

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.17.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы электротехники 1

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	4	4
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	12,25	12,25
Самостоятельная работа	236	236
Контроль	3,75	3,75
Итого	252	252

Рабочую программу составил(и):
старший преподаватель кафедры «Электроснабжение и электротехника», Шлыков С.В.
(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 г)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение электромагнитных явлений в цепях, представленными идеализированными элементами схем замещения при различных воздействиях и режимах; ознакомиться с терминологией и символикой теории линейных электрических цепей постоянного и переменного тока в установившемся режиме; изучение методов расчета, анализа и моделирования линейных электрических цепей с использованием схем замещения; освоение способов записи уравнений состояния элементов и участков цепей в установившемся режиме.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Информационно-измерительная техника в электроэнергетике», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические машины и привод», «Электроснабжение», Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Техника высоких напряжений», «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения» и другие специальные дисциплины.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	Знать: основы теории активных и пассивных линейных электрических цепей постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока
		Уметь: проводить анализ и моделировать линейные электрические цепи постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока.
		Владеть: навыками работы с программами математических и компьютерных моделей.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1 Анализ линейных цепей постоянного тока	Ср	1.1. Определения, понятия и элементы электрических цепей	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	1.2. Уравнения электрических цепей. Законы Кирхгофа. Преобразование сопротивлений	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	1.3. Уравнения электрических цепей. Метод преобразования. Закон Ома. Баланс мощностей	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	1.4. Уравнения электрических цепей. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Лаб	1.5. Последовательное, параллельное и смешанное соединение пассивных элементов (ВЛР)	3	2	3	-	Отчет по лабораторной работе №1
	Пр	1.6. Аналитическое решение задач по разделу 1	3	1	6	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №1
	Ср	1.7. Промежуточное тестирование по разделу 1	3	2	3	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	1.8. Изучение теоретического материала по разделу 1 учебного курса «Теоретические основы электротехники 1»	3	55			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 2. Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока	Лек	2.1. Обзорная лекция по разделам 1 и 2 в режиме ВКС	3	2	-	-	Опрос обучающихся на лекции (вопросы к электронному учебнику)
	Ср	2.2. Основные определения и изображение синусоидальных величин	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; А3)
	Ср	2.3. Элементы электрических цепей синусоидального тока. Закон Ома в комплексной форме	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; А3)
	Ср	2.4. Уравнения электрических цепей. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Методы контурных токов и узловых потенциалов	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; А3)
	Ср	2.5. Мощность в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности. Уравнение баланса мощностей. Резонанс в электрических цепях	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; А3)
	Лаб	2.6. Исследование последовательного соединения $R-L-C$ электрической цепи переменного тока (ВЛР)	3	2	3	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Пр	2.7. Аналитическое решение задач по разделу 2	3	1	6	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №2
	Ср	2.8. Промежуточное тестирование по разделу 2	3	1	4	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	2.9. Изучение теоретического	3	60			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		материала по разделу 2 учебного курса «Теоретические основы электротехники 1»					
Раздел 3 Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами.	Ср	3.1. Основные понятия и определения. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Ср	3.2. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов. Воздушный трансформатор. Развязка индуктивно связанных цепей. Экспериментальное определение коэффициента взаимной индукции. Реактивная мощность обмена	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; АЗ)
	Пр	3.3. Аналитическое решение задач по разделу 3	3	1	6	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №3
	Ср	3.4. Промежуточное тестирование по разделу 3	3	1	4	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	3.5. Изучение теоретического материала по разделу 3 учебного курса «Теоретические основы электротехники 1»	3	45			
Раздел 4. Анализ трехфазных электрических цепей	Лек	4.1. Обзорная лекция по разделам 3 и 4 в режиме ВКС	3	2	-	-	Опрос обучающихся на лекции (вопросы к электронному учебнику)
	Ср	4.2. Общие понятия и определения. Соединения фаз в схему «звезда» и	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику;

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		«треугольник»					А3)
	Ср.	4.3. Аварийные режимы работы трехфазных цепей. Мощность трехфазной цепи. Способы измерения активной мощности в трехфазных цепях. Метод симметричных составляющих	3	1	1	-	Тест (вопросы к электронному учебнику; А3)
	Пр	4.4. Аналитическое решение задач по разделу 4	3	1	6	-	Комплект заданий, проверяемых вручную №4
	Ср	4.5. Промежуточное тестирование по разделу 4	3	1	4	-	Комплект тестовых заданий
	Ср	4.6. Изучение теоретического материала по разделу 4 учебного курса «Теоретические основы электротехники 1»	3	58			
Все разделы	Ср	Заполнение анкеты по учебному курсу	3	1	3	-	Анкета
Все разделы	Ср	Контроль. Самостоятельное изучение теоретического материала учебного курса «Теоретические основы электротехники 1» и подготовка к промежуточной аттестации	3	3,75	-	-	
Все разделы	ПА	Сдача зачета по учебному курсу «Теоретические основы электротехники 1» (итоговый тест)	3	0,25	40		Вопросы к зачету Итоговый тест
Итого:				252	100		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Лабораторная работа Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Технология	Формы и методы обучения	
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного обучающемуся в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания при подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются темы и связанные с ними теоретические и практические вопросы расчета и анализа электрических цепей; даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим и лабораторным занятиям. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных лекционных занятий не позволяют разобраться в последующих темах учебного курса. Обучающимся необходимо: перед каждым занятием просматривать конспекты лекций, ее основные вопросы; вспомнить сущность метода расчета и алгоритм решения задач; воспользоваться, при необходимости, списком рекомендованной литературы. При затруднениях в восприятии теоретического материала следует обратиться к конспектам лекций, к основным литературным источникам или задать вопросы преподавателю на практических и лабораторных занятиях.

6.3. Методические указания при подготовке к практическим занятиям.

В ходе проведения практических занятий углубляются и закрепляются знания, умения и навыки обучающихся по методам расчета и моделирования линейных электрических цепей постоянного и переменного токов. На практических занятиях развиваются навыки использовать в расчетах электрических цепей пакеты прикладных математических программ,

а также навыки создания компьютерных моделей. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- подготовить список неясных вопросов по теоретической части учебного курса.

6.4. Методические указания при подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе проведения лабораторных занятий происходит углубление обучающимися понимания процессов, происходящих в электрических цепях постоянного и переменного токов; приобретаются умения и навыки физического исследования электрических цепей в установившемся режиме; обучающиеся приобретают навыки диагностики и отыскания неисправности в электрических цепях, а также при обработке экспериментальных данных. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить теоретические материалы по конспектам лекций;
- закрепить алгоритм решения задач определенным методом;
- выполнить индивидуальное домашнее задание, согласно методическому пособию по лабораторным работам учебного курса.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам, учебным пособиям и конспектам лекций с подготовкой к лабораторным и практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой учебного курса осуществляется в ходе лабораторных и практических занятий.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК – 4.1	Отчет по лабораторным работам №1, №2 Комплект заданий, проверяемых вручную Тестовые задания № 1 – 500. Вопросы к зачету № 1 – 50.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа №1 «Последовательное, параллельное и смешанное соединение пассивных элементов»

Форма отчета по лабораторной работе №1

Цель работы: исследование распределения токов, напряжений и мощностей при различных способах соединения пассивных элементов.

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд

Схема:

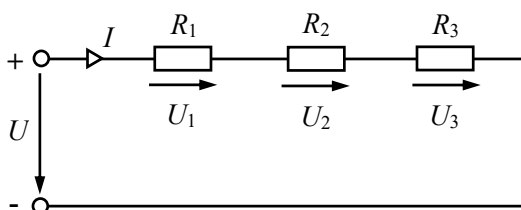


Рисунок 1. Последовательное соединение резисторов

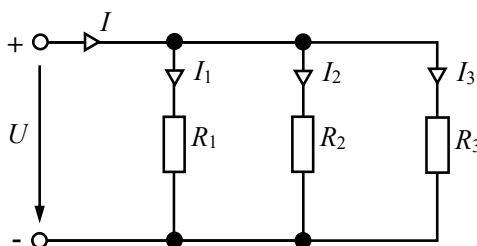


Рисунок 2. Параллельное соединение резисторов

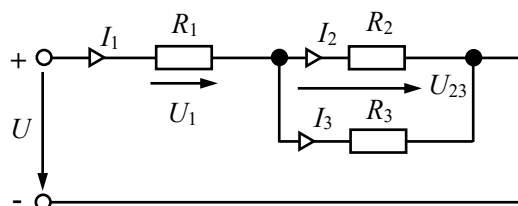


Рисунок 3. Смешанное соединение резисторов

Таблица 1 - Экспериментальные и расчётные данные последовательного соединения элементов

№	Измерено				Вычислено					
	U , В	U_1 , В	U_2 , В	I , А	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_{Σ} , Ом	P_1 , Вт	P_2 , Вт	P_{Σ} , Вт
1										
2										
3										

Таблица 2 - Экспериментальные и расчётные данные параллельного соединения элементов

№	Измерено				Вычислено					
	U , В	I , А	I_1 , А	I_2 , А	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_{Σ} , Ом	P_1 , Вт	P_2 , Вт	P_{Σ} , Вт
1										
2										
3										

Таблица 3 - Экспериментальные и расчётные данные смешанного соединения элементов

№	Измерено						Вычислено						
	U , В	U_1 , В	U_{23} , В	I_1 , А	I_2 , А	I_3 , А	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	P_1 , Вт	P_2 , Вт	P_3 , Вт	P , Вт
1													
2													
3													

Выводы:

Ответы на контрольные вопросы:

Лабораторная работа №2 «Исследование последовательного соединения $R-L-C$ электрической цепи переменного тока»

Форма отчета по лабораторной работе №2

Цель работы: исследование последовательного включения R , L , C элементов в цепи синусоидального тока при изменении ёмкости.

