

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Барякин Андрей Виссарионович
Должность: И.о. руководителя НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 14.01.2025 12:05:41
Уникальный программный ключ:
828ee0a01dfe7458c3580623708640b6bad0eab9

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Новоуральский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НТИ НИЯУ МИФИ)

Колледж НТИ

Цикловая методическая комиссия общетехнических дисциплин энергетики и
электроники

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОП.02. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

для студентов колледжа НТИ НИЯУ МИФИ,
обучающихся по программе среднего профессионального образования

специальность 11.02.16

««Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

очная форма обучения

на базе основного общего образования

квалификация

специалист по электронным приборам и устройствам

Новоуральск 2021

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Распределение видов и объема внеаудиторной самостоятельной работы между разделами дисциплины «Электротехника».....	7
2 Содержание внеаудиторной самостоятельной работы.....	13
2.1 Рекомендации студентам по содержанию и оформлению внеаудиторной самостоятельной работы.....	13
2.2 Задания студентам для выполнения внеаудиторной самостоятельной работы	18
Самостоятельная работа №1.....	18
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ	18
Самостоятельная работа №2.....	19
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ. КОНДЕНСАТОРЫ.....	19
Самостоятельная работа №3.....	20
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ.....	20
Самостоятельная работа №4.....	20
ПОДБОР ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ОДНИМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ.....	20
Самостоятельная работа №5.....	22
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕСКОЛЬКИМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ.....	22
Самостоятельная работа №6.....	23
НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ.....	23
Самостоятельная работа №7.....	24
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.....	24
Самостоятельная работа №8.....	24
ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ	24
Самостоятельная работа №9.....	25
МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ	25
Самостоятельная работа №10.....	26
СИНУСОИДАЛЬНЫЕ ЭДС И ТОК.....	26
Самостоятельная работа №11.....	27
ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И ЕМКОСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ»	27
Самостоятельная работа №12.....	27
РАСЧЕТ НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	27
Самостоятельная работа №13.....	29
РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	29
Самостоятельная работа №14.....	31

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ СОЕДИНЕНИИ ЗВЕЗДОЙ.....	31
Самостоятельная работа №15.....	33
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ СОЕДИНЕНИИ ТРЕУГОЛЬНИКОМ....	33
Самостоятельная работа №16.....	34
ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ.....	34
Самостоятельная работа №17.....	35
ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА.....	35
Самостоятельная работа №18.....	36
РЕЖИМЫ ТРАНСФОРМАТОРА.....	36
Самостоятельная работа №19.....	37
ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ«ТИПЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ».....	37
Самостоятельная работа №20.....	37
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРА.....	37
Самостоятельная работа №21.....	41
ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ«УСТРОЙСТВО И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ».....	41
Самостоятельная работа №22.....	42
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.....	42
Самостоятельная работа №23.....	46
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ.....	46
Самостоятельная работа №24.....	49
СОСТАВЛЕНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО КРОССВОРДА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ».....	49
Самостоятельная работа №25.....	51
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	51
Самостоятельная работа №26.....	52
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА	52
Самостоятельная работа №27.....	52
ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПО МЕХАНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ.....	52
Самостоятельная работа №28.....	53
АППАРАТУРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ.....	53
Самостоятельная работа №29.....	54
РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ.....	54
Самостоятельная работа №30.....	55
УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСКОНТАКТНЫХ АППАРАТОВ.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации предназначены для организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов (ВСРС) по дисциплине ОП.02 «Электротехника» для студентов специальности 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств». Программой дисциплины ОП.02 «Электротехника» на внеаудиторную самостоятельную работу студентов отведено 32 часов учебного времени, и составляет 33% от общего объема часов. Темы самостоятельной работы представлены в таблице 2

Целью данного вида деятельности является углубленная проработка вопросов, облегчающих понимание специфических требований по осваиваемой профессии.

Самостоятельная работа выполняется по темам, предложенными в методических рекомендациях и представляются в тетрадях для практических и самостоятельных работ.

Данные методические рекомендации состоят из 3 разделов. В первом разделе содержится распределение видов и объема внеаудиторной самостоятельной работы между темами дисциплины. Второй раздел содержит время распределения по ВСРС. Задания к выполнению самостоятельной работы содержатся в третьем разделе методических рекомендаций.

Большая часть внеаудиторной самостоятельной работы предполагает работу студентов с учебником и дополнительными источниками литературы по поиску материала по различным темам. На основании этого студенты готовят сообщения по изучаемым темам, рефераты, составляют опорные конспекты, заполняют таблицы, рассчитывают схемы.

1. Рекомендации по распределению времени на ВСРС

Распределение времени на выполнение самостоятельной работы студентами осуществляется согласно программе дисциплины равномерно по занятиям. Результаты распределения времени на ВСР представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение времени на ВСРС

№п /п	Наименование самостоятельной практической работы	Время на выполнение (час)	Форма выполнения	Срок выполнения от начала изучения курса
	<i>Тема 1.1. Электрическое поле</i>			
1	Основные свойства и характеристики электрического поля.	1	Доклад	1 занятие
2	Электрическая емкость. Конденсаторы	1	Решение задач	2 занятие
	<i>Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока</i>			
3	Основные элементы электрических цепей.	1	Конспект	3 занятие
4	Подбор элементов электрических цепей. Расчет электрических цепей постоянного тока с одним источником питания	1	Решение задач	4 занятие
5	Расчет параметров электрических цепей постоянного тока с несколькими источниками питания.	1	Решение задач	5 занятие
6	Нелинейные электрические цепи.	1	Конспект	6 занятие
	<i>Тема 1.3. Электромагнетизм</i>			
7	Основные свойства и характеристики магнитного поля	1	Доклад	7 занятие
8	Закон электромагнитной индукции	1	Конспект	8 занятие
9	Магнитные цепи	1	Решение задач	9 занятие
	<i>Тема 1.4. Электрические цепи однофазного переменного тока</i>			
10	Синусоидальные ЭДС и ток	1	Доклад	10 занятия
11	Электрические цепи с активными и реактивными элементами	1	Решение задач	11 занятие
12	Расчет неразветвленных электрических цепей переменного тока	1	Решение задачи	12 занятие
13	Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока	1	Решение задачи	13 занятие
	<i>Тема 1.5. Трехфазные электрические цепи</i>			
14	Определение параметров при трехфазном соединении звездой	1	Решение задачи	14 занятие
15	Определение параметров при трехфазном соединении треугольником	1	Решение задачи	15 занятие
	<i>Тема 1.6. Электрические измерения</i>			
16	Измерение тока и напряжения	1	Доклад	16 занятие
	<i>Тема 1.7. Трансформаторы</i>			
17	Принцип действия и устройство трансформатора	1	Доклад	17 занятие
18	Режимы трансформатора	1	Конспект	18 занятие
19	Типы трансформаторов и их применение	1	Презентация	19 занятие

20	Расчет параметров трансформатора	1	Решение задачи	20 занятие
	<i>Тема 1.8. Электрические машины переменного тока</i>			
21	Устройство и рабочий процесс асинхронного электродвигателя	1	Презентация	21 занятие
22	Расчет параметров трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	1	Решение задачи	22 занятие
23	Расчет параметров трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором	1	Решение задачи	23 занятие
24	Синхронные машины	1	Кроссворд	24 занятие
	<i>Тема 1.9. Электрические машины постоянного тока</i>			
25	Устройство и принцип действия генератора постоянного тока	1	Доклад	25 занятие
26	Устройство и принцип действия электродвигателя постоянного тока	2	Доклад	26 занятие
	<i>Тема 1.10. Основы электропривода</i>			
27	Выбор электродвигателя по механическим характеристикам	1	Конспект	27 занятие
28	Аппаратура для управления электроприводами	2	Доклад	28 занятие
29	Релейно-контактное управление электроприводами.	1	Конспект	29 занятие
30	Управление электроприводами с применением бесконтактных аппаратов.	1	Конспект	30 занятие
Итого:		32		

2 Содержание внеаудиторной самостоятельной работы

2.1 Рекомендации студентам по содержанию и оформлению внеаудиторной самостоятельной работы

2.1.1 Создание презентаций

Презентация представляет собой последовательность слайдов, содержащих текст, рисунки, фотографии, анимацию, видео и звук. Цель презентации — донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной форме.

Требования к оформлению.

1. Не перегружать слайды текстом. Дизайн должен быть простым, а текст — коротким.
2. Наиболее важный материал лучше выделить курсивом, подчеркиванием, жирным шрифтом, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста
3. Не следует использовать много мультимедийных эффектов анимации.
4. Чтобы обеспечить хорошую читаемость презентации необходимо подобрать темный цвет фона и светлый цвет шрифта. Размер шрифта: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читается.
5. Иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом.
6. Если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.
7. Оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части.
8. Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.
9. Текст презентации должен быть написан без орфографических и пунктуационных ошибок.

Необходимо отрепетировать показ презентации и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

После подготовки презентации полезно проконтролировать себя вопросами:

- удалось ли достичь конечной цели презентации (что удалось определить, объяснить, предложить или продемонстрировать с помощью нее?);
- к каким особенностям объекта презентации удалось привлечь внимание аудитории?
- не отвлекает ли созданная презентация от устного выступления?

После подготовки презентации необходима репетиция выступления.

Образец оформления презентации:

1. Первый слайд: Тема информационного сообщения (или иного вида задания):

Подготовил: Ф.И.О. студента, группа. Руководитель: Ф.И.О. преподавателя.

2. Второй слайд: План: 1. _____. 2. _____. 3. _____.

3. Третий слайд: Литература.

4. Четвертый слайд: Лаконично раскрывает содержание информации, можно включать рисунки, автофигуры, графики, диаграммы и другие способы наглядного отображения информации.

Критерии оценки:

На каждую представленную презентацию заполняется данная таблица, где по каждому из критериев присваиваются баллы от 1 до 3, что соответствует определённым уровням развития ИКТ-компетентности: 1 балл – это низкий уровень владения ИКТ-компетентностью, 2 балла – это средний уровень и, наконец, 3 балла – высокий уровень владения ИКТ-компетентностью. Для определения уровней владения ИКТ-компетентностью воспользуемся таблицей.

Количество набранных баллов	Уровни владения ИКТ-компетентностью
От 27 баллов до 18 балла	Высокий уровень
От 17 баллов до 9 баллов	Средний уровень
От 7 баллов	Низкий уровень

2.1.2. Составление опорного конспекта.

Опорный конспект призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта – облегчить запоминание. В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) – опорные сигналы. Опорный конспект – это наилучшая форма подготовки к ответу и в процессе ответа.

Требования к оформлению.

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова.

При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана.

5. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами.

6. Записи следует вести четко, ясно.

7. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

8. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства.

9. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного.

10. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Образец оформления опорного конспекта (фрагмент):

Опорный конспект темы " _____ " Выполнил: Ф.И.О. студента, группа

Критерии оценки опорного конспекта:

Оценка «5» - конспект полностью соответствует всем требованиям

Оценка «4» - конспект соответствует требованиям 1-7

Оценка «3» - конспект отвечает первым 5 требованиям

Оценка «2» - конспект не отвечает требованиям

2.1.3. Составление кроссвордов.

