

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
Петуховский техникум механизации и электрификации сельского хозяйства – филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования
«Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева»

Бутенко Е.В.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Учебно – методическое пособие по самостоятельной работе студентов
средних профессиональных учебных заведений
по специальности 35.02.08.Электрификация и автоматизация сельского хозяйства

Петухово
2016

Основы электротехники Учебно – методическое пособие по самостоятельной работе студентов средних профессиональных учебных заведений по специальности 35.02.08.Электрификация и автоматизация сельского хозяйства/Е.В.Бутенко. – Петухово, 2016. – 47 с.

Автор – составитель: Бутенко Е.В., преподаватель Петуховского техникума механизации и электрификации сельского хозяйства - филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева»

Учебно – методическое пособие предназначено для студентов очной формы обучения Петуховского филиала ФГБОУ ВО Курганская ГСХА специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства для организации студентами самостоятельной работы при изучении дисциплины «Основы электротехники».

©Е.В.Бутенко, 2016
© Петуховский техникум
механизации и электрификации
сельского хозяйства, 2016

Содержание

Введение	4
I. Организация и основные виды самостоятельной работы студентов	5
II. Самостоятельные работы по дисциплине	8
Заключение	34
Список литературы	35
Приложение 1 – Исходные данные к расчету разветвленной цепи методом наложения, методом составления уравнений по законам Кирхгофа и методом узлового напряжения	36
Приложение 2 – Сравнительная таблица цепей синусоидального переменного тока с различным характером нагрузки	37
Приложение 3 – Исходные данные к расчету разветвленной цепи переменного тока общим методом и методом проводимостей	38
Приложение 4 – Исходные данные к расчету трехфазных цепей переменного тока при различных схемах соединения нагрузки	39
Приложение 5 – Исходные данные для вычерчивания схем включения электроизмерительных приборов для определения тока, напряжения и мощности	40
Приложение 6 – Сравнительная характеристика магнитных материалов	43
Приложение 7 – Устройство и назначение элементов конструкции МПТ	43
Приложение 8 – Устройство и назначение элементов конструкции машин переменного тока	43
Приложение 9 – Исходные данные для вычерчивания электрических схем и составления перечня элементов электрических схем	44
Приложение 10 – Перечень элементов электрических схем	47

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с рабочим учебным планом специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства на изучение учебной дисциплины «Основы электротехники» отведено 205 часов, в том числе на самостоятельную работу 57 часов.

Самостоятельная работа позволяет студенту:

- углубить и расширить теоретические знания;
- систематизировать и закрепить полученные знания и умения;
- развивать исследовательские умения;
- закрепить навыки работы со справочной документацией и специальной литературой;
- развивать свои познавательные способности, творческую инициативу, самостоятельность, ответственность и организованность.

Основная цель данного методического пособия – помочь студентам очной формы обучения самостоятельно организовать свою деятельность по выполнению самостоятельной работы по дисциплине, что поможет освоить в целом программу дисциплины «Основы электротехники».

Пособие включает в себя общие методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы, описаны требования к выполнению различного вида заданий, приведены примеры решения задач, даны критерии оценки выполнения заданий.

І. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1.1. Организация самостоятельной работы

Учебная дисциплина Основы электротехники относится к группе общепрофессиональных дисциплин профессионального цикла программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства. В соответствии с рабочим учебным планом максимальная учебная нагрузка по дисциплине составляет 205 часов, в том числе 136 часов – обязательная аудиторная нагрузка, 57 часов отведено на самостоятельную работу студента, 12 часов – на консультации.

Главное в организации самостоятельной работы студентов заключается в создании условий высокой активности, самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее в ходе всех видов учебной деятельности.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, методической литературы); составления плана текста, выполнение графических работ; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; использование компьютерной техники, интернета и др.;

- для закрепления систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработки текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана выполнения работы в соответствие с планом, предложенным преподавателем; изучение ГОСТов ЕСКД; ответы на контрольные вопросы;

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; выполнение схем; выполнение расчетных и графических работ.

При предъявлении видов заданий на внеаудиторную самостоятельную работу используется дифференцированный подход к студентам. Перед выполнением студентами внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться через тестирование, выполнение расчетно-графических работ.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- степень сформированности общих и профессиональных компетенций;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- выполнение и оформление расчетно-графических работ в соответствии с требованиями.

ПЛАН – ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ СРС	Раздел, тема дисциплины по учебной программе	Кол-во часов	Вид самостоятельной работы	Формируемые умения, знания, компетенции	Срок выполнения
1	Введение	4	Познавательная деятельность – работа с источниками информации: учебными, периодическими изданиями, Интернет-ресурсами.	31; 32; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию №5
2	Раздел 1. Электрические и магнитные цепи. Тема 1.2. Линейные электрические цепи постоянного тока	8	Сравнение разных приемов решения задачи	У1; У2; У3; У4; 31; 32; 34; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №18
3		2	Систематизация учебного материала	У1; У2; У3; У4; 31; 32; 34; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №21
4	Тема 1.3. Магнитное поле и электромагнитная индукция	4	Систематизация учебного материала	У2; 31; 32; 35; 37; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию № 25
5	Тема 1.4. Однофазные электрические цепи переменного тока	1	Систематизация учебного материала	У1; У2; У3; У4; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию № 30
6		8	Сравнение разных приемов решения задачи	У1; У2; У3; У4; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №44
7	Тема 1.5. Трехфазные электрические цепи	8	Сравнение разных способов соединения потребителей	У1; У2; У3; У4; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №50

8	Раздел 2. Электротехнические устройства, электрические сети и схемы электроснабжения Тема 2.1. Электрические измерения	6	Деятельность с практической основой – составление схем измерения	У1; У3; У4; У5; 31; 33;34; 36; 37; 312; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №56
9		8	Познавательная деятельность – работа с источниками информации: учебными, периодическими изданиями, Интернет-ресурсами.	У1; У3; У4; У5; 31; 33;34; 36; 37; 312; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4., ПК4.1. – ПК4.4.	К занятию №60
10	Тема 2.2. Электротехнические материалы	2	Систематизация учебного материала	31; 311; 312; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию №62
11	Тема 2.3. Электрические машины постоянного тока	2	Систематизация учебного материала	У1; 31; 32; 33; 34; 37; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию №63
12	Тема 2.4. Электрические машины переменного тока	2	Систематизация учебного материала	У1; 31; 32; 33; 34; 37; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию №64
13	Тема 2.5. Электрические сети и схемы электроснабжения	2	Формирование навыков чтения и вычерчивания схем	У1; У3; 31; 33; 34; 36;37; 38; 39; 310; ОК 1 - ОК9; ПК1.1. – ПК1.3., ПК2.1. – ПК2.3., ПК3.1. – ПК3.4.	К занятию №68
	Всего	57			

II. САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа № 1

Введение

Задание: Сообщения об ученых, внесших вклад в развитие электротехники

Время на выполнение: 4 часа

Цель выполнения: знакомство с учеными, совершившими великие открытия в области электротехники, практическим применением этих открытий.

Рекомендации по выполнению:

1. Ознакомиться с заданием.
2. Подобрать необходимые литературные источники и электронные ресурсы и ознакомиться с их содержанием.
3. Составить план сообщения.
4. Оформить сообщение в соответствии с требованиями.

Содержание сообщения

Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть ее значимость, определить цель работы над темой.

Основная часть. В ней раскрывается содержание сообщения с опорой на источник информации (ссылки), показывается позиция автора.

В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор. Заключение должно быть кратким и соответствовать поставленным задачам.

Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

Требования к оформлению сообщения

Объем сообщения может колебаться в пределах 2-4 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем.

Сообщение должно быть выполнено грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

По усмотрению преподавателя доклады могут быть представлены на семинарах, научно-практических конференциях, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

Критерии оценки сообщения

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Актуальность темы исследования	- выделение в теме проблему, связывая ее с современностью; - постановка цели и задачи исследования	2 балла
Содержание темы	- соответствие содержания теме; - ясность и четкость изложения; - краткость изложения; - научность; - глубина проработки материала; - полнота использования источников; - самостоятельность выполнения работы;	8 баллов

	- личная оценка проблемы;	
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к оформлению титульного листа; - соответствие требований к использованию и оформлению цитат; - соблюдение норм русского литературного языка; - оформление текста с полным соблюдением правил русской орфографии и пунктуации; - соответствие требованиям к оформлению списка литературы в соответствии с ГОСТ.	5 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 1.2. Линейные электрические цепи постоянного тока

Самостоятельная работа № 2

Задание: Выполнение расчетного семестрового задания в соответствии с индивидуальным заданием: Вычислить токи в цепи, пользуясь 1) методом наложения, 2) методом составления уравнений по законам Кирхгофа, 3) методом узлового напряжения, если заданы $E_1, E_2, E_3, r_{01}, r_{02}, r_{03}, R_1, R_2, R_3$. Составить баланс мощностей.

Время на выполнение: 8 часов

Цель выполнения: закрепление знаний законов Ома и Кирхгофа применительно к расчету цепей постоянного тока, правил графического изображения элементов электрических схем, умений по расчетам параметров сложных цепей постоянного тока, навыков по вычерчиванию электрических схем.

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам: Законы Ома и Кирхгофа, расчет сложных цепей постоянного тока методом наложения, методом составления уравнений по законам Кирхгофа и методом узлового напряжения:

Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники: учебник для студ. среднего проф. образования/ Е. А. Лоторейчук. – М.: ФОРУМ:ИНФРА - М, 2014. – с.21 – 72.

2. Выписать исходные данные в соответствии с вариантом (приложение 1)

3. В соответствии с исходными данными вычертить схему цепи, соблюдая требования ГОСТ на условно-графические обозначения элементов электрических схем

4. Произвести расчет цепи методом наложения. Для проверки правильности решения составить баланс мощностей

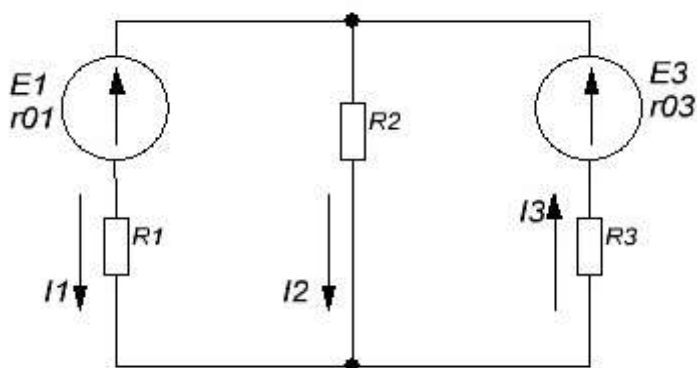
5. Произвести расчет цепи методом составления уравнений по законам Кирхгофа. Для проверки правильности решения воспользоваться независимым уравнением.

6. Произвести расчет цепи методом узлового напряжения. Для проверки правильности решения составить уравнение по первому закону Кирхгофа.

7. Сравнить полученные в трех методах токи и сделать вывод.

Пример выполнения задания

Метод наложения



Дано: $E_1 = 35B$, $E_3 = 70B$,

$r_{01} = 0,3\Omega$, $r_{03} = 0,1\Omega$,

$R_1 = 1,7\Omega$, $R_2 = 4\Omega$,

$R_3 = 0,9\Omega$

Определить: I_1, I_2, I_3

Рисунок 1 – Исходная схема

Решение:

1. Определяем частичные токи от первой ЭДС, приняв $E_3 = 0$. Схема принимает вид, представленный на рис.2.

1.1. Определяем общее сопротивление схемы (рис.2):

$$R_{1B} = R_1 + r_{01} = 1,7 + 0,3 = 2\Omega,$$

$$R_{2B} = R_2 + r_{02} = 4 + 0 = 4\Omega,$$

$$R_{3B} = R_3 + r_{03} = 0,9 + 0,1 = 1\Omega$$

$$R_{23} = \frac{R_{2B} \times R_{3B}}{R_{2B} + R_{3B}} = \frac{4 \times 1}{4 + 1} = 0,8\Omega,$$

$$R'_{об} = R_{1B} + R_{23} = 2 + 0,8 = 2,8\Omega$$

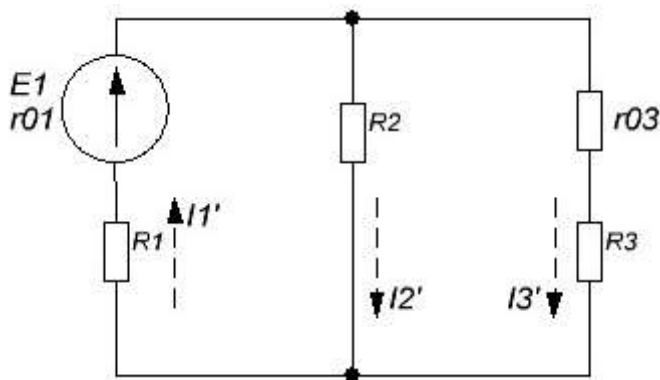


Рисунок 2 – Схема протекания частичных токов от E_1

1.2. Определяем частичные токи от ЭДС E_1 :

$$I'_1 = \frac{E_1}{R'_{об}} = \frac{35}{2,8} = 12,5 A,$$

$$U_{23} = I'_1 \times R_{23} = 12,5 \times 0,8 = 10B,$$

$$I'_2 = \frac{U_{23}}{R_{2B}} = \frac{10}{4} = 2,5 A,$$

$$I'_3 = \frac{U_{23}}{R_{3B}} = \frac{10}{1} = 10 A$$

1.3. Проверка по первому закону Кирхгофа:

$$I'_1 = I'_2 + I'_3, \quad 12,5 A = 2,5 + 10 = 12,5 A$$

2. Определяем частичные токи от третьей ЭДС, приняв $E_1 = 0$. Схема принимает вид, представленный на рис.3.

