Министерство образования и науки Пермского края
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Нытвенский многопрофильный техникум»

Методические указания для организации практических занятий
ОП.02 «Электротехника»
по профессии:
13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования.

(по отраслям)

Нытва, 2023 г.

Методические указания для студентов по выполнению практических работ по ПМ 01 «Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций», разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.08.2013 года, № 802,зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации20 августа 2013 г., регистрационный №29611, с изменениями, внесенными Министерством образования и науки Российской Федерации от 17 марта 2015 г., №247, зарегистрированными Министерством юстиции Российской Федерации03апреля 2015 г., регистрационный № 36, с учетом Приказа № 796 от 01.09.2022 *г.* «О внесении изменений в ФГОС СПО» и с учетом содержания рабочей программы профессионального модуля.

Утверждено:
Директор
_____ **Геберт Д.И.**
«__5__»____сентября___2023 г.

Рассмотрено и одобрено
Предметно-цикловой комиссией
общепрофессиональных дисциплин
и профессиональных модулей
Протокол № 1 от «04» сентября 2023 г.
Председатель ПЦК
_____/Мартемьянова О.А/

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Нытвенский многопрофильный техникум»

Разработчик: Богомягков Игорь Владимирович, преподаватель, высшая квалификационная категория

Методические указания одобрены на заседании учебно-методического совета техникума и рекомендованы к использованию в учебном процессе.

СОДЕРЖАНИЕ

1. **Пояснительная записка** **3-4**
2. **Содержательная часть** **5-9**
3. **Задания** **10-31**
4. **Вопросы для подготовки к экзамену** **32**
5. **Перечень литературы, интернет-ресурсов** **33**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения предмета «Электротехника» в системе среднего профессионального образования является теоретическая и практическая подготовка работников электротехнических и не электротехнических специальностей в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые электротехнические, электронные, электроизмерительные устройства. Уметь их правильно эксплуатировать и составлять совместно с инженерами-электриками технические задания на разработку электрических частей автоматизированных установок для управления производственными процессами. Данный предмет является общепрофессиональной дисциплиной.

Программа дисциплины "Электротехника" предусматривает изучение физических процессов, происходящих в цепях постоянного и переменного тока, законов, которым подчинены эти процессы, методов расчета электрических цепей, устройства электроизмерительных приборов, автоматики и телемеханики, которые широко применяются в настоящее время. Большое значение для развития современной науки и техники имеет электроника. Автоматизация любого производства немыслима без широкого применения полупроводниковых, газоразрядных фотоэлектронных и других приборов. Электротехнические устройства для получения, передачи и обработки информации с использованием средств автоматики и ЭВМ являются важнейшими элементами технических средств автоматизированных систем управления (АСУ), которые широко применяются в промышленности. Особое значение приобрело применение промышленной вычислительной техники, основанной на микропроцессорах. Поэтому специалисту необходимо прочно овладеть знаниями основ электротехники и электроники.

В процессе преподавания особое внимание уделено самостоятельной работе учащегося, которая организована на аудиторных занятиях и во внеурочное время. Планирование самостоятельной работы предполагает постепенный переход от относительно простых к более сложным видам занятий, что способствует систематическому освоению обучающимися новых знаний и умений.

Основными задачами изучения предмета «Электротехника» являются:
формирование у студентов:

- необходимых знаний основных электротехнических законов и методов анализа электрических, магнитных и электронных цепей;

- принципов действия, свойств, областей применения и потенциальных возможностей основных электротехнических, электронных устройств и электроизмерительных приборов;

- основ электробезопасности; умения экспериментальным способом и на основе паспортных и каталожных данных определять параметры и характеристики типовых электротехнических и электронных устройств; использовать современные вычислительные средства для анализа состояния и управления электротехническими элементами, устройствами и системами.

К итоговому экзамену допускаются студенты, которые выполнили задания и не имеют текущих задолженностей.

При подготовке к экзамену рекомендуется ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в приложении к данной программе.

Содержательная часть.

Тема1.1 Введение

Содержание дисциплины, задачи. Основные понятия. Виды схем. Графические обозначения элементов схемы. Получение электрической энергии. Достоинства и недостатки основных видов электростанций.

Тема 1.2. Электростатическое поле.

Понятие об электронном строении вещества. Электрическое поле. Взаимодействие зарядов. Напряженность поля. Закон Кулона.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Заряд и разряд конденсатора. Способы соединения конденсаторов.

Тема 1.4. Электрические цепи постоянного тока

Электрический ток в металлах; его направление. Электрическая цепь: ее основные элементы и условные обозначения, применяемые на схемах. Сила и плотность тока, единицы измерения. Электродвижущая сила источника и напряжение на его зажимах. Энергия и мощность электрической цепи; баланс мощностей. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление и проводимость. Удельное сопротивление и удельная проводимость. Резистор. Зависимость сопротивления от температуры. Закон Ома для всей цепи.

Преобразование электрической энергии в тепловую. Закон Джоуля - Ленца. Нагрев проводов. Плавкие предохранители. Выбор сечения провода в зависимости от допустимого тока. Основные проводниковые материалы.

Последовательное, параллельное и смешанное соединения сопротивлений и источников тока. Первый закон Кирхгофа.

Работа источника в режиме генератора и потребителя. Второй закон Кирхгофа и его применение.

Гальванические элементы и аккумуляторы: назначение, устройство, работа, виды и типы. Цикл «заряд – разряд» аккумулятора.

Тема 1.4 Электромагнетизм.

Магнитное поле. Магнитная индукция: направление магнитного поля. Магнитный поток. Напряженность магнитного поля. Магнитная постоянная и магнитная проницаемость вещества. Взаимодействие магнитного поля и проводника с током. Электромагнитная сила.

Явление электромагнитной индукции. Электродвижущая сила индукции при движении прямолинейного проводника в магнитном поле. Правило правой руки и правило Ленца. Преобразование механической энергии в электрическую;

Принцип работы электрического генератора. Преобразование электрической энергии в механическую; принцип работы электродвигателя. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индуктивность. Вихревые токи и их практическое значение.

1.5 Электрические цепи переменного тока .

Переменный ток; его определение. Период и частота переменного тока. Получение синусоидальной ЭДС. Изображение синусоидальных величин синусоидами и вращающимися векторами. Векторная диаграмма. Фаза. Начальная фаза, сдвиг фаз. Действующие значения тока, напряжения и ЭДС.

Особенности цепей переменного тока. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Векторная диаграмма; графики тока, напряжения и мощности. Средняя (активная) мощность. Цепь переменного тока с индуктивностью. Векторная диаграмма; графики тока, напряжения и мощности. Реактивное сопротивление индуктивности. Цепь переменного тока с емкостью. Векторная диаграмма. Треугольник напряжений. Полное сопротивление. Треугольник сопротивлений. Резонанс токов и напряжений. Сдвиг фаз между током и напряжением. Полная мощность. Треугольник мощностей. Неразветвленная цепь с емкостью. Векторная диаграмма. Графики тока, напряжения и мощности. Реактивное сопротивление емкости. Средняя и максимальная (реактивная) мощности.

Трехфазные цепи .

Получение трехфазной системы токов. Четырехпроводная трехфазная система при соединении обмоток генератора и потребителей в звезду. Фазные и линейные напряжения генератора и потребителя. Соотношение между фазными и линейными напряжениями. Равномерная и неравномерная нагрузки. Фазные и линейные токи. Векторная диаграмма напряжений и токов. Нейтральный (нулевой) провод и его назначение.

Соединение обмоток генератора в треугольник; недостатки этого соединения. Соединение потребителей в треугольник. Зависимость между фазными и линейными токами. Векторная диаграмма напряжений и токов. Мощность трехфазной цепи при соединении потребителей в звезду и треугольник.

Электробезопасность .

Общие сведения. Действие на организм электрического тока. Виды электротравм. Опасные и смертельные значения силы тока и напряжения. Способы защиты: заземление, зануление, отключение, использование низких напряжений. Индивидуальные средства защиты.

Тема 1.6 Электрические измерения

Классификация измерительных приборов. Погрешности измерений. Измерение напряжений и токов. Устройство и принцип действия различных типов измерительных механизмов. Устройства для расширения пределов измерения напряжений и токов. Измерение сопротивлений. Измерение мощности. Электродинамический и ферродинамический ваттметры. Измерение электрической энергии. Индукционные счетчики. Комбинированные приборы.

Тема 1.7 Электрические машины.

Машины переменного тока.

Назначение машин переменного тока. Асинхронные электродвигатели. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазных асинхронных электродвигателях. Принцип действия трехфазного асинхронного

электродвигателя. Частота вращения магнитного поля статора и частота вращения ротора. Скольжение. Пуск в работу трехфазных асинхронных

электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Реверсирование. Однофазный электродвигатель. Потери и КПД асинхронного электродвигателя. Синхронные машины.

Машины постоянного тока.

Общее устройство электрических машин постоянного тока; основные элементы конструкции и их назначение. Обратимость машин. Принцип работы машины постоянного тока.

Виды возбуждений машин постоянного тока. Схемы. Пуск двигателя; роль пускового и регулировочного реостатов. Реверсирование электродвигателей постоянного тока. Потери и КПД двигателей постоянного

Трансформаторы.

Назначение трансформаторов и их применение. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Режим холостого хода. Коэффициент трансформации. Определение потерь в стали по данным опыта холостого хода. Работа трансформаторов под нагрузкой. Зависимость тока в первичной обмотке от

тока во вторичной обмотке. Внешняя характеристика. Понятие о процентном изменении напряжения; номинальные токи и напряжения трансформатора. Номинальная мощность трансформатора. Потери энергии и КПД трансформаторов.

Трехфазные трансформаторы, их конструкция, виды и коэффициент трансформации. Соединение обмоток трехфазного трансформатора.

Тема 1.8. Электрические аппараты.

Коммутационные и защитные аппараты.

Рубильники, разъединители, автоматические выключатели, предохранители, тепловые реле: назначение, устройство, виды, работа. Графические обозначения.