Кроссворд – игра-задача, в которой фигура из рядов пустых клеток заполняется перекрещивающимися словами со значениями, заданными по условиям игры. Кроссворд обладает удивительным свойством каждый раз бросать вызов читателю посоревноваться, выставляет оценку его способностям, и при этом никак не наказывает за ошибки.

Требования к оформлению.

1. Не допускается наличие незаполненных клеток в сетке кроссворда.

2. Не допускаются случайные буквосочетания и пересечения.

3. Загаданные слова должны быть именами существительными в именительном падеже единственного числа.

4. Двухбуквенные слова должны иметь два пересечения.

5. Трехбуквенные слова должны иметь не менее двух пересечений.

6. Не допускаются аббревиатуры (ЗиЛ и т.д.), сокращения (детдом и др.).

7. Не рекомендуется большое количество двухбуквенных слов.
 8. Все тексты должны быть написаны разборчиво, желательны отпечатаны.
 9. На каждом листе должна быть фамилия автора, а также название данного кроссворда.
 10. Рисунок кроссворда должен быть четким.
 11. Слов должно быть достаточно много (как правило, более 20), чтобы как можно полнее охватить всю тему (допустимо использование терминов из других тем и разделов, логически связанных с изучаемой темой).
- Ответы на кроссворд. Они публикуются отдельно. Ответы предназначены для проверки правильности решения кроссворда и дают возможность ознакомиться с правильными ответами на нерешенные позиции условий, что способствует решению одной из основных задач разгадывания кроссвордов — повышению эрудиции и увеличению словарного запаса. Оформление ответов на кроссворды:

- Для типовых кроссвордов и чайнвордов: на отдельном листе;
- Для скандинавских кроссвордов: только заполненная сетка;

Оформление кроссворда

состоит из трех частей: заданий, кроссворда с решением, того же кроссворда без решения.

Кроссворд оформляется на листах формата А 4. Форма контроля и критерии оценки

Составленные кроссворды проверяются и оцениваются.

Критерии оценки:

Оценка «5» (отлично) выставляется в случае полного выполнения работы, отсутствия ошибок, грамотного текста, точность формулировок и т.д.; Оценка «4» (хорошо) выставляется в случае полного выполнения всего объема работ при наличии несущественных ошибок, не повлиявших на общий результат работы и т.д.;

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется в случае недостаточно полного выполнения всех разделов работы, при наличии ошибок, которые не оказали существенного влияния на окончательный результат, при очень ограниченном объеме используемых понятий и т.д.;

Оценка «2» (неудовлетворительно) выставляется в случае, если допущены принципиальные ошибки, работа выполнена крайне небрежно и т.д.

2.1.4. Подготовка докладов.

Доклад – это устное выступление на заданную тему. В учебных заведениях время доклада, как правило, составляет 5-15 минут.

Цели доклада:

1. Научиться убедительно и кратко излагать свои мысли в устной форме. (Эффективно продавать свой интеллектуальный продукт).
2. Донести информацию до слушателя, установить контакт с аудиторией и получить обратную связь.

Требования к оформлению.

Важно при подготовке доклада учитывать три его фазы: мотивацию, убеждение, побуждение.

Основное содержание выступления должно отражать суть, главные итоги: новизну и значимость материала. Свое выступление докладчик строит на основе чтения (лучше пересказа) заранее подготовленного текста. Докладчик должен понимать, что за определенное время он должен изложить информацию, способную расширить существующие границы представлений обучающихся по соответствующей теме.

Обучающийся должен поставить себе задачу подготовить содержание доклада и аргументировать ответы на вопросы так, чтобы они были поняты слушателям. Все это будет способствовать благоприятному впечатлению и расположению к докладчику со стороны присутствующих.

Примерный план публичного выступления.

1. Приветствие «Добрый день!» «Уважаемый «(имя и отчество преподавателя)

«Уважаемые присутствующие!»

2. Представление (Ф.И., группа, и т.д.) «Меня зовут... Я учащийся... группы, название учебного заведения..., города...»

3. Цель выступления «Цель моего выступления – дать новую информацию по теме.

4. Название темы «Название темы»

5. Актуальность «Актуальность и выбор темы определены следующими факторами: во-первых, во-вторых,»

6. Кратко о поставленной цели и способах ее достижения «Цель моего выступления – ...

основные задачи и способы их решения: 1..., 2..., 3...» получены новые знания следующего характера: выдвинуты новые гипотезы и идеи: определены новые проблемы (задачи)»

7. Благодарность за внимание «Благодарю за проявленное внимание к моему выступлению»

8. Ответы на вопросы «Спасибо (благодарю) за вопрос... А) Мой ответ...

Б) У меня, к сожалению, нет ответа, т.к. рассмотрение данного вопроса не входило в задачи моего исследования.

9. Благодарность за интерес и вопросы по теме «Благодарю за интерес и вопросы по подготовленной теме. Всего доброго»

Успех выступления обучающегося во многом зависит от формы. Докладчик должен осознавать, что восприятие и понимание слушателями предлагаемой новой информации во многом определяется формой контакта с аудиторией и формой подачи материала.

Наличие у докладчика куража (в лучшем понимании этого слова), как правило, создает положительную эмоциональную атмосферу у всех слушателей.

Формы контроля и критерии оценок

Доклады выполняются на листах формата А4 в соответствии с представленными в методических рекомендациях требованиями.

«Отлично» выставляется в случае, когда объем доклада составляет 5-6 страниц, текст напечатан аккуратно, в соответствии с требованиями, полностью раскрыта тема доклада, информация взята из нескольких источников, доклад написан грамотно, без ошибок. При защите доклада студент продемонстрировал отличное знание материала работы, приводил соответствующие доводы, давал полные развернутые ответы на вопросы и аргументировал их.

«Хорошо» выставляется в случае, когда объем доклада составляет 4-5 страниц, текст напечатан аккуратно, в соответствии с требованиями, встречаются небольшие опечатки, полностью раскрыта тема доклада, информация взята из нескольких источников, реферат написан грамотно. При защите доклада студент продемонстрировал хорошее знание материала работы, приводил соответствующие доводы, но не смог дать полные развернутые ответы на вопросы и привести соответствующие аргументы.

«Удовлетворительно» - в случае, когда объем доклада составляет менее 4 страниц, текст напечатан неаккуратно, много опечаток, тема доклада раскрыта не полностью, информация взята из одного источника, реферат написан с ошибками. При защите доклада студент продемонстрировал слабое знание материала работы, не смог привести соответствующие доводы и аргументировать свои ответы.

«Неудовлетворительно» - в случае, когда объем доклада составляет менее 4 страниц, текст напечатан неаккуратно, много опечаток, тема доклада не раскрыта, информация взята из 1 источника, много ошибок в построении предложений. При защите доклада обучающийся продемонстрировал слабое знание материала работы, не смог раскрыть тему, не отвечал на вопросы.

2.2 Задания студентам для выполнения внеаудиторной самостоятельной работы

Самостоятельная работа №1.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Цель работы: изучить информацию об основных свойствах и характеристиках электрических проводников и диэлектриков; типах конденсаторов и их характеристиках.

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Проводники в электрическом поле.
2. Электрическое поле в однородном диэлектрике.
3. Основные электрические свойства диэлектриков.
4. Газообразные диэлектрические материалы.
5. Жидкие диэлектрические материалы.
6. Твердые диэлектрические материалы.

7. Твердеющие диэлектрические материалы.
8. Конденсаторы.
9. Ионисторы.
10. Емкостные сенсорные экраны

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electricalschool.info/main/osnovy/1660-provodniki-jelektricheskogo-toka.html> -Проводники электрического тока
- 2) <http://www.its-physics.org/provodniki-i-dielektriki-v-elektricheskom-pole> - Проводники и диэлектрики в электрическом поле
- 3) <http://electrono.ru/peremennyj-tok/52-kondensatory-ix-naznachenie-i-ustrojstvo> - Конденсаторы, их назначение и устройство

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №2.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ. КОНДЕНСАТОРЫ

Цель работы: рассмотреть виды соединений конденсаторов; научиться вычислять энергию заряженного конденсатора

Вид работы: Решение задач

Задача № 1. К трём последовательно соединённым конденсаторам с ёмкостями $C_1 = 200$ мкФ, $C_2 = 40$ мкФ, $C_3 = 100$ мкФ подведено напряжение $U = 1000$ В. Определить эквивалентную ёмкость, заряд и напряжение на каждом конденсаторе.

Задача № 2. При последовательном соединении двух конденсаторов эквивалентная ёмкость равна $2,4$ мкФ, при параллельном соединении 10 мкФ. Определить ёмкость каждого конденсатора.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.sxemotehnika.ru/soedinenie-kondensatorov.html> - Соединение конденсаторов
- 2) http://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_конденсатор
- 3) http://lib.sernam.ru/book_u_phis2.php?id=9 – Конденсаторы. лектроемкость

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №3.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Цель работы: найти информацию и составить конспект об электрическом токе проводимости; об условиях существования тока; о действиях тока; о силе тока.

Вид работы: Конспект

План

1. Определение электрического тока; условное обозначение и единица измерения электрического тока.
2. Основные виды полного электрического тока.
3. Методы и способы измерения электрического тока.
4. Графическое изображение электрического тока.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.meanders.ru/tok.shtml> -Что такое электрически ток?
- 2) <http://www.physicalsystems.org/index07.04.5.0.html> - Виды эдектрического тока
- 3) <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/828-vidy-i-metody-jelektricheskikh.html> – Виды и методы электрических измерений

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №4.

