Задача 4. Определить КПД двигателя последовательного возбуждения, если мощность на валу P_2 = 4,5 кВт, подводимое напряжение U = 220 В, а потребляемый ток I_1 = 24,3 А.

Задача 5. Двигатель с последовательным возбуждением работает при напряжении на зажимах U = 110 В и токе I_1 = 24 А. Якорь вращается с частотой n = 1500 об/мин и развивает на валу момент M = 14 Н·м. Сопротивление обмоток якоря и возбуждения $R_{ном}$ = 0,28 Ом. Определить ЭДС двигателя, мощность на валу двигателя и КПД.

Тема 1.9. Электрические машины переменного тока.

Задача 1. Определить номинальное скольжение асинхронного двигателя, ротор которого вращается с частотой n = 2900 об/мин, если синхронная частота вращения магнитного поля n_1 = 3000 об/мин.

Задача 2. Трехфазный асинхронный двигатель потребляет из сети мощность P_1 = 9,55 кВт при токе I_1 = 36,36 А и напряжении U_1 = 220 В. Определить КПД и $\cos\varphi$, если полезная мощность на валу двигателя P_2 = 7,5 кВт.

Задача 3. Найти суммарную мощность потерь асинхронного двигателя АО2-62-2, имеющего КПД $\eta = 90\,\%$ и мощность на валу P = 17 кВт.

Задача 4. При вращении ротора асинхронного двигателя ВАО-72-4 с частотой n_2 = 1435 об/мин подводимая к двигателю мощность P_1 =27,47 кВт, а суммарная мощность потерь ΣP = 2,47 кВт. Найти скольжение двигателя, момент и его КПД, если частота тока f = 50 Гц.

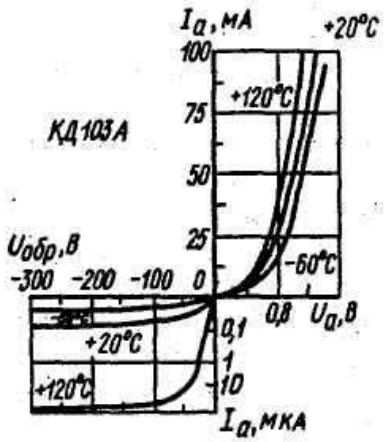
Задача 5. Трехфазный шестиполюсный асинхронный двигатель потребляет мощность P_1 = 4,82 кВт; частота вращения ротора n_2 = 960 об/мин, потери в статоре равны 654 Вт, в роторе – 166 Вт. Определить скольжение, мощность на валу и КПД.

Задания по разделу 2. Электроника

Задачи для практических занятий:

Тема 2.1. Электровакуумные лампы, газоразрядные, фотоэлектронные приборы

Задача 1. Используя вольт-амперную характеристику диода КД103А при t = 20 ºС, определить сопротивление постоянному току при обратном включении для напряжений $U_{обр}$ = -50 В.

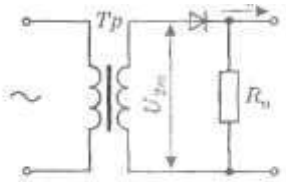


Задача 2. Для диода Д312 при изменении прямого напряжения от 0,2 до 0,8 В прямой ток увеличивается от 2.5 до 16 мА. Определить крутизну характеристики и дифференциальное сопротивление диода.

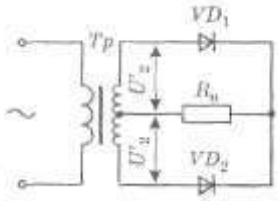
Задача 3. Определить изменение прямого тока для диода Д311А, если известно, что при изменении прямого напряжения $U_{пр}$ от 0.2 до 0,6 В крутизна характеристики S = 150 мСм.

Тема 2.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы.

Задача 1. В схеме однополупериодного выпрямителя (см. рисунок) на нагрузке $R_н = 510$ Ом постоянное напряжение $U_0 = 100$ В. Правильно ли выбран диод Д205, для которого максимальное обратное напряжение $U_{обр} = 400$ В, а наибольший выпрямленный ток $I_0 = 400$ мА?



Задача 2. В схеме двухполупериодного выпрямителя (см. рисунок) через нагрузку проходит постоянный ток $I_0 = 600$ мА. Можно ли в схеме использовать диоды типа Д229В, у которых наибольший средний прямой ток не более 400 мА?



Задача 3. В схеме двухполупериодного выпрямителя (см. рисунок к задаче 2) обратное напряжение, действующее на каждый диод, $U_{обр} = 471{,}2$ В. Определить выпрямленное напряжение на нагрузке U_0.

Задача 4. Определить выпрямленное напряжение U_0 на нагрузке двухполупериодной мостовой схемы выпрямителя, если амплитуда напряжения обмотки трансформатора $U_{1m} = 150$ В, а коэффициент трансформации трансформатора $n = 2$.

Тема 2.3. Электронные усилители.

Задача 1. Коэффициенты усиления отдельных каскадов усиления составляют 20. 30 и 10. определить общий коэффициент усиления. Перевести полученный результат в децибелы.

Задача 2. Напряжение на входе усилителя $U_{вх} = 20$ мВ. Определить мощность на выходе усилителя, если его сопротивление нагрузки $R_н = 25$ Ом, а коэффициент усиления по напряжению $K_0 = 25$.

Задача 3. На выходе двухкаскадного усилителя имеется напряжение $U = 2$ В. Определить напряжение на входе каждого каскада, если усиление первого каскада $K_1 = 40$ дБ, а второго $K_2 = 20$ дБ.

Задача 4. Напряжение на входе усилителя $U_{вх} = 6$ мВ, коэффициент усиления на средних частотах $K_0 = 1000$. определить выходное напряжение на нижней граничной частоте $U_{вых.н}$, если известно, что коэффициент частотных искажений $M_н = 1{,}2$.