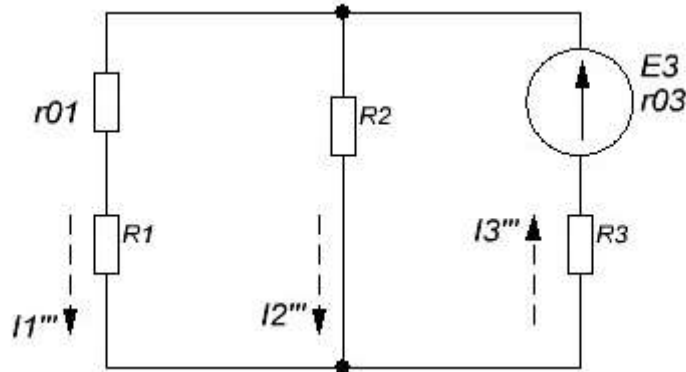


Рисунок 3 – Схема протекания частичных токов от E_3

2.1. Определяем общее сопротивление схемы (рис.3):

$$R_{12} = \frac{R_{1B} \times R_{2B}}{R_{1B} + R_{2B}} = \frac{2 \times 4}{2 + 4} = 1,3(3) \text{ Ом},$$

$$R_{оо}''' = R_{3B} + R_{12} = 1 + 1,3(3) = 2,3(3) \text{ Ом}$$

2.2. Определяем частичные токи от ЭДС E_3 :

$$I_3''' = \frac{E_3}{R_{оо}'''} = \frac{70}{2,3(3)} = 30 A,$$

$$U_{12} = I_3''' \times R_{12} = 30 \times 1,3(3) = 40 B,$$

$$I_1''' = \frac{U_{12}}{R_{1B}} = \frac{40}{2} = 20 A,$$

$$I_2''' = \frac{U_{12}}{R_{2B}} = \frac{40}{4} = 10 A$$

2.3. Проверка по первому закону Кирхгофа:

$$I_3''' = I_1''' + I_2''', \quad 30 A = 20 + 10 = 30 A$$

3. Определяем токи ветвей в исходной схеме путем наложения частичных токов (если частичный ток направлен вверх, то его значение принимаем со знаком «+», а если - вниз, то со знаком «-»):

$$I_1 = I'_1 - I_1''' = 12,5 - 20 = -7,5 A,$$

$$I_2 = -I'_2 - I_2''' = -2,5 - 10 = -12,5 A,$$

$$I_3 = -I'_3 + I_3''' = -10 + 30 = 20 A$$

Знак «+» перед величиной I_3 указывает на то, что в исходной схеме этот ток направлен вверх, а токи I_1 и I_2 - вниз.

4. Выясняем режим работы источников тока. Источник E_3 - генератор, т.к. направление ЭДС E_3 совпадает с направлением тока I_3 , а источник E_1 - потребитель, т.к. направление ЭДС E_1 не совпадает с направлением тока I_1 .

5. Определяем мощности:

5.1. Генератора:

$$P_{Г3} = E_3 \times I_3 = 70 \times 20 = 1400 \text{ Вт}$$

5.2. Потребителей электроэнергии:

$$P_1 = I_1^2 \times R_1 = 7,5^2 \times 1,7 = 95,625 \text{ Вт},$$

$$P_2 = I_2^2 \times R_2 = 12,5^2 \times 4 = 625 \text{ Вт},$$

$$P_3 = I_3^2 \times R_3 = 20^2 \times 0,9 = 360 \text{ Вт},$$

$$P_{\text{И1}} = E_1 \times I_1 = 35 \times 7,5 = 262,5 \text{ Вт}$$

5.3. Потери в источниках:

$$P_{01} = I_1^2 \times r_{01} = 7,5^2 \times 0,3 = 16,875 \text{ Вт},$$

$$P_{03} = I_3^2 \times r_{03} = 20^2 \times 0,1 = 40 \text{ Вт}$$

6. Составляем баланс мощностей: сумма мощностей всех генераторов должна быть равна сумме мощностей всех потребителей плюс мощности потерь в источниках:

$$P_{\text{Г3}} = P_{\text{И1}} + P_1 + P_2 + P_3 + P_{01} + P_{02},$$

$$1400 = 95,625 + 625 + 360 + 262,5 + 16,875 + 40, \quad 1400 \text{ Вт} = 1400 \text{ Вт}$$

Т.к. баланс выполняется, задача решена верно.

Метод составления уравнений по законам Кирхгофа

Решение:

1. Произвольно выбираем направление токов в ветвях и направление обхода контуров (рис.4).

2. Составляем систему уравнений по законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_3 = I_2 + I_1 \\ E_1 = -I_1 \times (R_1 + r_{01}) + I_2 \times R_2 \\ E_3 = I_2 \times R_2 + I_3 \times (R_3 + r_{03}) \end{cases}$$

3. Подставим в систему известные величины:

$$\begin{cases} I_3 = I_2 + I_1 \\ 35 = -I_1 \times (1,7 + 0,3) + 4I_2 \\ 70 = 4I_2 + I_3 \times (0,9 + 0,1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_3 = I_2 + I_1 \\ 35 = -2I_1 + 4I_2 \\ 70 = I_3 + 4I_2 \end{cases}$$

4. Выразим из первого уравнения ток I_3 и подставим его значение в остальные уравнения:

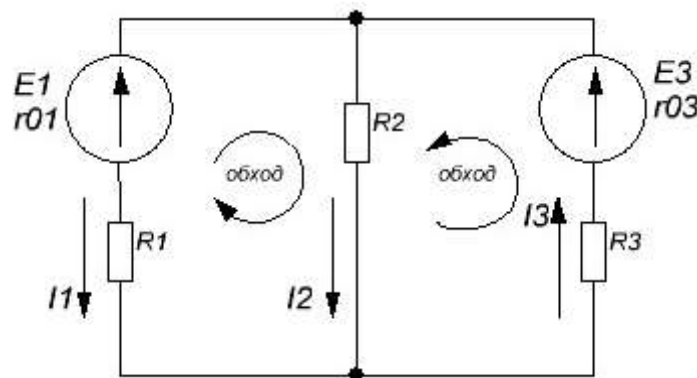


Рисунок 4 - Исходная схема

$$\begin{cases} 35 = -2I_1 + 4I_2 \\ 70 = I_1 + I_2 + 4I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 35 = -2I_1 + 4I_2 \\ 70 = I_1 + 5I_2 \end{cases}$$

5.Применим метод алгебраического сложения. Для этого второе уравнение последней системы умножим на 2, чтобы уравнять коэффициенты при токе I_1 :

$$\begin{cases} 35 = -2I_1 + 4I_2 \\ 140 = 2I_1 + 10I_2 \end{cases}$$

После сложения получаем: $175 = 14I_2$, отсюда $I_2 = 175/14 = 12,5A$

6.Подставим полученное значение тока I_2 в третье уравнение системы:

$$70 = I_1 + 5I_2, \quad 70 = 5 \times 12,5 + I_1, \quad 70 = 62,5 + I_1, \quad 70 - 62,5 = I_1, \quad I_1 = 7,5A$$

7.Из первого уравнения системы определим ток: $I_3 = I_2 + I_1 = 12,5 + 7,5 = 20A$

8.Проверка: составим независимое уравнение по второму закону Кирхгофа:

$$E_1 - E_3 = -I_1 \times (R_1 + r_{01}) - I_3 \times (R_3 + r_{03})$$

$$35 - 70 = -7,5 \times (1,7 + 0,3) - 20 \times (0,9 + 0,1)$$

$$-35 = -15 - 20 \quad -35 = -35$$

Равенство верно, задача решена правильно.

Метод узлового напряжения

Решение:

1. Примем положительными ЭДС и токи во всех ветвях, если они направлены от нижнего узла В к верхнему узлу А.

2. Определяем проводимости ветвей:

$$g_1 = \frac{1}{R_1 + r_{01}} = \frac{1}{1,7 + 0,3} = 0,5 \text{ См},$$

$$g_2 = \frac{1}{R_2 + r_{02}} = \frac{1}{4 + 0} = 0,25 \text{ См},$$

$$g_3 = \frac{1}{R_3 + r_{03}} = \frac{1}{0,9 + 0,1} = 1 \text{ См}$$

3. Определяем узловое напряжение:

$$U_o = \frac{E_1 \times g_1 + E_2 \times g_2 + E_3 \times g_3}{g_1 + g_2 + g_3} = \frac{35 \times 0,5 + 70 \times 1}{0,5 + 0,25 + 1} = 50V$$

4. Определяем токи ветвей:

$$I_1 = (E_1 - U_o) \times g_1 = (35 - 50) \times 0,5 = -7,5A,$$

$$I_2 = (E_2 - U_o) \times g_2 = (0 - 50) \times 0,25 = -12,5A,$$

$$I_3 = (E_3 - U_o) \times g_3 = (70 - 50) \times 1 = 20A$$

Знак «-» перед величиной тока I_1, I_2 говорит о том, что направлены эти токи не вверх, как мы первоначально приняли, а вниз.

Критерии оценки расчетного задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность применения формул в соответствии со схемой рассчитываемого	10 баллов

	варианта; - достоверность проведенных проверок по каждому методу; - умение производить технические расчеты; - самостоятельность выполнения работы; - выводы по работе	
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к оформлению технического документа; - соответствие требований ГОСТ на условно-графические обозначения элементов при вычерчивании схем	5 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Самостоятельная работа № 3

Задание: Составление и оформление кроссвордов по теме «Линейные электрические цепи постоянного тока»

Время на выполнение: 2 часа

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, основных понятий темы «Линейные электрические цепи постоянного тока»

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам темы, воспользовавшись конспектом, учебником или электронными ресурсами сети Интернет.
2. Составить кроссворд в соответствии со следующими правилами:

Оптимальное количество слов 25 – 30

При составлении тематического кроссворда сперва подбирают слова, а затем, исходя из них, придумать рисунок.

Правильным считается тот рисунок кроссворда, у которого все четыре стороны симметричны, каждое слово имеет, как минимум, два пересечения (в общем чем больше, тем лучше).

При оформлении текста задания кроссворда для единообразия желательно начинать со слов по горизонтали, как мы и пишем обычно, хотя для разгадывания кроссворда это никакого значения не имеет

В кроссвордах допустимы к употреблению только имена существительные единственного числа в именительном падеже, а также те, которые имеют лишь множественное число. Никакие эмоционально окрашенные слова: уменьшительные, ласкательные, пренебрежительные и прочие в кроссвордах неупотребимы. Не включаются в кроссворды и названия, состоящие из двух и более слов, а также слова, пишущиеся через дефис.

Клетки кроссворда, куда должны вписываться первые буквы слов, последовательно нумеруются. Некоторые слова по горизонтали вертикали могут идти под одним номером, если они образуют прямой угол, то есть начинаются с общей буквы.

Значения слов необходимо давать только по словарям. В тематических кроссвордах определения слов даются детальными, поскольку общий признак в них может быть присущ

значениям нескольких слов, а значит, различить эти слова можно только по характерным деталям. Следует избегать обилия однотипных слов (фамилий ученых, наименований единиц физических величин)

3. Оформить составленный кроссворд либо в электронном виде, либо на бумажном носителе.

Критерии оценки творческого задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность выбранных формулировок заданий; - количество терминов, включенных в задание; - правильность написания технических терминов; - самостоятельность выполнения работы;	10 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к составлению задания; - эстетический вид задания	5 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 1.3. Магнитное поле и электромагнитная индукция

Самостоятельная работа № 4

Задание: Составление и оформление кроссвордов по теме «Магнитное поле и электромагнитная индукция»

Время на выполнение: 4 часа

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, основных понятий темы «Магнитное поле и электромагнитная индукция»

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам темы, воспользовавшись конспектом, учебником или электронными ресурсами сети Интернет.
2. Составить кроссворд в соответствии с правилами (см. задание №3), ребус или сканворд. С правилами составления ребусов можно ознакомиться <http://allriddles.ru/ru/rebuses/rules/>. С правилами составления сканвордов можно ознакомиться http://pomozgui.ru/stati/?pravila_sostavleniya_skanvordov.
3. Оформить составленное творческое задание либо в электронном виде, либо на бумажном носителе.

Критерии оценки творческого задания и оценки за него аналогичны заданию СР№3.

Тема 1.4. Однофазные электрические цепи переменного тока

Самостоятельная работа № 5

Задание: Составление сравнительной таблицы цепей синусоидального переменного тока с различным характером нагрузки

Время на выполнение: 1 час

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, основных законов электротехники применительно к цепям переменного тока с разным характером нагрузки, умений по расчетам параметров однофазных электрических цепей переменного тока, навыков по вычерчиванию электрических схем и векторных диаграмм.

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам: однофазные цепи переменного тока с резистором, с идеальной катушкой, идеальным конденсатором, с последовательным соединением резистора и катушки индуктивности, с последовательным соединением резистора и конденсатора, с последовательным соединением резистора, катушки и конденсатора: Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники: учебник для студ. среднего проф. образования/ Е. А. Лоторейчук. – М.: ФОРУМ:ИНФРА - М, 2014. – с.164 – 182.
2. Вычертить форму сравнительной таблицы (приложение 2)
3. Заполнить таблицу с учетом теоретических знаний
4. Сделать вывод о влиянии характера нагрузки электрической цепи на поведение параметров цепи.