ПОДБОР ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ОДНИМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ

Цель работы: рассмотреть виды соединений элементов электрической

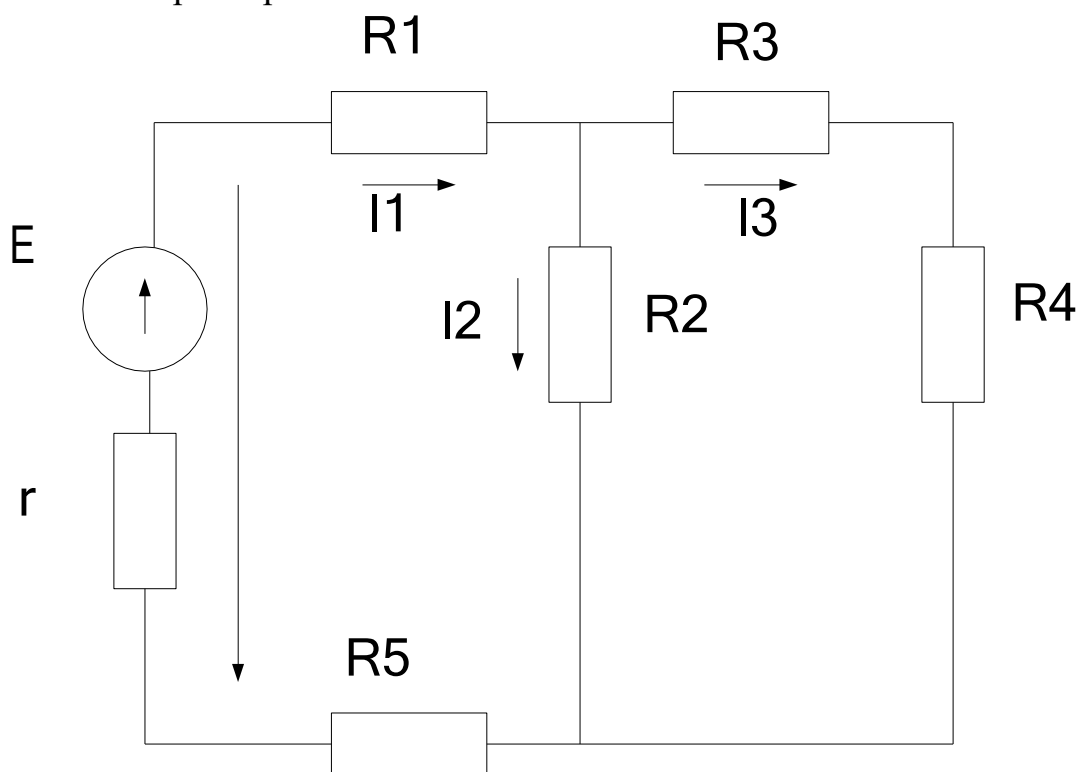
цепи; научиться рассчитывать параметры электрической цепи постоянного тока с одним источником питания.

Вид работы: Решение задач

Задача № 1. Для электрической цепи, схема которой приведена, дано: $E = 160$ В; $r = 0,5$ Ом; $R_1 = 20$ Ом; $R_2 = 30$ Ом; $R_3 = 12$ Ом; $R_4 = 8$ Ом; $R_5 = 1,5$ Ом.

Определить ток, напряжение и мощность каждого элемента и всей цепи.

Задача № 2. Для электрической цепи, схема которой приведена, дано: $R_1 = 3$ Ом; $R_2 = 20$ Ом; $R_3 = 18$ Ом; $R_4 = 12$ Ом; $R_5 = 2$ Ом; $r = 1$ Ом; $I_2 = 3$ А. Определить ток, напряжение и мощность каждого элемента и всей цепи; э.д.с. и мощность источника электроэнергии



Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://toe.ho.ua/post/zad.html> - Цепи постоянного тока. Примеры решенных задач
- 2) <http://www.studfiles.ru/preview/3652645/> - Расчет электрических цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований
- 3) http://www.supertoe.narod.ru/Post_tok/post_tok.html – Постоянный ток

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

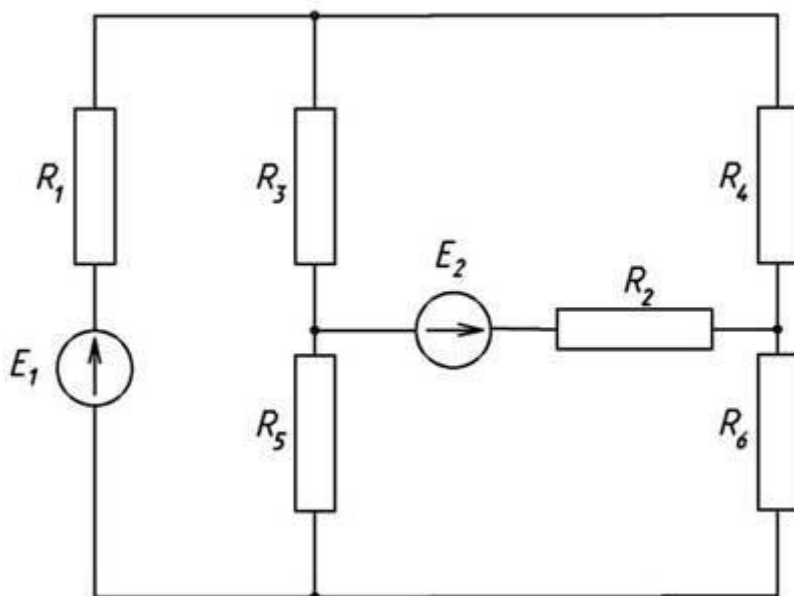
Самостоятельная работа №5.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕСКОЛЬКИМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ

Цель работы: рассмотреть виды соединений источников э.д.с.; научиться рассчитывать параметры электрической цепи постоянного тока с несколькими источниками питания.

Вид работы: Решение задач.

Задача. Для электрической цепи, схема которой приведена, дано: $E_1 = 130 \text{ В}$; $E_2 = 110 \text{ В}$; $R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 8 \text{ Ом}$; $R_3 = 21 \text{ Ом}$; $R_4 = 16 \text{ Ом}$; $R_5 = 19 \text{ Ом}$; $R_6 = 16 \text{ Ом}$. Составить уравнения для определения токов путем непосредственного применения [законов Кирхгофа](#); решать эту систему уравнений не следует; определить токи в ветвях методом контурных токов; построить [потенциальную диаграмму](#) для любого замкнутого контура, содержащего обе ЭДС; определить режимы работы активных элементов и составить баланс мощностей.



Задача № 2. Для электрической цепи, схема которой приведена, дано: $R_1 = 30 \text{ Ом}$; $R_2 = 200 \text{ Ом}$; $R_3 = 180 \text{ Ом}$; $R_4 = 120 \text{ Ом}$; $R_5 = 20 \text{ Ом}$; $r = 10 \text{ Ом}$; $I_2 = 3 \text{ А}$. Определить ток, напряжение и мощность каждого элемента и всей цепи; э.д.с. и мощность источника электроэнергии

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/497-nelinejnye-jelektricheskie-цепи.html> - Нелинейные электрические цепи
- 2) <http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture30/lecture30.html> -Нелинейные цепи
- 3) http://rgr-toe.ru/articles/z_ec/r1/r1.6 –Методы расчѐтанелинейных электрических цепей постоянного тока

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №6. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Цель работы: найти информацию и составить конспект о последовательном и параллельном соединении нелинейных элементов.

Вид работы: Конспект

План

1. Понятие нелинейного элемента. Примеры нелинейных элементов
2. Метод расчета нелинейных цепей.
3. Построение суммарной вольт-амперной характеристики при последовательном и параллельном соединении нелинейных элементов.
4. Расчет нелинейной цепи при смешанном соединении элементов (в общем виде).

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture30/lecture30.html> - Нелинейные цепи
- 2) http://www.ets.ifmo.ru/usolzev/intmod/b_6.pdf -Нелинейные электрические цепи
- 3) <http://rgr-toe.ru/articles/nelineinye-elektricheskie-tsepi-postoiannogo-toka/> – Нелинейные электрические цепи постоянного тока.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №7. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Цель работы: изучить информацию об основных свойствах и характеристиках магнитного поля; собственной и взаимной индуктивности; магнитных свойствах вещества; энергии магнитного поля

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Намагничивание.
2. Магнитная проницаемость.
3. Ферромагнитные материалы и их свойства.
4. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле.
5. Тяговое усилие электромагнита.
6. Силы, действующие на параллельные потоком.
7. Свободная заряженная частица в магнитном поле.
8. Энергия магнитного поля.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитное_поле -Магнитное поле
- 2) <http://reshit.ru/magnitnoe-pole-i-ego-svoystva> -Магнитное поле и его свойства
- 3) <http://electricalschool.info/main/osnovy/1595-magnitnoe-pole-i-ego-parametry.html> -Магнитное поле и его параметры, магнитные цепи

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №8. ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Цель работы: найти информацию и составить конспект о явлении электромагнитной индукции.

Вид работы: Конспект

План

1. Закон электромагнитной индукции.
2. Э.д.с. самоиндукции и взаимоиндукции.

3. Вихревые токи.
4. Э.д.с. в проводнике, движущемся в магнитном поле.
5. Взаимное преобразование механической и электрической энергии.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_электромагнитной_индукции_Фарадея– Закон электромагнитной индукции Фарадея
- 2) http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter1/section/paragraph20/theory.html#.WKhv62_yjIU -Электромагнитная индукция. Правило Ленца.
- 3) <http://www.eduspb.com/node/1776> -Электромагнитная индукция.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов.

Самостоятельная работа №9. МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ

Цель работы: рассмотреть неразветвленные и разветвленные магнитные цепи; научиться рассчитывать параметры однородной и неоднородной магнитной цепи.

Вид работы: Решение задач

- | Задача | № | 1. |
|--|---|----|
| <p>Всердечнике из листового электротехнического стали марки 1311, размеры которого показаны на рисунке, требуется получить магнитный поток $\Phi = 3,2 \cdot 10^{-3}$. Определить ток в обмотке, имеющей $N=200$ витков.</p> <p>Задача № 2. Определить ток в обмотке по условию задачи 1, если в сердечнике выпилить воздушный зазор $\delta = 2$ мм.</p> | | |

рисунок

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) http://www.toehelp.ru/exampls/toe/5/1/page_1.html -Расчет магнитной цепи
- 2) <http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture33/lecture33.html> -Общая характеристика задач и методов расчета магнитных цепей
- 3) http://www.websor.ru/raschet_postsماغcepei.html - Расчет магнитной цепи с постоянным магнитом

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №10. СИНУСОИДАЛЬНЫЕ ЭДС И ТОК

Цель работы: изучить информацию о характеристиках синусоидальных величин

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Понятие переменного электрического тока.
2. Понятие синусоидальной ЭДС.
3. Величина индуктированной ЭДС.
4. Основные величины, характеризующие переменный ток.
5. Мгновенное, действующее и амплитудное значение переменного тока.
6. Понятие о сложении переменных величин.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) http://www.e-biblio.ru/book/bib/02_estestv_nauki/fizika_i_electrotechnika/posob/357.1.8.html - Электрические цепи переменного тока
- 2) <http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/Energetika/Elektrotehnika/teory/lek%205.HTM> - Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи
- 3) <https://easy-physic.ru/wp-content/uploads/2014/03/Domashnee-zadanie-3-raschet-tsepej-sinusoidalnogo-toka.pdf> - Переменный ток

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №11.
ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И
ЕМКОСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ»

Цель работы: найти информацию и составить презентацию по расчету электрических цепей с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями.