Ответы на задачи приведены в Приложении.

Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

Тема 1.1. Задача № 1

Два разнополярных заряда в стекле $Q_1 = + 3{,}5 \cdot 10^{-9}$ Кл $Q_2 = - 3{,}5 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся на расстоянии $r = 18$ см друг от друга. Заряд $Q_3 = + 2 \cdot 10^{-8}$ Кл расположен на расстоянии $r = 24$ см от этих двух зарядов. Определить значение напряженности поля E в точке, находящейся посередине между зарядами Q_1 и Q_2.

Решение:

Определим напряженность электрического поля от действия заряда Q_1 в искомой точке:

$$E_1 = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_1^2} = \frac{3{,}5 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 7 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 9^2 \cdot 10^{-4}} = 550 \text{ В/м}.$$

Напряженность $E_2 = 550$ В/м, т.к. $Q_1 = Q_2$ и $r_1 = r_2$.

Для определения напряженности в этой точке от действия заряда Q_3 необходимо найти расстояние r_3 этой точки от заряда Q_3: из прямоугольного прямоугольника имеем

$$r_3 = \sqrt{24^2 - 9^2} = 22{,}2 \text{ см.}$$

Найдем напряженность E_3:

$$E_3 = \frac{Q_3}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_3^2} = \frac{2\cdot 10^{-8}}{4\cdot 3{,}14\cdot 7\cdot 8{,}85\cdot 10^{-12}\cdot 22{,}2^2\cdot 10^{-4}} = 520 \text{ В/м.}$$

Определим вектор напряженности поля в указанной точке:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 .$$

Векторы $\boldsymbol{E}_1$ и $\boldsymbol{E}_2$ направлены в одну сторону (т.к. заряды Q_1 и Q_2 разноименные) и $E_{12} = E_1 + E_2 = 550 + 550 = 1100$ В/м.

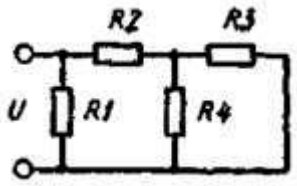
Вектор $\boldsymbol{E}_3$ направлен перпендикулярно вектору $\boldsymbol{E}_{12}$ и суммарный вектор напряженности:

$$E = \sqrt{1100^2 - 520^2} = 1220 \text{ В/м.}$$

При определении направления вектора $\boldsymbol{E}$ необходимо помнить, что оно совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд.

Тема 1.2. Задача №2

Для заданной цепи определить эквивалентное сопротивление.



$R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 60$ Ом, $R_4 = 20$ Ом

Решение:

1) Резисторы R_3 и R_4 соединены параллельно. Определяем общее сопротивление R_{34}:

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{60\cdot 40}{60 + 40} = 24 \text{ Ом}$$

2) Резисторы R_{34} и R_2 соединены последовательно. Определяем общее сопротивление $R_{2\text{-}4}$:

$$R_{2-4} = R_2 + R_{34} = 30 + 24 = 54 \text{ Ом}$$

3) Резисторы $R_{2\text{-}4}$ и R_1 соединены параллельно. Определяем эквивалентное сопротивление $R_{экв}$:

$$R_{экв} = \frac{R_{2-4} \cdot R_1}{R_{2-4} + R_1} = \frac{54\cdot 10}{54 + 10} = 8{,}4 \text{ Ом}$$

Тема 1.1. Задача № 3

Общая эквивалентная емкость трех последовательно соединенных конденсаторов $C = 0{,}08$ мкФ. Определить емкость одного из конденсаторов, если емкости $C_1 = 0{,}2$ мкФ, $C_2 = 0{,}4$ мкФ. Определить их эквивалентную емкость при параллельном соединении конденсаторов.

Решение:

При последовательном соединении конденсаторов эквивалентная емкость определяется по формуле

$$\frac{1}{C_{экв}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} .$$

Отсюда

$$\frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_{экв}} - \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2} = \frac{1}{0{,}08} - \frac{1}{0{,}2} - \frac{1}{0{,}4} = 12{,}5 - 5 - 2{,}5 = 5$$

$$C_3 = \frac{1}{5} = 0{,}2 \text{ мкФ}$$

Определяем эквивалентную емкость при параллельном соединении конденсаторов

$$C'_{экв} = C_1 + C_2 + C_3 = 0{,}2 + 0{,}4 + 0{,}2 = 0{,}8 \text{ мкФ}$$

Тема 1.4. Задача № 4

По цепи, состоящей из последовательно соединенных индуктивной катушки, полное сопротивление которой составляет 30,5 Ом, и конденсатора емкостью 4,8 мкФ, проходит ток $i = 2{,}7\sin\left(3454t + 40^\circ\right)$ А. Активная мощность этой цепи P = 35,7 Вт. Определить индуктивность катушки, ее активное сопротивление, полное сопротивление цепи, действующее значение приложенного напряжения на входе, полную и реактивную мощности цепи. Определить частоту, при которой в цепи наступит резонанс напряжений.

Решение:

1) Определяем активное и реактивное сопротивления катушки:

$$R_к = P/I^2 = P/\left(I_m/\sqrt{2}\right)^2 = 35{,}7 \cdot 2/2{,}7^2 = 9{,}8 \text{ Ом},$$

$$X_L = \sqrt{Z_к^2 - R_к^2} = \sqrt{(30{,}5)^2 - (9{,}8)^2} = 29 \text{ Ом}.$$

2) Определяем индуктивность катушки:

$$L = X_L/\omega = 29/3454 = 8{,}4 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}.$$

3) Определяем емкостное сопротивление:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{3454 \cdot 4{,}8 \cdot 10^{-6}} = 60{,}3 \text{ Ом}$$

4) Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{R_к^2 + \left(X_L - X_C\right)^2} = \sqrt{9{,}8^2 + 31{,}3^2} = 32{,}8 \text{ Ом}.$$