Критерии оценки творческого задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность выбранных формул для определения параметров цепей; - достоверность выводов о поведении тока и напряжения в цепях в зависимости от вида нагрузки; - правильность написания обозначений; - самостоятельность выполнения работы;	12 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к составлению задания; - эстетический вид задания	3 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Самостоятельная работа № 6

Задание: Выполнение расчетного семестрового задания в соответствии с индивидуальным заданием: Цепь, состоящая из двух параллельных ветвей, параметры которых r_1 , X_{L1} , X_{C1} , r_2 , X_{L2} , X_{C2} , приведены в таблице, присоединена к сети напряжением U и частотой $f = 50$ Гц. Расчет произвести двумя методами.

Время на выполнение: 8 часов

Цель выполнения: закрепление знаний законов Ома и Кирхгофа применительно к расчету цепей переменного тока, правил графического изображения элементов электрических схем, умений по расчетам параметров электрических цепей переменного тока, навыков по вычерчиванию электрических схем и векторных диаграмм.

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам: Законы Ома и Кирхгофа, расчет разветвленных цепей переменного тока методом проводимостей и общим методом: Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники: учебник для студ. среднего проф. образования/ Е. А. Лоторейчук. – М.: ФОРУМ:ИНФРА - М, 2014. – с.191 – 200.
2. Выписать исходные данные в соответствии с вариантом (приложение 3)
3. В соответствии с исходными данными вычертить схему цепи, соблюдая требования ГОСТ на условно-графические обозначения элементов электрических схем.
4. Определить токи в параллельных ветвях и ток в неразветвленной части цепи; коэффициент мощности каждой ветви и всей цепи; углы сдвига фаз токов относительно напряжения сети; активную, реактивную и полную мощности цепи двумя способами: общим методом и методом проводимостей.
5. Построить векторную диаграмму.
6. Сравнить полученные в двух методах токи и сделать вывод.

Пример выполнения задания

Цепь, состоящая из двух параллельных ветвей, параметры которых $r_1 = 16 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $r_2 = 30 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 40 \text{ Ом}$, присоединена к сети с напряжением $U = 179 \cdot \sin 628t$.

Определить: 1) частоту электрической сети; 2) действующее значение напряжения сети; 3) токи в параллельных ветвях и ток в неразветвленной части цепи; 4) коэффициент мощности каждой ветви и всей цепи; 5) углы сдвига фаз токов относительно напряжения сети; 6) активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить векторную диаграмму напряжения и токов.

Общий метод расчета

Решение:

1. Частота электрической цепи определяется из формулы угловой частоты $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{628}{2 \cdot 3,14} = 100 \text{ Гц}$$

2. Действующее значение напряжения определяется по известному амплитудному значению напряжения (U_m)

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{179}{1,41} = 127 \text{ В}$$

3. Расчет первой ветви:

3.1 Сопротивление: $Z_1 = \sqrt{r_1^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2} = \sqrt{16^2 + (12 - 0)^2} = 20 \text{ Ом}$

3.2 Ток ветви: $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{127}{20} = 6,35 \text{ А}$

- 3.3 Разложим ток ветви на активную и реактивную составляющие:

$$I_{A1} = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 6,35 \cdot 0,8 = 5,08 \text{ А}, \quad \text{где } \cos \varphi_1 = \frac{r_1}{Z_1} = \frac{16}{20} = 0,8$$

$$I_{P1} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 6,35 \cdot 0,6 = 3,81 \text{ А}, \quad \text{где } \sin \varphi_1 = \frac{X_{L1} - X_{C1}}{Z_1} = \frac{12 - 0}{20} = 0,6$$

- 3.4 Мощности ветви:

$$P_1 = I_1^2 \cdot r_1 = 6,35^2 \cdot 16 = 645 \text{ Вт}, \quad Q_1 = I_1^2 \cdot (X_{L1} - X_{C1}) = 6,35^2 \cdot (12 - 0) = 484 \text{ ВАр}$$

4. Расчет второй ветви:

4.1 Сопротивление: $Z_2 = \sqrt{r_2^2 + (X_{L2} - X_{C2})^2} = \sqrt{30^2 + (0 - 40)^2} = 50 \text{ Ом}$

4.2 Ток ветви: $I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{127}{50} = 2,54 \text{ А}$

4.3 Разложим ток ветви на активную и реактивную составляющие:

$$I_{A2} = I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 2,54 \cdot 0,6 = 1,52 \text{ A}, \quad \text{где } \cos \varphi_2 = \frac{r_2}{Z_2} = \frac{30}{50} = 0,6$$

$$I_{P2} = I_2 \cdot \sin \varphi_2 = 2,54 \cdot (-0,8) = -2,03 \text{ A}, \quad \text{где } \sin \varphi_2 = \frac{X_{L2} - X_{C2}}{Z_2} = \frac{0 - 40}{50} = -0,8$$

4.4 Мощности ветви:

$$P_2 = I_2^2 \cdot r_2 = 2,54^2 \cdot 30 = 194 \text{ Вт}, \quad Q_2 = I_2^2 \cdot (X_{L2} - X_{C2}) = 2,54^2 \cdot (0 - 40) = -258 \text{ ВАр}$$

5. Расчет всей цепи:

5.1 Ток неразветвленной части цепи:

$$I = \sqrt{I_A^2 + I_P^2} = \sqrt{6,6^2 + 1,78^2} = 6,84 \text{ A},$$

где $I_A = I_{A1} + I_{A2} = 5,08 + 1,52 = 6,6 \text{ A}$,

$$I_P = I_{P1} + I_{P2} = 3,81 - 2,03 = 1,78 \text{ A}$$

5.2 Мощности: $S = U \cdot I = 127 \cdot 6,84 = 869 \text{ ВА}$

$$P = P_1 + P_2 = 645 + 194 = 839 \text{ Вт}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 484 - 258 = 226 \text{ ВАр}$$

5.3 Коэффициент мощности: $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{839}{869} = 0,965$

Метод проводимостей

1. Для определения токов необходимо найти проводимость ветвей и всей цепи:

1.1 активная, реактивная и полная проводимости первой ветви:

$$g_1 = \frac{r_1}{Z_1^2} = \frac{16}{16^2 + 12^2} = \frac{16}{400} = 0,04 \text{ См}$$

$$b_1 = \frac{X_{L1}}{Z_1^2} = \frac{12}{16^2 + 12^2} = \frac{12}{400} = 0,03 \text{ См}$$

$$y_1 = \sqrt{g_1^2 + b_1^2} = \sqrt{0,04^2 + 0,03^2} = \sqrt{0,0025} = 0,05 \text{ См}$$

1.2 активная, реактивная и полная проводимости второй ветви:

$$g_2 = \frac{r_2}{Z_2^2} = \frac{30}{30^2 + 40^2} = \frac{30}{2500} = 0,012 \text{ См}$$

$$b_2 = \frac{-X_{C2}}{Z_2^2} = \frac{40}{30^2 + 40^2} = \frac{40}{2500} = -0,016 \text{ См}$$

$$y_2 = \sqrt{g_2^2 + b_2^2} = \sqrt{0,012^2 + (-0,016)^2} = \sqrt{0,0004} = 0,02 \text{ См}$$

1.3 активная, реактивная и полная проводимости всей цепи:

$$g = g_1 + g_2 = 0,04 + 0,012 = 0,052 \text{ См}$$

$$b = b_1 + b_2 = 0,03 + (-0,016) = 0,014 \text{ См}$$

$$y = \sqrt{g^2 + b^2} = \sqrt{0,052^2 + 0,014^2} = \sqrt{0,0029} = 0,054 \text{ См}$$

2. Токи в ветвях и ток в неразветвленной части цепи:

$$I_1 = U \cdot y_1 = 127 \cdot 0,05 = 6,35 \text{ A}$$

$$I_2 = U \cdot y_2 = 127 \cdot 0,02 = 2,54 \text{ A}$$

$$I = U \cdot y = 127 \cdot 0,054 = 6,86 \text{ A}$$

3. Коэффициент мощности и углы сдвига фаз относительно напряжения каждой ветви и всей цепи:

$$\cos \varphi_1 = \frac{g_1}{y_1} = \frac{0,04}{0,05} = 0,8; \quad \varphi_1 = 37^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{g_2}{y_2} = \frac{0,012}{0,02} = 0,6; \quad \varphi_2 = -53^\circ$$

$$\cos \varphi = \frac{g}{y} = \frac{0,052}{0,054} = 0,963; \quad \varphi = 12^\circ$$

По коэффициентам мощности $\cos \varphi$ с помощью таблицы Брадиса или инженерного калькулятора определяются углы сдвига фаз между токами и напряжениями.

4. Активная, реактивная и полная мощности цепи:

$$P = U^2 \cdot g = 127^2 \cdot 0,052 = 838,7 \text{ Вт}$$

$$Q = U^2 \cdot b = 127^2 \cdot 0,014 = 225,8 \text{ ВАр}$$

$$S = U^2 \cdot y = 127^2 \cdot 0,054 = 871 \text{ В} \cdot \text{А}$$

5. Для построения векторной диаграммы токов и напряжения определяются активные и реактивные составляющие токов ветвей и всей цепи:

$$I_{a1} = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 6,35 \cdot 0,8 = 5,08 \text{ А}$$

$$I_{a2} = I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 2,54 \cdot 0,6 = 1,524 \text{ А}$$

$$I_a = I \cdot \cos \varphi = 6,86 \cdot 0,963 = 6,604 \text{ А}$$

$$I_{p1} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 6,35 \cdot 0,6 = 3,81 \text{ А}$$

$$I_{p2} = I_2 \cdot \sin \varphi_2 = 2,54 \cdot 0,8 = 2,032 \text{ А}$$

$$I_p = I \cdot \sin \varphi = 6,86 \cdot 0,259 = 1,78 \text{ А}$$

Выбираем масштабы векторов напряжения и токов:

$$m_U = 25 \text{ В/см}; \quad m_I = 1 \text{ А/см}$$

Построение векторной диаграммы начинают с вектора напряжения, который откладывается по направлению положительного направления оси абсцисс. Вектора активных составляющих токов ветвей совпадают по фазе с вектором напряжения, вектора реактивных составляющих в зависимости от характера ориентируются относительно вектора напряжения: индуктивная в сторону отставания, емкостная в сторону опережения на угол 90 градусов. Вектора токов ветвей представляют собой сумму соответствующих активных и реактивных составляющих. Вектор тока неразветвленной части цепи представляет сумму векторов токов ветвей.

Определяются длины векторов напряжения и токов:

$$\overline{U} = \frac{|U|}{m_U} = \frac{127}{25} = 5,08 \text{ см}; \quad \overline{I_a} = \frac{|I_a|}{m_I} = \frac{6,604}{1} = 6,604 \text{ см};$$

$$\overline{I_{a1}} = \frac{|I_{a1}|}{m_I} = \frac{5,08}{1} = 5,08 \text{ см} \quad \overline{I_p} = \frac{|I_p|}{m_I} = \frac{1,78}{1} = 1,78 \text{ см};$$

$$\overline{I_{p1}} = \frac{|I_{p1}|}{m_I} = \frac{3,81}{1} = 3,81 \text{ см} \quad \overline{I_1} = \frac{|I_1|}{m_I} = \frac{6,35}{1} = 6,35 \text{ см};$$

$$\overline{I_{a2}} = \frac{|I_{a2}|}{m_I} = \frac{1,524}{1} = 1,524 \text{ см} \quad \overline{I_2} = \frac{|I_2|}{m_I} = \frac{2,54}{1} = 2,54 \text{ см};$$

$$\overline{I_{p2}} = \frac{|I_{p2}|}{m_I} = \frac{2,032}{1} = 2,032 \text{ см} \quad \overline{I} = \frac{|I|}{m_I} = \frac{6,86}{1} = 6,86 \text{ см};$$

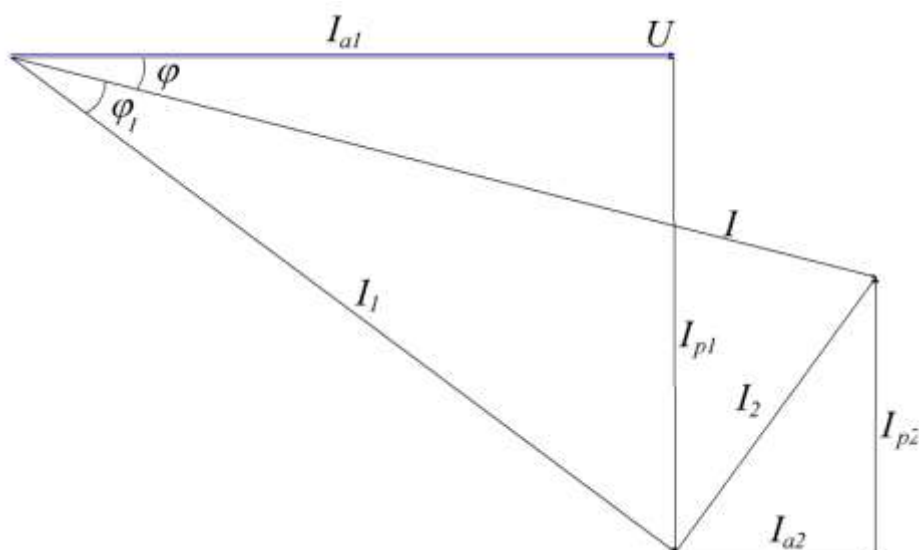


Рисунок 5 – Векторная диаграмма токов и напряжений

Критерии оценки расчетного задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	<ul style="list-style-type: none"> - правильность применения формул в соответствии со схемой рассчитываемого варианта; - умение производить технические расчеты; - умение строить векторную диаграмму; - самостоятельность выполнения работы; - выводы по работе 	10 баллов
Оформление работы	<ul style="list-style-type: none"> - работа отвечает основным требованиям к оформлению технического документа; - соответствие требований ГОСТ на условно-графические обозначения элементов при вычерчивании схем 	5 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 1.5. Трехфазные электрические цепи

Самостоятельная работа № 7

Задание: Выполнение расчетного семестрового задания в соответствии с индивидуальным заданием: Цепь, состоящая из трех ветвей, параметры которых r_ϕ , $X_{L\phi}$, $X_{C\phi}$ приведены в таблице, присоединена к сети напряжением U и частотой $f = 50$ Гц. Расчет произвести при симметричной нагрузке для соединения в звезду и в треугольник, при несимметричной нагрузке в соответствии с заданием.