План составления презентации

1. Электрические цепи с активным сопротивлением
2. Электрические цепи с индуктивным сопротивлением
3. Электрические цепи с емкостным сопротивлением
4. Электрические цепи с активным и индуктивным сопротивлениями
5. Электрические цепи с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) http://life-prog.ru/2_95543_elektricheskie-tsepi-s-aktivnim-soprotivleniem-induktivnostyu-i-emkostyu.html - Электрические цепи с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями
- 2) http://phys.bspu.by/static/um/inf/elektronika/elektrotehnika/odnof_capi.pdf - Однофазные цепи переменного тока
- 3) http://tehinfor.ru/s_12/elektro_57.html –Цепь переменного тока с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в программе Microsoft PowerPoint и представлена преподавателю в электронном виде

Самостоятельная работа №12.
РАСЧЕТ НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: рассмотреть виды соединений элементов электрической цепи; научиться рассчитывать параметры электрической цепи переменного

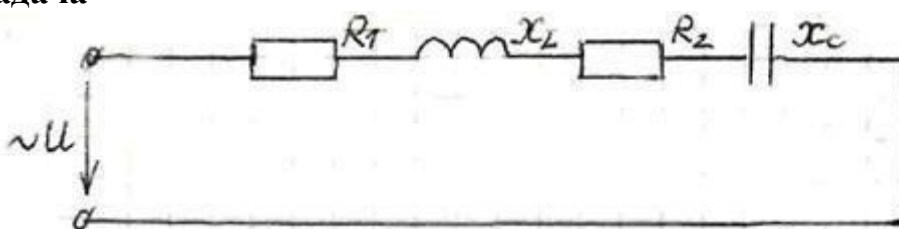
тока с различного вида нагрузки.

Вид работы: решение задач

Алгоритм решения задач по расчету неразветвленных электрических цепей переменного тока методом векторных диаграмм

1. Произвольно выберите условные положительные направления токов в ветвях и обозначьте их на схеме указательными стрелками. Определите количество ветвей и соответственно неизвестных токов.
2. Определите величины полных сопротивлений каждой из ветвей цепи.
3. Определите токи в ветвях по закону Ома.
4. Определите ток в общей ветви. Найдите активную и реактивную составляющие тока.
5. Запишите первый и второй законы Кирхгофа для заданной схемы. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений. Опишите характер нагрузки и положение вектора тока относительно вектора напряжения (совпадает по фазе, отстает или опережает).
6. Проверьте правильность расчетов, составив баланс мощности. Если ошибка в расчетах получилась более 1 %, то необходимо проверить правильность арифметических действий.
7. Постройте треугольник мощностей. Измерьте угол сдвига фаз (угол между полной и активной мощностями) и сопоставьте его с расчетным (между током и напряжением).
8. Проверьте правильность решения задач при помощи виртуальной модели, выполненной в среде прикладных программ. Запишите показания приборов, зная, что электромагнитные измерительные приборы показывают действующее значение измеряемой величины. Сопоставьте данные виртуальных приборов с расчетными данными.

Задача



Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку индуктивности с активным сопротивлением $R_1 = 3$ Ом и индуктивным $x_L = 12$ Ом, активное сопротивление $R_2 = 5$ Ом и конденсатор с сопротивлением $x_C = 6$ Ом. К цепи приложено напряжение $U = 100$ В (действующее значение). Определить:

- 1) Полное сопротивление цепи;
- 2) Ток;

- 3) Коэффициент мощности;
 - 4) Активную, реактивную и полную мощности;
 - 5) Напряжение на каждом сопротивлении.
- Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://ruseti.ru/magnit/katushka37.html>- Расчет электрической цепи и лабораторные работы по электротехнике
- 2) http://studopedia.su/11_50782_raschet-nerazvetvlennoy-tsepi-peremennogo-toka.html - Расчет неразветвленной цепи переменного тока
- 3) <http://eleteh.blogspot.ru/2010/06/blog-post.html>– Расчет цепей переменного тока. Общий случай.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №13. РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: рассмотреть виды соединений элементов электрической цепи; научиться рассчитывать параметры электрической цепи переменного тока с различного вида нагрузки.

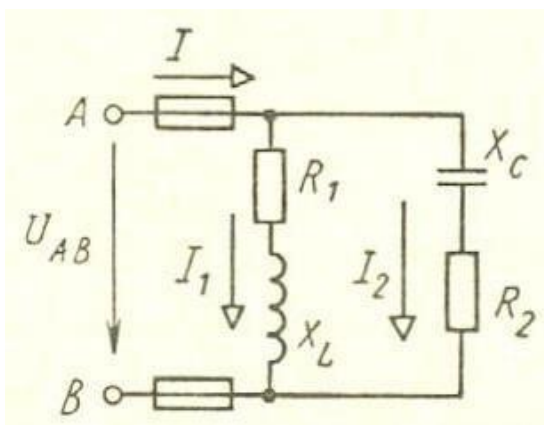
Вид работы: решение задач

Алгоритм решения задач по расчету неразветвленных электрических цепей переменного тока методом векторных диаграмм

1. Произвольно выберите условные положительные направления токов в ветвях и обозначьте их на схеме указательными стрелками. Определите количество ветвей и соответственно неизвестных токов.
2. Определите величины полных сопротивлений каждой из ветвей цепи.
3. Определите токи в ветвях по закону Ома.

4. Определите ток в общей ветви. Найдите активную и реактивную составляющие тока.
5. Запишите первый и второй законы Кирхгофа для заданной схемы. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений. Опишите характер нагрузки и положение вектора тока относительно вектора напряжения (совпадает по фазе, отстает или опережает).
6. Проверьте правильность расчетов, составив баланс мощности. Если ошибка в расчетах получилась более 1 %, то необходимо проверить правильность арифметических действий.
7. Постройте треугольник мощностей. Измерьте угол сдвига фаз (угол между полной и активной мощностями) и сопоставьте его с расчетным (между током и напряжением).
8. Проверьте правильность решения задач при помощи виртуальной модели, выполненной в среде прикладных программ. Запишите показания приборов, зная, что электромагнитные измерительные приборы показывают действующее значение измеряемой величины. Сопоставьте данные виртуальных приборов с расчетными данными.

Задача



Цепь переменного тока состоит из двух ветвей, соединенных параллельно. Первая ветвь содержит катушку с активным $R_1 = 12$ Ом и индуктивным $x_L = 16$ Омсопротивлениями; во вторую ветвь включен конденсатор с емкостным сопротивлением $x_C = 8$ Ом и последовательно с ним активное сопротивление $R_2 = 6$ Ом. Активная мощность, потребляемая первой ветвью, $P_1 = 48$ Вт. Определить:

- 1) Токи в ветвях и в неразветвленной части цепи;
- 2) Активные и реактивные мощности цепи;
- 3) Напряжение, приложенное к цепи;

- 4) Угол сдвига фаз между током в неразветвленной части цепи и напряжением.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) http://model.exponenta.ru/electro/pz_02.htm- Расчет разветвленной электрической цепи
- 2) <http://ruseti.ru/magnet/katushka38.html> - Расчет электрической цепи и лабораторные работы по электротехнике
- 3) <http://www.webpoliteh.ru/subj/em/690-54-razvetvlenaya-cer-peremennogo-toka.html>– Разветвленная цепь переменного тока

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №14.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ СОЕДИНЕНИИ ЗВЕЗДОЙ

Цель работы: изучение режимов работы трехфазной цепи переменного тока при соединении нагрузок по схеме «звезда»; приобретение навыков в построении векторных диаграмм.

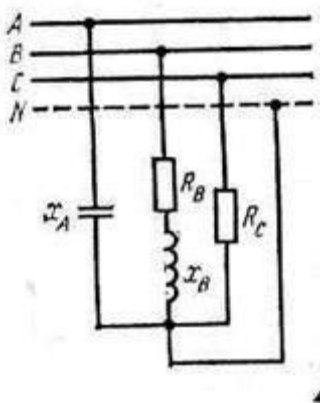
Вид работы: решение задач

Алгоритм решения задач по расчету трехфазных цепей при соединении нагрузок по схеме «звезда»

1. Определите действующие значения линейных или фазных напряжений.
2. Определите величины комплексных сопротивлений фаз: модуль, аргумент комплекса, мнимая и вещественная составляющие.
3. По закону Ома определите токи и углы сдвига по фазе по отношению к одноименному напряжению. Если задана четырехпроводная сеть, то необходимо найти ток в нейтрали графическим методом. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений. Согласно первому закону Кирхгофа: $I_N = I_A + I_B + I_C$

4. Начертите электрическую схему к задаче, в которой предусмотрены три или четыре амперметра, три или два ваттметра для измерения активной мощности.
5. Определите мощности источника и приемника. Проверьте правильность расчетов при помощи баланса мощности.
6. Запишите показания измерительных приборов.
7. Проверьте правильность решения задач при помощи виртуальной модели, выполненной в среде прикладных программ ElectronicsWorkbench (EWB), Matlab, LabVIEW.

Задача



В трехфазную четырехпроводную сеть включили звездой несимметричную нагрузку: в фазу А — конденсатор с емкостным сопротивлением $x_A = 10$ Ом; в фазу В — активное сопротивление $R_B = 8$ Ом и индуктивное $x_B = 6$ Ом, в фазу С — активное сопротивление $R_C = 5$ Ом. Линейное напряжение сети $U_{ном} = 380$ В. Определить фазные токи, начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и найти графически ток в нулевом проводе.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electrono.ru/peremennyj-tok/60-sxema-soedineniya-zvezdoj> - Схема соединения «звездой»
- 2) <http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture17/lecture17.html> - Расчет трехфазных цепей
- 3) <http://school-knyazkova.ru/> – Занятия по теме «Трехфазные цепи»

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №15.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ СОЕДИНЕНИИ ТРЕУГОЛЬНИКОМ

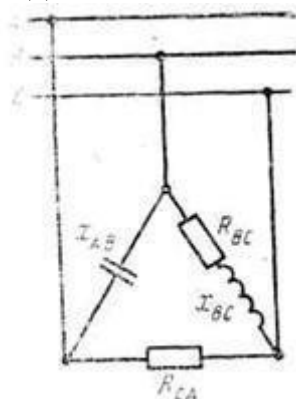
Цель работы: изучение режимов работы трехфазной цепи переменного тока при соединении нагрузок по схеме «треугольник»; приобретение навыков в построении векторных диаграмм.

Вид работы: решение задач

Алгоритм решения задач по расчету трехфазных цепей при соединении нагрузок по схеме «звезда»

1. Определить фазные напряжения.
2. Определить комплексные сопротивления фаз.
3. Определить фазные токи.
4. Определить линейные токи.
5. Проверить правильность решения. Сумма комплексных линейных токов должна быть равна нулю.
6. Определить активную, реактивную и полную мощности.
7. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

Задача



В трехфазную сеть включили треугольником несимметричную нагрузку (рис. 8, а, в фазу АВ — конденсатор с емкостным сопротивлением $x_{AB}=10$ Ом; в фазу ВС — катушку с активным сопротивлением $x_{BC}=4$ Ом и индуктивным $x_{BC}=3$ Ом; в фазу СА — активное сопротивление $R_{CA}=10$ Ом. Линейное напряжение сети $U_{ном}=220$ В. Определить фазные токи и начертить векторную диаграмму цепи, из которой графически найти линейные токи в следующих случаях: 1) в нормальном режиме; 2) при аварийном отключении линейного провода А; 3) при аварийном отключении фазы АВ.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.mtomd.info/archives/2302> - Трехфазные цепи треугольник. Соединение треугольником
- 2) <http://electrono.ru/peremennyj-tok/61-sxema-soedineniya-treugolnikom> - Схема соединения «треугольником»
- 3) <http://study.urfu.ru/Aid/Publication/6210/1/> - Трехфазные электрические цепи

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №16. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: ознакомиться с приборами для измерения тока и напряжения - амперметром и вольтметром.