5) Определяем действующее значение напряжения на входе:

$$U_{вх} = I \cdot Z = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot Z = \frac{2{,}7}{\sqrt{2}} \cdot 32{,}8 = 62{,}6 \text{ В}.$$

6) Определяем реактивную мощность цепи:

$$Q = I^2 \cdot \left(X_L - X_C\right) = \left(I_m/\sqrt{2}\right)^2 \cdot \left(X_L - X_C\right) = \left(2{,}7/\sqrt{2}\right)^2 \cdot (29 - 60{,}3) = -113{,}9 \text{ Вар}.$$

7) Определяем полную мощность цепи:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{35{,}7^2 + 113{,}9^2} = 119{,}5 \text{ ВА}.$$

8) Определяем частоту при резонансе:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{8{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 4{,}8 \cdot 10^{-6}}} = 796 \text{ Гц}.$$

Тема 1.6. Задача № 5

К источнику трехфазной сети с линейным напряжением $U_л$ = 380 В и частотой f = 50 Гц подключена равномерная нагрузка, соединенная по схеме «звезда», с полным сопротивлением в фазе Z = 90 Ом и индуктивностью L = 180 мГн. Определить активную, реактивную и полную мощности, коэффициент мощности, действующие значения линейного тока и напряжения.

Решение:

1) Определяем фазное напряжение:

$$U_ф = U_л/\sqrt{3} = 380/\sqrt{3} = 220 \text{ В}.$$

2) Определяем фазный и линейный токи:

$$I_ф = U_ф/Z = 220/90 = 2{,}45 \text{ А}.$$

При соединении «звезда» линейные и фазные токи равны: $I_ф = I_л = 2{,}45$ А.

3) Определяем реактивное сопротивление в фазе:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 0{,}18 = 56{,}5 \text{ Ом}$$

4) определяем активное сопротивление в фазе

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} = \sqrt{90^2 - 56{,}5^2} = 70 \text{ Ом.}$$

5) Определяем коэффициент мощности нагрузки:

$$\cos\varphi = R/Z = 70/90 = 0{,}778.$$

6) Определяем мощности, потребляемые нагрузкой:

активная $P = 3U_\phi I_\phi \cos\varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2{,}45 \cdot 0{,}778 = 1260$ Вт;

реактивная $Q = 3U_\phi I_\phi \sin\varphi = 3 \cdot 220 \cdot 2{,}45 \cdot 0{,}628 = 1010$ Вар;

полная $S = 3U_\phi I_\phi = 3 \cdot 220 \cdot 2{,}45 = 1620$ ВА.

Тема 1.4. Задача № 6

Необходимо измерить ток потребителя в пределах 20 – 25 А. имеется микроамперметр с пределом измерения 200 мкА, внутренним сопротивлением 300 Ом и максимальным числом делений 100. определить сопротивление шунта для расширения предела измерения до 30 А и относительную погрешность измерения на отметке 85 делений, если класс точности прибора 1,0.

Решение:

1) Определяем коэффициент шунтирования:

$$n = \frac{I}{I_A} = \frac{300}{200 \cdot 10^{-6}} = 15 \cdot 10^4.$$

2) Определяем сопротивление шунта:

$$r_ш = \frac{r_A}{n-1} = \frac{300}{15 \cdot 10^4 - 1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Ом.}$$

3) Определяем показание амперметра, соответствующее 85 делениям, для чего цену деления 0,3 А/дел умножим на число делений 85, тогда прибор покажет $I = 25{,}5$ А.

4) Определяем относительную погрешность в этой точке:

$$\beta = \frac{\Delta I_{\max}}{I} \cdot 100\% = \frac{0{,}3 \cdot 100}{25{,}5} \approx 1{,}2\%.$$

Тема 1.7. Задача №7

По паспортным данным и результатам осмотра однофазного двухобмоточного трансформатора условлено, что число витков первичной обмотки $w_1 = 424$, а вторичной обмотки $w_2 = 244$, действительное сечение сердечника $S_д = 28{,}8$ см^2; 10% приходится на изоляцию пластин, активное сопротивление первичной обмотки $R_1 = 1{,}2$ Ом, вторичной обмотки $R_2 = 1{,}4$ Ом, потери холостого хода составляют 1% от номинального значения потребляемой мощности, напряжение на первичной обмотке $U_1 = 220$ В, активный ток обмоток $I_1 = 2{,}95$ А, $I_2 = 4{,}85$ А, ток холостого хода 5% от $I_{1ном}$. Определить амплитудное значение магнитной индукции, ЭДС вторичной обмотки, электрические и магнитные потери, номинальный КПД.

Решение:

Приближенно можно считать, что ЭДС первичной обмотки равна напряжению питающей сети, т.е. $U_1 = E_1 = 4{,}44 f \Phi_m w_1$. Отсюда определяем магнитный поток:

$$\Phi_m = \frac{U_1}{4{,}44 f w_1} = \frac{220}{4{,}44 \cdot 50 \cdot 424} = 0{,}0023 \text{ Вб.}$$

Активное сечение стали находим как разность между действительным сечением стали и сечением изоляции: $S_a = S_д - S_{из} = 28{,}8 - 0{,}1 \cdot 28{,}8 \approx 26 см^2 = 26 \cdot 10^{-4} м^2$.