Время на выполнение: 8 часов

Цель выполнения: закрепление знаний законов Ома и Кирхгофа применительно к расчету трехфазных цепей переменного тока, правил графического изображения элементов электрических схем, умений по расчетам параметров трехфазных электрических цепей переменного тока, навыков по вычерчиванию электрических схем и векторных диаграмм.

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам: Законы Ома и Кирхгофа, расчет трехфазных цепей переменного тока при соединении в звезду и треугольник при симметричной и несимметричной нагрузке по фазам: Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники: учебник для студ. среднего проф. образования/ Е. А. Лоторейчук. – М.: ФОРУМ:ИНФРА - М, 2014. – с.215 – 237.
2. Выписать исходные данные в соответствии с вариантом (приложение 4)
3. В соответствии с исходными данными вычертить схему цепи, соблюдая требования ГОСТ на условно-графические обозначения элементов электрических схем.
4. Определить фазные и линейные токи; коэффициент мощности каждой фазы; углы сдвига фаз токов относительно напряжения сети; активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи при соединении потребителя в звезду и в треугольник при симметричной нагрузке фаз.
5. Построить векторную диаграмму для каждого способа соединения потребителей.
6. Сравнить полученные в двух случаях параметры электрической цепи и сделать вывод.
7. При изменении нагрузки по фазам при соединении потребителя в звезду определить фазные и линейные токи и ток в нейтральном проводе графоаналитическим методом.

Пример выполнения задания

Три одинаковые катушки включены в сеть трехфазного тока с напряжением $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$. Активное сопротивление каждой катушки $R_{\phi} = 2 \text{ Ом}$, индуктивное – $X_{\phi} = 9,8 \text{ Ом}$.

Определить линейный ток и мощность, потребляемую катушками, если они включены «звездой» и «треугольником». Построить векторную диаграмму.

Расчет симметричного трехфазного потребителя, соединенного «звездой»

Решение

1. Составляем схему цепи (рисунок 6)

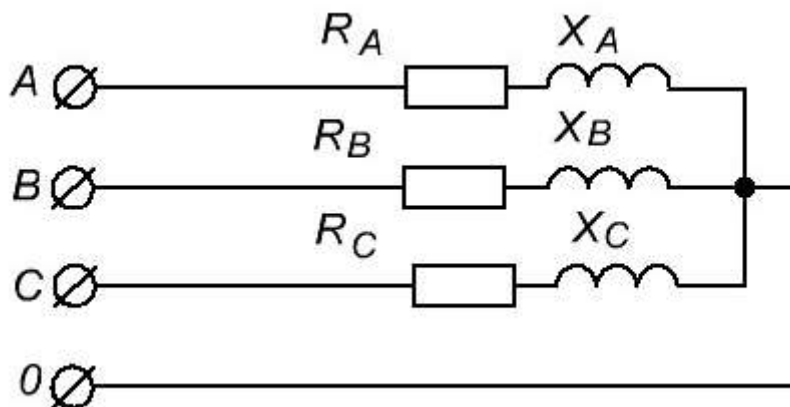


Рисунок 6 – Схема трехфазного потребителя, соединенного в звезду

2. Напряжение фазное:
$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{1,73} = 127 \text{ В}$$

3. Полное сопротивление каждой катушки:

$$Z_{\phi} = \sqrt{R_{\phi}^2 + X_{\phi}^2} = \sqrt{2^2 + 9,8^2} = 10 \text{ Ом}$$

4. Фазный ток:
$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}} = \frac{127}{10} = 12,7 \text{ А}$$

5. Линейный ток:

$$I_{л} = I_{\phi} = 12,7 \text{ A}$$

6. Коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}} = \frac{2}{10} = 0,2$$

7. Мощность, потребляемая катушками:

$$P = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} \times \cos \varphi = 3 \times 12,7 \times 127 \times 0,2 = 967 \text{ Вт} - \text{активная}$$

$$Q = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} \times \sin \varphi = 3 \times 12,7 \times 127 \times \sqrt{1 - 0,2^2} = 4741 \text{ ВАр} - \text{реактивная}$$

$$S = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} = 3 \times 12,7 \times 127 = 4839 \text{ ВА} - \text{полная.}$$

8. Угол сдвига между фазными токами и напряжениями определяется с помощью инженерного калькулятора или таблиц Брадиса:

$$\varphi = \arccos 0,2 = \arccos 0,2 = 78^{\circ}.$$

9. Строим векторную диаграмму (рисунок 7):

9.1. Принимаем масштаб отдельно для напряжения $m_U = 25 \text{ В/см}$ и по току $m_I = 5 \text{ А/см}$, тогда

длина вектора фазного напряжения составляет $|\bar{U}_{\phi}| = \frac{U_{\phi}}{m_U} = \frac{127}{25} = 5,1 \text{ см}$; длина вектора

фазного тока составляет $|\bar{I}_{\phi}| = \frac{I_{\phi}}{m_I} = \frac{12,7}{5} = 2,5 \text{ см}$.

9.2. Вектор напряжения фазы А совмещаем с положительным направлением вертикальной оси. Откладываем вектор напряжения фазы В источника в сторону отставания от вектора напряжения фазы А на 120° , а вектор напряжения фазы С – в сторону опережения на угол 120° .

9.3. Соединяя концы векторов фазных напряжений источника, получим векторы линейных напряжений источника. Длины векторов линейных напряжений определяются

$|\bar{U}_{л}| = \frac{U_{л}}{m_U} = \frac{220}{25} = 8,8 \text{ см}$. Векторы линейных напряжений одинаковы, так как генератор

индуктирует симметричные ЭДС, следовательно, и напряжения симметричны.

9.4. В соответствии с характером нагрузки (активно - индуктивный) откладываем векторы фазных токов под углом $\varphi = 78^{\circ}$ в сторону отставания от соответствующих фазных напряжений.

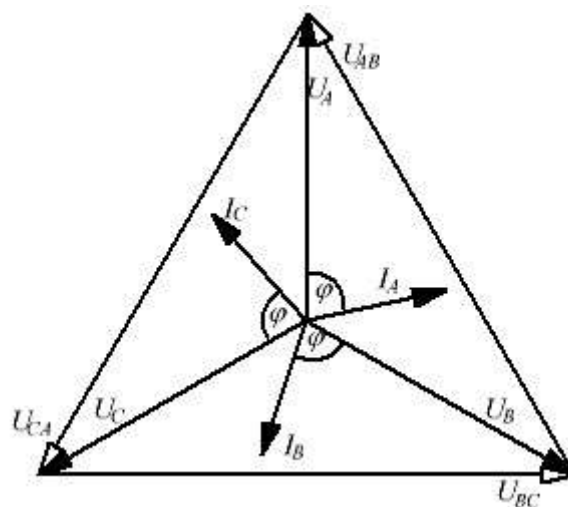


Рисунок 7 – Векторная диаграмма токов и напряжений при соединении потребителя «звездой»

Расчет симметричного трехфазного потребителя, соединенного «треугольником»

Решение

1. Составляем схему цепи (рисунок 8)

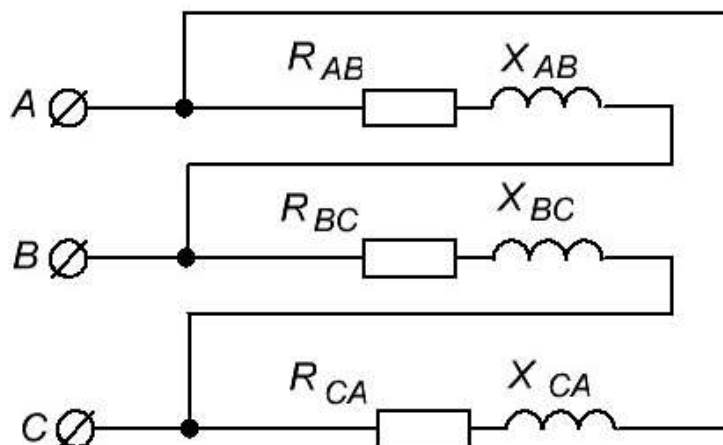


Рисунок 8 – Схема трехфазного потребителя, соединенного в треугольник

2. Напряжение фазное: $U_{\phi} = U_{Л} = 220В$

3. Полное сопротивление каждой катушки:

$$Z_{\phi} = \sqrt{R_{\phi}^2 + X_{\phi}^2} = \sqrt{2^2 + 9,8^2} = 10\text{Ом}$$

4. Фазный ток: $I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}} = \frac{220}{10} = 22А$

5. Линейный ток: $I_{Л} = \sqrt{3} \times I_{\phi} = 1,73 \times 22 = 38А$

6. Коэффициент мощности: $\cos\varphi = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}} = \frac{2}{10} = 0,2$

7. Мощность, потребляемая катушками:

$$P = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} \times \cos\varphi = 3 \times 22 \times 220 \times 0,2 = 2904\text{Вт} - \text{активная}$$

$$Q = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} \times \sin\varphi = 3 \times 22 \times 220 \times \sqrt{1 - 0,2^2} = 14227\text{ВАр} - \text{реактивная}$$

$$S = 3 \times I_{\phi} \times U_{\phi} = 3 \times 22 \times 220 = 14520\text{ВА} - \text{полная.}$$

8. Угол сдвига между фазными токами и напряжениями определяется с помощью инженерного калькулятора или таблиц Брадиса:

$$\varphi = \arccos 0,2 = \arccos 0,2 = 78^{\circ}.$$

9. Строим векторную диаграмму (рисунок 9):

9.1. Принимаем масштаб отдельно для напряжения $m_U = 25 \text{ В/см}$ и по току $m_I = 5 \text{ А/см}$, тогда

длина вектора фазного напряжения составляет $|\bar{U}_{\phi}| = \frac{U_{\phi}}{m_U} = \frac{220}{25} = 8,8 \text{ см}$; длина вектора

фазного тока составляет $|\bar{I}_{\phi}| = \frac{I_{\phi}}{m_I} = \frac{22}{5} = 4,4 \text{ см}$; длина вектора линейного тока составляет

$$|\bar{I}_{Л}| = \frac{I_{Л}}{m_I} = \frac{38}{5} = 7,6 \text{ см}$$

9.2. Вектор напряжения фазы АВ совмещаем с положительным направлением вертикальной оси. Откладываем вектор напряжения фазы ВС источника в сторону отставания от вектора напряжения фазы АВ на 120° , а вектор напряжения фазы СА – в сторону опережения на угол 120° .

9.3. В соответствии с характером нагрузки (активно - индуктивный) откладываем векторы фазных токов под углом $\varphi = 78^{\circ}$ в сторону отставания от соответствующих фазных напряжений.

9.4. Строим вектора линейных токов по уравнениям:

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} \quad \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB} \quad \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC}$$

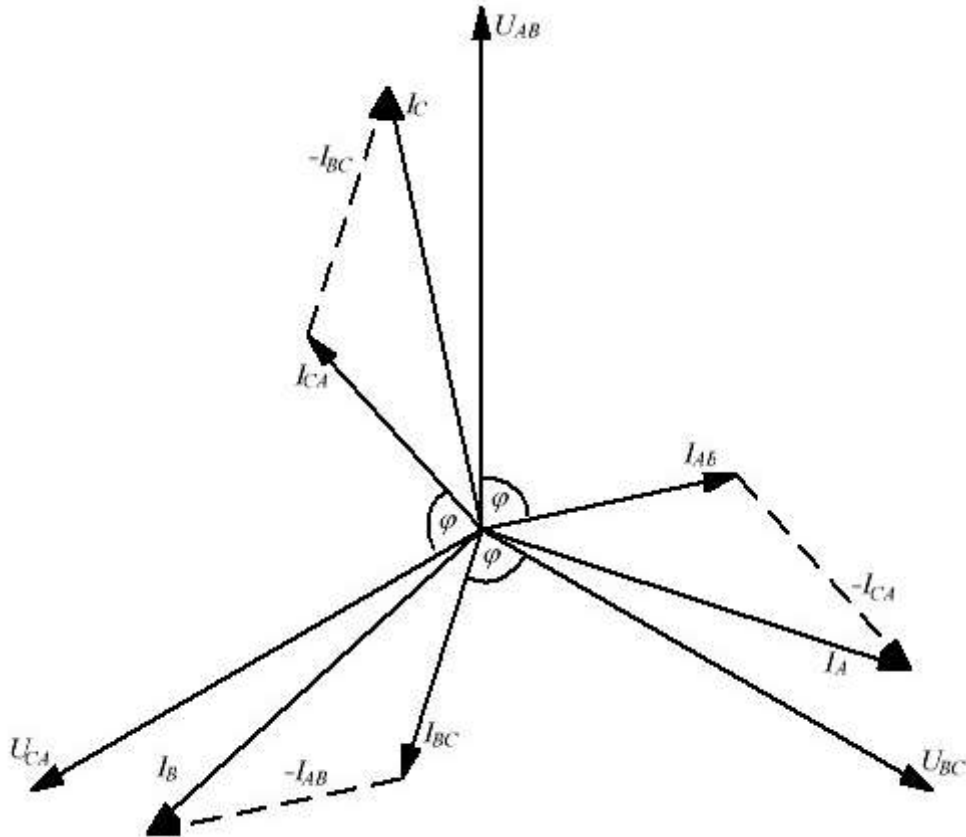


Рисунок 9 – Векторная диаграмма токов и напряжений при соединении потребителя «треугольником»

Расчет несимметричного потребителя, соединенного «звездой» графоаналитическим методом

Имеется трехфазный потребитель с сопротивлениями: $\underline{Z}_A = 8 + j6 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_B = j10 \text{ Ом}$, $\underline{Z}_C = 3 - j4 \text{ Ом}$, включенный под линейное напряжение $U_L = 346 \text{ В}$.