Оборудование: виртуальный лабораторный стенд.

Схема:

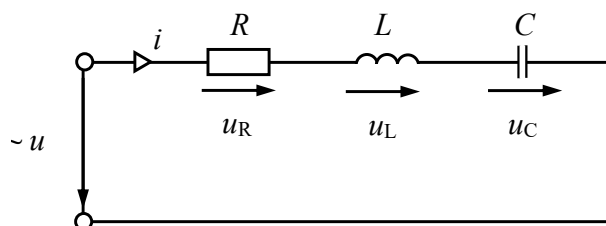


Рисунок 1. Последовательное соединение $R-L-C$ элементов

Таблица 1 - Экспериментальные данные исследуемой электрической цепи

Ёмкость C , мкФ	Измеренные значения					
	U , В	I , А	U_R , В	U_C , В	U_K , В	P , Вт

Таблица 2 - Расчетные данные исследуемой электрической цепи

Емкость C , мкФ	Рассчитанные значения											
	Z_k , Ом	R_k , Ом	X_L , Ом	L , Гн	U_k , В	U_L , В	$\cos\varphi$	$\cos\varphi_k$	X_C , Ом	$X_L - X_C$, Ом	Q , вар	S , ВА

Выводы:**Ответы на контрольные вопросы:****Краткое описание и регламент выполнения**

Отчет выполняется на листах формата А4. При выполнении физического эксперимента в виртуальной лаборатории, снимаются показания приборов и в дальнейшем они обрабатываются расчетным путем. По результатам вычислений выполняется определенная графическая часть отчета. Оформление отчета происходит обучающимся самостоятельно. Отчет по лабораторной работе содержит краткие теоретические сведения, графическую часть и обобщающий вывод.

Критерии оценки:

- 3 балла выставляется обучающему, если выполнены все пункты исследования и содержится необходимая графическая часть, обобщающий вывод по работе;
- 2 балла выставляется обучающему, если допущена ошибка в отчете по лабораторной работе;
- 1 балл выставляется обучающему, если допущены две ошибки в отчете по лабораторной работе.;
- 0 баллов выставляется обучающему, если сделано три или более ошибок в отчете по лабораторной работе.

7.2.2. Комплект заданий, проверяемых вручну**Практическое задание № 1 «Анализ линейных электрических цепей постоянного тока»****Задание**

1. Определите входное сопротивление активного двухполюсника $R_{ab\text{ вх}}$ относительно зажимов «a–b», преобразовав расчетную электрическую цепь постоянного тока.
2. Определите напряжение холостого хода активного двухполюсника $U_{ab\text{ хх}}$, преобразовав расчетную электрическую цепь постоянного тока.
3. Определите ток первой ветви методом эквивалентного генератора, применив последовательную схему замещения. Найдите параметры параллельной схемы замещения эквивалентного генератора относительно зажимов «a–b».
4. Определите неизвестные токи ветвей в расчетной электрической цепи любым из методов: законами Кирхгофа, контурных токов или узловых потенциалов.
5. Составьте уравнение баланса мощностей и докажете правильность найденных токов ветвей в расчетной электрической цепи.
6. Рассчитайте потенциалы узловых точек и постройте потенциальную диаграмму для контура, который содержит ветви с источниками ЭДС и сопротивлениями.

Номер варианта работы состоит из двух чисел, которые разделены точками (X.X.). **Первое число** варианта задает конфигурацию расчетной электрической цепи в таблице 1, а **второе число** – параметры цепи в таблице 2.

Таблица 1 - Конфигурация расчетной электрической цепи постоянного тока

<p>№ 1</p>	<p>№ 2</p>
<p>№ 3</p>	<p>№ 4</p>
<p>№ 5</p>	<p>№ 6</p>
<p>№ 7</p>	<p>№ 8</p>

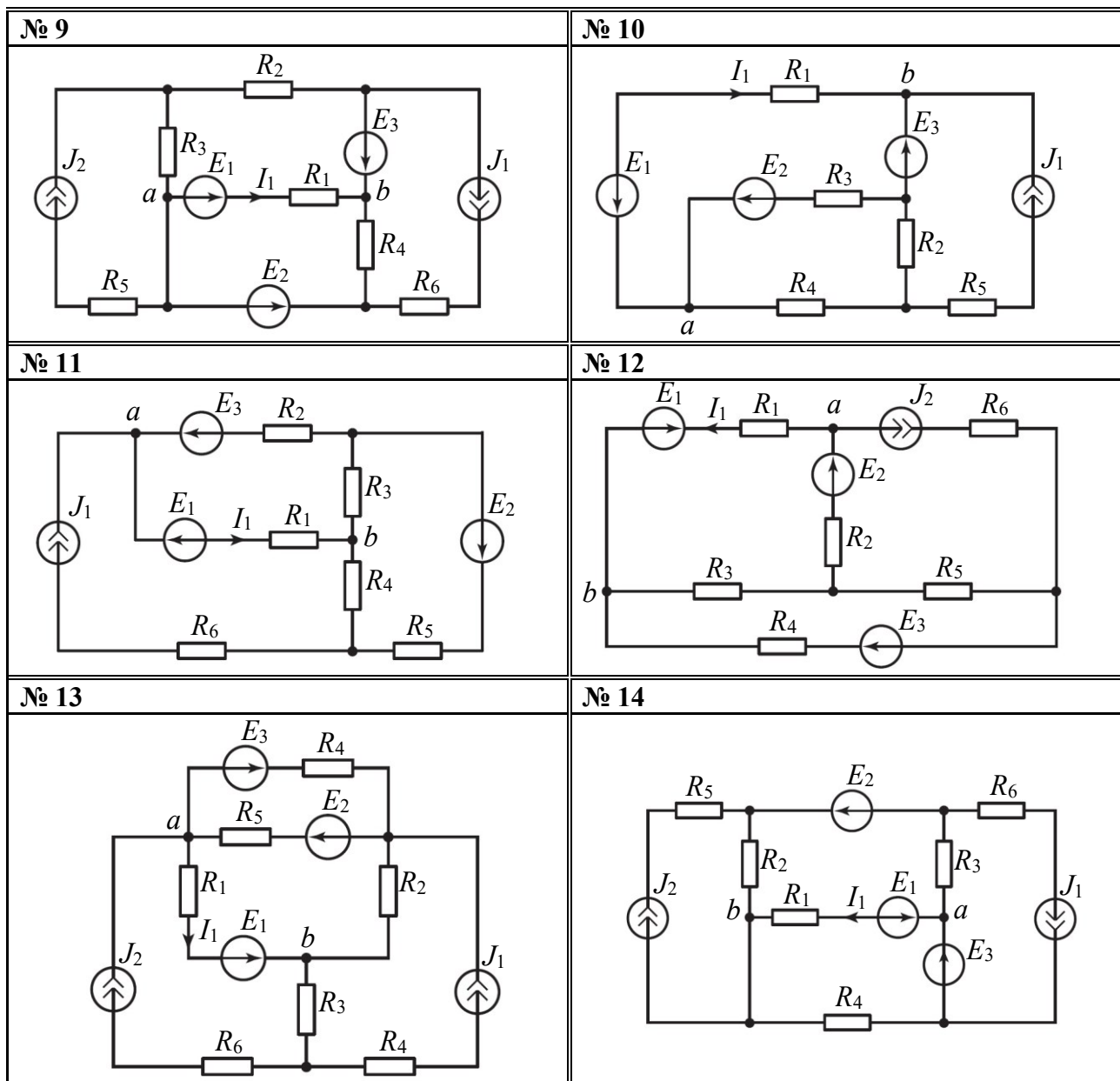


Таблица 2 - Параметры электрической цепи постоянного тока

№	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	E_1	E_2	E_3	J_1	J_2
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В	В	В	А	А
1	5	4	6	5	8	7	30	20	40	3,5	4
2	7	5	4	6	4	8	40	20	50	2,5	1
3	4	3	5	7	8	6	30	30	60	1,5	2
4	6	4	5	5	6	7	20	30	40	2	3
5	3	5	4	6	8	5	30	40	30	1	5,5
6	8	6	3	4	7	4	40	25	20	5	4,5
7	3	5	4	6	8	5	60	80	60	4	3,5
8	7	5	4	6	4	8	80	40	100	3	2,5
9	4	3	5	7	8	6	60	60	120	2	1,5
10	10	8	12	10	16	14	60	40	80	1	5
11	12	8	10	10	12	14	40	60	80	4,5	4
12	16	12	6	8	14	8	80	50	40	3,5	1