Пускорегулирующие аппараты и аппараты управления.

Реостаты, контроллеры командоконтроллеры, станции пульты управления, МП, контакторы назначение, устройство, виды, работа. Графические обозначения.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

Каждый студент выполняет свой вариант работы в зависимости от номера по списку в журнале.

Практическая работа № 1

Расчет эквивалентной емкости цепи.
Время работы: 2 часа

Заполните таблицы

а)

0,0015 Ф	0,33 мкФ	0,047 мкФ	100 пФ	6,8 нФ	820 пФ
мкФ	Ф	пФ	мкФ	пФ	нФ

10 МОм	470 Ом	0,33 МОм	47 кОм	4700 Ом	1,5 кОм
? Ом	**? кОм**	**? кОм**	**? МОм**	**? МОм**	**? Ом**

б)

в)

0,15 А	25 мА	140 мкА	0,02 А	1,7 А	420 мкА
? мА	**? мкА**	**? А**	**? мА**	**? мкА**	**? мА**

г)

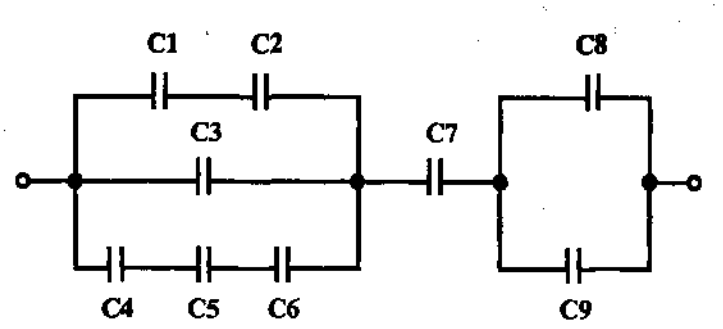
0,2 В	15 кВ	0,03 МВ	25 мВ	1200 мкВ	220 В
? мВ	**? В**	**? кВ**	**? мкВ**	**? В**	**? кВ**

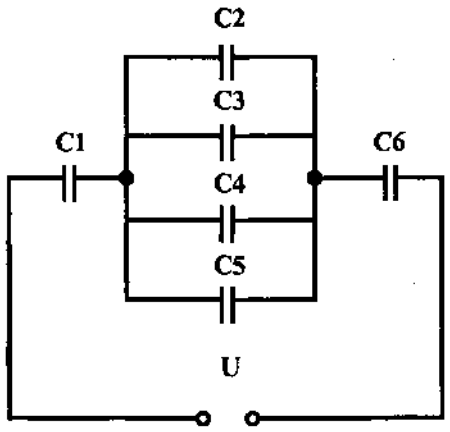
д)

55кВт	1500Вт	1,5 МВт	0,33 кВт	0,12 МВт	312 кВт
? Вт	**? кВт**	**? кВт**	**? Вт**	**? кВт**	**? Мвт**

0,5 Гн	2,6 мГн	37 мкГн	521 мГн	1210 мкГн	17 Гн
? мГн	**? мкГн**	**? мГн**	**? мкГн**	**? Гн**	**? мГн**

2) Определите эквивалентную емкость данной цепи, если все элементы C1-C9 равны 10 мкФ.





Практическая работа № 2

Расчет разветвленной цепи постоянного тока.

Время работы: 2 часа.

Условные обозначения:

I – сила тока, А (ампер);

U – напряжение, В (вольт);

R – активное сопротивление участка цепи (резистора), Ом.

Для цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов определить:

1) эквивалентное сопротивление цепи Rэкв. относительно зажимов АВ;
2) Ток или напряжение (U или I по варианту)
3) мощность, потребляемую всей цепью P;
4) расход электрической энергии W цепи за 8 ч. работы.

Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в табл.1.

Индекс тока или напряжения совпадает с индексом, резистора, по которому проходит этот ток или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор R_3 проходит ток I_3 и на нем действует напряжение U_3

Таблица 1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер рисунка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Задаваемая величина	I=12 А	I=15 А	U=30 В	U=24 В	I=10 А	U=100 В	I=4 А	I=12 А	I=5 А	U=24 В
Номер варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Номер рисунка	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Задаваемая величина	I=15 А	I= 12 А	U= 24 В	U= 30 В	I= 6 А	U= 40 В	I= 10 А	I= 5 А	I= 12 А	U=108 В
Номер варианта	21	22	23	24	25					
Номер рисунка	21	22	23	24	25					
Задаваемая величина	U=30 В.	U=50 В	I= 10 А	I=8 А	U=100 В					