Амплитудное значение магнитной индукции:

$$B_m = \frac{\Phi_m}{S_a} = \frac{0{,}023}{26 \cdot 10^{-4}} = 0{,}88 \text{ Тл.}$$

Коэффициент трансформации:

$$n = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{424}{244} = 1{,}73 .$$

Отсюда ЭДС вторичной обмотки:

$$E_2 = E_1 / n = 220/1{,}73 = 127 \text{ В.}$$

Абсолютное значение тока холостого хода:

$$I_x = 5\,\% \cdot I_{1ном} = 0{,}05 \cdot 2{,}95 = 0{,}147 \text{ А.}$$

Электрические потери трансформатора:

$$P_э = P_{э1} + P_{э2} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 = 2{,}95^2 \cdot 1{,}2 + 4{,}85^2 \cdot 1{,}4 = 43{,}3 \text{ Вт.}$$

Магнитные потери:

$$P_м = P_x = 1\,\% \cdot P_1 = 0{,}01 \cdot 220 \cdot 2{,}95 = 6{,}5 \text{ Вт.}$$

Сумма потерь

$$\Sigma P = P_э + P_м = 43{,}3 + 6{,}5 = 49{,}8 \text{ Вт.}$$

КПД трансформатора при номинальной нагрузке:

$$\eta = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} = \frac{220 \cdot 2{,}95 - 49{,}8}{220 \cdot 2{,}95} = 0{,}92 .$$

Тема 1.9. Задача № 8

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором единой серии А02-92-6 имеет следующие технические характеристики: номинальная мощность на валу $P_{ном}$ = 75 кВт, номинальное напряжение $U_{ном}$ = 220/380 В, номинальное скольжение $s_{ном}$ = 0,015, КПД $\eta = 92{,}5\%$, коэффициент мощности при номинальной нагрузке $\cos\varphi_{ном} = 0{,}92$, кратность пускового тока $К_I$ = 6; кратность пускового момента $К_М$ = 1,1, кратность максимального момента λ = 1,8. определить номинальный, максимальный и пусковой вращающие моменты, фазный, линейный и пусковой токи при номинальной нагрузке, потери энергии двигателя.

Решение:

Определяем частоту вращения магнитного поля. Число пар полюсов двигателя указано в обозначении типа двигателя (p = 3); для единой серии А2 частота тока f = 50 Гц, тогда

$$n_1 = 60 f / p = 60 \cdot 50/3 = 1000 \text{ об/мин.}$$

Число оборотов ротора при номинальной нагрузке и при известном скольжении:

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - s) = 1000 \cdot (1 - 0{,}015) = 985 \text{ об/мин.}$$

Вращающие моменты:

- номинальный

$$M_{ном} = 9{,}55 \cdot P_{ном} / n_{2ном} = 9{,}55 \cdot 75000/985 = 727 \text{ Н·м;}$$

- максимальный

$$M_{\max} = \lambda \cdot M_{ном} = 1{,}8 \cdot 727 = 1308{,}8 \text{ Н·м;}$$

- пусковой

$$M_п = K_M \cdot M_{ном} = 1{,}1 \cdot 727 = 799{,}8 \text{ Н·м.}$$

Из формулы мощности $P_1 = 3U_ф I_ф \cos\varphi$ определяем номинальный фазный ток в обмотках статора при соединении «треугольник»:

$$I_{фном} = \frac{P_1}{3U_ф \cdot \cos\varphi_{ном}} = \frac{81081}{3 \cdot 220 \cdot 0{,}92} = 133{,}5 \text{ А.}$$

Линейный номинальный ток:

$$I_{лном} = \sqrt{3} I_{фном} = 1{,}73 \cdot 133{,}5 = 231 \text{ А.}$$

Умножая линейный ток на кратность пускового тока, получаем пусковой ток:

$$I_п = K_I \cdot I_{лном} = 6 \cdot 231 = 1386 \text{ А}.$$

Общие потери двигателя составляют разность между потребляемой и номинальной мощностью:

$$\Sigma P = P_1 - P_{ном} = 81081 - 75000 = 6081 \text{ Вт}.$$

Тема 1.8. Задача №9

Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением включен в сеть с напряжением U = 220 В и при номинальном вращающем моменте $M_{ном}$ = 101,7 Н·м развивает частоту вращения $n_{ном}$ = 750 об/мин; КПД двигателя $\eta = 75\,\%$. Сопротивления: обмотки якоря $R_я$ = 0,443 Ом, обмотки возбуждения $R_в$ = 0,197 Ом, пускового реостата $R_п$ = 1,17 Ом. определить номинальную, потребляемую и электромагнитную мощности, вращающий момент при пуске, если соответствующее увеличение тока приводит к увеличению магнитного потока в 1,2 раза.

Решение:

Номинальную мощность находим из уравнения:

$$M_{ном} = 9{,}55 P_{ном} / n_{ном},$$

откуда

$$P_{ном} = \frac{M_{ном} \cdot n_{ном}}{9{,}55} = \frac{101{,}7 \cdot 750}{9{,}55} = 8000 \text{ Вт}.$$

Потребляемая мощность:

$$P_1 = P_{ном} / \eta = 8000 / 0{,}75 = 10666 \text{ Вт}.$$

Ток якоря в двигателе последовательного возбуждения равен току в цепи возбуждения и потребляемому току:

$$I_1 = I_я = I_в = P_1 / U_{ном} = 10666 / 220 = 48{,}5 \text{ А}.$$

ЭДС обмоток якоря:

$$E_я = U_{ном} - I_я (R_я + R_в) = 220 - 48{,}5 \cdot (0{,}443 + 0{,}197) = 189 \text{ В}.$$

Электромагнитная мощность:

$$P_{эм} = E_я I_я = 189 \cdot 48{,}5 = 9166 \text{ Вт}.$$

Пусковой ток:

$$I_п = \frac{U_{ном}}{(R_я + R_в) + R_п} = \frac{220}{(0{,}443 + 0{,}197) + 1{,}17} = 121{,}5 \text{ А}.$$

Кратность пускового тока:

$$K_I = I_п / I_{ном} = 121{,}5 / 48{,}5 = 2{,}5.$$

Вращающий момент при пуске и возрастании тока в 2.5 раза приводит к увеличению магнитного потока в 1,2 раза:

$$M_п = c_M 1{,}2\Phi \cdot 2{,}5 I_я = 3 \cdot 101{,}7 = 305 \text{ Н·м}.$$

Тема 2.1. Задача №10

Найти сопротивление нагрузки при прямом включении диода при напряжении источника питания $U_{пит}$ = 12 В, напряжении на диоде $U_д$ = 0,4 В и токе в цепи I = 10 мА.