№	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	E_1	E_2	E_3	J_1	J_2
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В	В	В	А	А
13	12	6	6	10	8	5	40	30	50	2,5	2
14	10	5	5	8	6	2	35	20	40	1,5	3

Практическое задание № 2 «Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока»

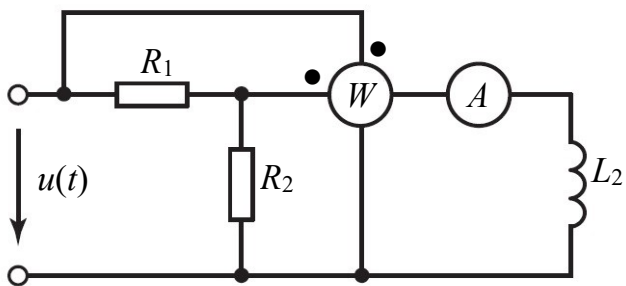
Задание

1. Определите активное, реактивное и полное сопротивления расчетной электрической цепи относительно входных зажимов.
2. Определите мгновенное значение напряжения на входных зажимах цепи синусоидального тока $u(t)$, если заданы параметры электрической цепи и ток, протекающий в амперметре I_A .
3. Определите показания ваттметра, а также активную, реактивную и полную мощности расчетной электрической цепи синусоидального тока.
4. Постройте временные зависимости напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$ по найденным законам изменения.

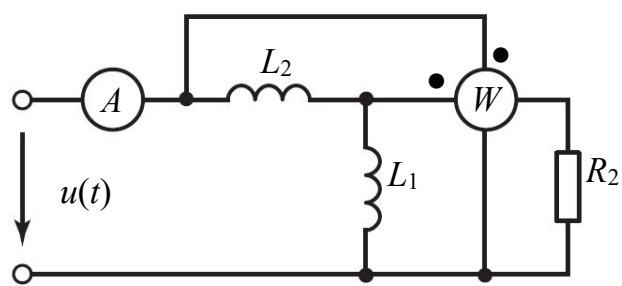
Таблица 1 - Конфигурация расчетной электрической цепи синусоидального тока