Определить фазные токи и ток в нейтральном проводе путем построения векторной диаграммы: I_A, I_B, I_C, I_0, P .

Решение:

1. В соответствии с исходными данными составляем схему трехфазной электрической цепи (рисунок 10): действительная часть комплексного сопротивления – резистор соответствующего сопротивления, мнимая часть – реактивное сопротивление (если перед мнимой частью стоит знак «+», то сопротивление носит индуктивный характер, если знак «-» – емкостный).

2. Фазное напряжение:

$$U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{346}{1,73} = 220 \text{ В}$$

3. Полные сопротивления фаз:

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{0^2 + 10^2} = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ Ом}$$

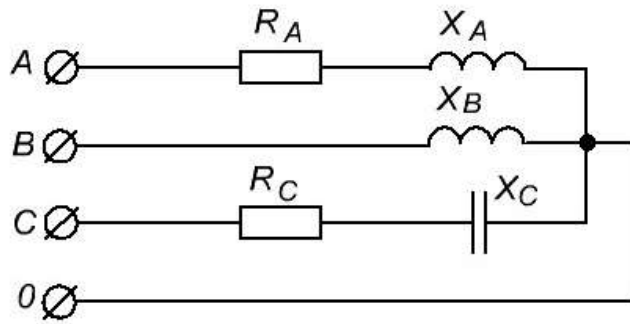


Рисунок 10 – Схема несимметричной звезды

4. Фазные токи:

$$I_A = \frac{U_\phi}{Z_A} = \frac{200}{10} = 20 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{U_\phi}{Z_B} = \frac{200}{10} = 20 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{U_\phi}{Z_C} = \frac{200}{5} = 40 \text{ A}$$

5. Углы сдвига фаз между напряжениями и токами:

$$\varphi_A = \arccos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A} = \arccos \frac{8}{10} = 37^\circ, \text{ нагрузка R - L}$$

$$\varphi_B = \arccos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B} = \arccos \frac{0}{10} = 90^\circ, \text{ нагрузка чисто - L}$$

$$\varphi_C = \arccos \varphi_C = \frac{R_C}{Z_C} = \arccos \frac{3}{5} = 53^\circ, \text{ нагрузка R - C.}$$

6. Определить ток в нейтральном проводе с помощью векторной диаграммы:

строим вектора фазных напряжений ($m_u = 100 \text{ В/см}$);

строим вектора фазных токов ($m_i = 10 \text{ А/см}$);

строим вектор тока в нулевом проводе: $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$ (рис.11)

Из диаграммы получаем $I_N = m_i \times |\dot{I}_N| = 10 \times 4,2 = 42 \text{ А}$,

где m_i - выбранный масштаб по току, А/см,

$|\dot{I}_N|$ - длина полученного на диаграмме вектора тока в нейтральном проводе, см.

Критерии оценки расчетного задания аналогичны заданию №6.

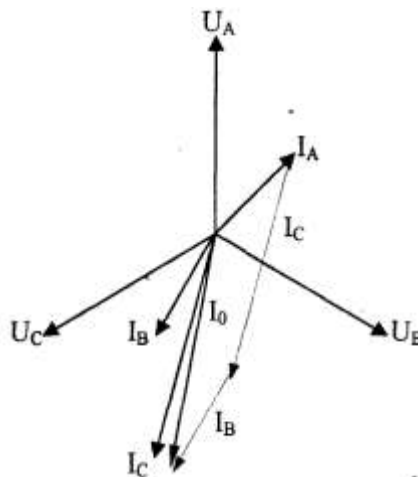


Рисунок 11 – Определение тока в нулевом проводе по векторной диаграмме

Тема 2.1 Электрические измерения Самостоятельная работа № 8

Задание: Выполнение индивидуального графического задания по вычерчиванию схем включения электроизмерительных приборов для определения тока, напряжения и мощности.

Время на выполнение: 6 часов

Цель выполнения: закрепление знаний правил графического изображения элементов электрических схем, умений пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями, навыков по вычерчиванию электрических схем.

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по вопросам: Измерения силы тока, напряжения и мощности, масштабные измерительные преобразователи Хромоин, П. К. Электротехнические измерения: учебное пособие/ П.К. Хромоин. – М.: ФОРУМ, 2011. – с.72 – 84, 172 – 186, 208 – 218.

2. Вычертить исходную схему в соответствии с вариантом (приложение 5), соблюдая требования ГОСТ на условно-графические обозначения элементов электрических схем.

3. Включить в схему варианта:

3.1 необходимое количество амперметров для измерения токов участков и тока неразветвленной части цепи;

3.2 необходимое количество вольтметров для измерения напряжений на всех участках цепи и подведенного к схеме напряжения источника питания;

3.3 амперметр с шунтом для измерения силы тока в резисторе R2;

3.4 вольтметр с добавочным сопротивлением для измерения напряжения на резисторе R1;

3.5 амперметр через измерительный трансформатор тока для измерения тока в резисторе R3;

3.6 вольтметр через измерительный трансформатор напряжения для измерения напряжения на резисторе R4;

3.7 ваттметры для измерения общей мощности цепи и мощностей резисторов R5 и R4;

3.8 ваттметр через измерительный трансформатор тока для измерения мощности резистора R1;

3.9 ваттметр через измерительные трансформаторы тока и напряжения для измерения мощности всей цепи.

Пример выполнения задания

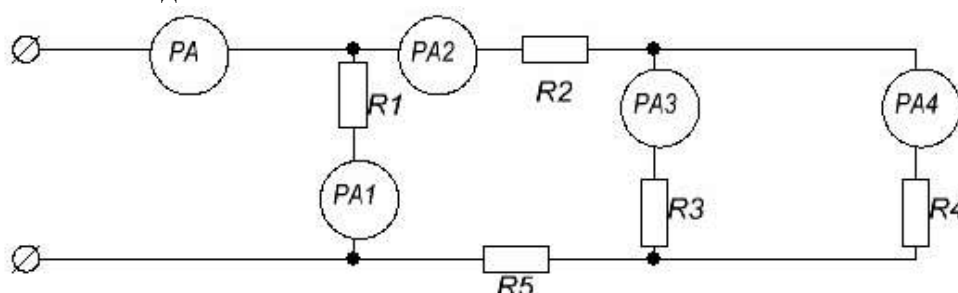


Рисунок 12 – Необходимое количество амперметров для измерения силы тока всех участков

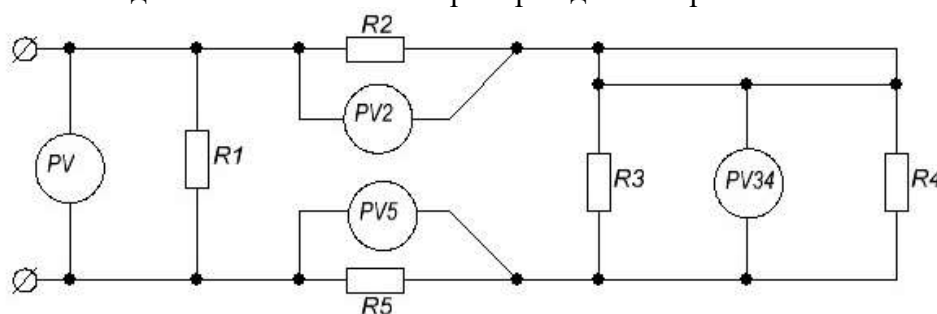


Рисунок 13 – Необходимое количество вольтметров для измерения напряжения на всех участках цепи

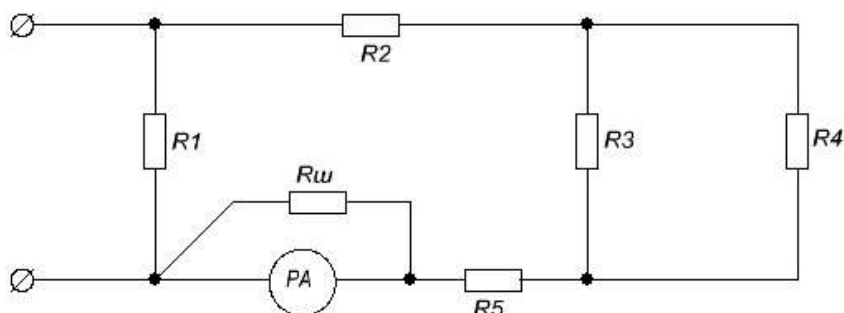


Рисунок 14 – Амперметр с шунтом для измерения силы тока в резисторе R5

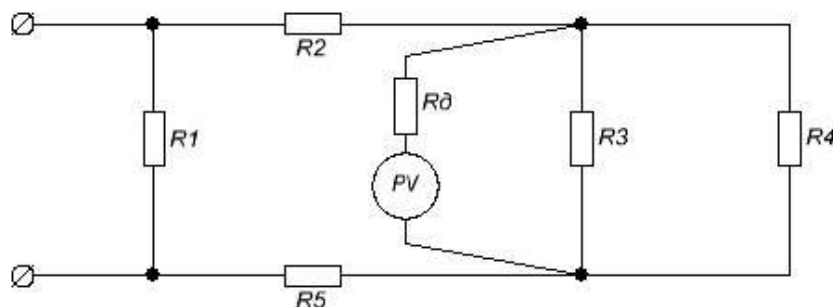


Рисунок 15 – Вольтметр с добавочным сопротивлением для измерения напряжения на резисторе R3

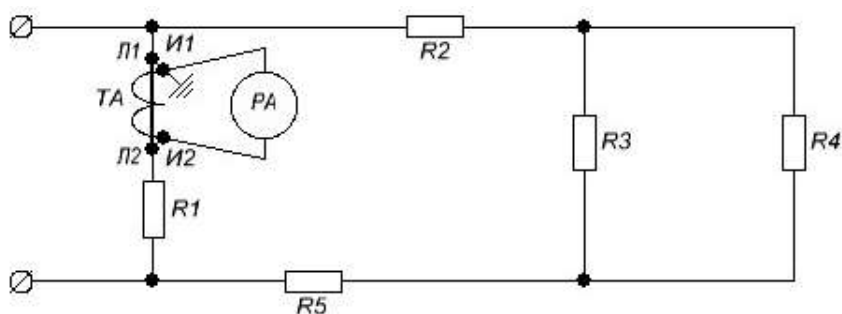


Рисунок 16 – Амперметр через измерительный трансформатор тока для измерения тока в резисторе R1

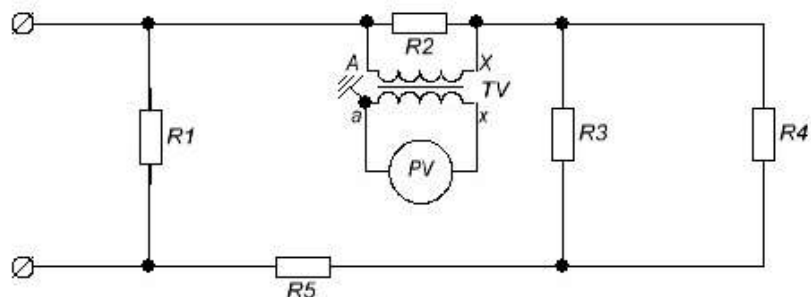


Рисунок 17 - Вольтметр через измерительный трансформатор напряжения для измерения напряжения на резисторе R2

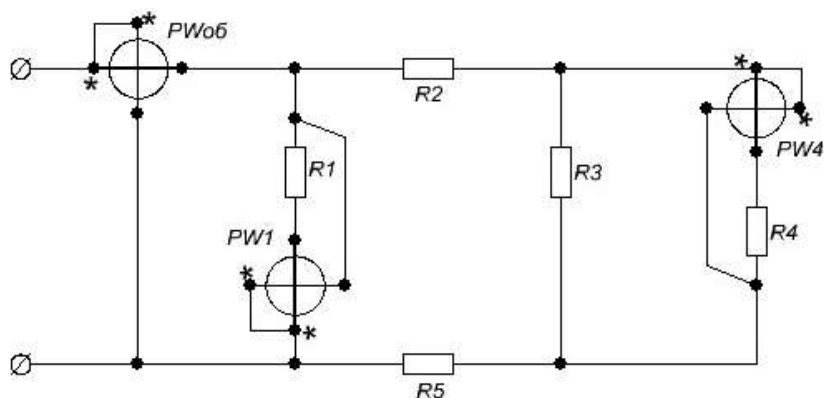


Рисунок 18 – Ваттметры для измерения общей мощности цепи и мощностей резисторов R1 и R4