Решение

1) Определяем напряжение на нагрузке:

$$U_н = U_{пит} - U_д = 12 - 0{,}4 = 13{,}6 \text{ В}.$$

2) Определяем сопротивление нагрузки:

$$R_н = U_н / I,$$

$$R_н = 13{,}6 / (10 \cdot 10^{-3}) = 1{,}36 \text{ кОм}.$$

Тема 2.1. Задача №11

При изменении прямого напряжения на диоде от 0,1 до 0,5 В, прямой ток изменился от 20 до 60 мА. Определить крутизну вольтамперной характеристики диода и его дифференциальное сопротивление.

Решение:

1) Определяем изменение напряжения:

$$\Delta U = 0{,}5 - 0{,}1 = 0{,}4 \text{ В}.$$

2) Определяем изменение тока:

$$\Delta I = 60 - 20 = 40 \text{ мА}.$$

3) Определяем крутизну характеристики:

$$S = \Delta I/\Delta U,$$

$$S = 40/0{,}4 = 100 \text{ мА/В}.$$

4) Дифференциальное сопротивление:

$$R_{диф} = \Delta U/\Delta I,$$

$$R_{диф} = 0{,}4/40 \cdot 10^{-3} = 100 \text{ Ом}.$$

Тема 2.3. Задача №12

Коэффициенты усиления трехкаскадного усилителя равны: $K_{дб1} = 40$; $K_{дб2} = 60$ и $K_{дб3} = 80$ дБ. Найти коэффициент усиления усилителя.

Решение

1) Логарифмический коэффициент усиления:

$$K_{дб} = K_{дб1} + K_{дб2} + K_{дб3},$$

$$K_{дб} = 40 + 60 + 80 = 180 \text{ дБ}.$$

2) Определяем коэффициент усиления K из формулы:

$$K_{дб} = 20lgK,$$

$$lgK = K_{дб}/20,$$

$$lgK = 180/20 = 9,$$

$$K = 10^9.$$

2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект оценочных средств предназначен для контроля и оценки результатов освоения учебной дисциплины **ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА** по специальности **25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем**

Оценка освоения образовательной программы предусматривает сдачу экзамена.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен).

1. Электрическое поле: определение, характеристики, графическое изображение.
2. Взаимодействие зарядов в электрическом поле. Закон Кулона.
3. Закон Ома для участка и для всей цепи.
4. Электрическая цепь. Элементы электрической цепи.
5. Режимы работы электрической цепи.
6. Законы Кирхгофа и их применение к расчету электрических цепей.
7. Последовательное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
8. Параллельное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
9. Смешанное соединение резисторов в электрической цепи.
10. Последовательное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
11. Параллельное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.

12. Магнитное поле: определение, характеристики и графическое изображение. Свойства магнитного поля.
13. Магнитные цепи. Расчет магнитных цепей.
14. Получение синусоидальной ЭДС. Уравнения и графики синусоидальных ЭДС, тока и напряжения. Параметры синусоидального тока.
15. Цепь переменного тока с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором.
16. Цепь переменного тока с реальной катушкой: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.
17. Цепь переменного тока с реальным конденсатором: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.
18. Неразветвленная цепь переменного тока с активным и реактивными элементами: схема цепи, выражения для тока и напряжения, векторные диаграммы цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.
19. Соединение фаз приемников энергии по схеме "звезда": схема соединения, фазные и линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма цепи и ее применение к расчету тока в нулевом проводе.
20. Соединение фаз приемников энергии по схеме "треугольник": схема соединения, фазные и линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма цепи и ее применение к расчету линейных токов.
21. Мощность трехфазной цепи и ее расчет.
22. Назначение, устройство и принцип действия машин переменного тока.
23. Пуск в ход, регулирование частоты вращения АД.
24. Назначение, устройство и принцип действия машин постоянного тока.
25. Пуск в ход, регулирование частоты вращения ДПТ.
26. Измерение напряжения и тока.
27. Измерение мощности.
28. Электронно – дырочный переход.
29. Полупроводниковые диоды: классификация, маркировка, ВАХ.
30. Транзисторы: назначение, принцип действия, схемы включения.
31. Тиристоры: назначение, принцип действия, ВАХ.
32. Выпрямители.
33. Сглаживающий фильтр.
34. Стабилизатор.
35. Электронный усилитель.
36. Понятие об электронном генераторе.
37. Генератор пилообразного напряжения.
38. Общие сведения об интегральных схемах микроэлектроники.

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»______202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Потребитель, соединенный по схеме «звезда» (нагрузка равномерная), включен в трехфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения $U_л$=380*В*. Коэффициент мощности нагрузки *cos* φ = 0,5, ток в фазе $I_ф$ = 22А. Изобразите схему цепи. Определите полную, активную и реактивную мощности нагрузки.

Теоретическое задание

1) Электрическое поле: определение, характеристики, графическое изображение.
2) Цепь переменного тока с реальным конденсатором: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»_____202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 2 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие номинальные данные: мощность на валу $P_{ном}$ = 4,5 кВт; скорость вращения $n_{ном}$ = 1440об/мин. Определить номинальный вращающий момент, номинальное скольжение.

Теоретическое задание

1) Взаимодействие зарядов в электрическом поле. Закон Кулона.
2) Соединение фаз приемников энергии по схеме "звезда": схема соединения, фазные и линейные напряжения и токи, соотношения между ними.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»_____202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 3 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Трансформатор подключили к сети переменного тока напряжением U = 220 В. Ток первичной обмотки I_1 = 7,1 А. Определить Cos φ_1 если мощность вторичной обмотке трансформатора P = 1 кВт, а КПД трансформатора η = 0,8.