№ 1	№ 2
№ 3	№ 4

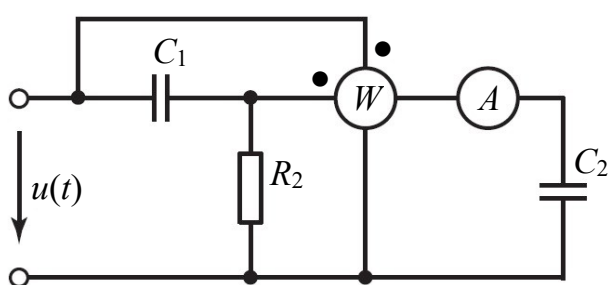
№ 5



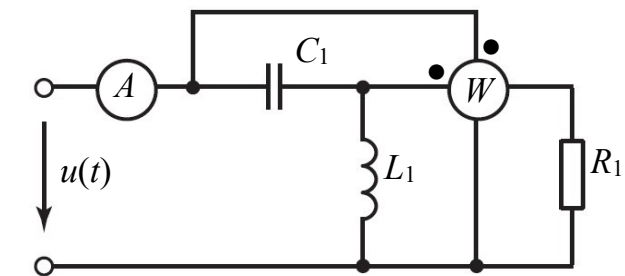
№ 6



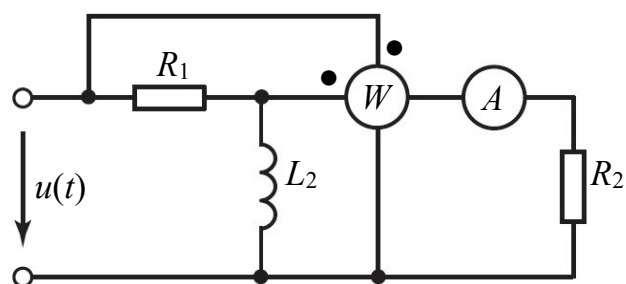
№ 7



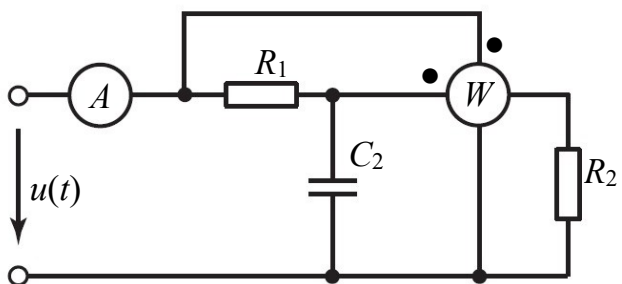
№ 8



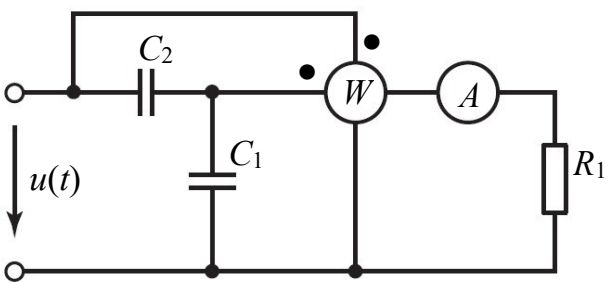
№ 9



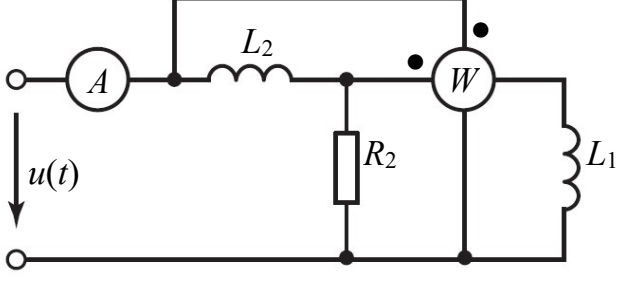
№ 10



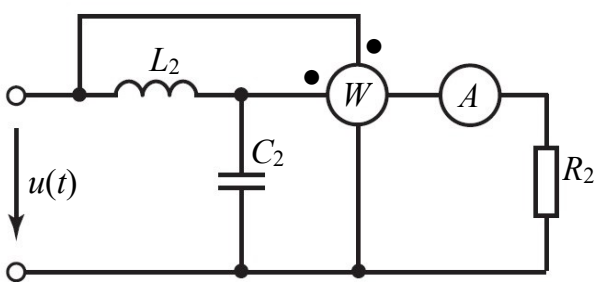
№ 11



№ 12



№ 13



№ 14

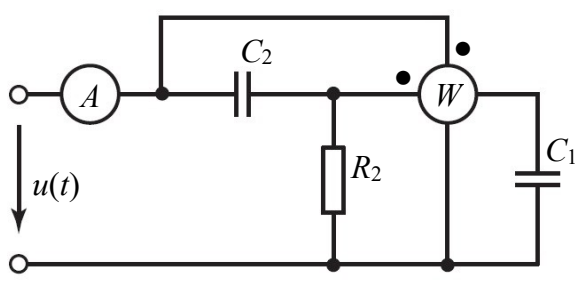


Таблица 2 - Параметры электрической цепи синусоидального тока

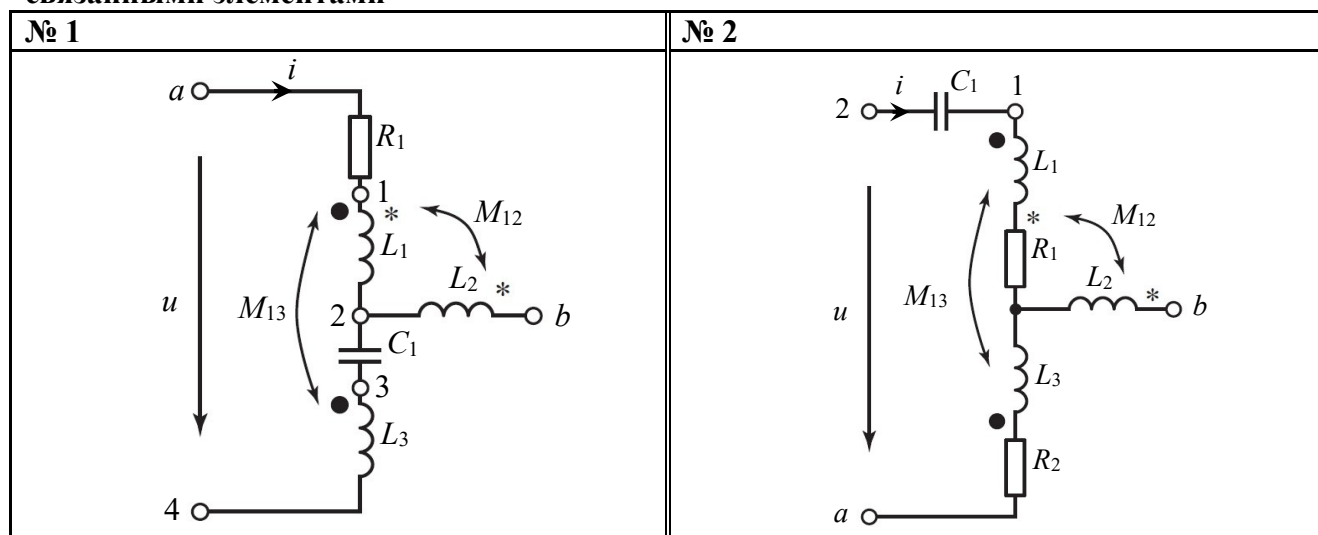
№	R_1	R_2	L_1	L_2	C_1	C_2	ω	I_A
	Ом	Ом	мГн	мГн	мкФ	мкФ	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	А
1	80	50	200	500	100	50	200	3
2	100	120	600	400	50	40	250	2
3	90	45	150	250	60	100	300	1
4	60	80	200	100	50	70	350	4
5	50	40	150	200	25	50	400	5
6	55	45	100	90	30	60	450	6
7	40	50	80	60	70	40	500	7
8	45	35	50	70	50	80	550	8
9	30	40	50	30	90	60	600	9
10	25	15	20	40	80	100	650	10
11	25	30	35	25	70	60	700	4
12	40	35	30	40	40	50	750	3
13	45	60	55	35	40	30	800	2
14	70	80	50	100	30	15	850	1

Практическое задание 3 «Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами»

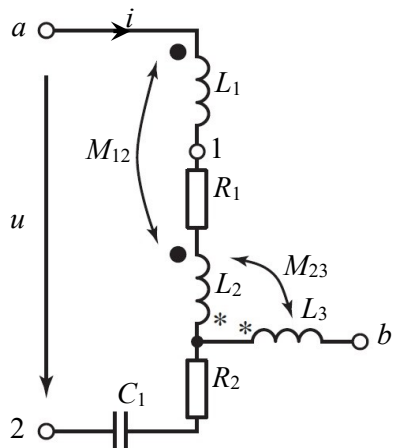
Задание

1. Определите активное, реактивное и полное сопротивления расчетной электрической цепи с индуктивно связанными элементами относительно входных зажимов.
2. Определите мгновенное значение напряжения $u(t)$ на входных зажимах цепи с индуктивно связанными элементами.
3. Определите комплексное напряжение \underline{U}_{ab} на участке электрической цепи с индуктивно связанными элементами.
4. Найдите активную, реактивную и полную мощности в электрической цепи с индуктивно связанными элементами, а также реактивную мощность обмена.
5. Постройте временные зависимости напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$ по найденным законам изменения.

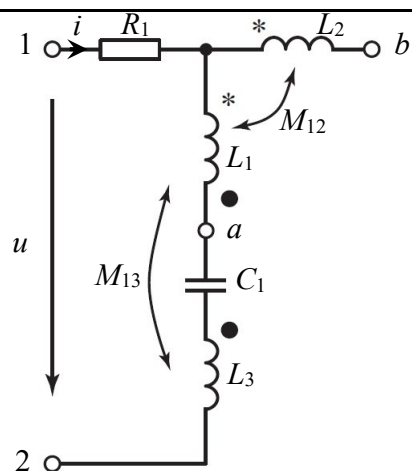
Таблица 1 - Конфигурация расчетной электрической цепи с индуктивно связанными элементами