Вид работы: ответить письменно на вопросы.

1. Что такое электрические измерения?
2. Сколько основных единиц используется при электротехнических измерениях в СИ?
3. Перевести в амперы 200 нА.
4. Класс точности прибора 1,0. Чему равна приведенная погрешность прибора?
5. Как классифицируют приборы по принципу действия?
6. Какие материалы используют для экранирования прибора от внешних магнитных полей?
7. Можно ли магнитоэлектрический амперметр отградуировать как вольтметр?
8. Укажите основные детали прибора электромагнитной системы, без которых работа прибора невозможна.
9. Какую шкалу имеют: а) ваттметры; б) вольтметры; в) амперметры электродинамической системы?

10. В чем заключается сущность работы цифрового электроизмерительного прибора?
11. Сопротивление нагрузки 10 Ом. Сопротивление неподвижной обмотки ваттметра 0,1 Ом, сопротивление подвижной обмотки 1000 Ом. Определить систематическую погрешность измерения мощности.
12. Шкала амперметра 0 – 30 А. Ток в цепи может достигать 300 А. Сопротивление амперметра 0,09 Ом. Каково должно быть сопротивление шунта?

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.studfiles.ru/preview/1079141/> - Измерение токов, напряжений и мощности
- 2) <http://works.doklad.ru/view/FEc-VoBT4Lk.html> - Измерение постоянного напряжения и силы электрического тока
- 3) <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/155/39155/16833> – Измерение силы тока и напряжения в цепях постоянного тока.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №17.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: изучить информацию об устройстве и принципе действия трансформатора

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Назначение трансформатора.
2. История трансформатора.
3. Базовые принципы действия.
4. Конструкция трансформатора.
5. Принцип работы трансформатора.
6. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electricalschool.info/main/457-princip-dejjstvija-i-ustrojstvo.html> - Принцип действия и устройство однофазного трансформатора
- 2) http://edu.sernam.ru/book_elt.php?id=46 - Трансформаторы
- 3) http://www.eti.su/articles/electrotehnika/electrotehnika_305.html - Трансформаторы. Устройство и принцип действия трансформатора

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №18. РЕЖИМЫ ТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: найти информацию и составить конспект по режимам работы трансформатора.

Вид работы: конспект

План

1. Режим холостого хода.
2. Режим короткого замыкания.
3. Нагрузочный режим.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/758-rezhimy-raboty-transformatora.html> - Режимы работы трансформатора
- 2) <http://electrono.ru/transformatory-i-reaktory/65-rezhimy-raboty-transformatora-i-ego-xarakteristiki> - Режимы работы трансформатора и его характеристики
- 3) <http://digteh.ru/BP/SxZamTransf/> – Режимы работы и схема замещения трансформатора.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

**Самостоятельная работа №19.
ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ «ТИПЫ
ТРАНСФОРМАТОРОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ»**

Цель работы: найти информацию и составить презентацию по типам трансформаторов и их применению.

План составления презентации

1. Что такое трансформатор
2. Силовой трансформатор
3. Трансформатор сетевой
4. Автотрансформатор
5. Лабораторный автотрансформатор
6. Трансформатор тока
7. Импульсный трансформатор
8. Импульсный трансформатор тока

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 4) <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1714-vidy-transformatorov.html> - Виды трансформаторов
- 5) <http://www.mtomd.info/archives/2363> - Трансформаторы. Виды трансформаторов. Схема распределения электроэнергии
- 6) <http://bouw.ru/term/transformator> – Что такое трансформатор.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в программе Microsoft PowerPoint и представлена преподавателю в электронном виде

**Самостоятельная работа №20.
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРА**

Цель работы: рассчитать характеристики трансформатора.

Основные формулы и уравнения

Однофазные трансформаторы. Статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения называют т р а н с ф о р м а т о р о м .

Действующие значения ЭДС, наводимых в первичной и вторичной обмотках, определяют по формулам

$$\begin{aligned} E_1 &= 4,44 f w_1 \Phi_m, \\ E_2 &= 4,44 f w_2 \Phi_m, \end{aligned}$$

где E_1 и E_2 – ЭДС первичной и вторичной обмоток, В; f – частота переменного тока, Гц; Φ_m – амплитудное значение магнитного потока, Вб; w_1 и w_2 – число витков первичной и вторичной обмоток.

Отношение ЭДС обмоток, равное отношению чисел витков обмоток, называют коэффициентом трансформации:

$$n = E_1 / E_2 = w_1 / w_2 \approx U_1 / U_2.$$

Уравнение токов имеет вид

$$I_x = I_1 + I_2 \frac{w_2}{w_1},$$

где I_x – ток холостого тока трансформатора, А; I_1, I_2 – ток первичной и вторичной обмоток, А.

Пренебрегая током холостого тока, можно считать, что

$$I_1 / I_2 = w_2 / w_1.$$

Токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числу витков этих обмоток.

КПД трансформатора при номинальной нагрузке определяют отношением активных мощностей на выходе и входе трансформатора:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_k + P_x} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x} = 1 - \frac{P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x},$$

где P_2 – активная мощность, потребляемая нагрузкой трансформатора, Вт; P_1 – активная мощность, поступающая в первичную обмотку из сети, Вт; P_k и P_x – потери мощности при коротком замыкании и холостом ходе, Вт; $P_{\Sigma 1}$ и $P_{\Sigma 2}$ – электрические потери в первичной и вторичной обмотках, Вт.

КПД трансформатора при любой нагрузке определяют по формуле

$$\eta = \frac{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + P_x + \beta^2 P_k},$$

где $\beta = I_2 / I_{2 \text{ ном}}$ – коэффициент нагрузки, определяемый как отношение тока во вторичной обмотке к номинальному току вторичной обмотки; $S_{\text{ном}} = U_{1 \text{ ном}} I_{1 \text{ ном}}$ – полная мощность, потребляемая трансформатором при номинальной нагрузке, В · А; $\cos \varphi_2$ – коэффициент мощности вторичной обмотки.

Максимальный КПД соответствует следующему значению коэффициента нагрузки:

$$\beta_m = \sqrt{\frac{P_x}{P_k}}.$$

Процентное изменение напряжения на вторичной обмотке

$$\Delta U_2 = \beta (U_a \cos \varphi_2 \pm U_p \sin \varphi_2),$$

где β – коэффициент нагрузки; $U_a = \frac{R_k I_{1 \text{ ном}}}{U_{1 \text{ ном}}} \cdot 100\%$ – активная составляющая напряжения

короткого замыкания; $U_p = \frac{X I_{1 \text{ ном}}}{U_{1 \text{ ном}}} \cdot 100\%$ – реактивная составляющая напряжения

короткого замыкания.

Знак плюс соответствует индуктивной, а знак минус – емкостной нагрузкам.

Потери холостого хода

$$P_x = I_x U_1 \cos \varphi_1,$$

где U_1 – напряжение первичной обмотки, В.

Потери мощности холостого хода расходятся на нагрев стали, т. е. $P_x = P_{\text{ст}}$.

Ток холостого хода в процентах от номинального значения первичного тока

$$i = \frac{I_x}{I_{ном}} \cdot 100.$$

Полное сопротивление при холостом ходе трансформатора

$$Z_x = U_{Iном} / I_x.$$

Активное сопротивление при холостом ходе

$$r_x = Z_x \cos \varphi_x.$$

Потери короткого замыкания

$$P_k = I_{Iном} U_k \cos \varphi_k = I_{Iном}^2 R_k,$$

где U_k – напряжение короткого замыкания.

Мощность, потребляемая трансформатором при коротком замыкании и расходуемая на нагрев обмоток,

$$P_k = P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} = P_{ст}.$$

Напряжение первичной обмотки, при котором токи в обмотках короткозамкнутого трансформатора равны номинальным, называют **номинальным напряжением короткого замыкания**. Это напряжение указывают к номинальному напряжению первичной обмотки:

Полное сопротивление при коротком замыкании

$$Z_k = U_{кном} / I_{Iном}.$$

Активное сопротивление короткого замыкания

$$R_k = Z_k \cos \varphi_k.$$

Трехфазные трансформаторы. Соотношения между линейными и фазными значениями токов и напряжений при соединении:

а) в «звезду»

$$U_{л} = \sqrt{3} U_{ф} = 1,73 U_{ф}, \\ I_{л} = I_{ф};$$

б) в «треугольник»

$$U_{л} = U_{ф}, \\ I_{л} = \sqrt{3} I_{ф} = 1,73 I_{ф}.$$

Мощность независимо от схемы соединения определяют по следующим формулам:

а) активная

$$P = 3 P_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} \cos \varphi = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \cos \varphi;$$

б) реактивная

$$Q = 3 Q_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} \sin \varphi = \sqrt{3} I_{л} U_{л} \sin \varphi;$$

в) полная

$$S = 3 S_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} = \sqrt{3} I_{л} U_{л}.$$

Потери:

электрические

$$P_3 = 3 I^2 R;$$

магнитные

$$P_M = 3 P_{\text{фх}}.$$

Коэффициент трансформации (эксплуатационный) зависит от схемы соединения обмоток:

$n_{\text{экспл}} = n$ при соединении «звезда / звезда»;

$n_{\text{экспл}} = n$ при соединении «треугольник / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «звезда / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «треугольник / звезда»,

где $n = w_1 / w_2 = E_1 / E_2$ – коэффициент трансформации.

В числителе указывают схему включения обмоток высшего напряжения, в знаменателе – схему включения обмотки низшего напряжения.

Сопротивления:

полное

$$Z = U_{\text{л}} / (\sqrt{3} I_{\text{л}}) = U_{\text{ф}} / (3 I_{\text{ф}});$$

активное

$$R = P / (\sqrt{3} I_{\text{л}}^2) = P / (3 I_{\text{ф}}^2).$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = P_{\text{ф}} / (3 U_{\text{ф}} I_{\text{ф}}).$$

Коэффициент полезного действия

$$\eta = P_2 / P_1 = 3 P_{2\text{ф}} / (3 P_{1\text{ф}}) = P_2 / (P_2 + \Sigma P).$$

Автотрансформаторы. Пропорциональная мощность

$$S_{\text{пр}} = S_3 + S_M = U_2 I_1 + U_2 I_{\text{ах}},$$

где $S_3 = U_2 I_1$ – мощность, передаваемая электрическим путем; $S_M = U_2 I_{\text{ах}}$ – мощность, передаваемая магнитным путем; U_2 напряжение на вторичной обмотке; I_1 – ток первичной обмотки; $I_{\text{ах}}$ – ток на общем участке обмоток автотрансформатора.