Теоретическое задание

1) Закон Ома для участка и для всей цепи.
2) Соединение фаз приемников энергии по схеме "треугольник": схема соединения, фазные и

линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма цепи и ее применение к расчету линейных токов.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»______202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 4 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Напряжение на входе усилителя $U_{вх}$ = 20 мВ. Определить мощность на выходе усилителя, если его сопротивление нагрузки $R_н$ = 25 Ом, а коэффициент усиления по напряжению K_0 = 25.

Теоретическое задание

1) Электрическая цепь. Элементы электрической цепи.
2) Мощность трехфазной цепи и ее расчет.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»______202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 5 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1440 об/мин; двигатель потребляет из сети мощность 55 кВт. Определите мощность на валу двигателя и развиваемый момент, если суммарные потери в двигателе равны 5 кВт.

Теоретическое задание

1) Режимы работы электрической цепи.
2) Назначение, устройство и принцип действия машин переменного тока.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № ___ «___»______202__ г. Председатель ПЦК	Экзаменационный билет № 6 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

_____/Тимофеева Е.И./		

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Определите активную мощность трехфазного потребителя, соединенного звездой, имеющего в каждой фазе активное и индуктивное сопротивления. Полное сопротивление фазы равно 10 Ом, коэффициент мощности фазы $cos\ \varphi = 0{,}7$. Линейное напряжение сети $U_{ном} = 380$ В. Изобразите схему цепи.

Теоретическое задание

1) Законы Кирхгофа и их применение к расчету электрических цепей.
2) Назначение, устройство и принцип действия машин постоянного тока.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 7 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

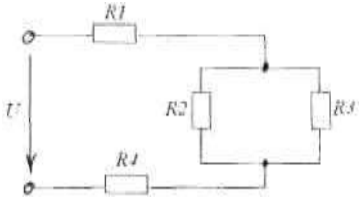
Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Для заданной цепи определить токи на всех участках и напряжение на зажимах. $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, $R_4 = 30$ Ом, $I_3 = 10$ А.



Теоретическое задание

1) Последовательное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
2) Пуск в ход, регулирование частоты вращения АД.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 8 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

К параллельному соединению из двух конденсаторов C_1 = 9 мкФ и C_2 = 3 мкФ последовательно подключен конденсатор C_3 = 6 мкФ. Изобразите схему цепи и определите заряд батареи при напряжении 50 В.

Теоретическое задание

1) Параллельное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
2) Измерение напряжения и тока.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 9 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

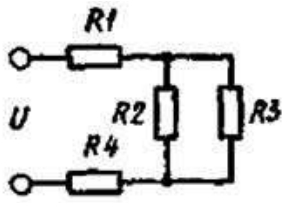
Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи и ток в неразветвленной цепи, если R_1 = 2,5 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 2 Ом, R_4 = 1,5 Ом, U = 55 В.



Теоретическое задание

1) Последовательное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
2) Полупроводниковые диоды: классификация, маркировка, ВАХ.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 10 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Три индуктивные катушки с активным сопротивлением R = 34,2 Ом и индуктивным X_L = 23,5 Ом соединены по схеме «звезда» и подключены к источнику трехфазного напряжения. Активная мощность в фазе $P_ф$ = 1,6 кВт. Определить действующие значения линейного и фазного напряжений, тока в фазе.

Теоретическое задание

1) Параллельное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.
2) Транзисторы: назначение, принцип действия, схемы включения.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 11 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Первичная обмотка трансформатора подключена к сети переменного тока напряжением U = 220 В. К трем вторичным обмоткам трансформатора w_1, w_2, w_3, подключены резисторы с сопротивлением $R_1 = R_2 = R_3 = 20$ Ом, в которых проходят токи I_1 = 0,25 А, I_2 = 0,315 А, I_3 = 0,6 А. Определить коэффициенты трансформации для трех вторичных обмоток

Теоретическое задание

1) Магнитное поле: определение, характеристики и графическое изображение. Свойства магнитного поля.
2) Усилители: назначение, классификация.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 12 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором развивает мощность на валу $P_{ном}$ = 20 кВт при КПД η = 0,88. Число полюсов p = 3, скольжение $s_{ном}$ =

0,03. Определить скорость вращения магнитного поля, мощность потребления энергии, скорость вращения ротора.

Теоретическое задание

1) Пуск в ход, регулирование частоты вращения ДПТ.
2) Электрические генераторы.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 13 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Для однополупериодного выпрямителя определить напряжение U_0, если амплитуда напряжения первичной обмотки трансформатора U_{1m} = 220 В, коэффициент трансформации n = 1,43.

Теоретическое задание

1) Магнитное поле: определение, характеристики и графическое изображение. Свойства магнитного поля.
2) Однофазные выпрямители: схемы включения, временные диаграммы, параметры.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 14 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Проводимости трех параллельных ветвей G_1 = 0,012 Ом$^{-1}$, G_2 = 0,02 Ом$^{-1}$, G_3 = 0,06 Ом$^{-1}$. Ток в неразветвленной части цепи I = 4,8 А. Определить приложенное напряжение, токи в ветвях.

Теоретическое задание

1) Цепь переменного тока с реальной катушкой: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.
2) Стабилизатор.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 15 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

К двигателю с параллельным возбуждением подведено напряжение 220 В. Чему равна подводимая мощность, если ток якоря равен 25 А, а сопротивление обмотки возбуждения 80 Ом?

Теоретическое задание

1) Цепь переменного тока с реальным конденсатором: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.
2) Электрическое поле: определение, характеристики, графическое изображение.

____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 16 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

В многокаскадном усилителе используются четыре усилителя с коэффициентом усиления 20; 40; 20; и 40 дБ. Найти общий коэффициент усиления многокаскадного усилителя и перевести его в безразмерную величину.