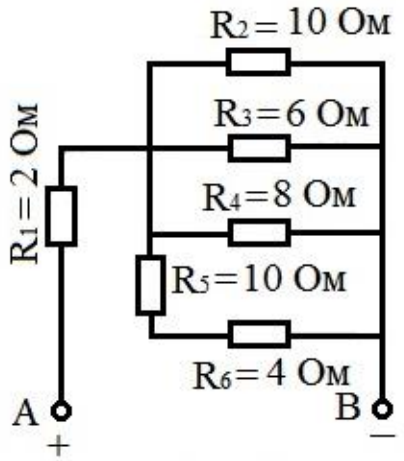


Рис. 1

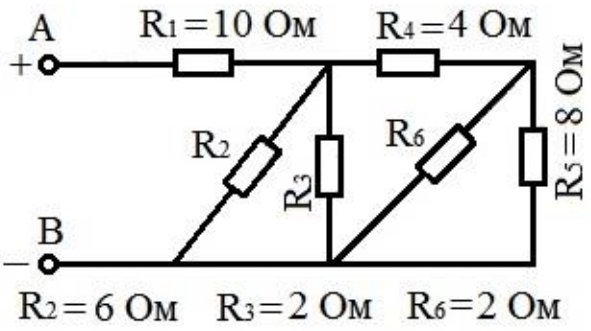


Рис.2

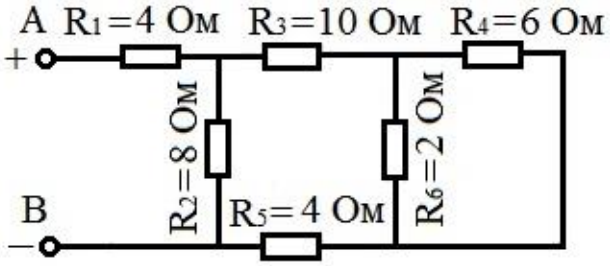


Рис. 3

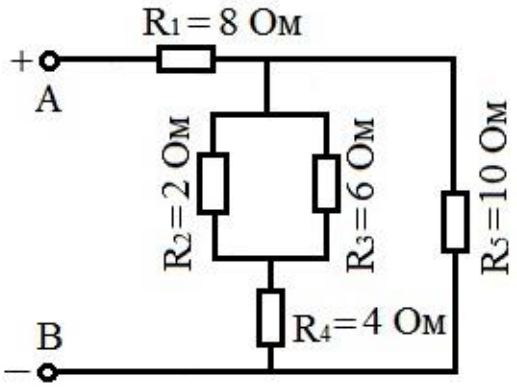


Рис. 4

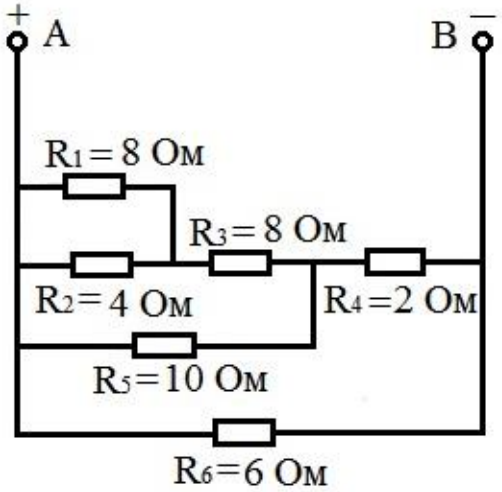


Рис. 5

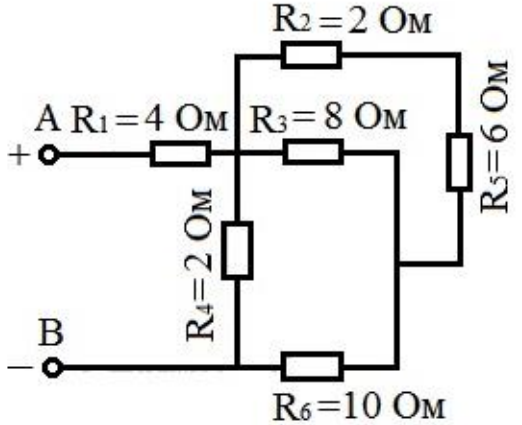


Рис. 6

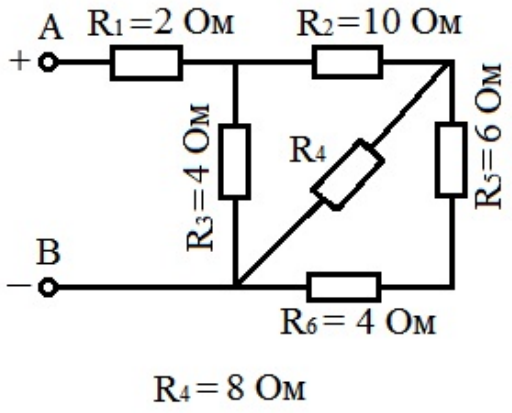


Рис. 7

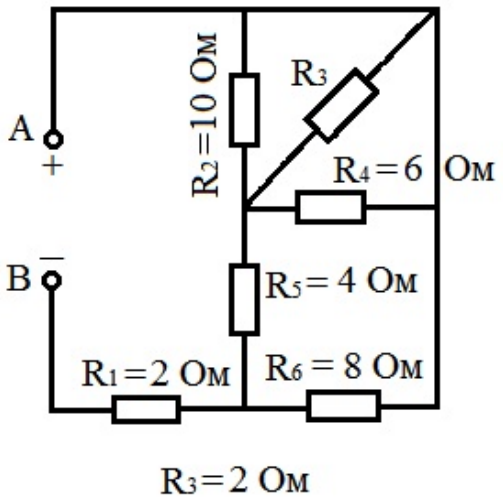


Рис. 8

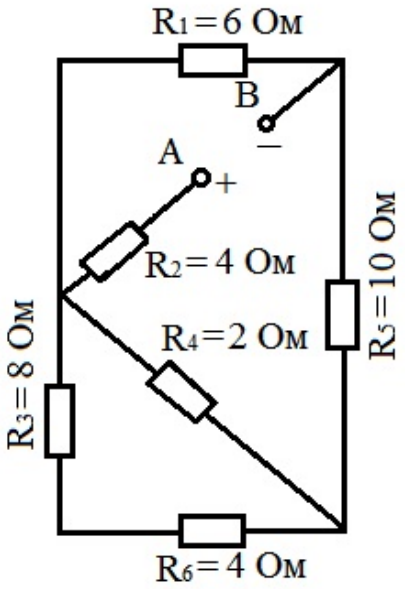


Рис. 9

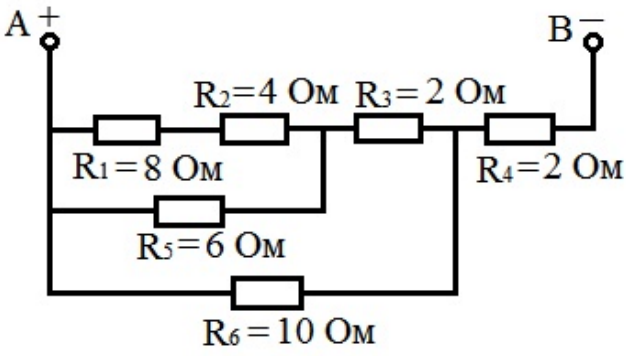


Рис. 10

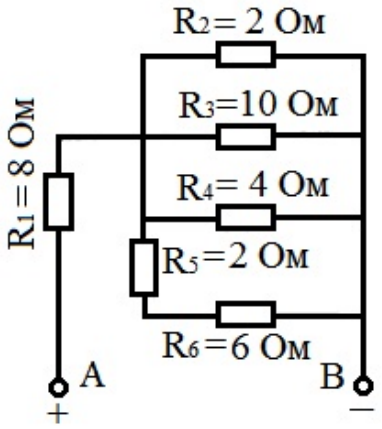


Рис.11

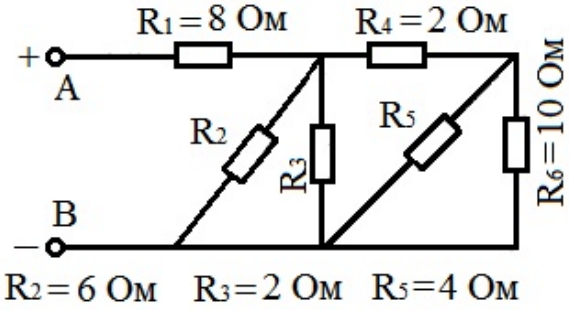


Рис. 12

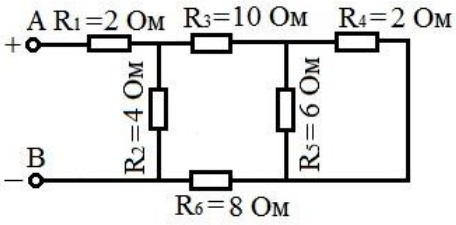


Рис. 13

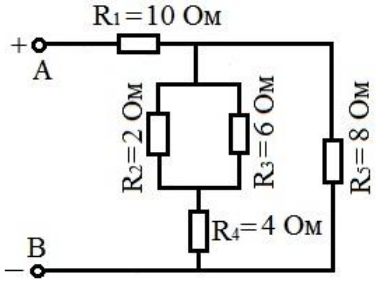


Рис.14

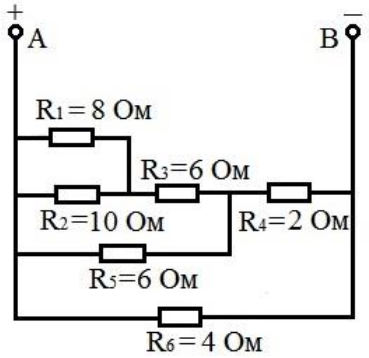


Рис.15

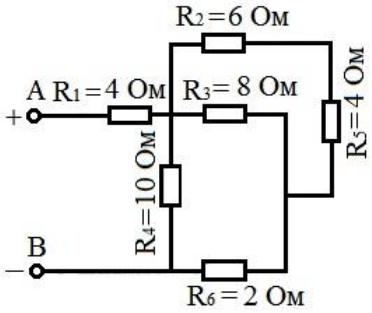
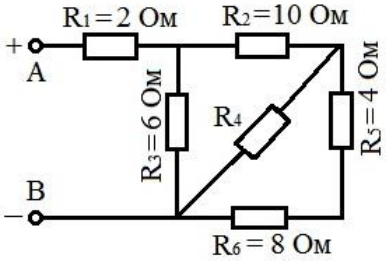
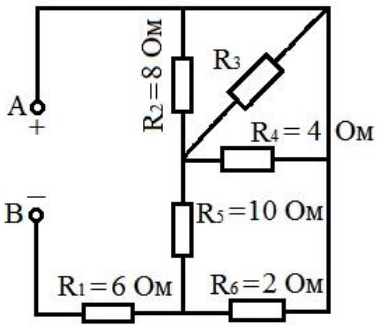


Рис. 16



$R_4 = 4$ Ом

Рис.17



$R_3 = 6$ Ом

Рис. 18

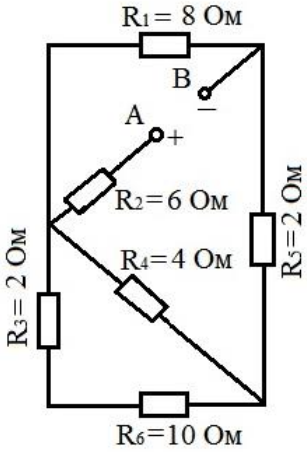


Рис.19

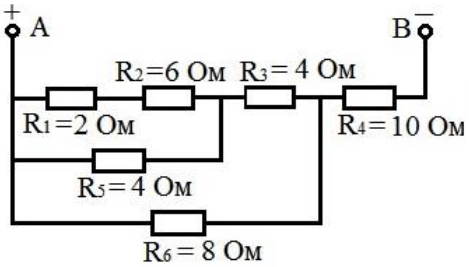


Рис. 20

Практическая работа № 3.

Расчет не разветвленной цепи переменного тока.

Время работы: 1 час.

Цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости), включенные последовательно. Схема цепи приведена на соответствующем рисунке. Номер рисунка и значения сопротивлений всех элементов, а также один дополнительный параметр заданы в табл. 2.

Условные обозначения:

I – сила тока, А (ампер);
U – напряжение, В (вольт);
R – активное сопротивление участка цепи (резистора), Ом;
X_L – реактивное индуктивное сопротивление участка цепи (катушки), Ом;
X_C – реактивное емкостное сопротивление участка цепи (конденсатора), Ом;
P – активная мощность цепи;
Q – реактивная мощность цепи;
S – полная мощность цепи.

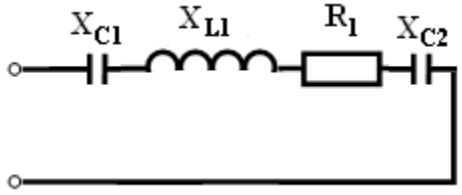
Задание: Начертить схему цепи и определить следующие величины:

1. полное, сопротивление цепи **Z**;
2. напряжение **U**, приложенное к цепи;
3. ток **I**;
4. угол сдвига фаз **cosφ**(по величине и знаку);
5. активную **P**, реактивную **Q** и полную **S** мощности цепи. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и пояснить её построение.

Таблица 2

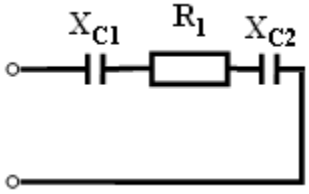
Номер вар.	Номер рис.	R_1, Ом	R_2, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_{C1}, Ом	X_{C2}, Ом	Дополнительный параметр
1	1	12	—	4	—	12	8	U= 40 В
2	2	6	2	6	—	—	—	I = 5 А
3	3	3	1	5	—	6	2	U= 40 В
4	4	4	—	6	—	3	—	I = 5 А
5	5	4	2	12	—	4	—	U= 60 В
6	6	16	—	—	—	4	8	I = 10 А
7	7	4	8	10	6	—	—	U= 30 В
8	8	3	—	10	12	26	—	I = 3 А
9	9	40	—	30	20	12	8	U= 50 В
10	10	4	4	—	2	8	—	I =2 А
11	11	12	-	-	4	12	8	U= 40 В.
12	12	12	-	4	4	-	8	I= 5 А.
13	13	-	8	4	4	6	8	U= 50 В.
14	14	-	6	6	6	-	4	I = 5 А
15	15	-	12	4	4	-	24	U= 60 В
16	16	-	4	-	16	9	4	I = 10 А
17	17	-	8	5	-	9	2	U= 100 В
18	18	-	12	-	-	10	6	I = 3А
19	19	3	5	-	6	-	-	U= 50 В
20	20	-	6	4	-	12	-	I = 5 А

Рис. 1



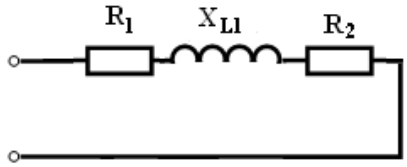
R_1 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , X_{C2} = 8 Ом , U = 40 В

Рис. 2



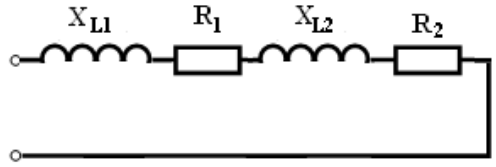
R_1 = 12 Ом , X_{C1} = 12 Ом , X_{C2} = 8 Ом , I = 5 А