Расчетная, или электромагнитная, мощность

$$S_p = S_M = S_{\text{пр}} (1 - 1/n) = S_{\text{пр}} K_{\text{в}},$$

где $K_{\text{в}} = 1 - 1/n$ – коэффициент выгоды автотрансформатора

Измерительные трансформаторы. Действительный коэффициент трансформации измерительных трансформаторов определяют по формулам для трансформаторов:

тока

$$K_I = I_1 / I_2;$$

напряжения

$$K_U = U_1 / U_2,$$

где I_1, I_2, U_1, U_2 – действительные значения первичных и вторичных токов и напряжений.

Номинальные коэффициенты трансформации:

по току

$$K_{I_{\text{ном}}} = I_{1_{\text{ном}}} / I_{2_{\text{ном}}};$$

по напряжению

$$K_{U_{\text{ном}}} = U_{1_{\text{ном}}} / U_{2_{\text{ном}}}.$$

Нагрузка между параллельно включенными трансформаторами распределяется обратно пропорционально напряжениям короткого замыкания ($U_{1\text{к}}, U_{2\text{к}}$):

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{U_{1\text{к}}}{U_{2\text{к}}} = \frac{S_{1_{\text{ном}}}}{S_{2_{\text{ном}}}},$$

где S_1 и S_2 – фактическая нагрузка трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$; $S_{1_{\text{ном}}}$ и $S_{2_{\text{ном}}}$ – номинальная мощность трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$.

Задание 1: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, найдите информацию о расчете характеристик трансформаторов. Составьте алгоритм расчета характеристик трансформатора.

Задание 2: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, рассчитайте трансформатор. Решение оформить в тетради

Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные данные: мощность $S_{\text{ном}} = 160 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, напряжения обмоток $U_{\text{ном1}} = 10 \text{ кВ}$, $U_{\text{ном2}} = 0,4 \text{ кВ}$. Коэффициент его нагрузки $k_n = 0,8$; коэффициент мощности потребителя $\cos \varphi = 0,95$. Сечение магнитопровода $Q = 160 \text{ см}^2$, амплитуда магнитной индукции $B_m = 1,3 \text{ Тл}$. Частота тока в сети $f = 50 \text{ Гц}$. Определить: 1) номинальные токи в обмотках и токи при действительной нагрузке; 2) числа витков обмоток; 3) КПД при номинальной и действительной нагрузках. Обмотки трансформатора соединены в звезду.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://electrono.ru/transformatory-i-reaktory/63-naznachenie-i-princip-dejstviya-transformatora> - Назначение и принцип действия трансформатора
- 2) <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1596-transformatory-toka-princip-raboty-i.html> - Трансформаторы тока – принцип работы и применение
- 3) <http://model.exponenta.ru/electro/0070.htm> – Трансформаторы.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №21. ПОИСК ИНФОРМАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ «УСТРОЙСТВО И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ»

Цель работы: найти информацию и составить презентацию по устройству и рабочим процессам асинхронного электродвигателя.

План составления презентации

1. Асинхронная машина
2. История создания асинхронного двигателя
3. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором
4. Асинхронный двигатель с фазным ротором

5. Трехфазный асинхронный электродвигатель
6. Принцип работы
7. Подключение асинхронного двигателя
8. Управление асинхронным двигателем

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://engineering-solutions.ru/motorcontrol/induction3ph/> - Трехфазный асинхронный электродвигатель
- 2) <http://model.exponenta.ru/electro/0080.htm> - Асинхронные машины
- 3) <http://electrono.ru/elektricheskie-mashiny-peremennogo-toka/75-princip-dejstviya-asinxronnogo-dvigatelya> – Принцип действия асинхронного двигателя.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в программе Microsoft PowerPoint и представлена преподавателю в электронном виде

Самостоятельная работа №22.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Цель работы: рассчитать характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Основные формулы и уравнения

Скольжение s – это отношение разности между частотой вращения магнитного поля статора и частотой вращения ротора машины переменного тока к частоте вращения магнитного поля:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}; s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\%,$$

где n_1, n_2 – частота вращения магнитного поля и ротора, об / мин определяют по формулам

$$E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m,$$

$$E_2 = 4,44 f w_2 \Phi_m,$$

где E_1 и E_2 – ЭДС первичной и вторичной обмоток, В; f – частота переменного тока, Гц; Φ_m – амплитудное значение магнитного потока, Вб; w_1 и w_2 – число витков первичной и вторичной обмоток.

Отношение ЭДС обмоток, равное отношению чисел витков обмоток, называют коэффициентом трансформации:

$$n = E_1 / E_2 = w_1 / w_2 \approx U_1 / U_2.$$

Уравнение токов имеет вид

$$I_x = I_1 + I_2 \frac{w_2}{w_1},$$

где I_x – ток холостого тока трансформатора, А; I_1, I_2 – ток первичной и вторичной обмоток, А.

Пренебрегая током холостого тока, можно считать, что

$$I_1 / I_2 = w_2 / w_1.$$

Токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числу витков этих обмоток.

КПД трансформатора при номинальной нагрузке определяют отношением активных мощностей на выходе и входе трансформатора:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_k + P_x} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x} = 1 - \frac{P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x},$$

где P_2 – активная мощность, потребляемая нагрузкой трансформатора, Вт; P_1 – активная мощность, поступающая в первичную обмотку из сети, Вт; P_k и P_x – потери мощности при коротком замыкании и холостом ходе, Вт; $P_{\Sigma 1}$ и $P_{\Sigma 2}$ – электрические потери в первичной и вторичной обмотках, Вт.

КПД трансформатора при любой нагрузке определяют по формуле

$$\eta = \frac{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + P_x + \beta^2 P_k},$$

где $\beta = I_2 / I_{2 \text{ ном}}$ – коэффициент нагрузки, определяемый как отношение тока во вторичной обмотке к номинальному току вторичной обмотки; $S_{\text{ном}} = U_{1 \text{ ном}} I_{1 \text{ ном}}$ – полная мощность, потребляемая трансформатором при номинальной нагрузке, В · А; $\cos \varphi_2$ – коэффициент мощности вторичной обмотки.

Максимальный КПД соответствует следующему значению коэффициента нагрузки:

$$\beta_m = \sqrt{P_x / P_k}.$$

Процентное изменение напряжения на вторичной обмотке

$$\Delta U_2 = \beta (U_a \cos \varphi_2 \pm U_p \sin \varphi_2),$$

где β – коэффициент нагрузки; $U_a = \frac{R_{\text{к}} I_{1 \text{ ном}}}{U_{1 \text{ ном}}} \cdot 100\%$ – активная составляющая напряжения

короткого замыкания; $U_p = \frac{X I_{1 \text{ ном}}}{U_{1 \text{ ном}}} \cdot 100\%$ – реактивная составляющая напряжения

короткого замыкания.

Знак плюс соответствует индуктивной, а знак минус – емкостной нагрузкам.

Потери холостого хода

$$P_x = I_x U_1 \cos \varphi_1,$$

где U_1 – напряжение первичной обмотки, В.

Потери мощности холостого хода расходятся на нагрев стали, т. е. $P_x = P_{ст}$.

Ток холостого хода в процентах от номинального значения первичного тока

$$i = \frac{I_x}{I_{ном}} \cdot 100.$$

Полное сопротивление при холостом ходе трансформатора

$$Z_x = U_{1ном} / I_x.$$

Активное сопротивление при холостом ходе

$$r_x = Z_x \cos \varphi_x.$$

Потери короткого замыкания

$$P_k = I_{1ном} U_k \cos \varphi_k = I_{1ном}^2 R_k,$$

где U_k – напряжение короткого замыкания.

Мощность, потребляемая трансформатором при коротком замыкании и расходуемая на нагрев обмоток,

$$P_k = P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} = P_{ст}.$$

Напряжение первичной обмотки, при котором токи в обмотках короткозамкнутого трансформатора равны номинальным, называют **номинальным напряжением короткого замыкания**. Это напряжение указывают к номинальному напряжению первичной обмотки:

Полное сопротивление при коротком замыкании

$$Z_k = U_{кном} / I_{1ном}.$$

Активное сопротивление короткого замыкания

$$R_k = Z_k \cos \varphi_k.$$

Трехфазные трансформаторы. Соотношения между линейными и фазными значениями токов и напряжений при соединении:

а) в «звезду»

$$U_{л} = \sqrt{3} U_{ф} = 1,73 U_{ф},$$
$$I_{л} = I_{ф};$$

б) в «треугольник»

$$U_{л} = U_{ф},$$
$$I_{л} = \sqrt{3} I_{ф} = 1,73 I_{ф}.$$

Мощность независимо от схемы соединения определяют по следующим формулам:

а) активная

$$P = 3 P_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} \cos \varphi = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \cos \varphi;$$

б) реактивная

$$Q = 3 Q_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} \sin \varphi = \sqrt{3} I_{л} U_{л} \sin \varphi;$$

в) полная

$$S = 3 S_{ф} = 3 I_{ф} U_{ф} = \sqrt{3} I_{л} U_{л}.$$

Потери:

электрические

$$P_{\Sigma} = 3 I^2 R;$$

магнитные

$$P_M = 3 P_{фх}.$$

Коэффициент трансформации (эксплуатационный) зависит от схемы соединения обмоток:

$n_{\text{экс пл}} = n$ при соединении «звезда / звезда»;

$n_{\text{экс пл}} = n$ при соединении «треугольник / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «звезда / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «треугольник / звезда»,
где $n = w_1 / w_2 = E_1 / E_2$ – коэффициент трансформации.

В числителе указывают схему включения обмоток высшего напряжения, в знаменателе –
схему включения обмотки низшего напряжения.

Сопротивления:

полное

активное

$$Z = U_{\text{л}} / (\sqrt{3} I_{\text{л}}) = U_{\phi} / (3 I_{\phi});$$

$$R = P / (\sqrt{3} I^2) = P / (3 I_{\phi}^2).$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = P_{\phi} / (3 U_{\phi} I_{\phi}).$$

Коэффициент полезного действия

$$\eta = P_2 / P_1 = 3 P_{2\phi} / (3 P_{1\phi}) = P_2 / (P_2 + \Sigma P).$$

Автотрансформаторы. Проходная мощность

$$S_{\text{пр}} = S_3 + S_{\text{м}} = U_2 I_1 + U_2 I_{\text{ах}},$$

где $S_3 = U_2 I_1$ – мощность, передаваемая электрическим путем; $S_{\text{м}} = U_2 I_{\text{ах}}$ – мощность, передаваемая магнитным путем; U_2 напряжение на вторичной обмотке; I_1 – ток первичной обмотки; $I_{\text{ах}}$ – ток на общем участке обмоток автотрансформатора.

Расчетная, или электромагнитная, мощность

$$S_{\text{р}} = S_{\text{м}} = S_{\text{пр}} (1 - 1/n) = S_{\text{пр}} K_{\text{в}},$$

где $K_{\text{в}} = 1 - 1/n$ – коэффициент выгоды автотрансформатора

Измерительные трансформаторы. Действительный коэффициент трансформации измерительных трансформаторов определяют по формулам для трансформаторов:

тока

$$K_{\text{I}} = I_1 / I_2;$$

напряжения

$$K_{\text{U}} = U_1 / U_2,$$

где I_1, I_2, U_1, U_2 – действительные значения первичных и вторичных токов и напряжений.