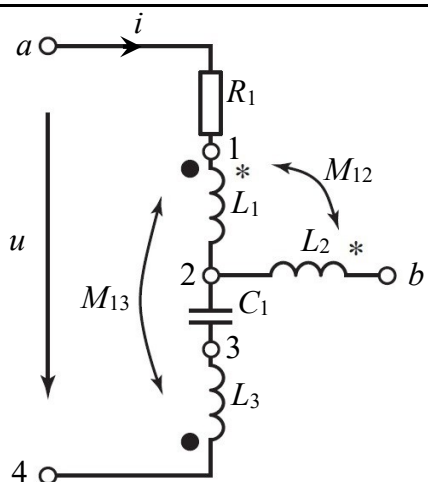
№ 3



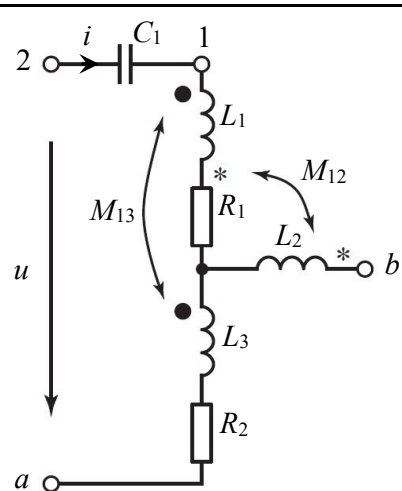
№ 4



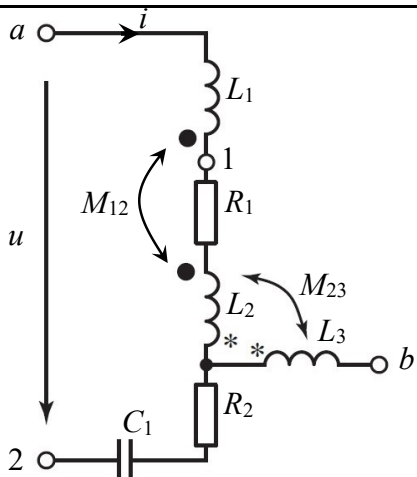
№ 5



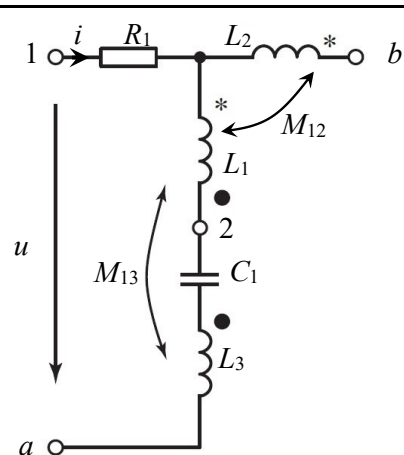
№ 6



№ 7



№ 8



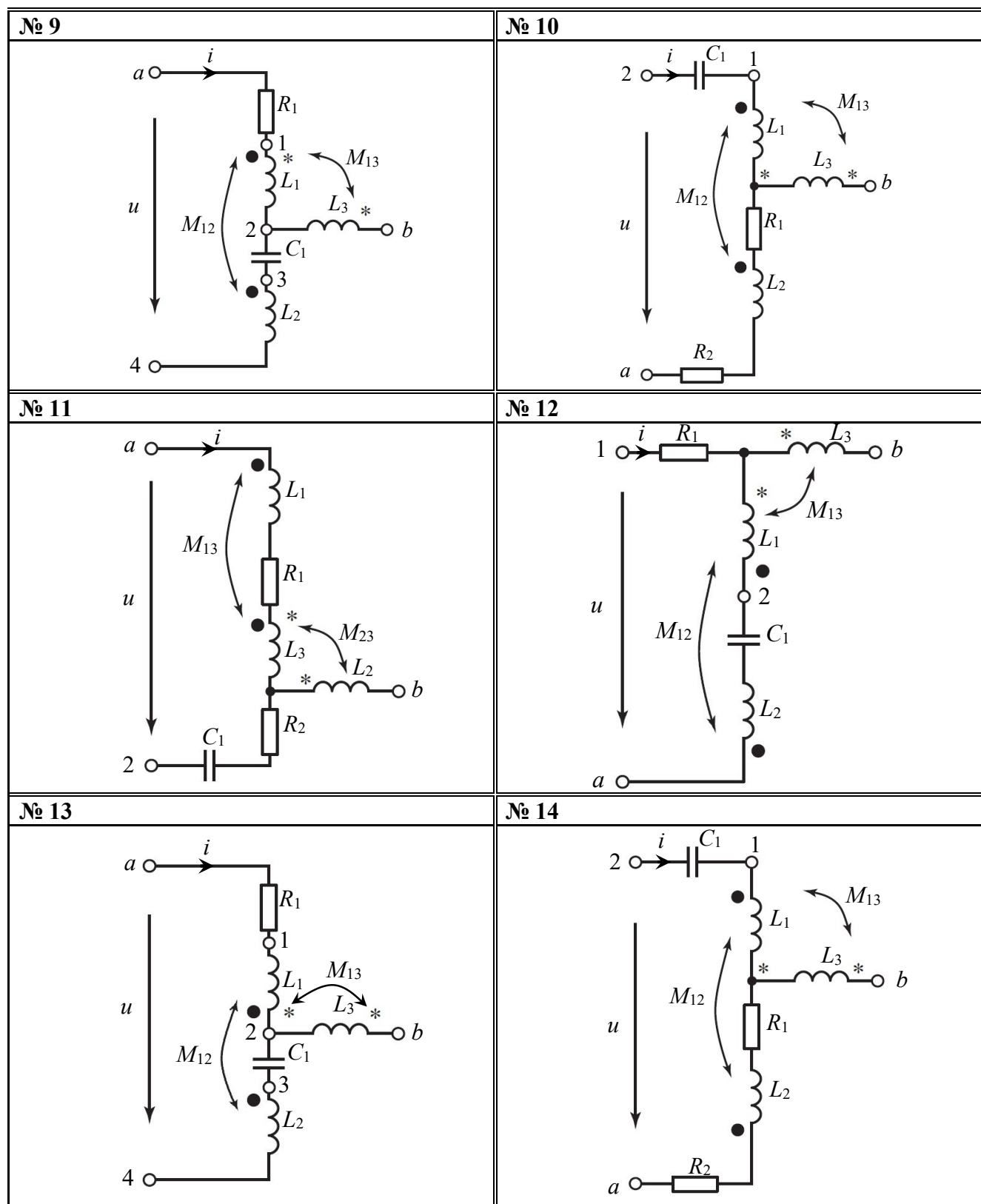


Таблица 2 - Параметры электрической цепи с индуктивно связанными элементами

№	R_1	R_2	C_1	L_1	L_2	L_3	M_{12}	M_{13}	M_{23}	ω	I
	Ом	Ом	мкФ	мГн	мГн	мГн	мГн	мГн	мГн	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	А
1	60	25	80	200	600	550	250	200	350	200	1

№	R_1	R_2	C_1	L_1	L_2	L_3	M_{12}	M_{13}	M_{23}	ω	I
	Ом	Ом	мкФ	мГн	мГн	мГн	мГн	мГн	мГн	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	А
2	80	35	60	550	500	300	300	350	200	250	1,5
3	35	20	70	400	500	300	350	250	300	300	2
4	70	40	50	250	350	450	200	300	250	350	2,5
5	50	15	30	200	400	300	150	150	200	400	3
6	60	35	40	350	250	100	200	250	250	450	3,5
7	40	50	20	200	300	400	150	300	200	500	4
8	85	30	100	550	400	250	320	300	220	200	4,5
9	55	40	70	200	500	400	220	180	320	250	3,5
10	100	10	90	300	200	450	260	320	280	300	3
11	65	20	60	150	400	350	320	180	320	350	2,5
12	70	30	50	350	400	150	250	200	350	400	2
13	75	10	6	450	300	100	350	250	200	450	1,5
14	45	25	35	200	500	250	300	150	300	500	1

Практическое задание 4 «Анализ электрических цепей с индуктивно связанными элементами»

Задание

1. В трехфазной несимметричной цепи определите напряжение смещения нейтралей \underline{U}_{nN} .
2. Найдите значения комплексных токов трехфазного приемника, а также комплексных напряжений приемника и их относительные отклонения.
3. Определите активную, реактивную и полную мощности расчетной трехфазной электрической цепи синусоидального тока.
4. Запишите мгновенные значения фазных напряжений приемника и постройте эти временные зависимости.

Таблица 1 - Параметры электрической цепи трехфазного тока

№	\underline{Z}_L	\underline{Z}_a	\underline{Z}_b	\underline{Z}_c	\underline{Z}_N	\underline{E}_Φ
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В
1	$2 - j5$	$30 + j250$	130	$20 + j120$	$10 + j30$	120
2	$5 + j5$	$40 - j140$	$80 + j40$	$j180$	$20 - j50$	140
3	$10 - j5$	$50 + j200$	$120 + j50$	$10 - j100$	$50 + j30$	160
4	$4 + j10$	$60 - j150$	$20 - j80$	$45 + j110$	80	180
5	$2 - j15$	$70 + j280$	200	80	$40 + j70$	200
6	$10 + j10$	$80 - j100$	$180 + j30$	$-j170$	$5 - j40$	220
7	$5 - j15$	$90 + j160$	$80 - j120$	$40 + j250$	$j40$	240
8	$10 + j12$	$100 - j80$	$j250$	$190 + j30$	$45 - j10$	260
9	$8 - j15$	$110 + j40$	$60 + j160$	$70 - j210$	$8 + j45$	280
10	$10 + j20$	$120 - j90$	$-j200$	$150 + j50$	$10 + j80$	300
11	$4 - j6$	$50 + j120$	$40 + j60$	$30 - j100$	$-j30$	100
12	$2 + j8$	$45 - j100$	$25 - j40$	$70 + j140$	$60 + j30$	80
13	$6 - j2$	$40 + j80$	80	$50 - j60$	$15 - j20$	60
14	$2 + j2$	$30 - j60$	$10 + j90$	$25 + j45$	$10 + j10$	40

Задание

5. Определите активное, реактивное и полное сопротивления расчетной электрической цепи относительно входных зажимов.
6. Определите мгновенное значение напряжения на входных зажимах цепи синусоидального тока $u(t)$, если заданы параметры электрической цепи и ток, протекающий в амперметре I_A .
7. Определите показания ваттметра, а также активную, реактивную и полную мощности расчетной электрической цепи синусоидального тока.
8. Постройте временные зависимости напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$ по найденным законам изменения.

Краткое описание и регламент выполнения

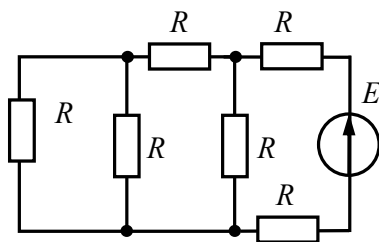
Практическое задание оформляется в электронном виде формата А4 и содержит расчетную, графическую части и обобщающий вывод. Необходимые для вычислений уравнения должны быть представлены в общем виде, а затем с подставленными числовыми значениями. Схемы, рисунки, графики, диаграммы должны быть выполнены в соответствии с ЕСКД.

Критерии оценки:

- 3 балла выставляется обучающемуся, если выполнены все пункты задачи, и они решены верно;
- 2 балла выставляется обучающемуся, если допущена ошибка в одном пункте задания или не выполнено полностью один пункт;
- 1 балл выставляется обучающемуся, если допущена ошибка в двух пунктах задания или не выполнено полностью два пункта;
- 0 баллов выставляется обучающемуся, если допущена ошибка в трех или более пунктах задания или не выполнено полностью трех пунктах.

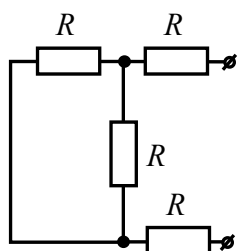
7.2.3. Комплект примерных тестовых заданий

Задание 1



Количество ветвей электрической цепи, содержащих пассивные элементы равно ...

Задание 2

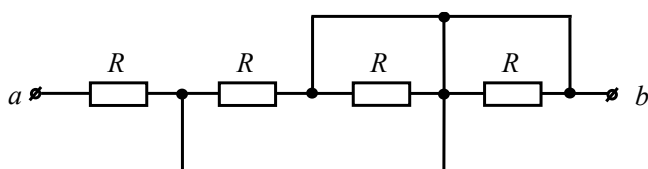


Изображенная схема замещения электрической цепи является ...

Варианты ответов:

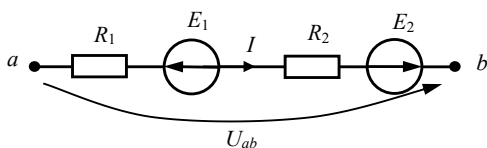
- а) ветвью
- б) узлом
- в) пассивным двухполюсником
- г) активным двухполюсником

Задание 3



В линейной электрической цепи постоянного тока $R = 9$ Ом. Величина эквивалентного сопротивления цепи R_{ab} равна ... Ом.

Задание 4

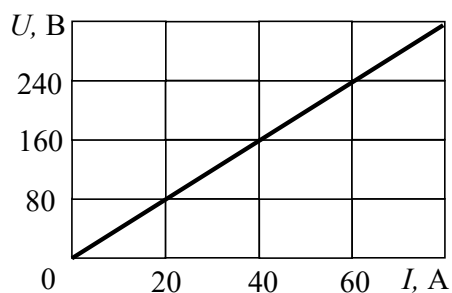


Выражение тока на данном участке цепи будет иметь вид ...

Варианты ответов:

- а) $I = \frac{-E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1}$;
- б) $I = \frac{-E_1 + E_2 - U_{ab}}{R_1 + R_2}$;
- в) $I = \frac{-E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1 + R_2}$;
- г) $I = \frac{E_1 + E_2 + U_{ab}}{R_1 + R_2}$.

Задание 5



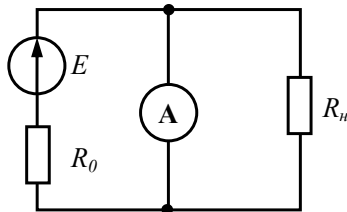
При заданной вольт-амперной характеристике приемника его проводимость составит

...