Рис. 3



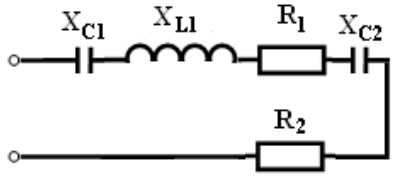
R_1 = 12 Ом , R_2 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , U = 40 В

Рис. 4



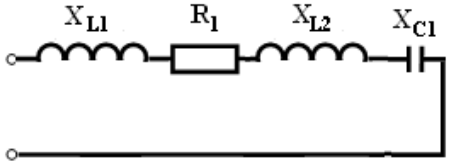
R_1 = 12 Ом , R_2 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом, X_{L2} = 4 Ом , I = 5 А

Рис. 5



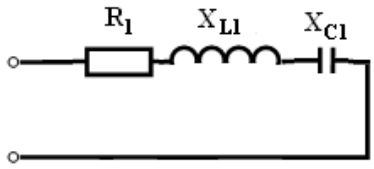
R_1 = 12 Ом , R_2 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , X_{C2} = 8 Ом , U = 60 В

Рис. 6



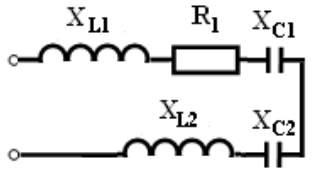
R_1 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , I = 10

Рис. 7



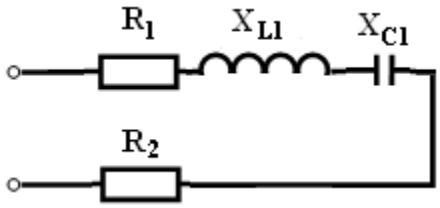
R_1 = 12 Ом, X_{L1} = 4 Ом, X_{C1} = 12 Ом, U = 30 В

Рис. 8



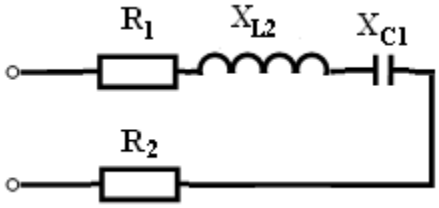
R_1 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом, X_{C2} = 8 Ом , I = 3 А

Рис. 9



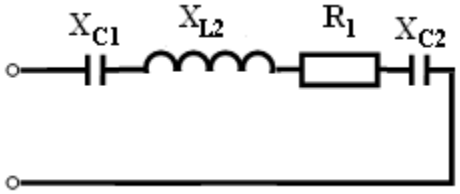
R_1 = 12 Ом , R_2 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом, X_{C1} = 12 Ом , U = 50 В

Рис. 10



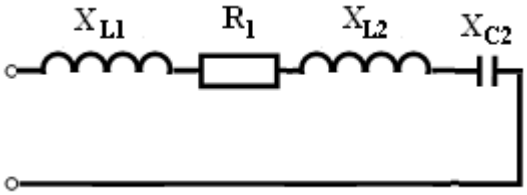
R_1 = 12 Ом , R_2 = 12 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , I = 2 А

Рис. 11



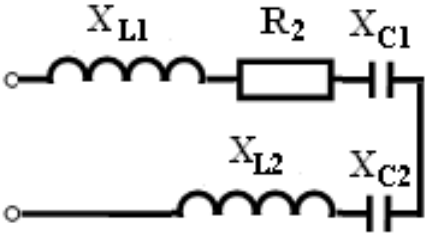
R_1 = 12 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , X_{C2} = 8 Ом , U = 40 В

Рис. 12



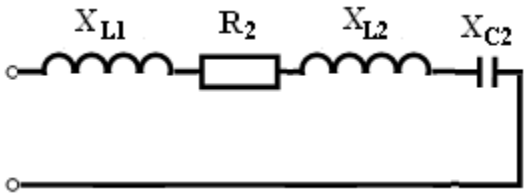
R_1 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C2} = 8 Ом , I = 5 А

Рис. 13



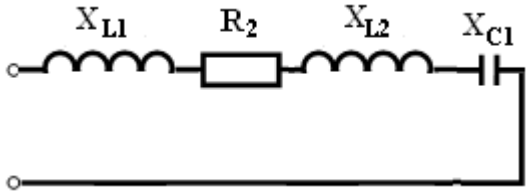
R_2 = 8 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 6 Ом , X_{C2} = 8 Ом , U = 50 В

Рис. 14



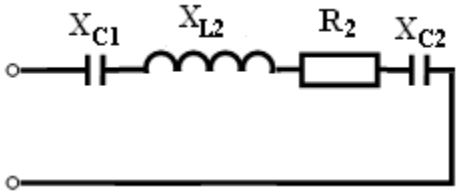
R_2 = 6 Ом , X_{L1} = 6 Ом , X_{L2} = 6 Ом , X_{C2} = 4 Ом , I = 5 А

Рис. 15



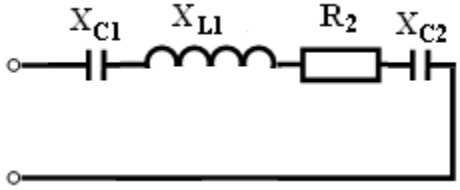
R_2 = 12 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{L2} = 4 Ом , X_{C1} = 24 Ом , U = 60 В

Рис. 16



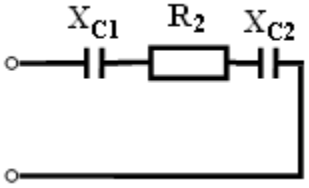
R_2 = 4 Ом , X_{L2} = 16 Ом , X_{C1} = 9 Ом , X_{C2} = 4 Ом , I = 10 А

Рис. 17



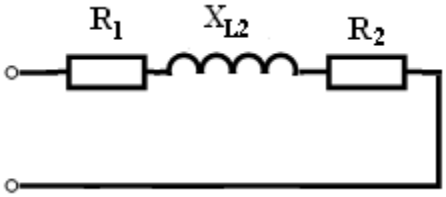
R_2 = 8 Ом , X_{L1} = 5 Ом , X_{C1} = 9 Ом , X_{C2} = 2 Ом , U = 100 В

Рис. 18



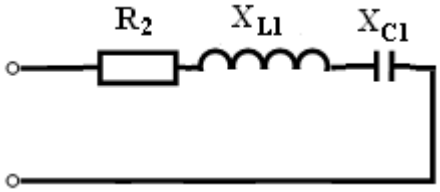
R_2 = 12 Ом , X_C = 10 Ом , X_{C2} = 6 Ом , I = 3 А

Рис. 19



R_1 = 12 Ом, R_2 = 12 Ом, X_{L2} = 4 Ом, U = 50 В

Рис. 20



R_2 = 6 Ом , X_{L1} = 4 Ом , X_{C1} = 12 Ом , I = 5 А

Практическая работа № 4.

Расчет разветвленной цепи.

Время работы: 1 часа.

Разветвленная цепь переменного тока состоит из двух параллельных ветвей, содержащих различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости).

Условные обозначения:

I – сила тока, А (ампер);
U – напряжение, В (вольт);
R – активное сопротивление участка цепи (резистора), Ом;
X_L – реактивное индуктивное сопротивление участка цепи (катушки), Ом;
X_C – реактивное емкостное сопротивление участка цепи (конденсатора), Ом;
Z – полное сопротивление цепи, Ом;
cosφ – коэффициент мощности;
φ – угол отклонения вектора тока или напряжения от оси, находится по таблице Брадиса;
P – активная мощность цепи, Вт (ватт);
Q – реактивная мощность цепи, Вар;
S – полная мощность цепи, В·А (вольт-ампер).

Номер рисунка, значения всех сопротивлений, а также один дополнительный параметр заданы в табл. 3. Индекс "1" у дополнительного параметра означает, что он относится к первой ветви; и индекс "2" - ко второй.

Начертить, схему цепи и определить следующие величины:

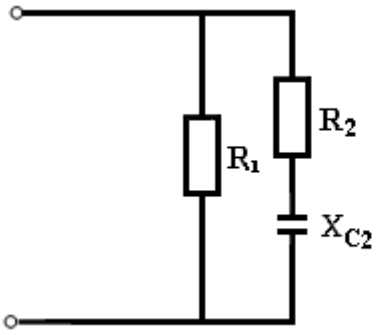
1. Полные сопротивления $\mathbf{Z_1}$, $\mathbf{Z_2}$ в обеих ветвях.
2. Токи $\mathbf{I_1}$, и $\mathbf{I_2}$ в обеих ветвях;
3. Ток **I** в неразветвленной части цепи;
4. Напряжение **U,** приложенное к цепи;
5. Активную **P**, реактивную **Q** и полную мощности **S** для всей цепи.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Таблица 3

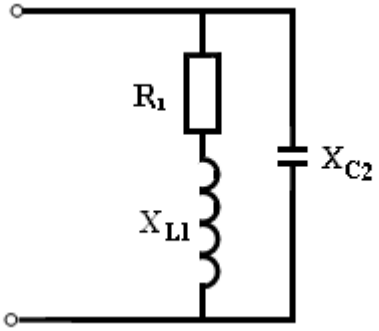
№ вар	№ рис.	R_1, Ом	R_2, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_{C1}, Ом	X_{C2}, Ом	дополнительный параметр
1	1	2	3	-	-	-	6	U= 60 В
2	2	6	-	4	-	4	-	I = 5 А
3	3	2	3	6	3	-	6	U= 60 В
4	4	4	4	-	3	-	-	I = 5 А
5	5	2	-	-	-	-	4	I = 5 А
6	6	16	32	12	24	-	-	U= 60 В
7	7	8	6	-	8	6	-	I = 5 А
8	5	4	3	-	4	-	-	U= 50 В
9	9	4	-	-	-	-	6	I = 10 А
10	10	4	3	8	3	-	-	U= 100 В
11	11	8	6	-	-	-	6	I = 6 А
12	12	8	-	8	-	-	6	U= 40 В
13	13	8	6	3	8	-	6	I = 5 А
14	14	4	4	-	3	-	-	U= 60 В
15	15	2	-	-	-	-	4	U= 120 В
16	16	16	32	12	24	-	-	I = 3 А
17	17	8	6	-	8	6	-	U= 60 В
18	18	2	3	-	-	4	-	I = 5 А
19	19	48	-	64	-	-	60	I = 2 А
20	20	20	32	4	3		6	U= 160 В