Номинальные коэффициенты трансформации:

по току

$$K_{\text{Iном}} = I_{\text{Iном}} / I_{\text{I2ном}};$$

по напряжению

$$K_{\text{Uном}} = U_{\text{U1ном}} / U_{\text{U2ном}}.$$

Нагрузка между параллельно включенными трансформаторами распределяется обратно пропорционально напряжениям короткого замыкания ($U_{1\text{к}}, U_{2\text{к}}$):

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{U_{1\text{к}}}{U_{2\text{к}}} = \frac{S_{1\text{ном}}}{S_{2\text{ном}}},$$

где S_1 и S_2 – фактическая нагрузка трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$; $S_{1\text{ном}}$ и $S_{2\text{ном}}$ – номинальная мощность трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$.

Задание 1: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, найдите информацию о расчете характеристик асинхронного двигателя. Составьте алгоритм расчета характеристик асинхронного двигателя.

Задание 2: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, рассчитайте асинхронный двигатель трехфазного тока с короткозамкнутым ротором. Решение оформить в тетради

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором единой серии А02-92-6 имеет следующие технические характеристики: номинальная мощность на валу $P_{\text{ном}} = 75$ кВт, номинальное напряжение сети $U = 220 / 380$ В, номинальное скольжение $s_{\text{ном}} = 0,015$, КПД $\eta = 92,5\%$, коэффициент мощности при номинальной нагрузке $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,92$, при холостом ходе $\cos \varphi_x = 0,2$, кратность пускового тока $K_{\text{I}} = 6$; кратность пускового момента $K_{\text{М}} =$

1,1; кратность максимального момента $\lambda = 1,8$. Определить номинальный, максимальный и пусковой вращающие моменты, фазный, линейный и пусковой ток при номинальной нагрузке, ток холостого хода, потери энергии в роторе, общее, активное и индуктивное сопротивления фазы при максимальной нагрузке, частоту тока ротора при номинальной и максимальной нагрузках.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://freewriters.narod.ru/index/0-22> - Расчет характеристик трехфазного асинхронного двигателя
- 2) http://portal23.sibadi.org/pluginfile.php/5580/mod_resource/content/1/dndupload/Asnkhronnye_dvigateli.pdf - Асинхронные двигатели
- 3) <http://www.studfiles.ru/preview/715085/> – Расчет характеристик асинхронного двигателя.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №23. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Цель работы: рассчитать характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором.

Основные формулы и уравнения

Однофазные трансформаторы. Статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения называют т р а н с ф о р м а т о р о м .

Действующие значения ЭДС, наводимых в первичной и вторичной обмотках, определяют по формулам

$$\begin{aligned} E_1 &= 4,44 f w_1 \Phi_m, \\ E_2 &= 4,44 f w_2 \Phi_m, \end{aligned}$$

где E_1 и E_2 – ЭДС первичной и вторичной обмоток, В; f – частота переменного тока, Гц; Φ_m – амплитудное значение магнитного потока, Вб; w_1 и w_2 – число витков первичной и вторичной обмоток.

Отношение ЭДС обмоток, равное отношению чисел витков обмоток, называют коэффициентом трансформации:

$$n = E_1 / E_2 = w_1 / w_2 \approx U_1 / U_2.$$

Уравнение токов имеет вид

$$I_x = I_1 + I_2 \frac{w_2}{w_1},$$

где I_x – ток холостого тока трансформатора, А; I_1 , I_2 – ток первичной и вторичной обмоток, А.

Пренебрегая током холостого тока, можно считать, что

$$I_1 / I_2 = w_2 / w_1.$$

Токи в обмотках трансформатора обратно пропорциональны числу витков этих обмоток.

КПД трансформатора при номинальной нагрузке определяют отношением активных мощностей на выходе и входе трансформатора:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_k + P_x} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x} = 1 - \frac{P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x},$$

где P_2 – активная мощность, потребляемая нагрузкой трансформатора, Вт; P_1 – активная мощность, поступающая в первичную обмотку из сети, Вт; P_k и P_x – потери мощности при коротком замыкании и холостом ходе, Вт; $P_{\Sigma 1}$ и $P_{\Sigma 2}$ – электрические потери в первичной и вторичной обмотках, Вт.

КПД трансформатора при любой нагрузке определяют по формуле

$$\eta = \frac{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + P_x + \beta^2 P_k},$$

где $\beta = I_2 / I_{2 \text{ ном}}$ – коэффициент нагрузки, определяемый как отношение тока во вторичной обмотке к номинальному току вторичной обмотки; $S_{\text{ном}} = U_{1 \text{ ном}} I_{1 \text{ ном}}$ – полная мощность, потребляемая трансформатором при номинальной нагрузке, В · А; $\cos \varphi_2$ – коэффициент мощности вторичной обмотки.

Максимальный КПД соответствует следующему значению коэффициента нагрузки:

$$\beta_m = \sqrt{P_x / P_k}.$$

Процентное изменение напряжения на вторичной обмотке

$$\Delta U_2 = \beta (U_a \cos \varphi_2 \pm U_p \sin \varphi_2),$$

где β – коэффициент нагрузки; $U_a = \frac{R_k I_{1\text{ном}}}{U_{1\text{ном}}} \cdot 100\%$ - активная составляющая напряжения

короткого замыкания; $U_p = \frac{X I_{1\text{ном}}}{U_{1\text{ном}}} \cdot 100\%$ - реактивная составляющая напряжения

короткого замыкания.

Знак плюс соответствует индуктивной, а знак минус – емкостной нагрузкам.

Потери холостого хода

$$P_x = I_x U_1 \cos \varphi_1,$$

где U_1 – напряжение первичной обмотки, В.

Потери мощности холостого хода расходуются на нагрев стали, т. е. $P_x = P_{ст}$.

Ток холостого хода в процентах от номинального значения первичного тока

$$i = \frac{I_x}{I_{1\text{ном}}} \cdot 100.$$

Полное сопротивление при холостом ходе трансформатора

$$Z_x = U_{1\text{ном}} / I_x.$$

Активное сопротивление при холостом ходе

$$r_x = Z_x \cos \varphi_x.$$

Потери короткого замыкания

$$P_k = I_{1\text{ном}} U_k \cos \varphi_k = I_{1\text{ном}}^2 R_k,$$

где U_k – напряжение короткого замыкания.

Мощность, потребляемая трансформатором при коротком замыкании и расходуемая на нагрев обмоток,

$$P_k = P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} = P_{ст}.$$

Напряжение первичной обмотки, при котором токи в обмотках короткозамкнутого трансформатора равны номинальным, называют **номинальным напряжением короткого замыкания**. Это напряжение указывают к номинальному напряжению первичной обмотки:

Полное сопротивление при коротком замыкании

$$Z_k = U_{кном} / I_{1\text{ном}}.$$

Активное сопротивление короткого замыкания

$$R_k = Z_k \cos \varphi_k.$$

Трехфазные трансформаторы. Соотношения между линейными и фазными значениями токов и напряжений при соединении:

а) в «звезду»

$$U_{л} = \sqrt{3} U_{\phi} = 1,73 U_{\phi},$$

$$I_{л} = I_{\phi};$$

б) в «треугольник»

$$U_{л} = U_{\phi},$$

$$I_{л} = \sqrt{3} I_{\phi} = 1,73 I_{\phi}.$$

Мощность независимо от схемы соединения определяют по следующим формулам:

а) активная

$$P = 3 P_{\phi} = 3 I_{\phi} U_{\phi} \cos \varphi = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \cos \varphi;$$

б) реактивная

$$Q = 3 Q_{\phi} = 3 I_{\phi} U_{\phi} \sin \varphi = \sqrt{3} I_{л} U_{л} \sin \varphi;$$

в) полная

$$S = 3 S_{\phi} = 3 I_{\phi} U_{\phi} = \sqrt{3} I_{л} U_{л}.$$

Потери:

электрические

$$P_3 = 3 I^2 R;$$

магнитные

$$P_M = 3 P_{\Phi x}.$$

Коэффициент трансформации (эксплуатационный) зависит от схемы соединения обмоток:

$n_{\text{экспл}} = n$ при соединении «звезда / звезда»;

$n_{\text{экспл}} = n$ при соединении «треугольник / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «звезда / треугольник»;

$n_{\text{экспл}} = \sqrt{3} n$ при соединении «треугольник / звезда»,

где $n = w_1 / w_2 = E_1 / E_2$ – коэффициент трансформации.

В числителе указывают схему включения обмоток высшего напряжения, в знаменателе – схему включения обмотки низшего напряжения.

Сопротивления:

полное

$$Z = U_{\text{л}} / (\sqrt{3} I_{\text{л}}) = U_{\Phi} / (3 I_{\Phi});$$

активное

$$R = P / (\sqrt{3} I_{\text{л}}^2) = P / (3 I_{\Phi}^2).$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = P_{\Phi} / (3 U_{\Phi} I_{\Phi}).$$

Коэффициент полезного действия

$$\eta = P_2 / P_1 = 3 P_{2\Phi} / (3 P_{1\Phi}) = P_2 / (P_2 + \Sigma P).$$

Автотрансформаторы. Проходная мощность

$$S_{\text{пр}} = S_3 + S_M = U_2 I_1 + U_2 I_{\text{ax}},$$

где $S_3 = U_2 I_1$ – мощность, передаваемая электрическим путем; $S_M = U_2 I_{\text{ax}}$ – мощность, передаваемая магнитным путем; U_2 напряжение на вторичной обмотке; I_1 – ток первичной обмотки; I_{ax} – ток на общем участке обмоток автотрансформатора.

Расчетная, или электромагнитная, мощность

$$S_p = S_M = S_{\text{пр}} (1 - 1/n) = S_{\text{пр}} K_{\text{в}},$$

где $K_{\text{в}} = 1 - 1/n$ – коэффициент выгодности автотрансформатора

Измерительные трансформаторы. Действительный коэффициент трансформации измерительных трансформаторов определяют по формулам для трансформаторов:

тока

$$K_I = I_1 / I_2;$$

напряжения

$$K_U = U_1 / U_2,$$

где I_1, I_2, U_1, U_2 – действительные значения первичных и вторичных токов и напряжений.

Номинальные коэффициенты трансформации:

по току

$$K_{I_{\text{ном}}} = I_{1_{\text{ном}}} / I_{2_{\text{ном}}};$$

по напряжению

$$K_{U_{\text{ном}}} = U_{1_{\text{ном}}} / U_{2_{\text{ном}}}.$$

Нагрузка между параллельно включенными трансформаторами распределяется обратно пропорционально напряжениям короткого замыкания ($U_{1к}, U_{2к}$):

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{U_{1к}}{U_{2к}} = \frac{S_{1_{\text{ном}}}}{S_{2_{\text{ном}}}},$$

где S_1 и S_2 – фактическая нагрузка трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$; $S_{1_{\text{ном}}}$ и $S_{2_{\text{ном}}}$ – номинальная мощность трансформаторов, $\text{kB} \cdot \text{A}$.