Теоретическое задание

1) Соединение фаз приемников энергии по схеме "звезда": схема соединения, фазные и линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма цепи и ее применение к расчету тока в нулевом проводе.
2) Взаимодействие зарядов в электрическом поле. Закон Кулона.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 17 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

На выходе двухкаскадного усилителя имеется напряжение U = 2 В. Определить напряжение на входе каждого каскада, если усиление первого каскада K_1 = 40 дБ, а второго K_2 = 20 дБ.

Теоретическое задание

1) Соединение фаз приемников энергии по схеме "треугольник": схема соединения, фазные и линейные напряжения и токи, соотношения между ними. Векторная диаграмма цепи и ее применение к расчету линейных токов.
2) Закон Ома для участка и для всей цепи.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 18 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Определить выпрямленное напряжение U_0 на нагрузке двухполупериодной мостовой схемы выпрямителя, если амплитуда напряжения обмотки трансформатора U_{1m} = 150 В, а коэффициент трансформации трансформатора n = 2.

Теоретическое задание

1) Мощность трехфазной цепи и ее расчет.
2) Электрическая цепь. Элементы электрической цепи.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 19 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Определить КПД двигателя последовательного возбуждения, если мощность на валу P_2 = 4,5 кВт, подводимое напряжение U = 220 В, а потребляемый ток I_1 = 24,3 А.

Теоретическое задание

1) Назначение, устройство и принцип действия машин переменного тока.
2) Режимы работы электрической цепи. Влияние нагрузки на параметры цепи.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 20 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Найти суммарную мощность потерь асинхронного двигателя АО2-62-2, имеющего КПД $\eta = 90\%$ и мощность на валу $P = 17$ кВт.

Теоретическое задание

1) Назначение, устройство и принцип действия машин постоянного тока.
2) Законы Кирхгофа и их применение к расчету электрических цепей.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 21 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

При вращении ротора асинхронного двигателя ВАО-72-4 с частотой $n_2 = 1435$ об/мин подводимая к двигателю мощность $P_1 = 27{,}47$ кВт, а суммарная мощность потерь $\Sigma P = 2{,}47$ кВт. Найти скольжение двигателя, момент и его КПД, если частота тока $f = 50$ Гц.

Теоретическое задание

1) Общие сведения об интегральных схемах микроэлектроники.
2) Последовательное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ « »_____202_ г.	Экзаменационный билет № 22 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./		

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Определить номинальную мощность трансформатора, подключенного к сети переменного тока с напряжением 3000 В, если известно, что ток вторичной обмотке $I_{ном2}$ = 23 А, коэффициент трансформации n = 13, КПД $\eta = 0{,}94$.

Теоретическое задание

1) Сглаживающий фильтр.
2) Параллельное соединение резисторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 23 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Три конденсатора емкостями C_1 = 47 пФ, C_2 = 18 пФ, C_3 = 75 пФ соединены параллельно, и к ним последовательно подключен конденсатор C_4 = 75 пФ. Определить эквивалентную емкость конденсаторов.

Теоретическое задание

1) Полупроводниковые диоды: классификация, маркировка, ВАХ.
2) Последовательное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 24 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

К потребителю, состоящему из последовательно соединенных резистора и конденсатора, подведено переменное напряжение с действующим значением U = 500 В. Активная мощность потребителя P = 320 Вт, cosφ = 0,75. определить ток в цепи, полную и реактивную мощности.

Теоретическое задание

1) Транзисторы: назначение, принцип действия, схемы включения.
2) Параллельное соединение конденсаторов в электрической цепи: схема соединения, его свойства.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 25 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

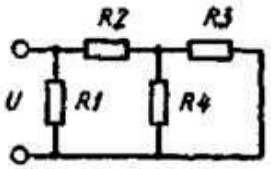
Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

Для заданной цепи определить эквивалентное сопротивление. R_1 = 10 Ом, R_2 = 30 Ом, R_3 = 60 Ом, R_4 = 20 Ом.



Теоретическое задание

1) Электронный усилитель.
2) Магнитное поле: определение, характеристики и графическое изображение. Свойства магнитного поля.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 26 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

В трехфазную сеть включена равномерная индуктивная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник». Коэффициент мощности нагрузки cosφ = 0,85, а потребляемая активная

мощность P = 1,44 кВт. Определить линейный ток и ток в фазе, если действующие значения в фазе $U_л$ = 380 В при частоте f = 50 Гц

Теоретическое задание

1) Электронный генератор.
2) Получение синусоидальной ЭДС. Уравнения и графики синусоидальных ЭДС, тока и напряжения. Параметры синусоидального тока.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202__ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 27 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202__ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

В трехфазную сеть с действующим значением линейного напряжения $U_л$ = 120 В включены лампы накаливания, соединенные по схеме «треугольник» с равномерной нагрузкой. Потребляемая мощность P = 3,6 кВт. Определить число ламп в каждой фазе, если мощность каждой лампы P = 40 Вт.

Теоретическое задание

1) Электронно - дырочный переход.
2) Однофазные выпрямители: схемы включения, временные диаграммы, параметры.

_____/Тимофеева Е.И./

Рассмотрено на заседании ПЦК дисциплин ГО и ЧС Протокол № __ «__»_____202_ г. Председатель ПЦК _____/Тимофеева Е.И./	Экзаменационный билет № 28 по дисциплине Электротехника и электроника 2 курс	Утверждаю Зам. директора по УР «___»_____202_ г. _____/Владимиров Д.А./

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте задание. Осмыслите и выполните практическое задание. Ответьте устно на теоретическую часть задания.

Время выполнения задания – 0,3 часа

Практическое задание

К источнику постоянного тока с ЭДС E = 1,5 В и внутренним сопротивлением R_0 = 2,5 Ом подключен резистор сопротивлением R = 10 Ом. Определить ток в цепи и падение напряжения на источнике.