Рис. № 1



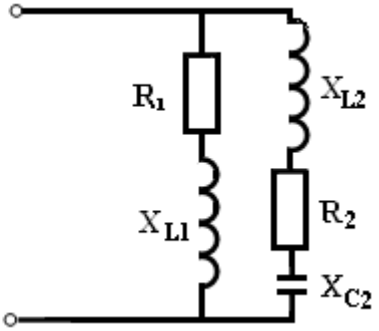
R_1 = 2 Ом, R_2 = 3 Ом, X_{C2}=6 Ом

Рис. № 2



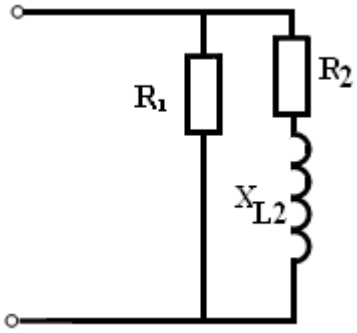
R_1 = 6 Ом, X_{C2} = 4 Ом, X_{L1}= 4 Ом,

Рис. № 3



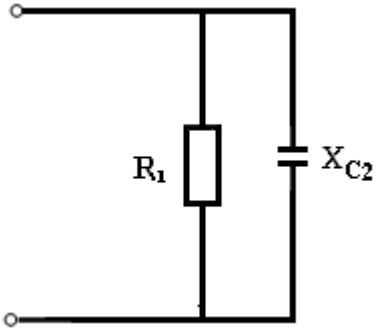
R_1= 2 Ом, R_2=3 Ом, X_{L1} = 6 Ом, X_{L2}=3 Ом, X_{C2} = 6 Ом

Рис. № 4



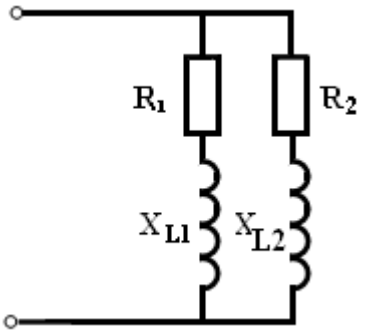
R_1= 4 Ом, R_2=4 Ом, X_{L2}= 3 Ом

Рис. № 5



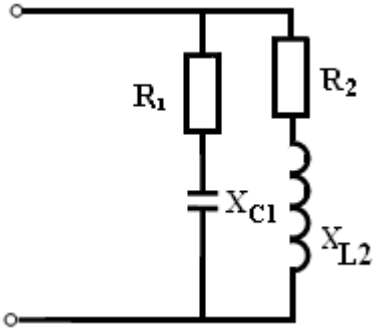
R_1= 2 Ом, X_{C2} = 4 Ом

Рис. № 6



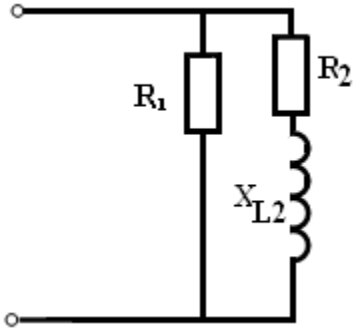
R_1= 16 Ом, R_2=32 Ом, X_{L1}= 12 Ом, X_{L2}=24 Ом

Рис. № 7



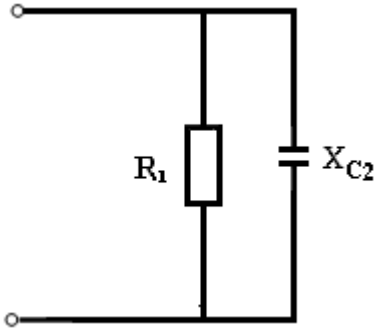
R_1= 8 Ом, R_2=6 Ом, X_{C1} = 6 Ом, X_{L2}=8 Ом

Рис. № 8



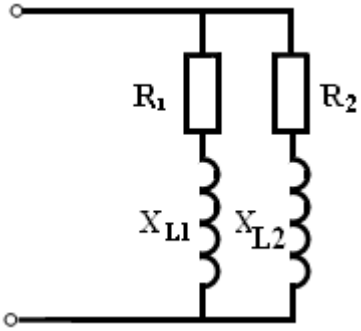
R_1 = 4 Ом, R_2 = 3 Ом, X_{L2} = 4 Ом

Рис. № 9



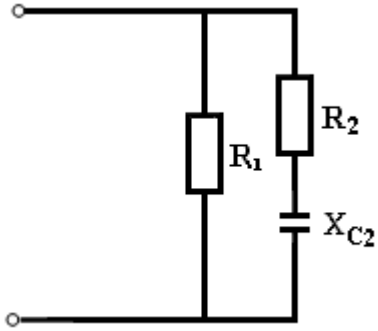
R_1 = 4 Ом, X_{C2} = 6 Ом

Рис. 10



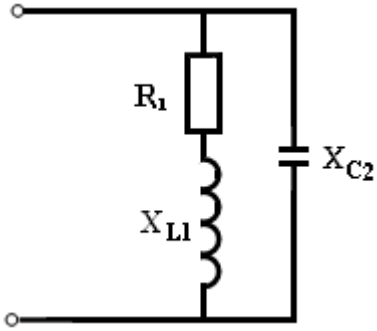
R_1 = 4 Ом, R_2 = 3 Ом, X_{L1}=8 Ом, X_{L2}= 3 Ом

Рис. № 11



R_1= 8 Ом, R_2=6 Ом, X_{C2} = 6 Ом

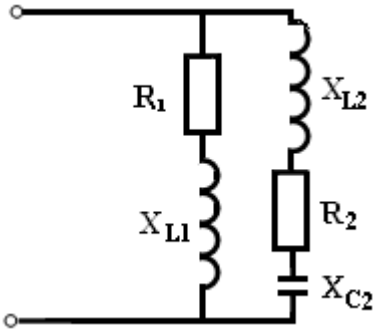
Рис. № 12



R_1= 8 Ом, X_{C2} = 6 Ом,

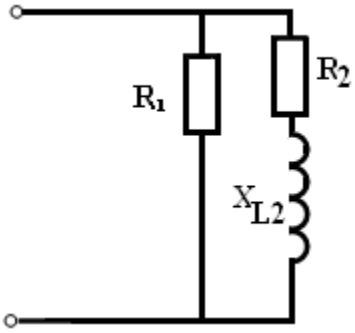
X_{L1}=8 Ом

Рис. № 13



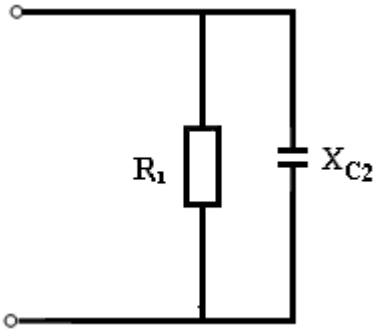
R_1= 8 Ом, R_2=6 Ом, X_{C2} = 6 Ом, X_{L1}= 3 Ом, X_{L2}=8 Ом

Рис. № 14



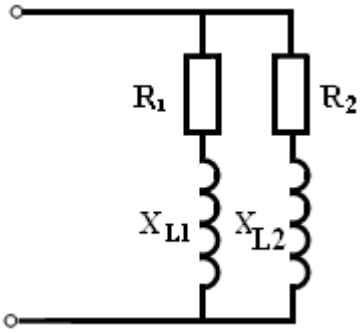
R_1= 4 Ом, R_2=4 Ом, X_{L2}= 3 Ом

Рис. № 15



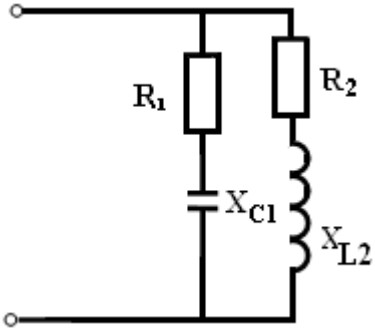
R_1= 2 Ом, X_{C2} = 4 Ом

Рис. № 16



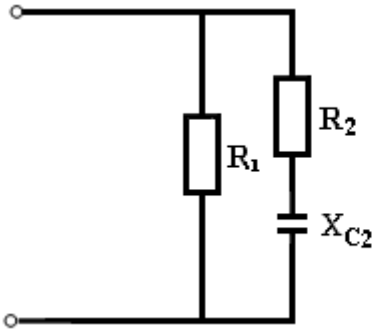
R_1= 16 Ом, R_2=32 Ом
X_{L1}= 12 Ом, X_{L2}=24 Ом

Рис. № 17



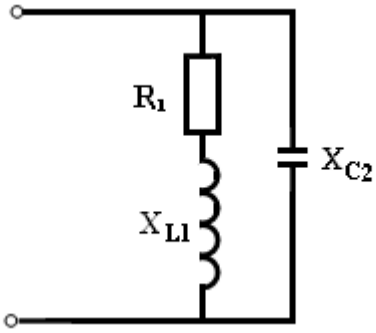
R_1= 8 Ом, R_2=6 Ом
X_{C1} = 6 Ом, X_{L2}=8 Ом

Рис. № 18



R_1 = 2 Ом, R_2 = 3 Ом Ом
X_{C1} = 4 Ом

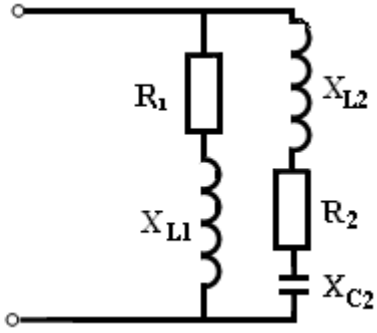
Рис. № 19



R_1 =48 Ом

X_{L1} = 64 Ом
X_{C2} = 60 Ом

Рис. № 20



R_1= 20 Ом, R_2=32

X_{L1}= 4 Ом, X_{L2}=3 Ом
X_{C2}=6 Ом

Практическая работа № 5.