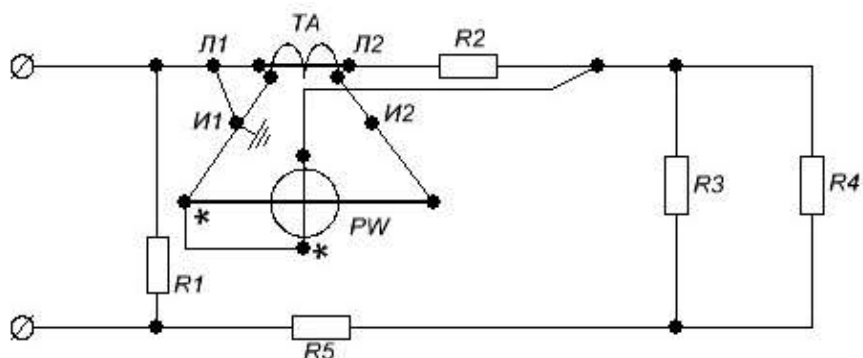


Рисунок 19 – Ваттметр через измерительный трансформатор тока для измерения мощности резистора R2

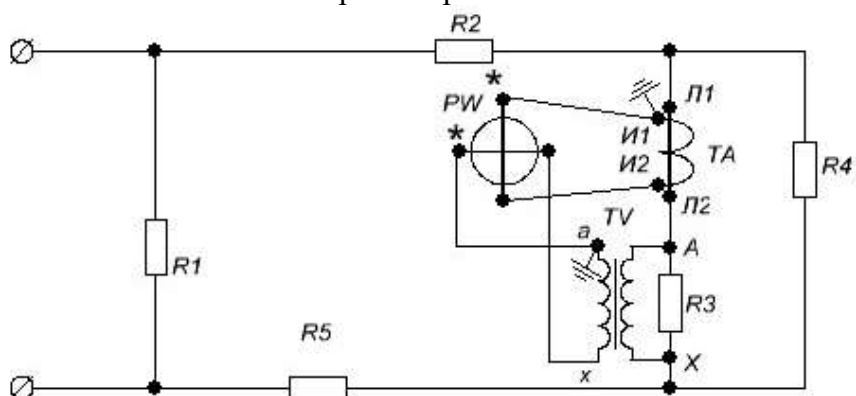


Рисунок 20 – Ваттметр через измерительные трансформаторы тока и напряжения для измерения мощности резистора R3

Критерии оценки графического задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	<ul style="list-style-type: none"> - правильность подключения приборов в соответствии со схемой варианта; - умение выбрать оптимальное количество измерительных приборов; - умение расположить приборы на схеме так, чтобы не затруднялось ее чтение; - самостоятельность выполнения работы 	10 баллов
Оформление работы	<ul style="list-style-type: none"> - работа отвечает основным требованиям к оформлению технического документа; - соответствие требований ГОСТ на условно- 	5 баллов

	графические обозначения элементов при вычерчивании схем	
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Самостоятельная работа № 9

Задание: Написание рефератов по теме: «Измерение неэлектрических величин электрическими методами»

Время на выполнение: 8 часов

Цель выполнения: знакомство с электрическими методами измерения неэлектрических величин, таких как температура, влажность, уровень и т.д., практическим применением этих методов

Рекомендации по выполнению:

1. Выбрать для написания одну из предложенных тем:
 - 1.1 Измерение температуры
 - 1.2 Измерение влажности
 - 1.3 Измерение давления
 - 1.4 Измерение линейного и углового перемещения
 - 1.5 Измерение концентрации
 - 1.6 Применение электрических средств измерений для анализа свойств и состава молока и кормосмесей
 - 1.7 Измерение уровня
 - 1.8 Измерение скорости воздуха и расхода газов и жидкостей
2. Подобрать и изучить основные источники по теме (как правило, при разработке реферата используется не менее 8 - 10 различных источников).
3. Составить список литературы.
4. Обработать и систематизировать информацию.
5. Разработать план реферата.
6. Написать реферат, придерживаясь следующей структуры (содержания):

Титульный лист.

Оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов реферата, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт).

Введение (формулируется суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цели и задачи реферата, дается характеристика используемой литературы - 0,5-1 страницы);

Основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы – 3-5 страниц).

Заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме реферата, предлагаются рекомендации – 0,5-1 страница).

Список литературы (1 страница).
7. Публично выступить с результатами исследования.

Критерии оценки реферата

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- актуальность темы исследования; - постановка цели; - соответствие содержания теме; - глубина проработки материала; - правильность и полнота использования источников; - самостоятельность выполнения работы	12 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к оформлению технического документа	3 балла
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 2.2. Электротехнические материалы Самостоятельная работа № 10

Задание: Составление сравнительной характеристики магнитных материалов

Время на выполнение: 2 часа

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, основных электротехнических материалов

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по теме Электротехнические материалы с использованием конспекта, учебника или электронных ресурсов
2. Вычертить форму сравнительной таблицы (приложение б)
3. Заполнить таблицу с учетом теоретических знаний
4. Сделать вывод о применении различных магнитных материалов

Критерии оценки задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность выбранных формулировок и свойств материалов; - правильность написания терминов; - самостоятельность выполнения работы;	12 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к выполнению задания; - эстетический вид задания	3 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 2.3. Электрические машины постоянного тока

Самостоятельная работа № 11

Задание: Составление таблицы Устройство и назначение элементов конструкции МПТ

Время на выполнение: 2 часа

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, устройства электрических машин постоянного тока

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по теме Машины постоянного тока с использованием конспекта, учебника или электронных ресурсов
2. Вычертить форму таблицы (приложение 7)
3. Заполнить таблицу с учетом теоретических знаний
4. Сделать вывод об особенностях конструкции машин постоянного тока

Критерии оценки задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность выбранных формулировок конструкции и назначения элементов; - правильность написания терминов; - самостоятельность выполнения работы;	12 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к выполнению задания; - эстетический вид задания	3 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 2.4. Электрические машины переменного тока

Самостоятельная работа № 12

Задание: Составление таблицы Устройство и назначение элементов конструкции машин переменного тока

Время на выполнение: 2 часа

Цель выполнения: закрепление знаний электротехнической терминологии, устройства электрических машин переменного тока

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по теме Машины переменного тока с использованием конспекта, учебника или электронных ресурсов
2. Вычертить форму таблицы (приложение 8)
3. Заполнить таблицу с учетом теоретических знаний
4. Сделать вывод о сходстве и различии асинхронных и синхронных машин переменного тока

Критерии оценки задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность выбранных формулировок конструкции и назначения элементов; - правильность написания терминов; - наличие вывода о сходстве и различии асинхронных и синхронных машин переменного тока; - самостоятельность выполнения работы;	12 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к выполнению задания; - эстетический вид задания	3 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Тема 2.5. Электрические сети и схемы электроснабжения

Самостоятельная работа № 13

Задание: Вычерчивание электрических схем

Время на выполнение: 2 часа

Цель выполнения: закрепление знаний правил графического изображения элементов электрических схем; умения читать принципиальные, электрические и монтажные схемы

Рекомендации по выполнению:

1. Повторить теоретический материал по теме Электрические сети и схемы электроснабжения с использованием конспекта, учебника или электронных ресурсов
2. Выделить на схеме своего варианта отдельные элементы электрической цепи, определив их назначение (приложение 9)
3. Вычертить схему в соответствии с требованиями ГОСТ
4. Вычертить таблицу перечня элементов электрической схемы (приложение 10)
5. Заполнить таблицу с учетом теоретических знаний

Критерии оценки задания

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Содержание работы	- правильность чтения условных обозначений элементов; - правильность составления перечня элементов электрической схемы; - самостоятельность выполнения работы;	10 баллов
Оформление работы	- работа отвечает основным требованиям к оформлению технического документа; - соответствие требований ГОСТ на условно-графические обозначения элементов при вычерчивании схем	5 баллов
Общее максимальное количество баллов		15

Оценки

Количество набранных баллов	Качественная оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
15 - 13	5	отлично
12 - 10	4	хорошо
9 - 7	3	удовлетворительно
менее 7	2	не удовлетворительно

Заключение

Самостоятельная работа развивает мышление, позволяет выявить причинно-следственные связи в изученном материале, углубляет знания, способствует формированию общих и профессиональных компетенций обучающегося.

Самостоятельная работа является одним из условий получения итоговой оценки по учебной дисциплине.

В данном пособии, разработанном для организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по специальности 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства по дисциплине Основы электротехники представлены основные формы самостоятельной работы студентов, порядок ее выполнения, критерии оценки. Кроме того, приведен список рекомендуемых источников.

Список литературы

Основные источники

1. Крутов, А. В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Крутов, Э. Л. Кочетова, Т. Ф. Гузанова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 376 с.: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67742.html>
2. Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 320 с.: ил.; Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/444811>

Дополнительные источники

1. Клепча, В. Ф. Электротехника. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Клепча. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016.: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67802.html>
2. Расчет электрических и магнитных цепей и полей. Решение задач: Учебное пособие / Лоторейчук Е.А. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 272 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544704>
3. Теоретические положения и тестирование базовых знаний по электротехнике: Учебное пособие / Чесноков А.В., Поляков А.Е., Филимонова Е.М. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 164 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/519269>
4. Хромоин, П. К. Электротехнические измерения: учебное пособие/ П.К. Хромоин. – М.: ФОРУМ, 2011. – 288с.
5. Хрусталева, З.А. Электротехнические измерения: учебник/ З.А. Хрусталева. – М.: КНОРУС, 2012. – 208с.

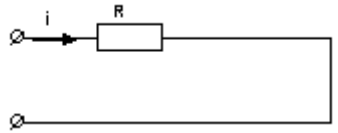
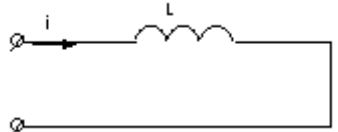
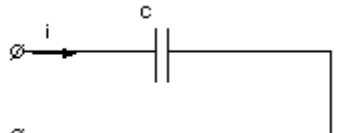
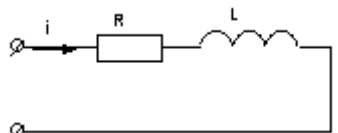
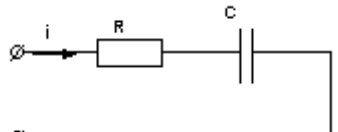
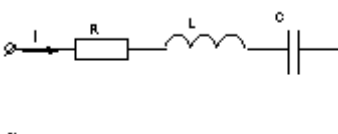
Интернет-ресурсы

1. Вся электрика от А до Я. [Электронный ресурс] // [сайт] / Компания 21 век – 220В. – Режим доступа: <http://www.21vek-220v.ru>
2. Дом энергии - сайт об альтернативных источниках энергии, электростанциях и генераторах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dom-en.ru>
3. Персональный сайт преподавателя Бутенко Е.В. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elena70.ucoz.ru>
4. Школа для электрика все секреты мастерства [Электронный ресурс] / Источник информации: [Школа для электрика: электротехника и электроника](http://electricalschool.info). Статьи, советы, полезная информация. – Режим доступа: <http://electricalschool.info>
5. Электрокласс. Информационно – справочное издание [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://eleczon.ru/ucheba.html>
6. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс] // [сайт], 2005. – Режим доступа: <http://electrolibrary.info>
7. Электротехника в доступной форме. [Электронный ресурс] // [сайт], 2013 – Режим доступа: <http://electrono.ru>

Приложение 1 – Исходные данные к расчету разветвленной цепи методом наложения, методом составления уравнений по законам Кирхгофа и методом узлового напряжения

№ варианта	Первый источник			Второй источник			Третий источник			R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом
	E ₁ , В	Направ - ление	r ₀₁ , Ом	E ₂ , В	Направ - ление	r ₀₂ , Ом	E ₃ , В	Направ - ление	r ₀₃ , Ом			
1	119	вверх	0,5	120	вниз	0,5	-	-	-	28	6	2
2	100	вверх	0	200	вверх	0	-	-	-	2	4	10
3	80	вверх	1	60	вверх	1	20	вниз	0,5	3	5	10
4	30	вверх	1	-	-	-	10	вниз	1	6	6	1
5	400	вверх	1	100	вниз	1	-	-	-	3	3	5
6	200	вверх	1	-	-	-	50	вниз	0,5	4	4	2
7	-	-	-	100	вверх	0,5	40	вниз	1	5	7	3
8	30	вверх	1	-	-	-	60	вверх	1	2	4	1
9	50	вверх	0,5	200	вверх	0,5	-	-	-	2	4	2
10	400	вверх	0	-	-	-	200	вверх	0	10	5	2
11	50	вверх	1	50	вверх	1	150	вверх	0,5	2,5	2,5	4
12	50	вверх	0	100	вниз	0	80	вверх	0	10	3	1
13	100	вверх	1	100	вверх	1	-	-	-	4	5	2
14	40	вверх	0	80	вверх	0	300	вниз	0	4	5	6
15	100	вниз	1	200	вверх	1	-	-	-	2	2	5
16	200	вверх	1	-	-	-	400	вверх	1	10	5	2
17	200	вверх	0	400	вверх	0	-	-	0	5	15	2
18	230	вверх	0,4	230	вверх	0,5	-	-	-	10	10	9,5
19	-	-	-	200	вверх	2	350	вниз	2	3	8	5
20	200	вверх	0,5	400	вниз	0,5	-	-	-	4	6	10
21	400	вверх	1	200	вверх	0,5	-	-	-	7	4	5
22	150	вверх	0,5	100	вниз	0,5	200	вниз	2	2	5	3
23	-	-	-	50	вниз	1	400	вниз	1	3	2	3
24	250	вниз	1	-	-	-	100	вверх	1	9	4	6
25	300	вниз	0	50	вверх	1	-	-	-	1	2	3