Варианты ответов:

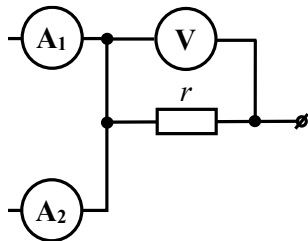
- а) 0,25 См
- б) 2,5 См
- в) 4 См
- г) 40 См

Задание 6



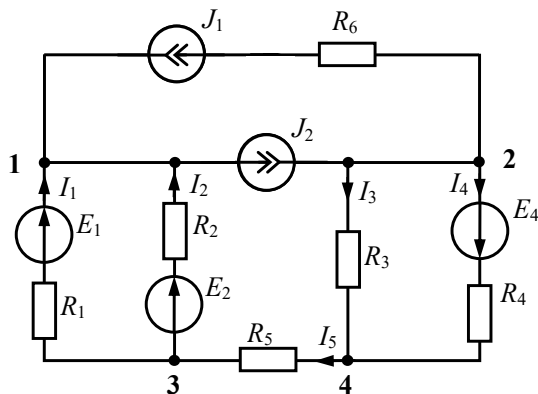
В линейной электрической цепи постоянного тока $E = 20$ В, $R_0 = 2$ Ом, $R_H = 8$ Ом. Показание амперметра составит ... А.

Задание 7



В электрической цепи постоянного тока показания амперметров и вольтметра соответственно равны $I_{A1} = 6$ А, $I_{A2} = 12$ А, $U_V = 54$ В. Тогда величина сопротивления резистора r равна ... Ом.

Задание 8

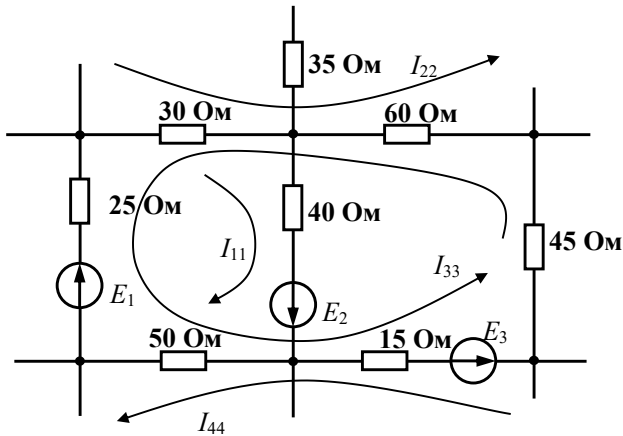


Для узла "3" справедливо уравнение по I закону Кирхгофа ...

Варианты ответов:

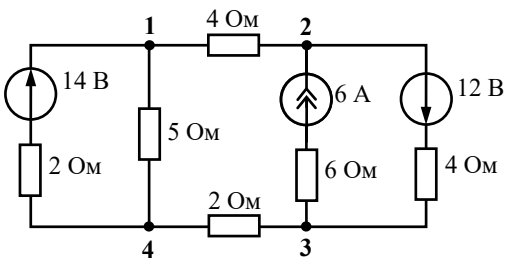
- а) $-I_1 - I_2 = 0$
- б) $I_1 + I_2 - I_3 - I_5 - J_2 = 0$
- в) $-I_1 - I_2 + I_5 = 0$
- г) $-I_1 - I_2 + I_5 = J_2$

Задание 9



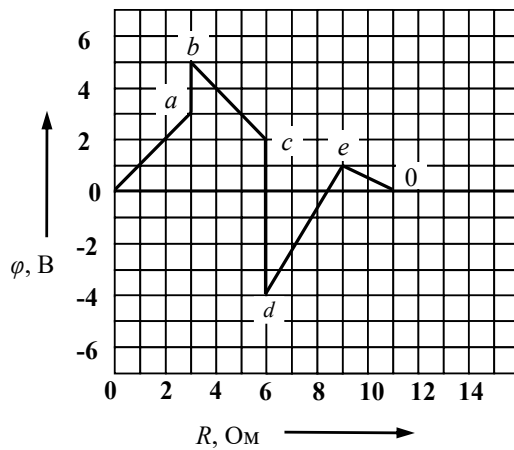
По методу контурных токов значение R_{13} принимает значение ... Ом.

Задание 10



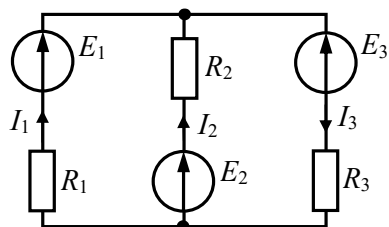
По методу узловых потенциалов, узловой ток 3-го узла составит ... А.

Задание 11



На приведенной потенциальной диаграмме, значение тока, протекающего по участку цепи $e - 0$ составит ... А.

Задание 12

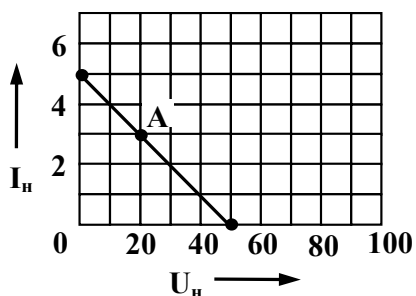


Указано истинное направление токов в ветвях электрической цепи, источники ЭДС работают в режимах ...

Варианты ответов:

- а) E_1 и E_3 - генераторы электрической энергии, а E_2 – потребитель
- б) E_1 - генератор электрической энергии, а E_2 и E_3 – потребители
- в) E_1 и E_2 - генераторы электрической энергии, а E_3 – потребитель
- г) E_1 , E_2 и E_3 - генераторы электрической энергии

Задание 13



Дана нагрузочная характеристика и рабочая точка активного двухполюсника. Мощность потерь $P_{потерь}$ составит ... Вт.

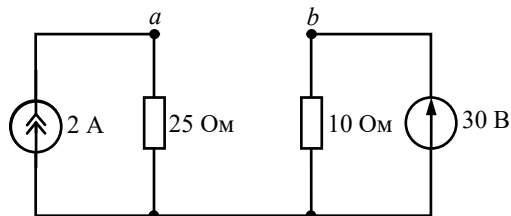
Задание 14

В согласованном режиме работы электрической цепи ток в нагрузке составит ...

Варианты ответов:

- а) $I = \frac{E}{2R_0}$
- б) I не зависит от режима работы
- в) $I = \frac{E}{R_0}$
- г) $I = 0$

Задание 15



При расчете электрической цепи методом эквивалентного генератора значение напряжения холостого хода U_{ab} равно ... В.

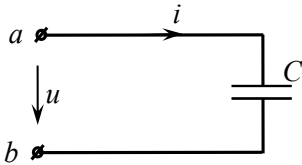
Задание 16

В алгебраической форме комплексное действующее значение тока $\underline{I} = 2 \cdot e^{j30^\circ} \text{ A}$ равно ...

Варианты ответов:

- а) $1,73 + j1 \text{ A}$;
- б) $2 + j30 \text{ A}$;
- в) $1 + j1 \text{ A}$;
- г) $1 + j1,73 \text{ A}$.

Задание 17



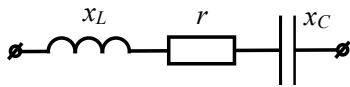
Приложенное к цепи напряжение изменяется по закону $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$.

Закон изменения мгновенного значения тока имеет вид ...

Варианты ответов:

- а) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 45^\circ)$
- б) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$
- в) $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$
- г) $i(t) = I_m \cdot \sin \omega t$

Задание 18

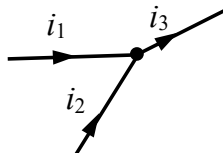


Комплексное сопротивление \underline{Z} при $x_L = 20 \text{ Ом}$, $r = 40 \text{ Ом}$ и $x_C = 70 \text{ Ом}$ в алгебраической форме запишется как ...

Варианты ответов:

- а) $40 - j90 \text{ Ом}$
- б) $40 + j90 \text{ Ом}$
- в) $40 - j50 \text{ Ом}$
- г) $40 + j50 \text{ Ом}$

Задание 19



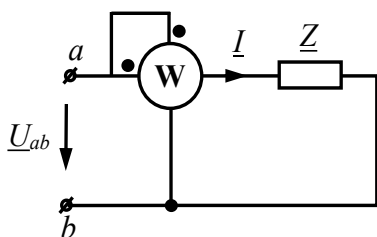
Известны мгновенные значения токов $i_1(t) = 4 \cdot \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ A}$ и $i_2(t) = 3 \cdot \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ A}$. Амплитудное значение 3-го тока I_{m3} равно ... А.

Задание 20

В электрической цепи переменного тока законы изменения тока и напряжения имеют вид: $i(t) = 0,5 \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ A}$, $u(t) = 80 \sin(\omega t - 30^\circ) \text{ В}$.

Реактивная мощность цепи равна ... вар.

Задание 21



В электрической цепи переменного тока $U_{ab} = 30 \text{ В}$, $\underline{Z} = 6 - j8 \text{ Ом}$.
Показание ваттметра равно ... Вт.