Расчет трехфазной цепи (звезда).
Время работы: 2 часа

Условные обозначения:

I – сила тока, А (ампер);
U_H – номинальное напряжение сети, В (вольт);
R_A – активное сопротивление участка цепи по фазе А, Ом;
R_B – активное сопротивление участка цепи по фазе В, Ом;
R_C – активное сопротивление участка цепи по фазе С, Ом;
X_A – реактивное сопротивление участка цепи по фазе А, Ом;
X_B – реактивное сопротивление участка цепи по фазе В, Ом;
X_C – реактивное сопротивление участка цепи по фазе С, Ом.
Z – полное сопротивление цепи, Ом;
cosφ – коэффициент мощности;
φ – угол отклонения вектора тока или напряжения от оси, находится по таблице Брадиса;
P – активная мощность цепи;
Q – реактивная мощность цепи;
S – полная мощность цепи.

A – фаза А;
B – фаза В;
C – фаза С;
N – нулевой провод.

В трёхфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_н$ включили звездой разные по характеру сопротивления» Определить линейные токи и начертить в масштабе векторную диаграмму цепи. По векторной диаграмме определить числовое значение тока в нулевом проводе.

Таблица 4

№№ варианта	№№ рисунков	Uн, В	№№ варианта	№№ рисунков	Uн, В	№№ варианта	№№ рисунков	Uн, В	№№ варианта	№№ рисунков	Uн, В
1	1	380	6	6	380	11	11	380	16	16	380
2	2	660	7	7	660	12	12	660	17	17	660
3	3	380	8	8	380	13	13	380	18	18	380
4	4	220	9	9	220	14	14	220	19	19	220
5	5	380	10	10	380	15	15	380	20	20	380

Определить: активную ***P***, реактивную ***Q*** и полную ***S*** мощности потребляемые всей цепью.

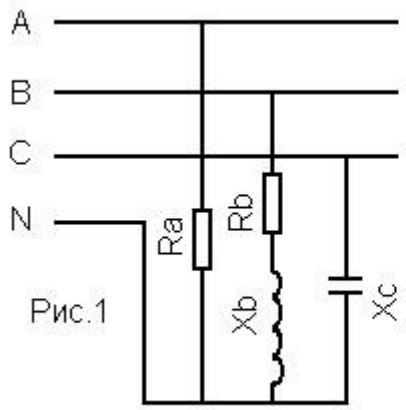


Рис.1

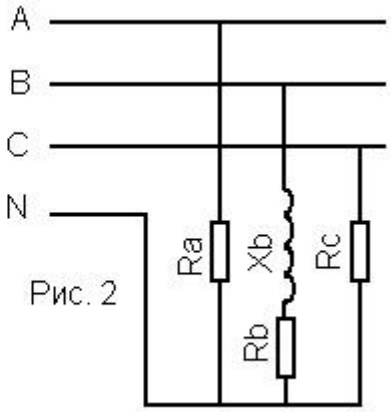


Рис. 2

Ra= 10 Ом; Xb= 4 Ом;
Rb= 3 Ом; Xc= 10 Ом

Ra= 10 Ом; Rb= 8 Ом;
Xb= 6 Ом; Rc= 12 Ом

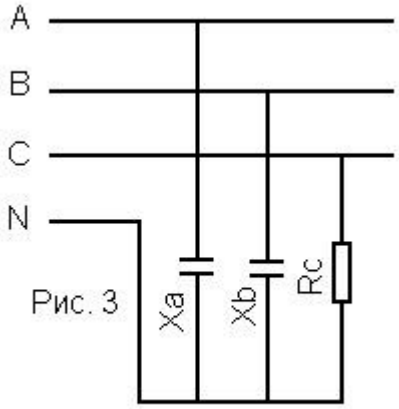


Рис. 3

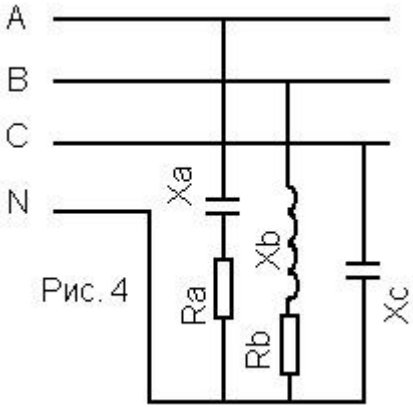


Рис. 4

Xa= 20 Ом; Xb= 38 Ом;
Rc= 38 Ом

Ra= 16 Ом; Xa= 12 Ом;
Rb= 12 Ом; Xb= 16 Ом
Xc= 20 Ом

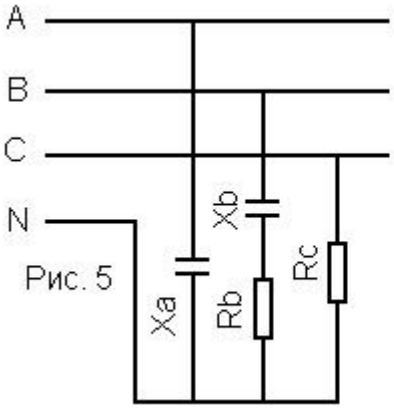


Рис. 5

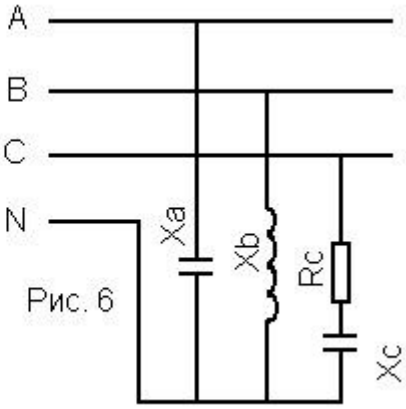


Рис. 6

Xa= 8 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 4 Ом; Rc= 10 Ом

Xa= 10 Ом; Xb= 8 Ом;
Xc= 4 Ом; Rc= 8 Ом

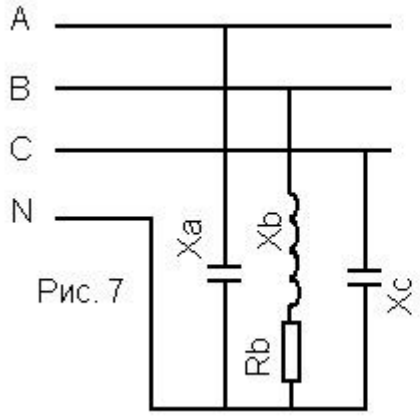


Рис. 7

Xa= 2 Ом; Rb= 2 Ом;
Xb= 6 Ом; Xc= 6 Ом

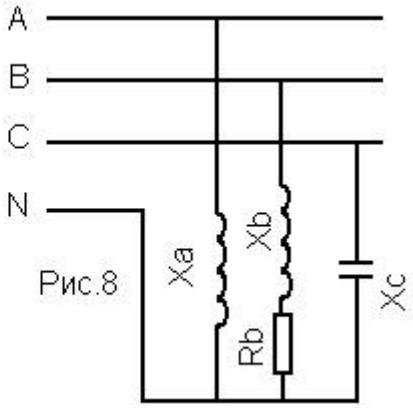


Рис.8

Xa= 4 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 4 Ом; Xc= 6 Ом

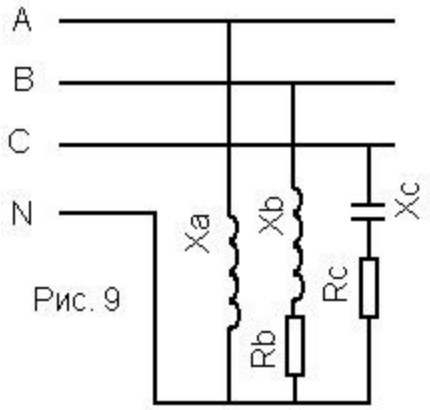


Рис. 9

Xa= 6 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 2 Ом; Rc= 8 Ом;
Xc= 6 Ом