Приложение 2 – Сравнительная таблица цепей синусоидального переменного тока с различным характером нагрузки

Схема цепи	Вывод по сдвигу фаз между током и напряжением	Сопротивление цепи	Закон Ома	Формулы мощности
				
				
				
				
				
				

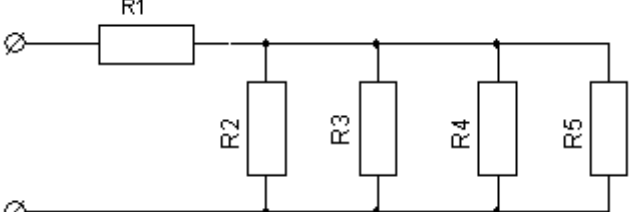
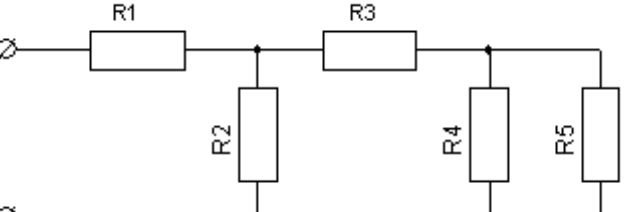
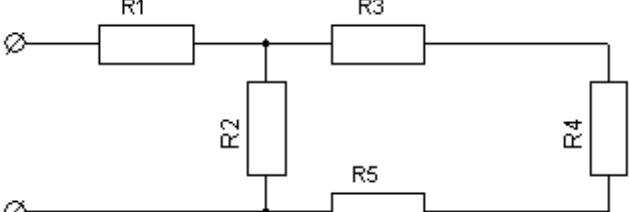
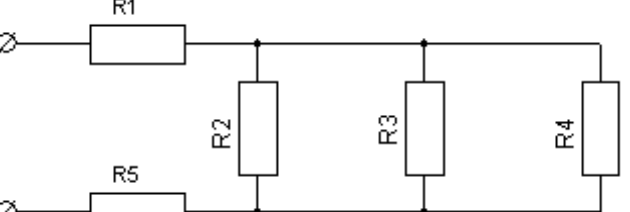
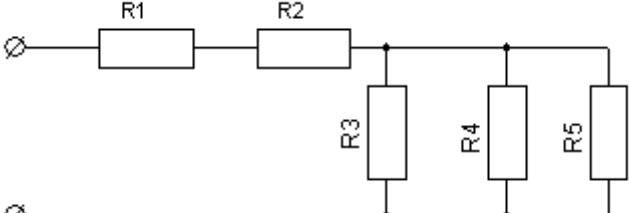
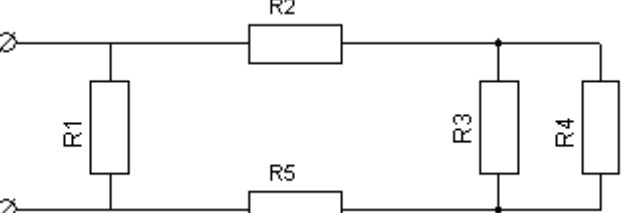
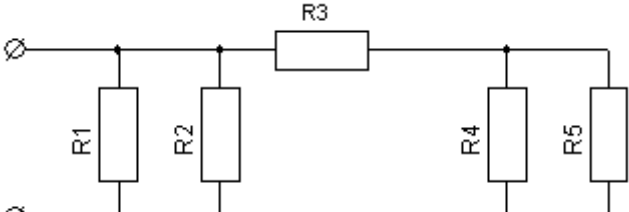
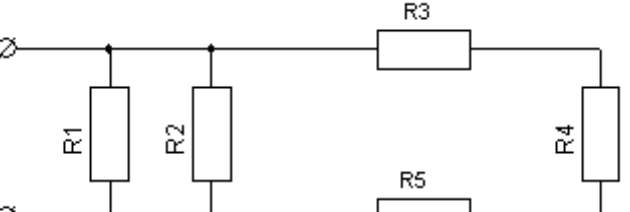
Приложение 3 – Исходные данные к расчету разветвленной цепи переменного тока общим методом и методом проводимостей

Номер варианта	Задаваемые величины						
	U, В	r_1 , Ом	X_{L1} , Ом	X_{C1} , Ом	r_2 , Ом	X_{L2} , Ом	X_{C2} , Ом
1	660	40	45	45	40	-	60
2	127	35	-	50	35	45	65
3	220	30	55	55	30	40	-
4	380	25	60	60	25	35	75
5	660	20	65	-	20	30	80
6	127	15	70	65	15	-	85
7	220	10	-	70	10	20	90
8	380	10	50	5	100	50	-
9	660	20	45	10	90	55	45
10	127	30	40	-	80	60	40
11	220	40	35	20	70	-	35
12	380	50	-	25	60	65	30
13	660	60	25	30	50	70	-
14	127	70	20	35	40	75	20
15	220	80	15	-	30	80	15
16	380	90	10	45	20	-	10
17	660	100	-	50	10	85	5
18	127	100	15	55	10	5	-
19	220	90	20	60	20	10	20
20	380	80	25	-	30	15	30
21	660	70	30	70	40	-	40
22	127	600	-	75	50	25	50
23	220	50	30	80	60	30	-
24	380	40	35	85	70	35	70
25	660	30	40	-	80	40	80

Приложение 4 – Исходные данные к расчету трехфазных цепей переменного тока при различных схемах соединения нагрузки

Номер варианта	U _Л , В	При симметричной нагрузке фаз			При несимметричной нагрузке фаз		
		R _Ф , Ом	X _{LФ} , Ом	X _{CФ} , Ом	Z _A , Ом	Z _B , Ом	Z _C , Ом
1	127	1	2	-	80+j60	-j40	25
2	220	2	3	-	24	60-j80	j50
3	380	20	98	-	12-j16	16+j12	-j10
4	660	3	4	-	32+j24	-j20	24
5	380	10	15	-	60+j80	-j30	40
6	220	12	16	-	j24	60+j80	30-j40
7	127	2	10	-	40-j30	j20	8+j6
8	220	20	30	-	6+j8	16-j12	-j20
9	380	50	30	-	8-j6	-j20	44
10	660	40	30	-	6-j8	j40	12+j16
11	380	12	-	16	16-j12	8+j6	j20
12	220	4	-	5	j25	12-j16	14
13	127	16	-	12	9,8+j5	10	2-j9,8
14	220	3	-	4	12-j16	16-j12	35
15	380	13	-	12	32+j24	20	4-j3
16	660	17	-	19	60+j80	3-j4	20
17	220	30	90	50	12+j16	24-j32	-j25
18	380	1,2	4,8	3,2	32-j24	16+j12	24-j32
19	660	60	40	90	40+j30	j20	12+j16
20	380	24	35	70	4-j3	12	20
21	220	27	12	65	-j10	3-j4	8-j6
22	127	23	67	89	20	6+j8	4+j3
23	220	45	34	78	6-j8	-j20	15
24	380	32	24	48	30-j40	8-j6	25
25	660	10	14	28	40	j20	8+j6

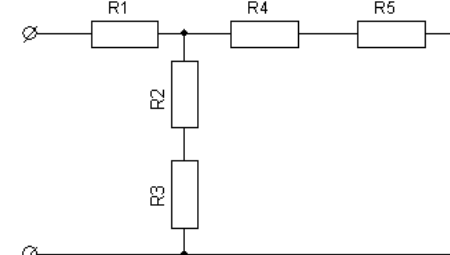
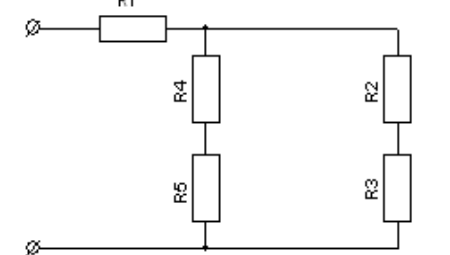
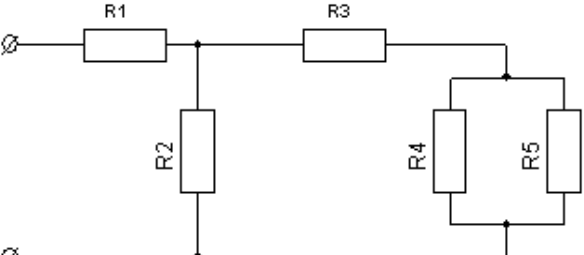
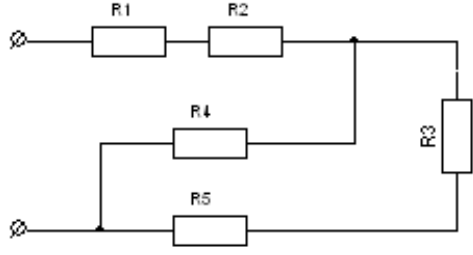
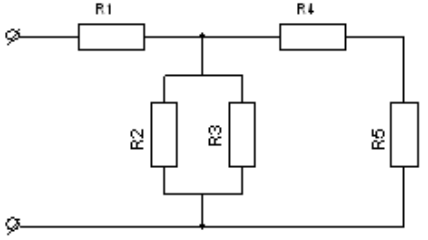
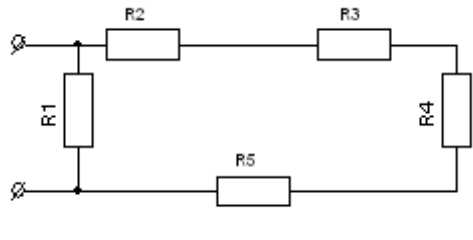
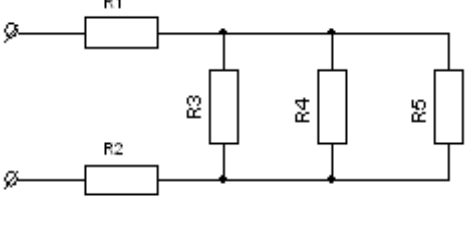
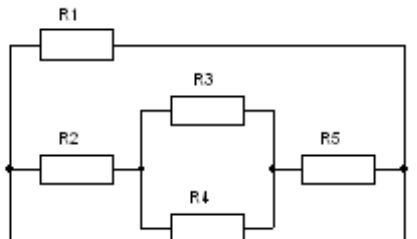
Приложение 5 – Исходные данные для вычерчивания схем включения электроизмерительных приборов для определения тока, напряжения и мощности

Номер варианта	Схема цепи	Номер варианта	Схема цепи
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	

Приложение 5 – Исходные данные для вычерчивания схем включения электроизмерительных приборов для определения тока, напряжения и мощности

Номер варианта	Схема цепи	Номер варианта	Схема цепи
9		10	
11		12	
13		14	
15		16	

Приложение 5 – Исходные данные для вычерчивания схем включения электроизмерительных приборов для определения тока, напряжения и мощности

Номер варианта	Схема цепи	Номер варианта	Схема цепи
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

Приложение 6 – Сравнительная характеристика магнитных материалов

	Диамагнетики	Парамагнетики	Ферромагнетики	
			Магнитомягкие	Магнитотвердые
Определение				
Значение магнитной проницаемости				
Вид кривой намагничивания				
Примеры материалов				
Область применения				

Приложение 7 – Устройство и назначение элементов конструкции МПТ

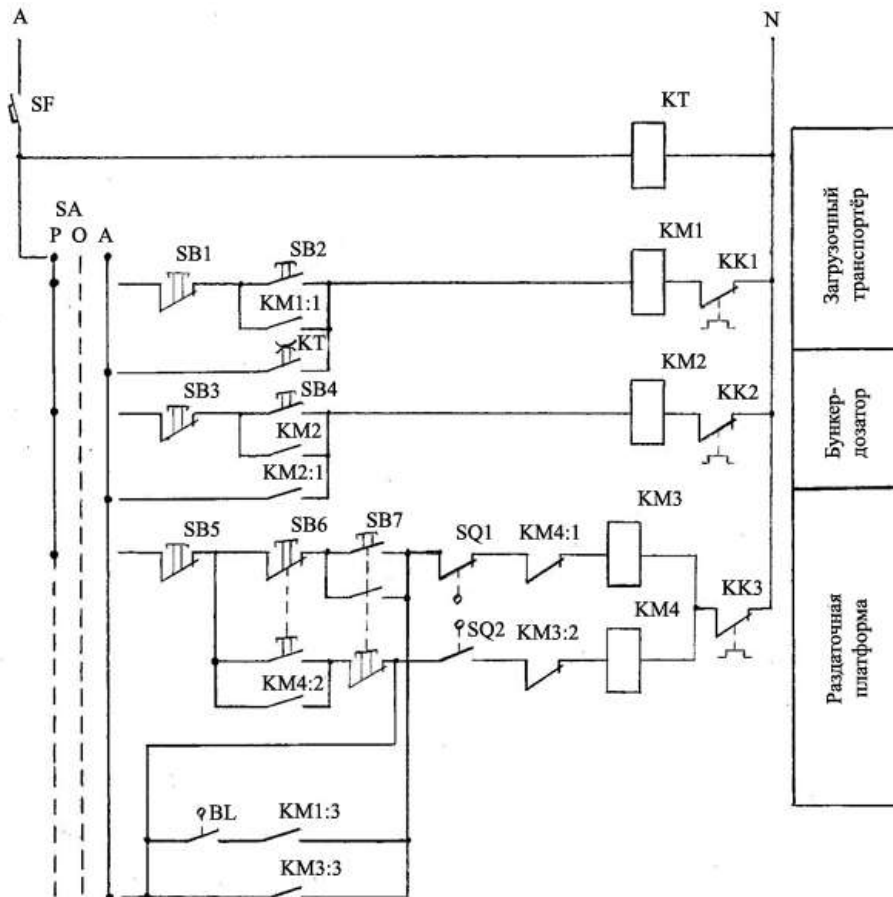
Элемент конструкции	Назначение	Конструкция	Материал, из которого изготовлен
Станина			
Основные полюса			
Обмотка полюсов			
Якорь			
Обмотка якоря			
Коллектор			
Щетки			
Щеткодержатели			