Теоретическое задание

1) Стабилизатор.
2) Цепь переменного тока с реальной катушкой: схема замещения цепи, выражения для тока и напряжения, векторная диаграмма цепи, треугольники сопротивлений и мощностей.

_____/Тимофеева Е.И./

3. Информационное обеспечение: перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

Основная литература

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА. Учебник для СПО	https://urait.ru/bcode/470002	Кузовкин В.А., Филатов В.В.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА В 3 Т. ТОМ 2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО	https://urait.ru/bcode/472795	Киселев В.И., Кузнецов Э.В., Копылов А.И., Лунин В.П.; Под общ. ред. Лунина В.П.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА В 3 Т. ТОМ 3. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО	https://urait.ru/bcode/472745	Кузнецов Э.В., Куликова Е.А., Культиасов П.С., Лунин В.П.; Под общ. ред. Лунина В.П.

Дополнительная литература

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для СПО	https://urait.ru/bcode/472057	Миленина С.А.; Под ред. Миленина Н.К.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В 2 Ч. ЧАСТЬ 1 3-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/473387	Под ред. Хотунцева Ю.Л.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В 2 Ч. ЧАСТЬ 2 3-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/474153	Под ред. Хотунцева Ю.Л.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В 2 Ч. ЧАСТЬ 1 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/474699	Данилов И. А.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В 2 Ч. ЧАСТЬ 2 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/474700	Данилов И. А.
ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ: СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/475603	Берикашвили В. Ш.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ. СБОРНИК ЗАДАЧ 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для СПО	https://urait.ru/bcode/475237	Потапов Л. А.

Приложение

Тема 1.1. Электрическое поле.
Задача 1. E = 0,3 В/м; **Задача 2.** $Q = 2{,}2 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока.
Задача 1. I = 0,12 А, U = 1,2 В; **Задача 2.** I = 0,5 А, U_1 = 50 В, U_2 = 15 В, U_3 = 60 В; **Задача 3.** r = 0,5 Ом, E = 24 В; **Задача 4.** $R_{экв}$ = 4,5 Ом; **Задача 5.** R = 2,1 Ом.

Тема 1.3. Электромагнетизм.
Задача 1. $Ф_1$ = 0,021 Вб, $Ф_2$ = 0,019 Вб, $Ф_3$ = 0,012 Вб; **Задача 2.** B = 0,32 Тл; **Задача 3.** H = 480 А/м.

Тема 1.5. Электрические цепи переменного тока.
Задача 1. I_m = 0,08 А, I = 0,057 А, P = 4,8 Вт; **Задача 2.** $u = 36{,}1 \cdot Sin\omega t$ В; **Задача 3.** I = 853 мА, S = 427 ВА, R = 440 Ом, Q = -282 Вар, Z = 586 Ом, X_C = 387 Ом; **Задача 4.** Z = 126 Ом, R = 126 Ом, S = 5 ВА, P = 5 Вт, Q = 0 ВАр; **Задача 5.** I_L = 6,25 А, I_R = 1,25 А.

Тема 1.6. Трехфазные электрические цепи.
Задача 1. $U_л$ = 440 В, $U_ф$ = 254 В, $I_ф$ = 6,2 А, S = 5,8 кВА, Q = 3,2 кВАр; **Задача 2.** $U_л$ = 327 В, $U_ф$ = 189 В, $I_л = I_ф$ = 2,9 А, P = 1,3 кВт, Q = 1,1 кВАр; **Задача 3.** n = 30; **Задача 4.** $I_ф$ = 1,5 А, R_k = 215 Ом, X = 133 Ом, L = 0,42 Гн, Q = 0,9 кВАр, S = 1,7 кВА, $I_л$ = 2,6 А; **Задача 5.** R = 5 Ом, X = 8,7 Ом, Z = 10 Ом, P = 7,26 кВт, Q = 12,6 кВАр, S = 14,5 кВА.

Тема 1.7.
Задача 1. E = 217 В; **Задача 2.** n_1 = 44, n_2 = 34,9, n_3 = 18,3; **Задача 3.** $Cos\varphi$ = 0,8; **Задача 4.** $S_{ном}$ = 5,1 кВт; **Задача 5.** I_1 = 5,1 А, I_2 = 83,3 А.

Тема 1.8. Электрические машины постоянного тока.
Задача 1. E = 212 В; **Задача 2.** $P_э$ = 158 Вт; **Задача 3.** P_1 = 21692 Вт, η = 0,86, M = 60,5 Н; **Задача 4.** η = 0,84; **Задача 5.** E = 103 В, P_2 = 2199 Вт, η = 0,85.

Тема 1.9. Электрические машины переменного тока.
Задача 1. s = 0,033; **Задача 2.** η = 0,78, $Cos\varphi$ = 0,69; **Задача 3.** $\sum P$ = 1,89 кВт; **Задача 4.** s = 0,043, η = 0,91, M = 166 Н·м; **Задача 5.** s = 0,04, P_2 = 4 кВт, η = 0,83.

Тема 2.1. Электровакуумные лампы, газоразрядные, фотоэлектронные приборы.
Задача 1. R = 1000 МОм; **Задача 2.** S = 22,5 мСм, R = 40 Ом; **Задача 3.** $\Delta I_{пр}$ = 60 мА.

Тема 2.2. Электронные выпрямители и стабилизаторы.
Задача 1. Не правильно; **Задача 2.** Можно; **Задача 3.** U_0 = 150 В; **Задача 4.** U_0 = 24 В.

Тема 2.3. Электронные усилители.
Задача 1. K = 6000 (75,6 дБ); **Задача 2.** $P_{вых}$ = 10 мВт; **Задача 3.** $U_{вх1}$ = 2 мВ, $U_{вх2}$ = 0,2 В; **Задача 4.** $U_{вых\ н}$ = 5 В