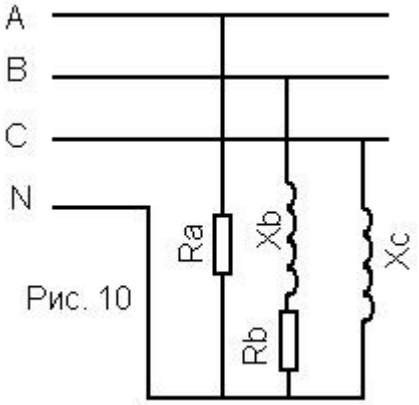


Рис. 10

Ra= 6 Ом; Rb= 10 Ом;
Xb= 6 Ом; Xc= 12 Ом

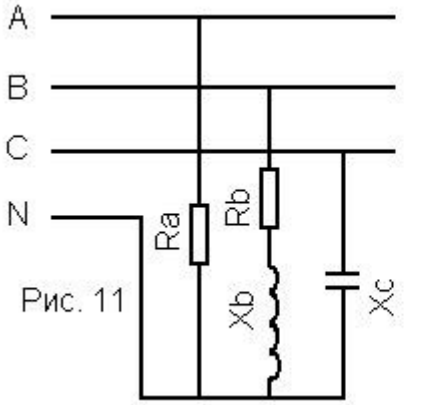


Рис. 11

Ra= 10 Ом; Rb= 10 Ом;
Xb= 2 Ом; Xc= 10 Ом

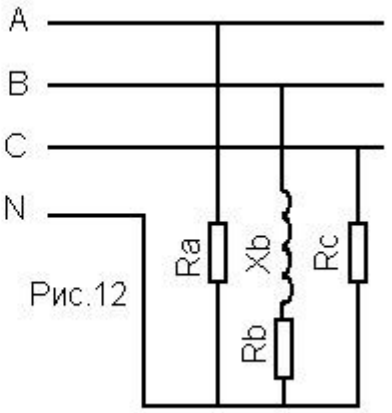


Рис.12

Ra= 10 Ом; Rb= 4 Ом;
Xb= 2 Ом; Rc= 8 Ом

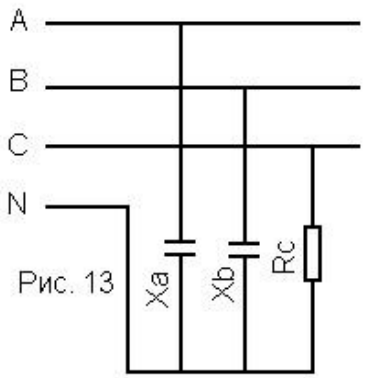


Рис. 13

Xa= 2 Ом; Xb= 4 Ом;
Rc= 4 Ом

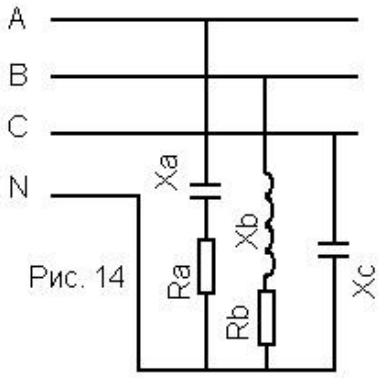


Рис. 14

Ra= 8 Ом; Xa= 6 Ом;
Rb= 6 Ом; Xb= 2 Ом; Xc= 4 Ом

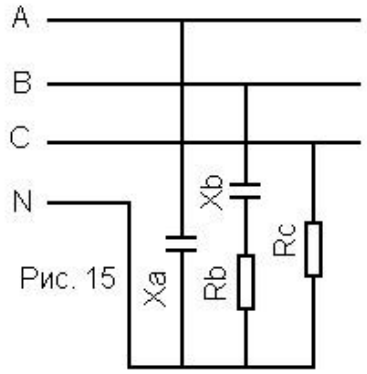


Рис. 15

Xa= 10 Ом; Rb= 8 Ом;
Xb= 4 Ом; Rc= 8 Ом

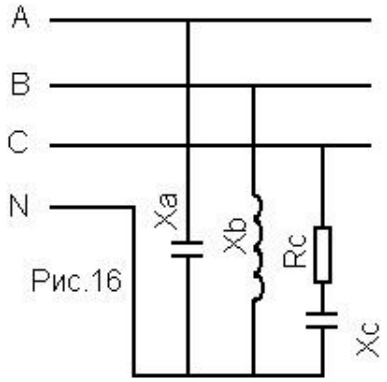


Рис.16

Xa= 6 Ом; Xb= 6 Ом;
Rc= 8 Ом; Xc= 10 Ом

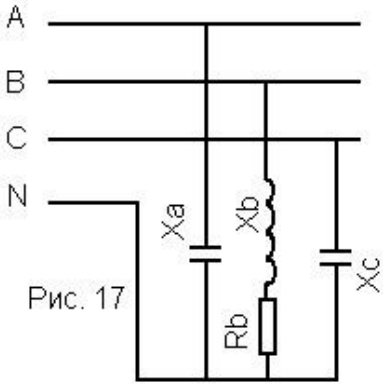


Рис. 17

Xa= 8 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 4 Ом; Xc= 10 Ом

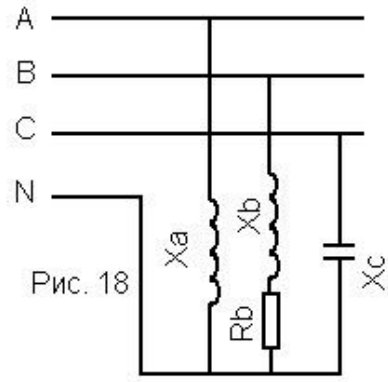


Рис. 18

Xa= 10 Ом; Rb= 8 Ом;
Xb= 4 Ом; Xc= 8 Ом

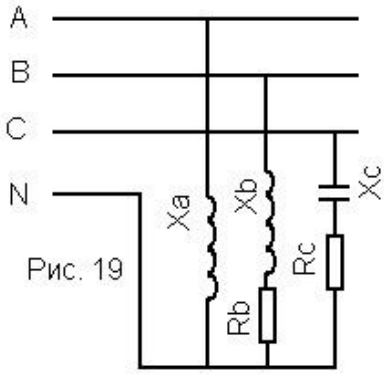


Рис. 19

Xa= 6 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 8 Ом; Rc= 10 Ом;
Xc= 6 О

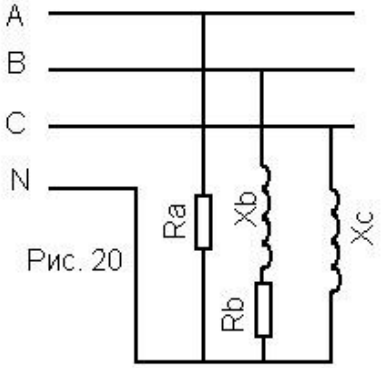


Рис. 20

Ra= 8 Ом; Rb= 6 Ом;
Xb= 4 Ом; Xc= 10 Ом

Практическая работа № 6.

Расчет трехфазной цепи (треугольник).

Время работы: 2 часа

Условные обозначения:

I – сила тока, А (ампер);

$U_{НОМ}$ – номинальное напряжение сети, В (вольт);

R_{AB} – активное сопротивление участка цепи между фазами А и В, Ом;

R_{BC} – активное сопротивление участка цепи между фазами В и С, Ом;

R_{CA} – активное сопротивление участка цепи между фазами С и А, Ом;

X_{AB} – реактивное сопротивление участка цепи между фазами А и В, Ом;

X_{BC} – реактивное сопротивление участка цепи между фазами В и С, Ом;

X_{CA} – реактивное сопротивление участка цепи между фазами С и А, Ом.

Z – полное сопротивление цепи, Ом;

cosφ – коэффициент мощности;

φ – угол отклонения вектора тока или напряжения от оси, находится по таблице Брадиса;

P – активная мощность цепи;

Q – реактивная мощность цепи;

S – полная мощность цепи.

А – фаза А;

В – фаза В;

С – фаза С.

В трёхфазную трёхпроводную сеть с линейным напряжением Uном включены треугольником разные по характеру сопротивления. Определить фазные и линейные токи, активную **P**, реактивную **Q** и полную **S** мощности потребляемой всей цепью. Начертить векторную диаграмму цепи и по ней определить числовые значения линейных токов.

№ варианта	№ рисунка	Uном	№ варианта	№ рисунка	Uном	№ варианта	№ рисунка	Uном	№ варианта	№ рисунка	Uном
1	1	380	6	6	380	11	11	380	16	16	380
2	2	220	7	7	220	12	12	220	17	17	220
3	3	380	8	8	380	13	13	380	18	18	380
4	4	220	9	9	220	14	14	220	19	19	220
5	5	220	10	10	220	15	15	220	20	20	220