Задание 1: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, найдите информацию о расчете характеристик асинхронного двигателя. Составьте алгоритм расчета характеристик асинхронного двигателя.

Задание 2: Пользуясь дополнительной литературой и источниками информации, рассчитайте асинхронный двигатель трехфазного тока с фазным

ротором. Решение оформить в тетради

Трехфазный шестиполюсный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие паспортные данные: номинальная мощность $P_2 = 5$ кВт, номинальное напряжение $U = 220 / 380$ В, номинальная частота вращения $n_2 = 940$ об / мин, номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,68$, номинальный КПД $\eta = 74,5\%$. Определить мощность P_1 , подводимую к двигателю, токи двигателя при соединении обмоток статора в «треугольник» и «звезду», вращающий момент $M_{\text{ном}}$ и скольжение $s_{\text{ном}}$, если частота тока в статоре $f = 50$ Гц. Рассчитать сопротивление регулирующего реостата, включаемого в цепь ротора для снижения частоты вращения вала двигателя до $n = 750$ об / мин, при номинальном моменте на валу и соединении обмоток в «звезду».

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://freewriters.narod.ru/index/0-22> - Расчет характеристик трехфазного асинхронного двигателя
- 2) http://portal23.sibadi.org/pluginfile.php/5580/mod_resource/content/1/dndupload/Asnkhrornyie_dvigateli.pdf - Асинхронные двигатели
- 3) <http://www.studfiles.ru/preview/715085/> – Расчет характеристик асинхронного двигателя.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов

Самостоятельная работа №24. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО КРОССВОРДА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Цель работы: закрепление знаний, умение четко и грамотно сформулировать задание по нахождению адекватного профессионального термина. Составив кроссворд, вы сможете лучше усвоить тему, закрепить и повторить понятия, термины, относящиеся к данной теме.

Требования к кроссворду

- количество слов 25-30;
- понятия и термины используются в единственном числе в виде одного слова на русском языке;
- слова в кроссворде друг с другом не соприкасаются.

Алгоритм составления кроссворда:

1. Внимательно прочитайте материал учебника по данной теме.
2. Выпишите 25-30 терминов по данной теме.
3. Выберите 2-3 самых длинных термина и расположите их по горизонтали и по вертикали.
4. Остальные термины расположите по принципу пересечения с предыдущими.
5. Сформулируйте суть каждого термина профессиональным языком, четко и лаконично.
6. Оформите кроссворд.
 - а) каждое слово, помещенное в кроссворд, должно не менее двух раз пересекаться другими словами, идущими в перпендикулярном направлении;
 - б) если вертикальное и горизонтальное слово в кроссворде начинаются с одной клетки, то задания по вертикали и горизонтали нумеруются одинаковой цифрой;
 - в) слова, идущие в одном направлении не должны соприкасаться более, чем одной буквой

Задание 1: Пользуясь программой MS Excel, создайте кроссворд по устройству и принципу работы электрических машин. Лист 1 - Вопросы, Лист 2 - Ответы.

Задание 2: Оформите кроссворд: вставьте название в виде объекта WordArt, обозначьте номера слов по горизонтали и вертикали (в отдельной ячейке слева-направо по порядку).

Задание 3: Подготовьте кроссворд к печати: подберите соответствующую ориентацию страницы и расположение информации на листе

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://torus.pp.ua/manuals/lessons/matusko/post.html> - Электрические машины постоянного тока
- 2) http://msk.edu.ua/s-k/downloads/electro/lections/zm9_mash_per_tok.pdf - Электрические машины переменного тока

- 3) http://www.induction.ru/library/book_001/glava4/4-1.html – Электрические машины.

Форма отчетности: работа должна быть представлена на бумаге формата А4 или А3 в печатном (компьютерном) или рукописном варианте

Самостоятельная работа №25. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: изучить информацию об устройстве и принципе действия генератора постоянного тока

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Принцип действия генератора тока.
2. Особенности и устройство генератора постоянного тока.
3. Реакция якоря.
4. Электродвижущая сила генератора постоянного тока.
5. Мощность генератора постоянного тока.
6. Коэффициент полезного действия генератора постоянного тока.
7. Классификация генераторов постоянного тока по способу их возбуждения.
8. Применение генераторов постоянного тока.
9. Параллельная работа генераторов постоянного тока

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) http://servomotors.ru/documentation/electrical_engineering/1/10_105.html -
Устройство генератора постоянного тока
- 2) http://edu.sernam.ru/book_elt.php?id=89 - Машины постоянного тока
- 3) <https://www.asutpp.ru/generator/generator-postoyannogo-toka.html> -

Генератора постоянного тока: принцип действия

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №26.
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ
ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: изучить информацию об устройстве и принципе действия электродвигателя постоянного тока

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Первые двигатели постоянного тока.
2. Как работал двигатель Якоби.
3. Появление кольцевого якоря.
4. Как работал двигатель Пачинотти.
5. ДПТ с кольцевым якорем и граммовской обмоткой.
6. От кольцевого якоря к барабанному.
7. Зубчатый якорь.
8. Принцип действия двигателя постоянного тока.
9. Принцип действия двигателя постоянного тока с независимым возбуждением

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://servomotors.ru/documentation/electromotor/book47/book47p4.html> - Принцип действия и устройство машин постоянного тока
- 2) <http://electricdoma.ru/kak-eto-ustroeno/kak-rabotaet-dvigatel-postoyannogo-toka/> - Как работает двигатель постоянного тока
- 3) <http://fb.ru/article/190852/dvigatel-postoyannogo-toka-printsip-deystviya-dvigatel-postoyannogo-toka-ustroystvo> –Двигатель постоянного тока: принцип действия. Двигатель постоянного тока: устройство

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №27.
ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПО МЕХАНИЧЕСКИМ
ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Цель работы: найти информацию и составить алгоритм выбора электродвигателя по механическим характеристикам.

Вид работы: Конспект

План

1. Типы механических характеристик электродвигателей.
2. Выбор электродвигателя привода.
3. Типы электродвигателей и их параметры.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://www.detalmach.ru/primer1.htm>—Пример решения курсовых проектов
- 2) <http://sdamzavas.net/4-47452.html> -Классификация электропривода. Выбор двигателей электропривода по мощности и механическим характеристикам.
- 3) <http://elenergi.ru/xarakteristiki-elektrovdigatelej.html> - Характеристики электродвигателей.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов.

Самостоятельная работа №28.

АППАРАТУРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Цель работы: изучить информацию об аппаратуре для управления электроприводами

Вид работы: доклад (сообщение)

План

1. Классификация аппаратуры управления по назначению.
2. Классификация аппаратуры управления по принципу действия.
3. Условное обозначение аппаратуры управления.
4. Аппараты включения.
5. Аппараты защиты.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.

- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <http://leg.co.ua/arhiv/raznoe-arhiv/elektrooborudovanie-i-avtomatizacija-selskohozyaystvennyh-agregatov-17.html> - Аппаратура управления электродвигателями
- 2) <http://lektsia.com/2x557.html> - Электрические аппараты управления
- 3) <http://900igr.net/prezentacija/khimija/bytovaja-radioelektronnaja-apparatura-156838/apparatura-dlja-upravlenija-elektroprivodami-3.html> –Аппараты для управления электродвигателями

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в печатном, либо в рукописном виде на листе А-4

Самостоятельная работа №29.

РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Цель работы: найти информацию и ответить на вопросы письменно.

Вид работы: Конспект

Ответить письменно на вопросы

1. Какие системы управления относят к релейно – контакторным?
2. Какими достоинствами обладают РКСУ?
3. Какие недостатки присущи РКСУ?
4. Какие правила необходимо выполнять при изображении принципиальных электрических схем РКСУ?
5. Как маркируют в электрических схемах элементы, принадлежащие одному и тому же электрическому аппарату?
6. Что такое комбинированная система буквенных обозначений?
7. С какой целью в якорную цепь электродвигателя включают пусковые резисторы?
8. Какой должна быть пусковая диаграмма при правильно рассчитанных ступенях пусковых резисторов?
9. По каким зависимостям изменяются скорость и ток двигателя при реостатном пуске?
10. Что происходит с динамическим током (моментом) при реостатном пуске?
11. Как изменяется электрохимическая постоянная времени электропривода при реостатном пуске?
12. Почему реостатный пуск не происходит при постоянном ускорении?

13. На каком основании выведены принципы управления пуско - тормозными режимами двигателей?
14. Какие принципы управления пуско – тормозными режимами реализуются в РКСУ?

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <https://megalektsii.ru/s64436t3.html> –Релейно-контакторное управление электродвигателями
- 2) http://dump.vstu.ru/files/storage/Kafiedry/APP/Ochnaya_forma_obucheniya/Na_pravlenie_magistratury_15.04.04_Avtomatizaciya_tehnologicheskikh_processov_i_proizvodstv/Sistemy_upravleniya_avtomatizirovannyh_elektroprivodov/Literatura/Vilkov_Releyno-kontekturnye_shemy_2009.pdf - Релейно-контакторные схемы управления.
- 3) https://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/EMCS_Kachanov_lectures.pdf - Системы управления электроприводами.

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов.

Самостоятельная работа №30.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСКОНТАКТНЫХ АППАРАТОВ

Цель работы: найти информацию и ответить на вопросы письменно.

Вид работы: Конспект

Ответить письменно на вопросы

1. Объяснить устройство и принцип действия индуктивного датчика.
2. Привести примеры применения индуктивных датчиков.
3. В чем состоит принцип действия дросселя насыщения?
4. Чем отличается магнитный усилитель с внутренней обратной связью от МУ с внешней обратной связью?
5. Нарисовать и объяснить ход (вид) нагрузочной характеристики дросселя насыщения.
6. Каковы недостатки МУ по сравнению с ЭМУ?
7. Каковы достоинства МУ по сравнению с ЭМУ?

8. Каковы достоинства тиристоров по сравнению с ионными управляемыми вентилями?
9. Как классифицируются тиристоры?
10. Что такое угол регулирования тиристора?
11. Что называется напряжением переключения тиристора?
12. Нарисовать и объяснить ход (вид) вольт-амперной характеристики тиристора.

Источники литературы:

- 1) Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие / И. А. Данилов. – М.: Высш. шк., 2011. – 663 с.: ил.
- 2) Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащ. неэлектротехн. спец. техникумов. - М.: Высш. шк., 2010. – 352 с.: ил.
- 3) Петленко Б.И. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.: ил.

Интернет-источники:

- 1) <https://studfile.net/preview/2065839/page:5/> – Управление электродвигателями
- 2) https://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/EMCS_Kachanov_lectures.pdf - Системы управления электроприводами.
- 3) <https://cyberpedia.su/11xa7f9.html> - Бесконтактные электрические аппараты

Форма отчетности: Работа должна быть выполнена в тетради для конспектов.