Задание 22

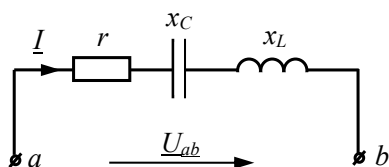


При уменьшении частоты питающего напряжения, амплитуда напряжения на резисторе ...

Варианты ответов:

- а) не изменится
- б) увеличится
- в) уменьшится

Задание 23



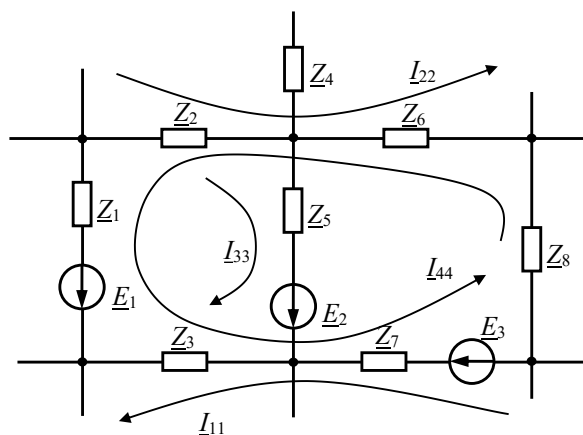
В электрической цепи переменного тока мгновенные значения тока и входного напряжения равны:

$$i(t) = 10\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ А}, u(t) = 20\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ В}.$$

Напряжение на конденсаторе $U_L = 40 \text{ В}$.

Величина сопротивления x_C равна ... Ом.

Задание 24

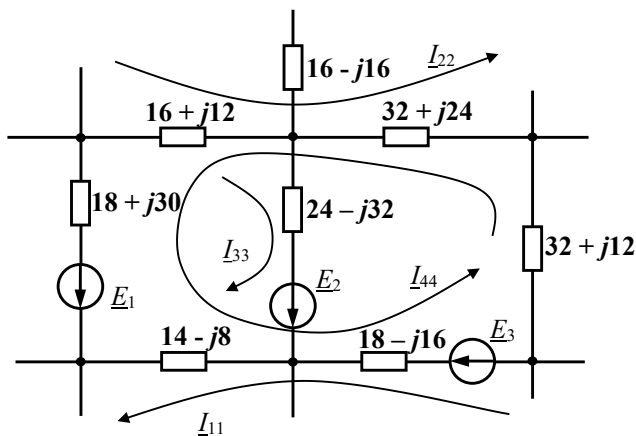


В электрической цепи переменного тока комплексные значения ЭДС равны:

$$\underline{E}_1 = 14 - j18 \text{ В}, \underline{E}_2 = 10 - j15 \text{ В}, \underline{E}_3 = 15 + j22 \text{ В}.$$

По методу контурных токов значение модуля контурной ЭДС \underline{E}_{33} равно ... В.

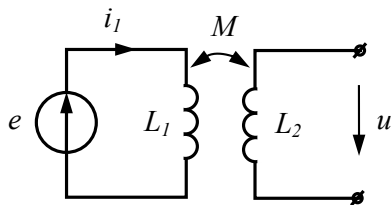
Задание 25



В электрической цепи переменного тока заданы значения комплексных сопротивлений ветвей [Ом].

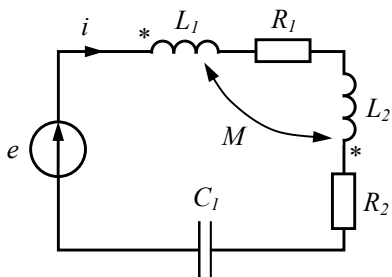
По методу контурных токов значение модуля Z_{32} равно ... Ом.

Задание 26



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100$ В, $I_1 = 1$ А, $x_M = 50$ Ом. Величина напряжения U равна ... В.

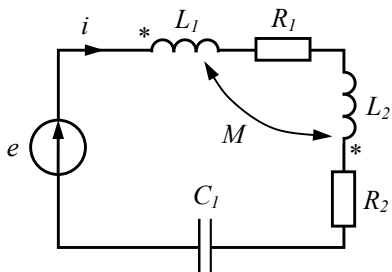
Задание 27



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100$ В, $R_1 = R_2 = 15$ Ом, $x_{L1} = x_{L2} = 50$ Ом, $x_{C1} = 40$ Ом, $x_M = 10$ Ом.

Действующее значение тока I равно ... А.

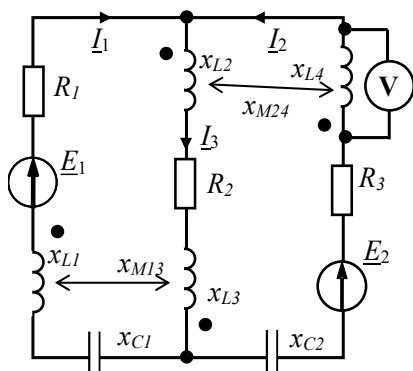
Задание 28



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами $E = 100$ В, $I = 2$ А, $R_1 = R_2 = 15$ Ом, $x_{L1} = x_{L2} = 50$ Ом, $x_{C1} = 40$ Ом.

Реактивная мощность обмена ΔQ равна... вар.

Задание 29



В электрической цепи с индуктивно связанными элементами:

$$\underline{I}_1 = 0.5e^{j60^\circ} \text{ А}, \underline{I}_2 = 0.8e^{j60^\circ} \text{ А}, \underline{I}_3 = 0.5e^{-j120^\circ}, x_{L1} = 300 \text{ Ом}, x_{L2} = 400 \text{ Ом}, x_{L3} = 300 \text{ Ом}, x_{L4} = 500 \text{ Ом}, x_{M13} = 100 \text{ Ом}, x_{M24} = 120 \text{ Ом}.$$

Показания вольтметра (действующее значение) равно ... В.

Задание 30

В трехфазной цепи с прямым порядком чередования фаз, напряжение $u_A = U_m \sin(\omega t)$, то **неверным** является выражение ...

Варианты ответов:

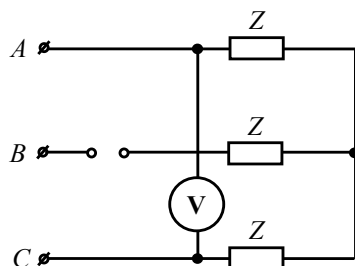
а) $u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$

б) $u_C = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$

в) $u_{BC} = \sqrt{3}U_m \sin(\omega t - 90^\circ)$

г) $u_{AB} = \sqrt{3}U_m \sin(\omega t - 30^\circ)$

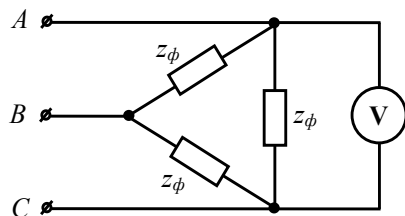
Задание 31



В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 380 \text{ В}$.

После обрыва линейного провода B , показания вольтметра электромагнитной системы равны ... В.

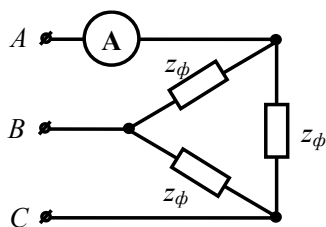
Задание 32



В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 50 \text{ В}$.

После обрыва линейного провода C , показания вольтметра электродинамической системы равны ... В.

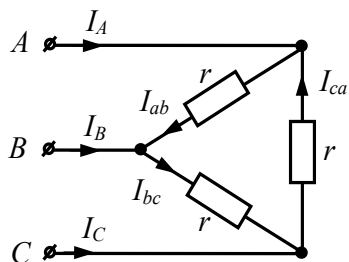
Задание 33



В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 100$ В.

Если сопротивление фазы $z_\phi = 80$ Ом, то показания амперметра электромагнитной системы равны ... А. **Ответ округлить до целых чисел.**

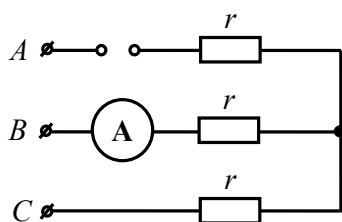
Задание 34



В симметричной трехфазной цепи, фазные токи равны $I_{ab} = I_{bc} = I_{ca} = 4$ А.

После обрыва линейного провода А, фазный ток I_{ab} равен ... А.

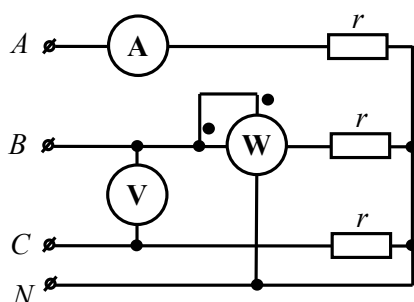
Задание 35



В симметричной трехфазной цепи, линейное напряжение $U_L = 100$ В. Сопротивление фазы приемника $r = 10$ Ом.