Таблица 5

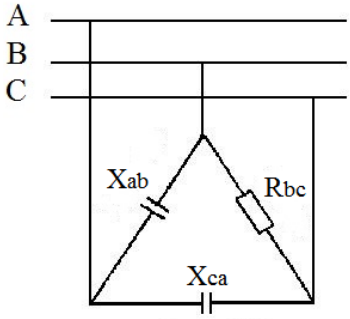


Рис. 1

Xab= 10 Ом; Rbc= 4 Ом; Xca= 10 Ом

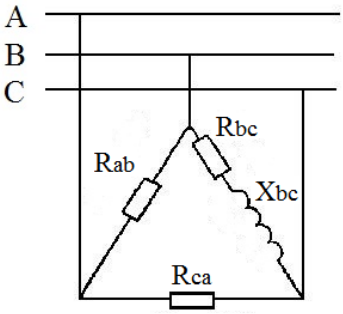


Рис. 2

Rab= 10 Ом; Rbc= 8 Ом; Xbc= 6 Ом; Rca= 12 Ом

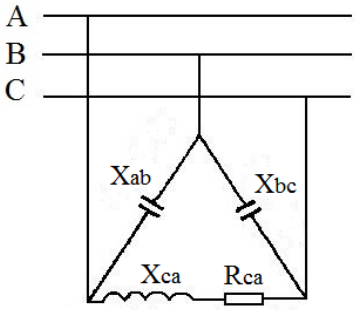


Рис. 3

Xab= 20 Ом; Xbc= 38 Ом; Rca= 38 Ом; Xca= 12 Ом

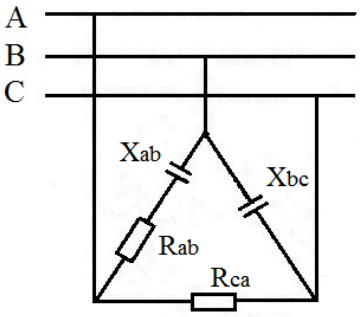


Рис. 4

Rab= 16 Ом; Xab= 12 Ом; Xbc= 12 Ом; Rca= 16 Ом

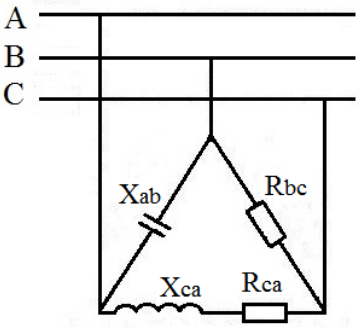


Рис. 5

Xab= 8 Ом; Rbc= 6 Ом; Xca= 4 Ом; Rca= 10 Ом

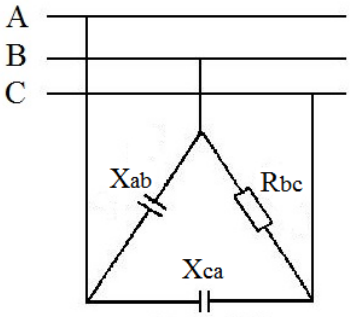


Рис. 6

Xab= 10 Ом; Rbc= 8 Ом; Xca= 4 Ом

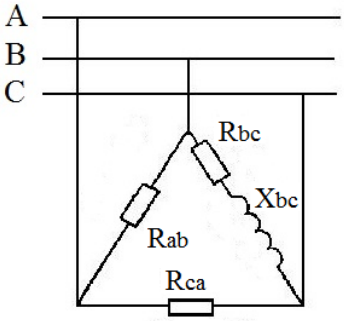


Рис. 7

Rab= 2 Ом; Rbc= 2 Ом; Xbc= 6 Ом; Rca= 6 Ом

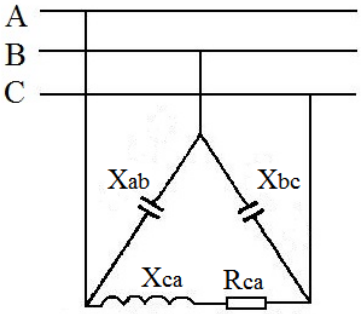


Рис. 8

Xab= 4 Ом; Xbc= 6 Ом; Rca= 4 Ом; Xca= 6 Ом

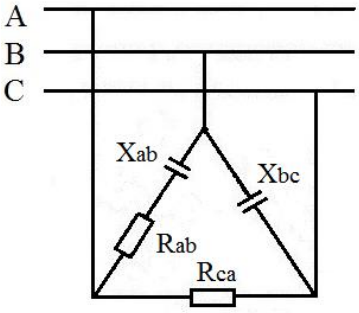


Рис. 9

Xab= 2 Ом; Rab= 6 Ом; Xbc= 2 Ом; Rca= 8 Ом

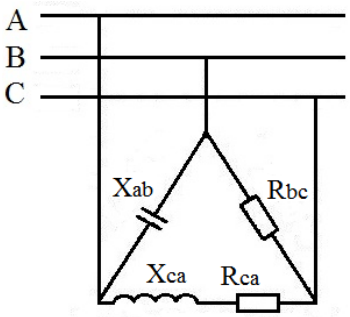


Рис. 10

Xab= 6 Ом; Rbc= 10 Ом; Rca= 6 Ом; Xca= 12 Ом

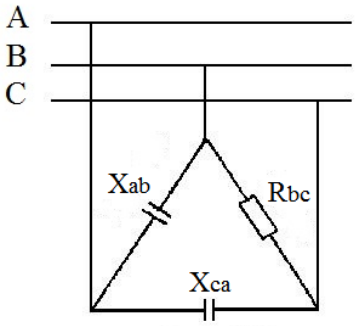


Рис. 11

Xab= 10 Ом; Rbc= 6 Ом; Xca= 10 Ом

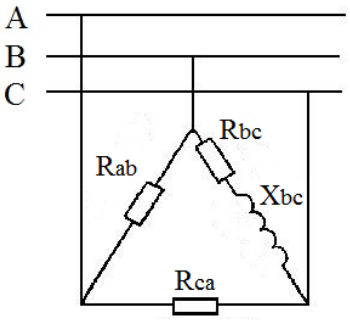


Рис. 12

Rab= 10 Ом; Rbc= 4 Ом; Xbc= 2 Ом; Rca= 8 Ом

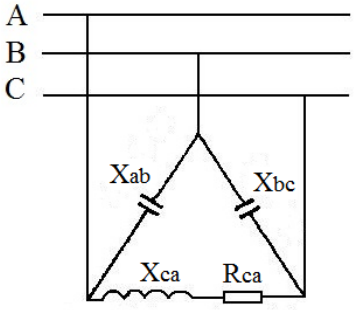


Рис. 13

Xab= 6 Ом; Xbc= 4 Ом; Rca= 10 Ом; Xca= 4 Ом

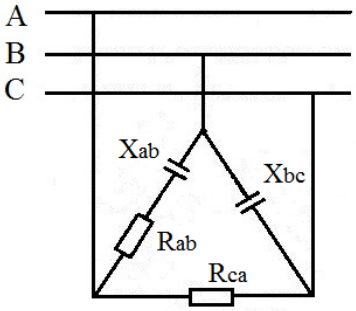


Рис. 14

Rab= 8 Ом; Xab= 6 Ом; Xbc= 6 Ом; Rca= 2 Ом

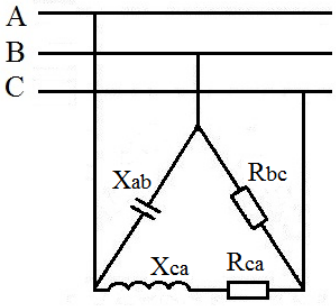


Рис. 15

Xab= 10 Ом; Rbc= 8 Ом; Xca= 4 Ом; Rca= 8 Ом;

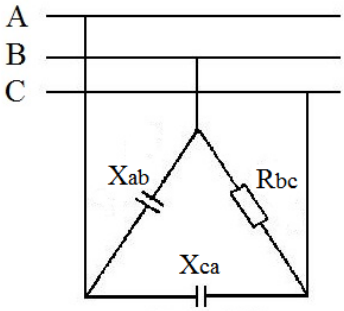


Рис. 16

Xab= 6 Ом; Rbc= 6 Ом; Xca= 10 Ом

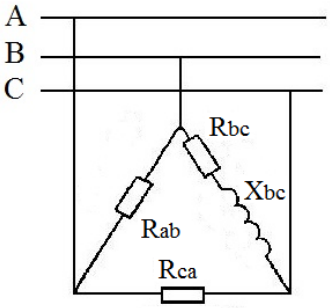


Рис. 17

Rab= 8 Ом; Rbc= 6 Ом; Xbc= 4 Ом; Rca= 10 Ом

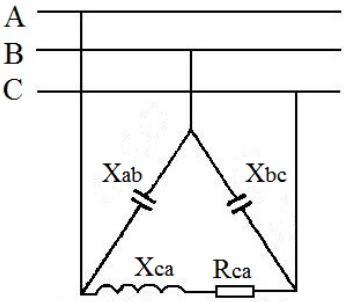


Рис. 18

Xab= 10 Ом; Xbc= 8 Ом; Xca= 4 Ом; Rca= 8 Ом

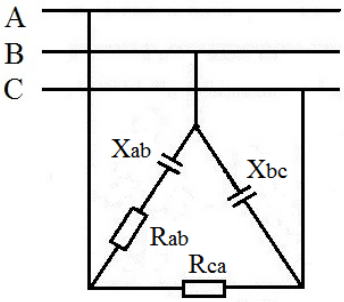


Рис. 19

Xab= 6 Ом; Rab= 6 Ом; Xbc= 8 Ом; Rca= 10 Ом

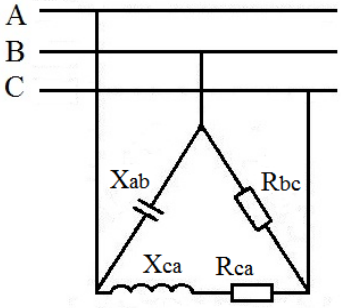


Рис. 20

Xab= 8 Ом; Rbc= 6 Ом; Xca= 4 Ом; Rca= 10 Ом

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ.

1. Электростатическое поле. Его характеристики
2.Конденсаторы.Устройство и виды
3. Способы соединения конденсаторов
4. Постоянный электрический ток. Основные характеристики
5. Элементы электрической цепи
6. Основные группы электроматериалов
7. Закон Ома.
8. I закон Кирхгоффа.
9. II закон Кирхгоффа
10. Виды и типы сопротивлений
12. Способы соединения сопротивлений
13. Закон Джоуля-Ленца
14. Аккумуляторы. Назначение, устройство
15. Заряд, разряд аккумулятора. Способы соединения.
16. Электробезопасность. Основные факторы.
17. Электробезопасность. Методы и средства защиты от эл. тока.
18. Первая помощь пострадавшему от электричества.
19. Переменный электрический ток. Основные характеристики.
20. Получение однофазного тока. Устройство простейшего генератора.
21. Элементы цепи переменного тока. Резистор.
22. Элементы цепи переменного тока. Конденсатор.
23. Элементы цепи переменного тока. Индуктивность.
24. Электроизмерения. Основные виды погрешностей.
25. Электроизмерения. Общее устройство приборов.
26. Электроизмерения. Обозначение на шкале.
27. Электроизмерения. Измерение тока и напряжения.
28. Электроизмерения. Измерение мощности, Основной и косвенные методы.
29. Электроизмерения. Измерение неэлектрических величин
30. Трехфазный ток. Получение, основные достоинства.
31. Соединение обмоток «Звезда».
32. Соединение обмоток «Треугольник»
33. Классификация электрических машин.
34. Асинхронный генератор. Устройство, достоинства и недостатки.
35. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Устройство, достоинства и недостатки.
36. Двигатели постоянного тока. Виды и устройство.
37. Трансформаторы. Устройство простейшего трансформатора.
28. Специальные трансформаторы.
39. Силовые трансформаторы.
40. Синхронный генератор. Устройство.
41. Графические обозначения элементов в схемах.
42. P-N переход. Схема, работа.

Перечень литературы, интернет-ресурсов

Основные источники:

1. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника : учебник / М.В. Гальперин. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018.

Дополнительные источники:

1.Л.И. Фуфаева Электротехника, М. «Академия» 2012 г.
2. Г.В. Ярочкина Рабочая тетрадь по электротехнике, М.2006г.
3.А.С. Касаткин Основы Электротехники. М. «Высшая школа», 2015 г.
4. П.В. Новиков, В.Я. Кауфман, О.В. Толчеев Задачник по электротехнике, М «Академия», 2008 г.
5. Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин «Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий», М. «ПрофОбрИздат» 2018 г.
6. Л.В. Журавлева Электроматериаловедение, М. «Академия», 2015 г