Приложение 8 – Устройство и назначение элементов конструкции машин переменного тока

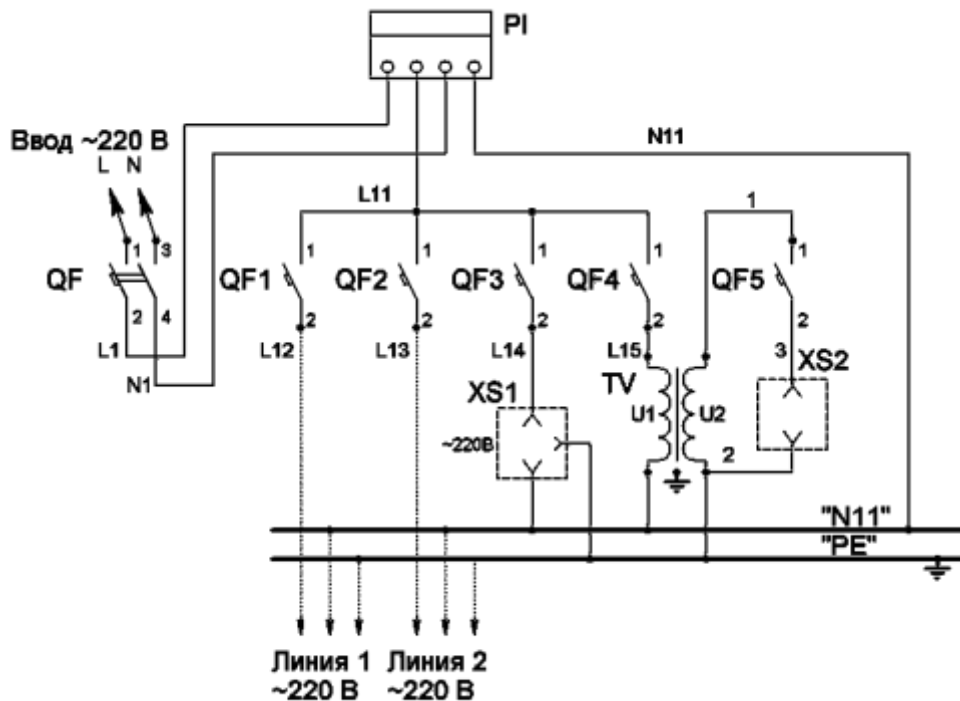
	Асинхронные машины	Синхронные машины
Конструкция статора		
Конструкция ротора		
Назначение		
Свойства:		
Скорость вращения ротора		
Регулировочные характеристики		
Пусковые токи		

Приложение 9 – Исходные данные для вычерчивания электрических схем и составления перечня элементов электрических схем

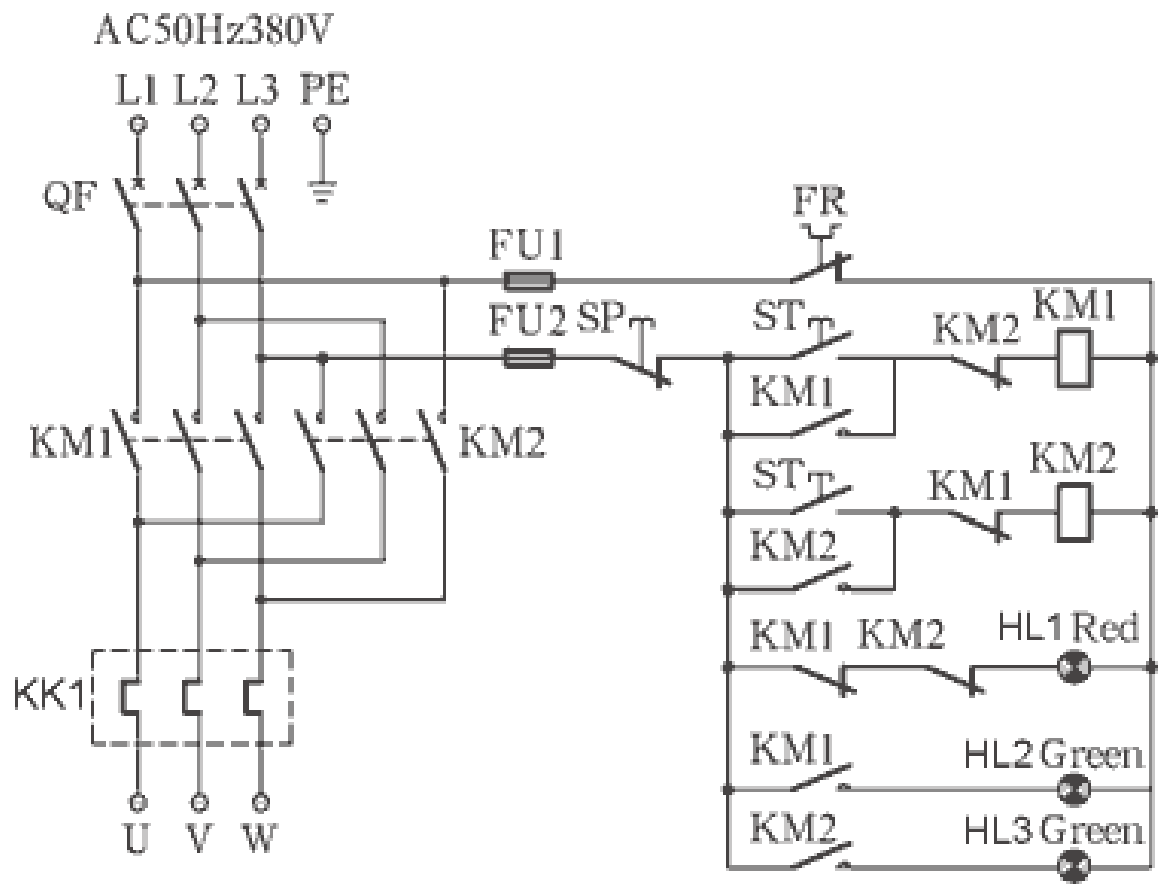
Вариант 1



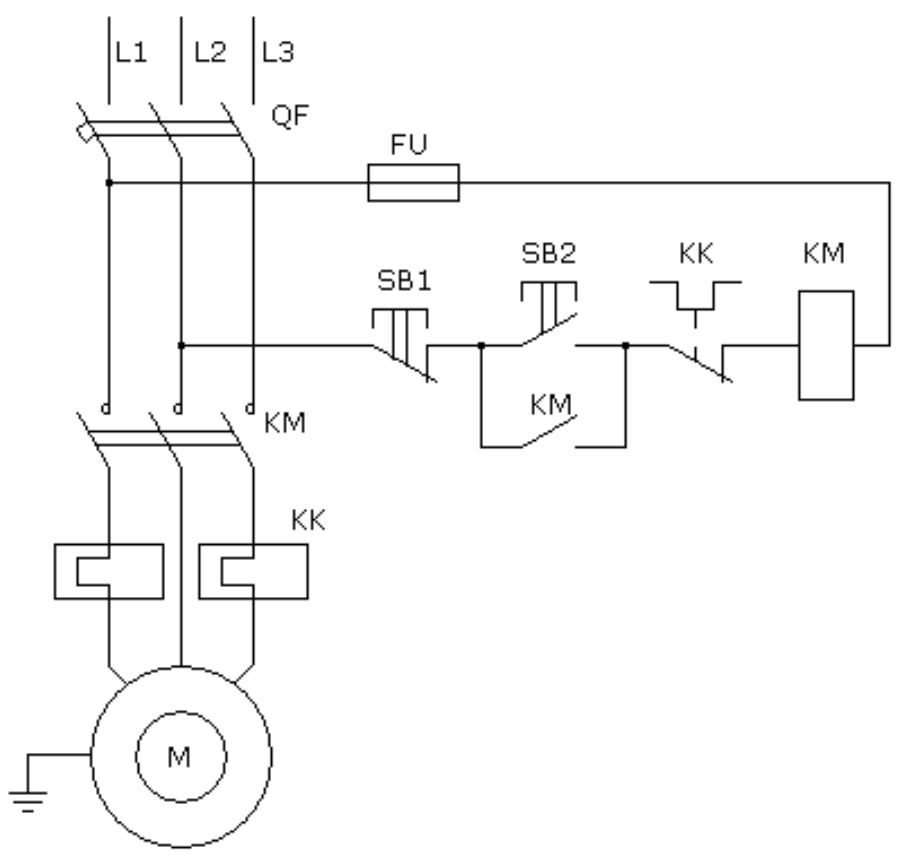
Вариант 2



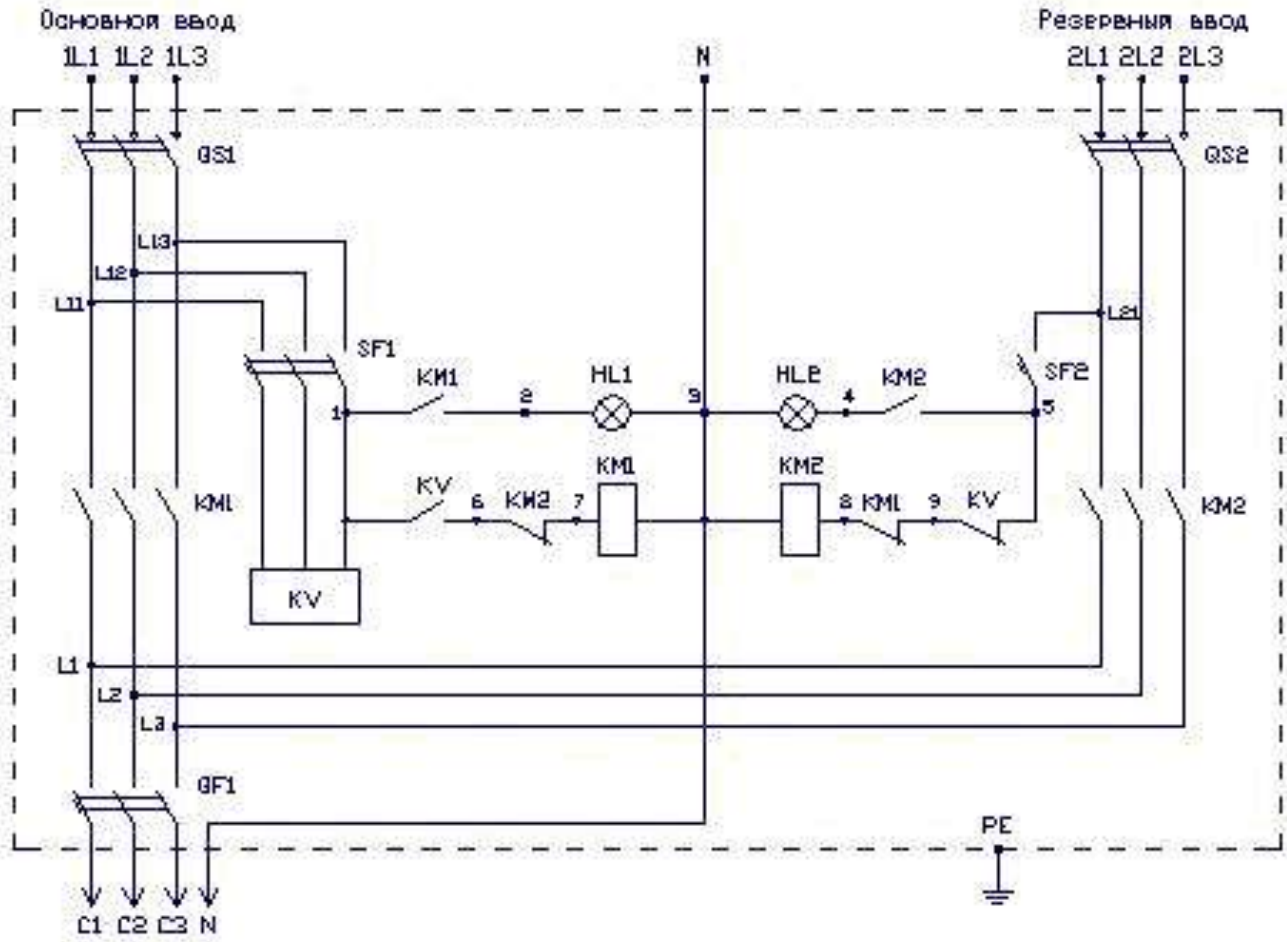
Вариант 3



Вариант4



Вариант 5



Приложение 10 – Перечень элементов электрических схем

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
20	110	10	

15
8
20
110
10
185