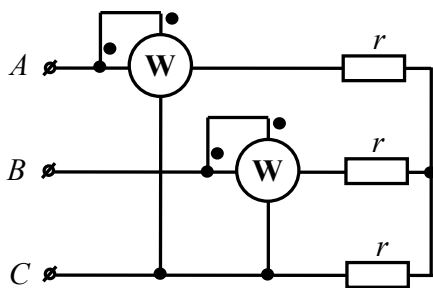
При обрыве провода А, показания амперметра электромагнитной системы равны ... А.

Задание 36



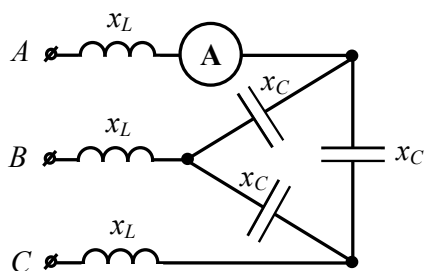
Если $U_V = 120\sqrt{3}$ В, $I_A = 4$ А, то показание ваттметра составят ... Вт.

Задание 37



Если показания двух ваттметров 100 и 250 Вт, то потребляемая мощность симметричного трёхфазного приёмника составит ... Вт.

Задание 38



К трехфазной цепи приложена симметричная система линейных напряжений

$$U_{\text{л}} = 220\sqrt{3} \text{ В}, x_L = 47 \text{ Ом}, x_C = 75 \text{ Ом}.$$

Определите показание амперметра.

Краткое описание и регламент выполнения

Итоговое тестирование содержит 40 заданий, охватывающих все темы дисциплины. Тестовые задания присутствуют как закрытой, так и открытой форм. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.

Критерии оценки:

Правильный ответ на один вопрос оценивается в один балл. Количество баллов суммируется. При прохождении итогового тестирования обучающимся может максимально набрать 40 баллов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Идеализация элементов. Элементы схемы замещения. Энергетические преобразования в элементах схемы замещения.
2.	Активные и пассивные элементы электрических цепей. Идеальные источники ЭДС и тока, их вольт-амперные характеристики.
3.	Активные и пассивные элементы электрических цепей. Реальные источники ЭДС и тока, их вольт-амперные характеристики.
4.	Преобразование источника ЭДС в источник тока. Эквивалентность преобразования.
5.	Режимы работы электрической цепи с реальными источниками ЭДС и тока.
6.	Топология электрических цепей: ветвь, узел, контур, независимые контуры.
7.	Применение законов Кирхгофа. Составление уравнений по законам Кирхгофа для линейных электрических цепей постоянного тока.
8.	Активные и пассивные двухполюсники, их схемы замещения. Взаимная замена схем замещения активных двухполюсников.
9.	Энергетический баланс в линейной электрической цепи постоянного тока. Мощность потребителей и генераторов электрической энергии.
10.	Применение закона Ома для участка цепи без источника ЭДС и с источником ЭДС.
11.	Преобразования пассивных цепей. Применение метода «свёртывания» для линейных электрических цепей постоянного тока.
12.	Применение метода контурных токов. Матричная форма записи контурных уравнений для линейных электрических цепей постоянного тока.
13.	Применение метода узловых потенциалов. Матричная форма записи узловых уравнений для линейных электрических цепей постоянного тока.
14.	Применение метода наложения для линейных электрических цепей постоянного тока.
15.	Понятие об активном двухполюснике. Теорема об эквивалентном генераторе. Применение метода эквивалентного генератора для линейных электрических цепей постоянного тока.
16.	Передача электрической энергии по проводам. КПД линии передачи.
17.	Потенциальная диаграмма для линейной электрической цепи постоянного тока, построение и назначение.
18.	Гармонические синусоидальные токи и напряжения. Величины, характеризующие синусоидальную функцию времени.
19.	Среднее и действующее значения синусоидальной величины. Показания приборов в цепях синусоидального тока.
20.	Представление синусоидальных функций времени векторами и комплексными числами. Алгебра комплексных чисел.
21.	Резистор в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.
22.	Индуктивность в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.
23.	Конденсатор в цепи синусоидального тока. Электрические величины напряжения и тока на временной и комплексной плоскости. Мгновенная мощность.

№ п/п	Вопросы к зачету
24.	Сущность символического (комплексного) метода анализа цепей синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
25.	Последовательное соединение $R-L-C$ – цепи синусоидального тока. Активные и реактивные сопротивления элементов. Комплексные сопротивления элементов.
26.	Параллельное соединение $R-L-C$ – цепи синусоидального тока. Активные и реактивные проводимости элементов. Комплексные проводимости элементов.
27.	Двухполюсник в цепи синусоидального тока. Определение сопротивлений и проводимостей двухполюсника.
28.	Треугольники сопротивлений, проводимостей, напряжений и мощностей в линейной электрической цепи синусоидального тока.
29.	Энергетический баланс в линейной электрической цепи синусоидального тока. Комплексная мощность. Коэффициент мощности.
30.	Преобразования пассивных цепей. Применение метода «свёртывания» для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
31.	Применение законов Кирхгофа для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
32.	Применение метода контурных токов. Матричная форма записи контурных уравнений для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
33.	Применение метода узловых потенциалов. Матричная форма записи узловых уравнений для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
34.	Применение метода наложения для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
35.	Применение метода эквивалентного генератора для расчета линейных электрических цепей синусоидального тока.
36.	Частотные свойства цепей синусоидального тока. Резонансные явления. Резонансы напряжений и токов. Частотные характеристики.
37.	Построение и применение векторных топографических диаграммы напряжений и токов.
38.	Индуктивно связанные цепи. Характеристики магнитных полей. Магнитные потоки. ЭДС самоиндукции. ЭДС взаимной индукции.
39.	Коэффициент самоиндукции и взаимной индукции. Определение одноимённых зажимов индуктивно связанных катушек. Коэффициент связи.
40.	Анализ последовательного соединения индуктивно связанных катушек. Напряжения на индуктивно связанных катушках.
41.	Экспериментальное определение коэффициента взаимной индукции.
42.	Анализ параллельного соединения индуктивно связанных катушек. Токи в индуктивно связанных катушках.
43.	Воздушный (без ферромагнитного сердечника) трансформатор.
44.	Эквивалентная замена индуктивной связи (развязка взаимно индуктивных связей).
45.	Баланс активных и реактивных мощностей в цепях с индуктивно связанными катушками. Реактивная мощность обмена.
46.	Понятие многофазной системы ЭДС. Трёхфазная синусоидальная система ЭДС. Принцип действия трёхфазного синхронного генератора. Преимущества трёхфазных цепей по сравнению с однофазными цепями.
47.	Понятие фазы в трёхфазных цепях. Последовательности фаз. Изображение трёхфазной системы ЭДС на комплексной плоскости.
48.	Основные схемы соединений трёхфазных генераторов и приёмников. Терминология (линия, нейтраль, линейные напряжения и токи, фазные напряжения и токи, ток нейтрали, смещение нейтрали). Обозначения.

№ п/п	Вопросы к зачету
49.	Симметричная, равномерная, однородная нагрузки. Связь между линейными и фазными напряжениями и токами. Векторные диаграммы для различных соединений.
50.	Мощность в трёхфазных цепях. Измерение активной мощности.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет	«зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал 55 баллов и выше
		«не зачтено»	по результатам накопительного рейтинга обучающийся набрал менее 55 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Белецкий А. Ф.	Теория линейных электрических цепей	учебник	2022	ЭБС «Лань»
2.	Потапов Л.А.	Теоретические основы электротехники: краткий курс	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
3.	Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б., Чернышев Э. П., Белянин А. И.	Основы теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
4.	Лизан И. Я.	Теоретические основы электротехники	учебник	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Зонов В. Н.	Теоретические основы электротехники. Электрические и магнитные цепи постоянного тока	учебное пособие	2020	ЭБС «Консультант студента»
6.	Атабеков Г. И.	Теоретические основы электротехники	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Бычков Ю.А., Золотницкий В.М.,	Сборник задач по основам теоретической электротехники	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	Чернышев Э.П., Белянин А.Н., Соловьев Е.Б.				
2.	Новиков Ю.Н.	Электрические цепи и сигналы. Базовые сведения, методы анализа процессов в цепях	учебник	2022	ЭБС «Лань»
3.	Лаппи Ф. Э.	Расчет и компьютерное моделирование нелинейных электрических цепей с применением программы MathCad (от простого к сложному)	учебное пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
4.	Петренко Ю. В.	Теоретические основы электротехники : от теории к практике	учебно-методическое пособие	2021	ЭБС «Консультант студента»
5.	Гальперин М. В.	Электротехника и электроника	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
6.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей постоянного тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
7.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт электрических цепей однофазного синусоидального тока	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»
8.	Анисимова М. С., Попова И.С.	Электротехника и электроника : расчёт трёхфазных электрических цепей	учебно-методическое пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	Контракт № 469 от 05.06.2020 г.), срок действия - бессрочно
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 614 от 20.06.2023, срок действия – до 31.12.2023

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	
2	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры