

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
«КРОПОТКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ТЕХНОЛОГИЙ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА»

**Комплект оценочных средств по общепрофессиональной дисциплине для
текущего контроля и промежуточной аттестации в виде экзамена**

ОП.03 Электротехника

Программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии
(ППКРС)

23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин

Срок обучения 1 год 10 месяцев

Кропоткин, 2023

Рассмотрена педсоветом
Протокол № 1 от 31 августа 2023г.

Утверждено
Директор ГБПОУ «КТТ и ЖТ»
В.А. Шахбазян/

Рассмотрена
на заседании методического
объединения строительных профессий и
транспорта
протокол № 1 от 31 августа 2023г.
Председатель МК строительных
профессий и транспорта

С.П. Степанова /С.П. Степанова/

Комплект оценочных средств для ОП.03 Электротехника программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих по профессии 23.01.08 слесарь по ремонту строительных машин разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин, утвержденного приказом Министерства просвещения России № 774 от 26 августа 2022 года, зарегистрирован Министерством юстиции России (рег. № 70280 от 29 сентября 2022г.), укрупненной группы профессий 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта, и рабочей программы общепрофессиональной дисциплины ОП.03 Электротехника, разработчик Исаев М.-К.К 2023год. Положением о периодичности и порядке текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, обучающихся ГБПОУ "КТТ и ЖТ" утвержденным приказом директора.

Организация-разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Краснодарского края «Кропоткинский техникум технологий и железнодорожного транспорта».

Рецензенты от работодателя:

Гл. инженер негосударственного акционерного общества "Автоколонна" № 1493"

Квалификация по диплому:

Инженер по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство"

« » _____ 2023г.

М.П. Р.В. Дмитриченко /Р.В. Дмитриченко/

Ген. директор негосударственного акционерного общества "Автоколонна" № 1493"

Квалификация по диплому

Инженер автомобильного хозяйства « » _____ 2023г.

М.П. С.С. Шевченко /С.С. Шевченко/

1. Паспорт комплекта оценочных средств

1. Область применения комплекта оценочных средств

Комплект оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения ОП.03 Электротехника

1.2. Сводные данные об объектах оценивания, основных показателях оценки результатов и их критериях, типах заданий, формах аттестации

Таблица 1

Результаты обучения ¹	Критерии оценки	Методы оценки
<i>Перечень осваиваемых в рамках дисциплины:</i> – методы преобразования электрической энергии, сущность физических процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях, порядок расчета их параметров	– формулирует правила и законы электротехники; – демонстрирует знания сущности физических процессов; – объясняет сущность физических процессов, происходящих в электрических цепях; – объясняет сущность физических процессов, происходящих в магнитных цепях; – выполняет расчёты параметров электрических и магнитных цепей	Тестирование теоретических знаний. Экспертное наблюдение и оценка на практических занятиях
<i>Перечень осваиваемых в рамках дисциплины:</i> – производить расчет параметров электрических цепей; – собирать электрические схемы и проверять их работу	– проводит расчёт параметров электрических цепей постоянного и переменного тока; – собирает электрические цепи и проверяет их работу	Экспертное наблюдение на лабораторных работах, оценка выполнения индивидуальных домашних заданий

2. Оценка освоения теоретического курса профессионального модуля

2.1. Комплект оценочных средств для оценки освоения

ОП.03 Электротехника

Критерии оценок теоретических знаний (текущий контроль).

«5» - «отлично» выставляется, если студент полностью владеет теоретическими знаниями и может их обосновать не менее 86-100 % полученных знаний.

«4» - «хорошо» выставляется, если студент допускает некоторые неточности в теоретическом обосновании не менее 75-85 % полученных знаний.

«3» - «удовлетворительно» выставляется, если студент может обосновать теоретически не менее 61-75 % полученных знаний.

«2» - «неудовлетворительно» выставляется, если студент не может теоретически обосновать менее 0-60 % полученных знаний.

Выполнение теста по учебной дисциплине оценивается общепринятыми критериями при переводе баллов и оценку: выше 85% правильных ответов из максимально возможных – оценка «5»; от 85% до 75% - «4»; от 75% до 61% - «3»; менее 60% - «2».

Критерии оценок по практическим занятиям (текущий контроль).

На каждом занятии:

«5» - «отлично» - своевременная явка на занятие, внешний вид в соответствии с требованиями к форме, своевременное и точное выполнение задания преподавателя, полное овладение практическими навыками и их теоретическое обоснование.

«4» - «хорошо» - своевременная явка на занятие, внешний вид в соответствии с требованиями к форме, при выполнении практических и теоретических заданий допущены не существенные ошибки.

«3» - «удовлетворительно» - не всегда своевременное и точное выполнение заданий преподавателя.

«2» - «неудовлетворительно» - не полное овладение навыками и не способность их теоретически обосновать. На занятиях пассивен, небрежен в выполнении заданий преподавателя.

2.1.1. Задания для входного контроля

Назначение входного контроля состоит в определении способностей обучающегося и его готовности к восприятию и освоению учебного материала.

Входной контроль, предваряющий обучение, проводится преподавателем в форме устного опроса и/или тестирования в рамках учебной дисциплины

Вопросы входного контроля

2.1. 2 Задания для текущего контроля

Раздел 1. Электрические и магнитные цепи

Лабораторная работа № 1-2. Исследование влияния параметров магнитной цепи на ЭДС в обмотке катушки индуктивности.

Задание

Для цепи с последовательным соединением конденсатора и катушки индуктивности измерьте действующие значения тока I и напряжений U , U_C , U_L при $f=f_p$, $f < f_p$ и $f > f_p$. Постройте векторные диаграммы.

Порядок выполнения эксперимента

- Соберите цепь согласно схеме (рис. 1), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите напряжение на его входе 2 В.

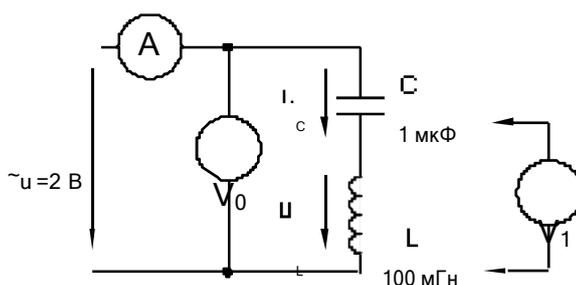


Рис. 1. Схема эксперимента

- Рассчитайте
$$f_p = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$
- Произведите измерения и запишите в табл. 1 результаты измерений при резонансе $f=f_p$, при $f_1 \approx 0,75f_p$ и $f_2 \approx 1,25f_p$. Необходимо поддерживать напряжение на входе цепи неизменным.

Таблица 1

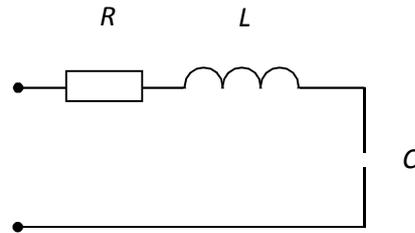
№ опыта	Измерено					Вычислено						
	f, Гц	I, мА	U, В	U _L , В	U _C , В	Z, Ом	X _C , Ом	X _L , Ом	φ, град	S, ВА	P, Вт	Q, ВАр
1	f _p =											
2	f ₁ =											
3	f ₂ =											

- Выполните расчеты и заполните столбцы «Вычислено» в табл. 1:
- Постройте в масштабе векторные диаграммы тока и напряжений для каждого из рассмотренных случаев рис. 2.

а) $\pm 180^\circ$ б) 0° в) $\pm 90^\circ$ г) $\pm 45^\circ$

5. Если в режиме резонанса напряжений показания приборов: $U = 30B$, $U_C = 40B$, то показание вольтметра измеряющего U_K равно...

9. Если $R=50$ Ом; $L=0,2$ Гн; $C=5$ мкФ, то резонансная частота ω_p контура равна...



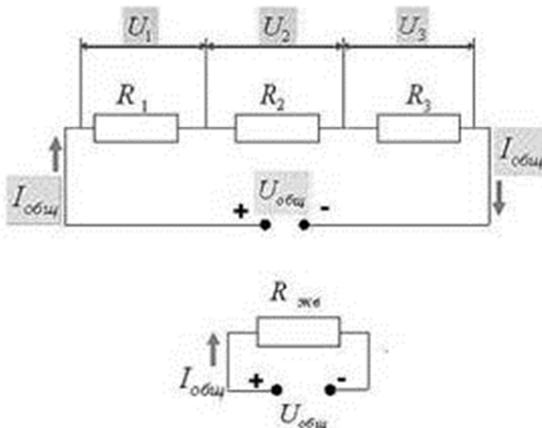
- а) 250 с^{-1} б) 134 с^{-1} в) 4000 с^{-1} г) 1000 с^{-1}

Практическое занятие № 1. Расчет простой электрической цепи с параллельным, последовательным соединением сопротивлений.

Цель работы: Научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока.

Краткие теоретические сведения

Последовательным соединением приемников электроэнергии (рис.1) называется соединение, при котором конец первого приемника соединен с началом второго, конец второго с началом третьего и т. д.



При размыкании цепи у одного из

последовательно соединенных потребителей ток исчезает во всей цепи.

Рисунок 1 – Последовательное соединение приемников электроэнергии

Законы последовательного соединения приемников:

$I = I_1 = I_2 = I_3$ - сила тока на всех участках цепи одинаковая

$U = U_1 + U_2 + U_3$ - напряжение на зажимах источника равно сумме напряжений на ее отдельных резисторах

$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + R_3$ - эквивалентное (общее) сопротивление цепи равно сумме сопротивлений ее резисторов

Параллельным соединением приемников (рис.2) электрической энергии называется соединение, при котором начала всех ветвей электрической цепи присоединяются к первому узлу, концы этих же ветвей присоединяются ко второму узлу.

Узел - точка, в котором сходится более двух проводников.

Ветвь - каждый из проводников, расположенный между двумя узлами.

Разветвление - все вместе параллельно соединенные проводники

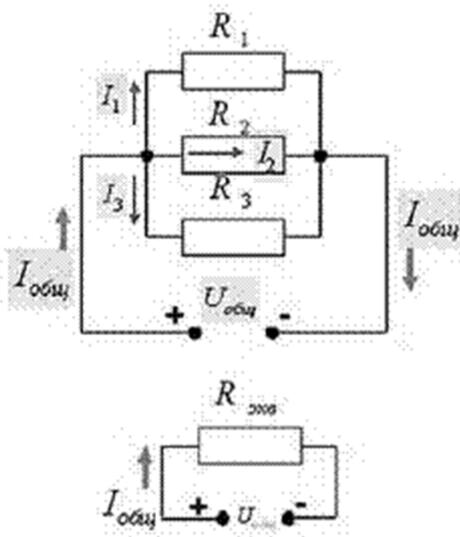


Рисунок 2 – Параллельное соединение приемников электроэнергии

Законы параллельного соединения приемников

$U = U_1 = U_2 = U_3$ - напряжение на зажимах источника и напряжения на ее отдельных резисторах
одинаково

$I = I_1 + I_2 + I_3$ сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов в разветвлении

$G_{\text{экв}} = G_1 + G_2 + G_3$ - эквивалентная (общая) проводимость цепи равна сумме проводимостей
отдельных ветвей, составляющих цепь

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

Так как напряжение между узлами постоянно, то токи в ветвях не зависят друг от друга. Поэтому **при отключении одной из ветвей все остальные ветви будут продолжать работать.**

Чем больше ветвей в параллельном соединении, тем меньше общее сопротивление всей цепи.

При параллельном соединении резисторов их общее сопротивление будет меньше наименьшего из сопротивлений.

Пример:

На рисунке 3 приведена схема электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов R1, R2, R3 и R4, к которым подведено напряжение U. Определить эквивалентное сопротивление R этой цепи, ток I и мощность P, потребляемые цепью, а также токи I1, I2, I3, I4, напряжение U1, U2, U3, U4, и мощность P1, P2, P3, P4 на каждом из резисторов. Проверить, что P = P1 + P2 + P3 + P4. Данные приведены в таблице 1.

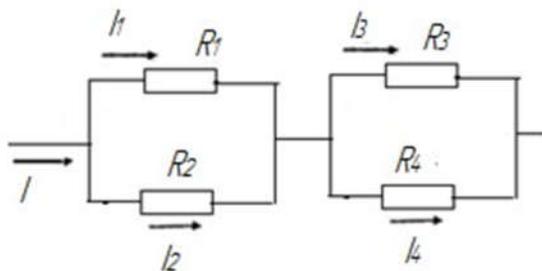


Рисунок 3 - Электрическая схема

Таблица 1- Исходные данные

U, В	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	R4, Ом
260	20	30	200	50

Решение

1. Резисторы R1 и R2, а также R3 и R4 соединены параллельно, поэтому общее сопротивление каждого разветвления:

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 \text{ Ом}$$

$$R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{200 \cdot 50}{200 + 50} = 40 \text{ Ом}$$

Теперь схема принимает вид, показанный на рисунке 4.

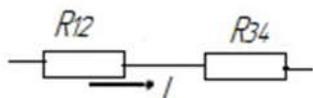


Рисунок 4 - Электрическая схема

3. На этой схеме резисторы R12 и R34 соединены друг с другом последовательно, их общее сопротивление

$$R_{\text{эв}} = R_{12} + R_{34} = 12 + 40 = 52 \text{ Ом}$$

Теперь схема цепи примет вид, приведенный на рисунке 5.

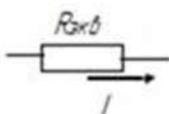


Рисунок 5 - Электрическая схема

4. Для схемы, изображенной на рисунке 5 нетрудно найти ток, потребляемый цепью, который одновременно является током неразветвленной части цепи. На основании закона Ома

$$I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{260}{52} = 5 \text{ A}$$

5. Переходя от схемы к схеме в обратном порядке, найдем остальные токи. Резисторы R12 и R34 включены последовательно. На основании первого свойства этого вида соединения следует, что

$$I_{1,2} = I_{3,4} = I = 5 \text{ A}$$

Применяя закон Ома, находим напряжения на данных элементах цепи:

$$U_{1,2} = I_{1,2} \cdot R_{1,2} = 5 \cdot 12 = 60 \text{ В} \quad U_{3,4} = I_{3,4} \cdot R_{3,4} = 5 \cdot 40 = 200 \text{ В}$$

Так как схема, изображенная на рисунке 3, представляет параллельное соединение резисторов R1 и R2, а также R3 и R4, то на основании первого свойства этого вида соединения следует, что

$$U_1 = U_2 = U_{1,2} = 60 \text{ В} \quad \text{и} \quad U_3 = U_4 = U_{3,4} = 200 \text{ В}$$

Используя закон Ома, найдем токи на участках

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{60}{20} = 3 \text{ A} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{60}{30} = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{200}{200} = 1 \text{ A} \quad I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{200}{50} = 4 \text{ A}$$

По ходу решения задачи можно проверять правильность ее решения. Так, на основании третьего свойства последовательного соединения следует, что

$$U = U_1 + U_3 = 60 + 200 = 260 \text{ В},$$

что соответствует заданному напряжению.

6 Мощность, потребляемая цепью $P = U \cdot I = 260 \cdot 5 = 1300 \text{ Вт}$

Мощности, потребляемые каждым резистором:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 60 \cdot 3 = 180 \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 60 \cdot 2 = 120 \text{ Вт}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = 200 \cdot 1 = 200 \text{ Вт}$$

$$P_4 = U_4 \cdot I_4 = 200 \cdot 4 = 800 \text{ Вт}$$

7. Проверим решение задачи на основании баланса мощностей, а это значит, что:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$1300 = 180 + 120 + 200 + 800$$

$$1300 \text{ Вт} = 1300 \text{ Вт}$$

Вывод: Определение мощности цепей на основании баланса мощностей подтверждает значение мощности, полученной по формуле: $P = U \cdot I$. Значит, задача решена правильно.

Задача для самостоятельного решения

Задача

На рисунке 3 приведена схема электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов R1, R2, R3 и R4, к которым подведено напряжение U. Определить эквивалентное сопротивление R этой цепи, ток I и мощность P, потребляемые цепью, а также токи I1, I2, I3, I4, напряжение U1, U2, U3, U4, и мощность P1, P2, P3, P4 на каждом из резисторов. Проверить, что $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2- Исходные данные

	Вариант									
Известная величина	1; 11; 2; 12; 3; 13; 4; 14; 5; 15; 6; 16; 7; 17; 8; 18; 9; 19; 10; 20;									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
U, В	120	125	150	160	180	200	225	240	270	200
R1, Ом	8	28	6	24	25	16	34	16	10	25
R2, Ом	20	60	110	140	120	25	28	100	40	16
R3, Ом	16	120	100	60	180	35	20	140	20	40
R4, Ом	18	120	15	50	60	40	24	60	30	35

Форма отчета: отчет по практической работе

Практическое занятие № 2. Расчет простой электрической цепи смешанным соединением сопротивлений.

Цель работы - освоить методику расчета цепей постоянного тока методом свертывания.

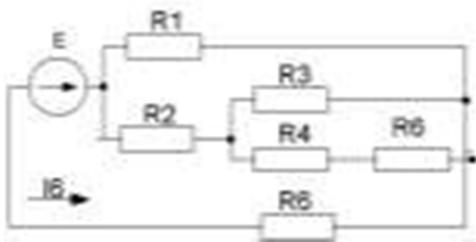
Теоретическая часть

В соответствии с методом свертывания, отдельные участки схемы упрощают и постепенным преобразованием приводят схему к одному эквивалентному (входному) сопротивлению, включенному к зажимам источника.

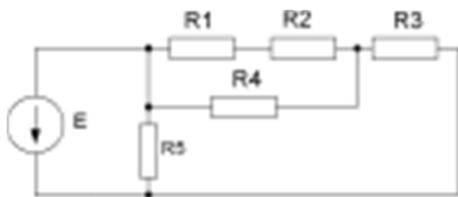
Схема упрощается с помощью замены группы последовательно или параллельно соединенных сопротивлений одним, эквивалентным по сопротивлению.

Определяют ток в упрощенной схеме, затем возвращаются к исходной схеме и определяют в ней токи.

Задание. В цепи со смешанным соединением сопротивлений для заданных значений сопротивлений участков, ЭДС, напряжения или тока участка (таблица 1) определить ЭДС, токи, напряжения и мощности каждого участка. Составить баланс мощностей.



Вариант № 2



Вариант № 3

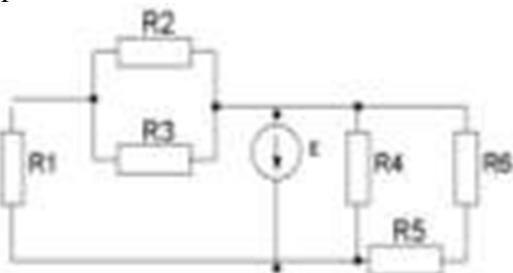


Таблица 1

Вариант	R1 , Ом	R2 , Ом	R3 , Ом	R4 , Ом	R5 , Ом	R6 , Ом	Rвн, Ом	I, U, E
1	40	75	100	100	100	50	1	I6= 5 A
2	2	15	24	8	4	12	2	U1 = 12 В
3	40	75	100	100	100	50	1	I1 = 4 A

Порядок расчета.

1. Определяют эквивалентное сопротивление цепи. Для этого выделяют участки, соединенные последовательно или параллельно, заменяют их эквивалентными сопротивлениями. Упрощают электрическую цепь, приводят к простейшему виду с одним сопротивлением.

Для последовательного соединения

$$R'_{\text{эkv}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Для параллельного соединения двух сопротивлений

$$R_{\text{эк}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2),$$

Для параллельного соединения трех и более сопротивлений

$$1/R_{\text{экв}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_N$$

2. Определяют токи и напряжения отдельных участков по закону Ома

$$U = IR \text{ и } I = \frac{U}{R}.$$

3. Определяют мощности отдельных участков

$$P_n = U_n \cdot I_n$$

4. Составляют баланс мощностей

$$P_u = P_{\text{вн}} + P,$$

где $P_{\text{вн}} = U_{\text{вн}} \cdot I = I^2 \cdot R_{\text{вн}}$ - мощность потерь внутри источника,

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n \quad - \text{ мощность приемника}$$

$P_u = E \cdot I$ - мощность источника

Сделать вывод

Лабораторная работа № 3-6. Исследование взаимной индуктивности и напряжения при изменении параметров магнитной цепи.

1. Цель и задачи занятия

Цель: Исследование соотношений между токами и напряжениями в электрических цепях переменного тока, содержащих индуктивно связанные элементы, экспериментальное определение параметров катушек и коэффициента взаимной индукции.

Задачи: в результате выполнения работы студенты должны:

- знать условия возникновения явления взаимной индукции, понятия о коэффициенте взаимной индукции и коэффициенте связи, уравнения линейного трансформатора;

- уметь экспериментально определять коэффициент взаимной индукции, коэффициент связи и одноименные зажимы индуктивно связанных катушек, различать согласное и встречное включение индуктивно связанных катушек, строить векторные диаграммы токов и напряжений при наличии индуктивной связи;

- иметь навыки исследования электрических цепей с источником синусоидального напряжения при наличии индуктивной связи и режимов работы линейного трансформатора.

2. Описание установки

Лабораторная работа выполняется на универсальном лабораторном стенде. При сборке электрической цепи используется следующее оборудование:

лабораторный автотрансформатор со встроенным вольтметром pV в «Блоке включения»;

«катушка с регулируемой взаимной индуктивностью» L_4 и L_5 «Блока индуктивностей»;

pW – электронный ваттметр «Блока измерительных приборов» с контролем тока, напряжения и угла сдвига фаз;

pV_2 , pA_2 – электронные вольтметр и амперметр «Блока

измерительных приборов»;

ключ *SA3* «Коммутирующих элементов» в «Блоке коммутации»; переменный резистор 220 Ом, резистор 20 Ом 50 Вт «Блока

нагрузок»;

USB осциллограф, встроенный в «Блок аналоговых устройств»; монитор, клавиатура и «мышь», подключенные к встроенному

в лабораторный стенд компьютеру.

Осциллограммы напряжений наблюдаются на экране монитора в программе *DiScope* в режиме осциллографа.

Применение USB осциллографа VM8020 и программы *DiScope*

для выполнения лабораторного практикума приводится в прил.

3. Подготовка к работе

4. Рабочее задание

Внимание! При проведении всех экспериментов поддерживайте одно и то же значение тока в цепи (0,3–0,4 А), изменяя величину напряжения автотрансформатора.

4.1. Соберите электрическую цепь, которая приведена на рис. 6.5.

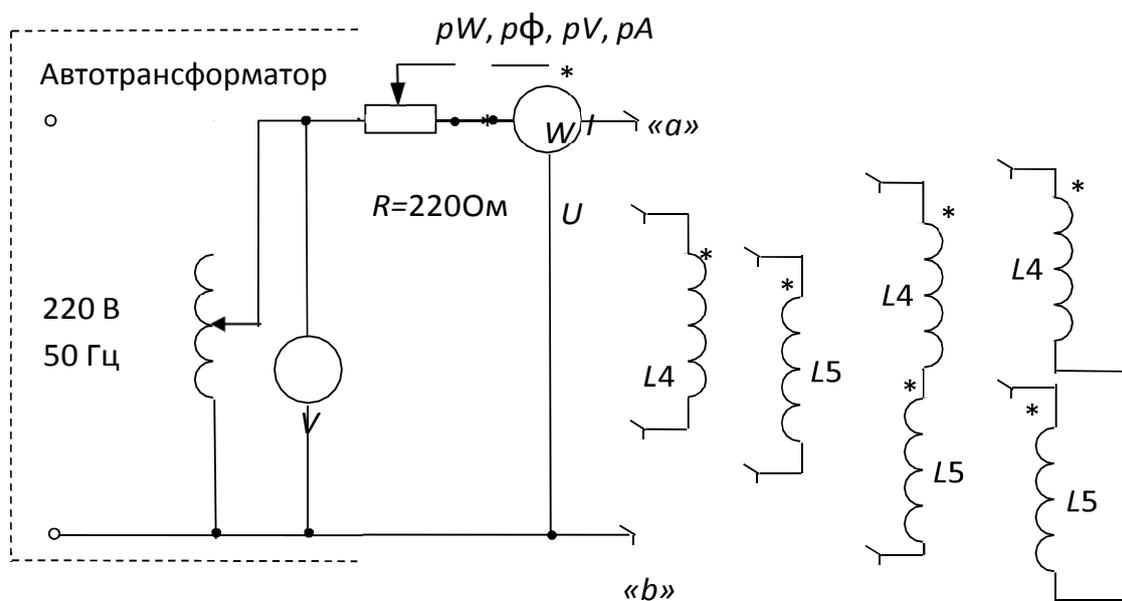


Рис. 6.5. Схема исследуемой цепи

К полюсам «а» и «b» будут впоследствии подключаться исследуемые индуктивные катушки *L4* и *L5* поочередно, затем последовательно соединенные катушки, а также первичная обмотка воздушного трансформатора.

4.2. Подключите поочередно исследуемые катушки $L4$ и $L5$ к полюсам « a » и « b » и, произведя необходимые измерения, определите их параметры R , X и Z . Результаты измерений и вычислений запишите в табл. 6.1.

4.3. Поочередно соберите последовательные соединения обеих катушек для случаев их согласного и встречного включения, обратив внимание на обозначения * одноименных зажимов катушек. Определите одноименные зажимы катушек, подключая к полюсам « a » и « b » согласно и встречно включенные катушки. Данные измерений запишите в табл. 6.1. Вычеркните в наименованиях опытов табл. 6.1 способы включения, не соответствующие опытными расчетным данным.

4.4. По данным предыдущего опыта рассчитайте $X_{\text{согл}}$, $X_{\text{встр}}$, M и коэффициент связи k .

4.5. По экспериментальным данным постройте векторные диаграммы для согласного и встречного включения катушек, считая известными параметры обеих катушек и ток в цепи.

Таблица 6.1

Опыт	Опытные данные				Расчетные данные				
	I	U	φ	P	Z	R	X	M	K
	А	В	град	Вт	Ом	Ом	Ом	Гн	—
Катушка $L4$									
Катушка $L5$									
Согласное / встречное включение									
Встречное / согласное включение									

4.6. Соберите электрическую цепь для исследования линейного трансформатора, схема которого приведена на рис. 6.6. В качестве его первичной и вторичной обмоток используйте катушки $L4$ и $L5$. Во вторичную цепь в качестве нагрузки включите резистор 20 Ом 50 Вт «Блока нагрузок». Для измерения токов и напряжений во вторичной цепи используются электронные амперметр ρA_2 и вольтметр ρV_2 «Блока измерительных приборов».

4.7. Исследуйте работу воздушного трансформатора в опытах холостого хода, короткого замыкания, а также при нагрузке. Для опыта холостого хода используется левое положение ключа SA3 «Коммутирующих элементов» в «Блоке коммутации». Данные измерений запишите в табл. 6.2.

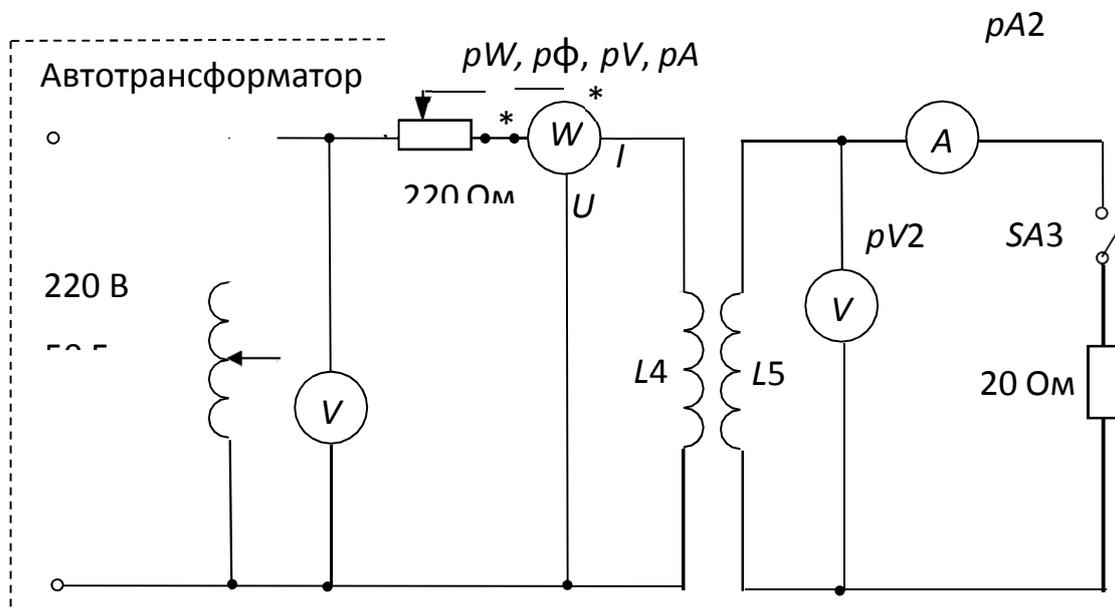


Рис. 6.6. Схема для исследования линейного трансформатора

4.8. Определите взаимную индуктивность катушек по данным опыта холостого хода.

Таблица 6.2

		Измерено						Вычислено
	Опыт	$U_1, В$	$I_1, А$	$P_1, Вт$	φ_1	$U_2, В$	$I_2, А$	$M, Гн$
1	Холостой ход							
2	Нагрузка $\underline{Z} = R$							
3	Короткое замыкание							

4.9. Постройте векторные диаграммы токов и напряжений по результатам п. 5.7 для опытов холостого хода, короткого замыкания и при нагрузке.

4.10. Соберите электрическую цепь для исследования изменений фазовых сдвигов между входными токами и напряжениями последовательно соединенных катушек $L4$ и $L5$ (рис. 6.7). Обратите внимание на способы включения катушек. *USB* осциллограф располагается в «Блоке аналоговых устройств». До проверки цепи преподавателем подготовьте *USB* осциллограф и программу *DiScope* к работе.

4.11. Установите положение ручки резистора 220 Ом 50 Вт в среднее положение. После проверки цепи преподавателем, используя автотрансформатор, резистор 220 Ом и настройки программы *DiScope*, получите устойчивое изображение синусоид входных тока и напряжения, включая их амплитудные значения обоих полупериодов. Сохраните изображение в файл для отчета, при этом в отчете на изображении обозначьте синусоиды и укажите показания $p\phi$, pV , pA . Обратите внимание, что канал *A* отображает кривую тока, а канал *B* – кривую напряжения.

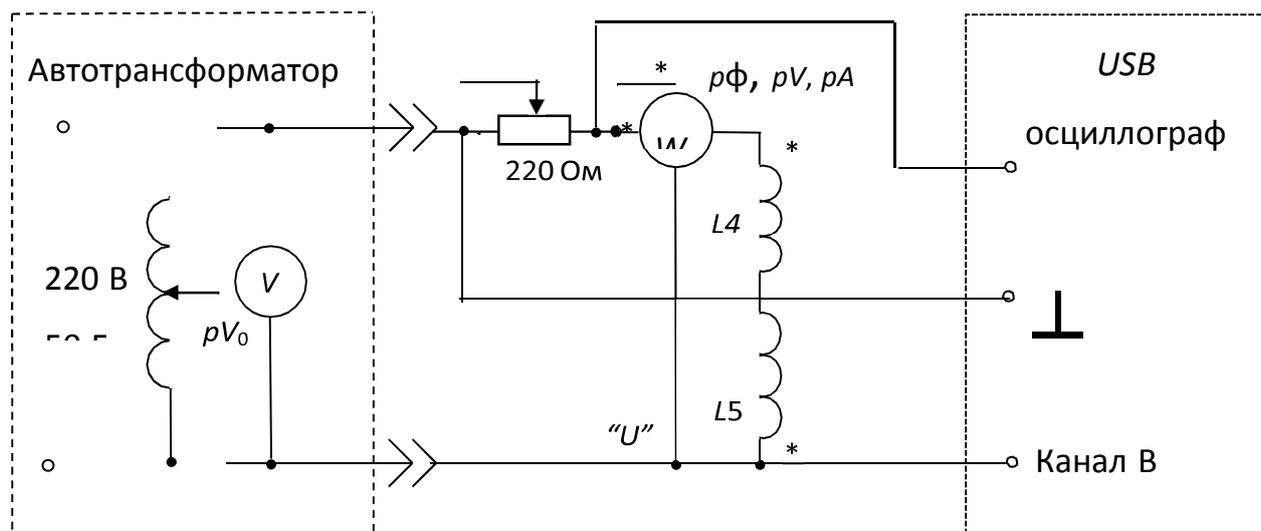


Рис. 6.7. Схема исследуемой цепи с *USB* осциллографом

4.12. Отключите автотрансформатор от сети. Поменяйте способ включения катушки $L5$. После проверки цепи преподавателем включите автотрансформатор. Используя настройки программы *DiScope*, получите устойчивое изображение синусоид входных тока и напряжения, включая их амплитудные значения обоих полупериодов. Сохраните изображение в файл для отчета, при этом в отчете обозначьте синусоиды и укажите показания $p\phi$, pV , pA .

5. Индивидуальные задания

5.1. Определите эквивалентную индуктивность $L_{\text{ЭКВ}}$ цепи при

параллельном соединении индуктивно связанных катушек, параметры которых определены в п. 5.2 и п. 5.4. Случай согласного включения катушек.

5.2. Определите эквивалентную индуктивность $L_{\text{ЭКВ}}$ цепи при

параллельном соединении индуктивно связанных катушек, параметры которых определены в п. 5.2 и п. 5.4. Случай встречного включения катушек.

5.3. Определите комплексное входное сопротивление схемы замещения электрической цепи, состоящей из двух параллельно соединенных магнитосвязанных катушек, параметры которых определены в п. 5.2 и п. 5.4. Случай одноименного включения катушек.

5.4. Определите комплексное входное сопротивление схемы замещения электрической цепи, состоящей из двух параллельно соединенных магнитосвязанных катушек, параметры которых определены в п. 5.2 и п. 5.4. Случай разноименного подключения катушек.

5.5. Для исследуемого линейного трансформатора определите вносимое активное сопротивление $R_{\text{ВН}}$ при сопротивлении нагрузки $R_{\text{Н}} = 30 \text{ Ом}$.

5.6. Для исследуемого линейного трансформатора определите вносимое реактивное сопротивление $X_{\text{ВН}}$ при сопротивлении

нагрузки $R_{\text{Н}} = 30 \text{ Ом}$.

5.7. Для исследуемого линейного трансформатора определите входное активное сопротивление при сопротивлении нагрузки:

- а) $R_{\text{Н}} = 0$;
- б) $R_{\text{Н}} = 30 \text{ Ом}$;
- в) $R_{\text{Н}} = \infty$.

6. Содержание отчета

6.1. Цель работы.

6.2. Принципиальные схемы исследуемых цепей.

6.3. Таблицы расчетных и измеренных величин. Расчетные формулы и примеры расчета по этим формулам.

6.4. Векторные диаграммы токов и напряжений для случаев согласного и встречного включения последовательно соединенных катушек.

6.5. Векторные диаграммы токов и напряжений для линейного трансформатора в различных режимах.

6.6. Осциллограммы входных токов и напряжений для случаев встречного и согласного включений последовательно соединенных катушек.

6.7. Письменные ответы на вопросы, поставленные в разделах «Подготовка к работе» и «Индивидуальные задания».

6.8. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 7-10. Исследование цепи переменного тока с последовательным и параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора. Резонанс напряжений.

4.1 Цель работы

4.1.1 Определение параметров схемы замещения индуктивной катушки с магнитопроводом.

4.1.2 Изучение основных режимов работы электрической цепи при последовательном соединении R , L , C .

4.1.3 Изучение методов построения векторных диаграмм напряжений и токов.

4.2 Исследуемые схемы

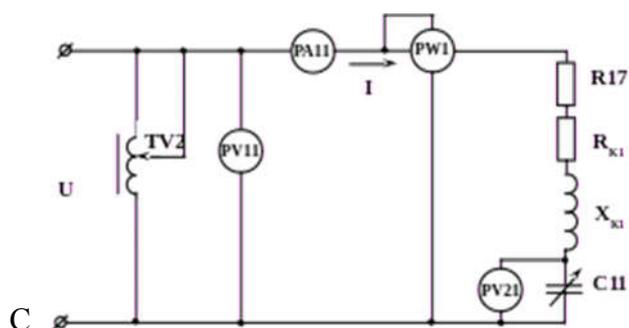


Схема для изучения цепи переменного тока с последовательно соединёнными резистивным, индуктивным и ёмкостным элементами приведена на рисунке 4.1.

Рисунок 4.1 – Электрическая цепь переменного тока с последовательно соединёнными R , L , C элементами

В номинальном режиме ($I_n = 1,0$ А) снимают показания приборов:

РА1 – ток через катушку;

PW2 – активная мощность, потребляемая катушкой L_{K1} ;

PV3 – напряжение на катушке L_{K1} .

Зная показания приборов, определяют значение параметров схемы замещения катушки:

$$R_{\Sigma} = \frac{P}{I_n^2}; \quad Z_{\Sigma} = \frac{U}{I_n}; \quad L = \frac{X_{K1}}{2\pi f}; \quad X_{K1} = \sqrt{Z_{\Sigma}^2 - R_{\Sigma}^2};$$

$$R_{K1} = R_{\Sigma} - R_{17}; \quad Z_{K1} = \sqrt{R_{K1}^2 + X_{K1}^2},$$

где $R_{17} = 17$ Ом, $f = 50$ Гц.

4.3.2 Определение величины емкости C_{11} , при которой в цепи наступает резонанс напряжений.

Значение C_{11} определяется, исходя из условия возникновения резонанса напряжений:

$$X_{K1} = X_{C11},$$

$$\text{где } X_{C11} = \frac{1}{2\pi f C_{11}}.$$

$$\text{Таким образом, } C_{11} = \frac{1}{2\pi f X_{K1}}.$$

При резонансе сопротивление цепи чисто активное, поэтому ток в цепи:

$$I = \frac{U}{R_{K1} + R_{17}}.$$

4.3.3 Определение расчетным путем значений $\cos\phi$ и тока в цепи при максимальном значении емкости конденсатора C_{11} .

Значение $C_{11_{\max}} = 63$ мкФ при всех замкнутых выключателях.

Ток в цепи:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R_{\Sigma}^2 + (X_{K1} - X_{C11_{\max}})^2}} = \frac{U}{Z},$$

$$\text{где } X_{C11_{\max}} = \frac{1}{2\pi f C_{11_{\max}}};$$

Z - полное сопротивление цепи, Ом.

Коэффициент мощности цепи:

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}.$$

Пример построения векторной диаграммы цепи при активно-индуктивном характере цепи дан на рисунке 4.5.

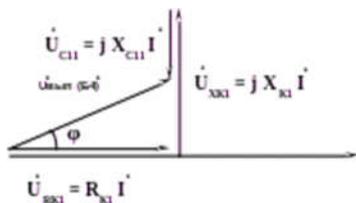


Рисунок 4.5 – Векторная диаграмма

Лабораторная работа № 11. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии «треугольником» и «звездой».

1. Цель и задачи занятия

Цель: изучение трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой в симметричном, несимметричных и аварийных режимах работы.

Задачи: в результате выполнения работы студенты должны:

- знать основные понятия и соотношения в трехфазных цепях при соединении источника и приемника по схеме «звезда-звезда» с нулевым проводом и без нулевого провода, знать особенности симметричных, несимметричных и аварийных режимов работы;
- уметь различать режимы работы трехфазных цепей, проводить анализ каждого режима построением топографических диаграмм напряжений и векторных диаграмм токов;
- иметь навыки соединения трехфазных источников и приемников по схеме «звезда-звезда» с нулевым проводом и без нулевого провода.

Описание установки

Трехфазная цепь состоит из трехфазного источника электрической энергии и трехфазного приемника.

Лабораторная работа выполняется на универсальном лабораторном стенде «Квазар». При сборке электрических цепей используется следующее оборудование.

В качестве трехфазного источника используются вторичные обмотки однофазных понижающих трансформаторов (T_1, T_2, T_3)

«Блока трансформаторов» стенда, соединенные по схеме «звезда с нулевым проводом».

Первичные обмотки трансформаторов по схеме

«звезда с нулевым проводом» подключены к трехфазной сети ($f = 50$ Гц, $U_{\text{Л}} = 220$ В) через «Пульт включения» «Блока включения» (гнезда «А», «В», «С» и «N»).

В качестве сопротивлений трехфазного приемника используются три ламповых реостата EL_a, EL_b, EL_c из «Блока нагрузок».

Для измерения фазных токов используется амперметр $PA1$

«Блока измерительных приборов».

Измерение тока нулевого провода производится амперметром

$PA2$ «Блока измерительных приборов».

Для измерения линейных и фазных напряжений, а также напряжения смещения нейтрали используются соответственно вольтметры $PV1$ и $PV2$ «Блока измерительных приборов»

Рабочее задание

Внимание! Включение цепей в каждом опыте производится только после их проверки преподавателем.

В целях Вашей электробезопасности необходимо помнить, что сборка цепей производится при отключенном напряжении. Отключение цепей в этой работе производится отключением всего

1.1. Исследование трехфазного источника

1.1.1. Соедините фазы A , B и C пульта включения стенда с первичными обмотками понижающих трансформаторов (рис. 7.13). Соедините проводниками вторичные обмотки трансформаторов по схеме «звезда с нулевым проводом» (рис. 7.13). Переключатели $SA1$, $SA2$, $SA3$ трансформаторов поставьте в положение 3.

Рабочее задание

1.1.2. **Внимание!** Включение цепей в каждом опыте производится только после их проверки преподавателем.

1.1.3. В целях Вашей электробезопасности необходимо помнить, что сборка цепей производится при отключенном напряжении. Отключение цепей в этой работе производится отключением всего стенда с пульта включения.

1.1.4. Поочередно подсоединяя вольтметр к контактам вторичных обмоток трансформатора, обозначенных на схеме $A-0$, $B-0$, $C-0$ и $A-B$, $B-C$, $C-A$, измерьте действующие значения соответственно фазных и линейных напряжений трехфазного источника, образованного вторичными обмотками трансформаторов.

Действующие значения фазных и линейных напряжений запишите в табл. 7.1. Отключите стенд.

Таблица 7.1

Опытные данные					
$U_A, В$	$U_B, В$	$U_C, В$	$U_{AB}, В$	$U_{BC}, В$	$U_{CA}, В$

1.1.1. **Для опыта разрыва в фазе** разомкните цепь одной из фаз, опустив в нижнее положение все тумблеры соответствующего лампового реостата. Показания приборов запишите в табл. 7.2. Запомните, в какой фазе вы произвели разрыв.

1.2. Исследование режимов работы трехфазной цепи, соединенной звездой без нулевого провода

1.2.1. Восстановите симметричную активную нагрузку: с помощью тумблеров ламповых реостатов восстановите те же значения токов, что и в п. 5.2.3.

1.2.2. Отключите стенд. В нулевом проводе замените амперметр $PA2$ на вольтметр $PV2$ «Блока измерительных приборов». Это эквивалентно обрыву нулевого провода. Включите стенд. **Для опыта симметричной нагрузки** запишите показания приборов в табл. 7.3.

1.2.3. Установите такое положение тумблеров лампового реостата, что и в п. 5.2.4. **Для опыта несимметричной нагрузки** показания приборов запишите в табл. 7.3.

1.2.4. Восстановите симметричную нагрузку, изменив положение тумблеров лампового реостата. Разомкните цепь той же фазы, что и в п. 5.2.5. **Для опыта разрыва в фазе** показания приборов запишите в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Опытные данные							
Наименование опыта	$U_{a,}$ В	$U_{b,}$ В	$U_{c,}$ В	$I_{a,}$ А	$I_{b,}$ А	$I_{c,}$ А	$U_{N,}$ В
симметричная активная нагрузка							
несимметричная активная нагрузка							
разрыв в фазе							
короткое замыкание в фазе							

1.2.5. Восстановите симметричную нагрузку. Отключите стенд. Закоротите ламповый реостат в одной из фаз, для чего с помощью проводника соедините левый и правый контакты реостата. Включите стенд.

Для опыта короткого замыкания в фазе показания приборов запишите в табл. 7.3.

- 1.1. По экспериментальным данным постройте в масштабе топографические диаграммы напряжений и векторные диаграммы токов для всех опытов.

1. Содержание отчета

- 1.1. Цель работы. Принципиальные схемы исследуемых цепей.
- 1.2. Таблицы измеренных величин.
- 1.3. Построенные в масштабе топографические диаграммы напряжений и векторные диаграммы токов для всех опытов.
- 1.4. Выводы должны содержать:
 - а) сопоставление опытов и анализ соответствия напряжений и токов теоретическим положениям;
 - б) сопоставление одноименных опытов для схем с нулевым проводом и без него;
 - в) назначение нулевого провода.

Лабораторная работа № 12. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии «треугольником» и «звездой».

1. Цель и задачи занятия

Цель: изучение трехфазной цепи при соединении нагрузки треугольником в симметричном, несимметричных и аварийных режимах работы.

Задачи: в результате выполнения работы студенты должны:

— и знать основные понятия и соотношения в трехфазных цепях при соединении приемника по схеме треугольник, знать особенности симметричных, несимметричных и аварийных режимов работы;

— уметь различать режимы работы трехфазной цепи, проводить анализ каждого режима построением топографических диаграмм напряжений и векторных диаграмм токов;

— иметь навыки соединения трехфазного приемника по схеме треугольник.

1. Подготовка к работе

1.1. Повторите разделы курса ТОЭ, в которых рассматриваются симметричный и несимметричный режимы работы трехфазных цепей при соединении приемника треугольником и симметричной системе ЭДС.

1.2. Постройте топографические диаграммы напряжений и векторные диаграммы токов при соединении приемника треугольником в случаях:

- а) симметричной активной нагрузки;
- б) симметричной активной нагрузки, но один из линейных проводов оборван;
- в) одинаковая активная нагрузка в двух фазах, третья фаза отключена;
- г) несимметричная активная нагрузка, различная во всех фазах.

2. Описание установки

Трехфазная цепь состоит из трехфазных источника электрической энергии и приемника.

Лабораторная работа выполняется на универсальном лабораторном стенде «Квазар». При сборке электрических цепей используется следующее оборудование:

В качестве трехфазного источника используются фазы (контакты) «А», «В», «С» «Пульты включения» в «Блоке включения».

В качестве сопротивлений фаз R_{ab} , R_{bc} , R_{ca} трехфазного приемника используются три ламповых реостата EL_a , EL_b , EL_c из «Блока нагрузок».

Измерение *линейных* токов производится амперметром $PA1$ «Блока измерительных приборов», измерение *фазных* токов – амперметром $PA2$ «Блока измерительных приборов» (рис. 8.8).

Для измерения фазных напряжений U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} используются соответственно вольтметры $PV1$, $PV2$ и $PV3$ «Блока измерительных приборов».

3. Рабочее задание

3.1. Соберите исследуемую электрическую цепь по схеме, изображенной на рис. 8.8.

В качестве сопротивлений трехфазного приемника используются три ламповых реостата EL_a , EL_b , EL_c «Блока нагрузок». Для подключения каждого лампового реостата необходимо использовать один из трех левых вертикальных его контактов и один из трех правых. Включение ламп реостатов производится переводом тумблеров в верхние положения.

Измерение **линейных** токов производится амперметром $PA1$ «Блока измерительных приборов», который подключается к гнездам $PA1$ в «Блоке коммутации»; измерение **фазных** токов – амперметром $PA2$ «Блока измерительных приборов», который подключается к гнездам $PA2$ в «Блоке коммутации».

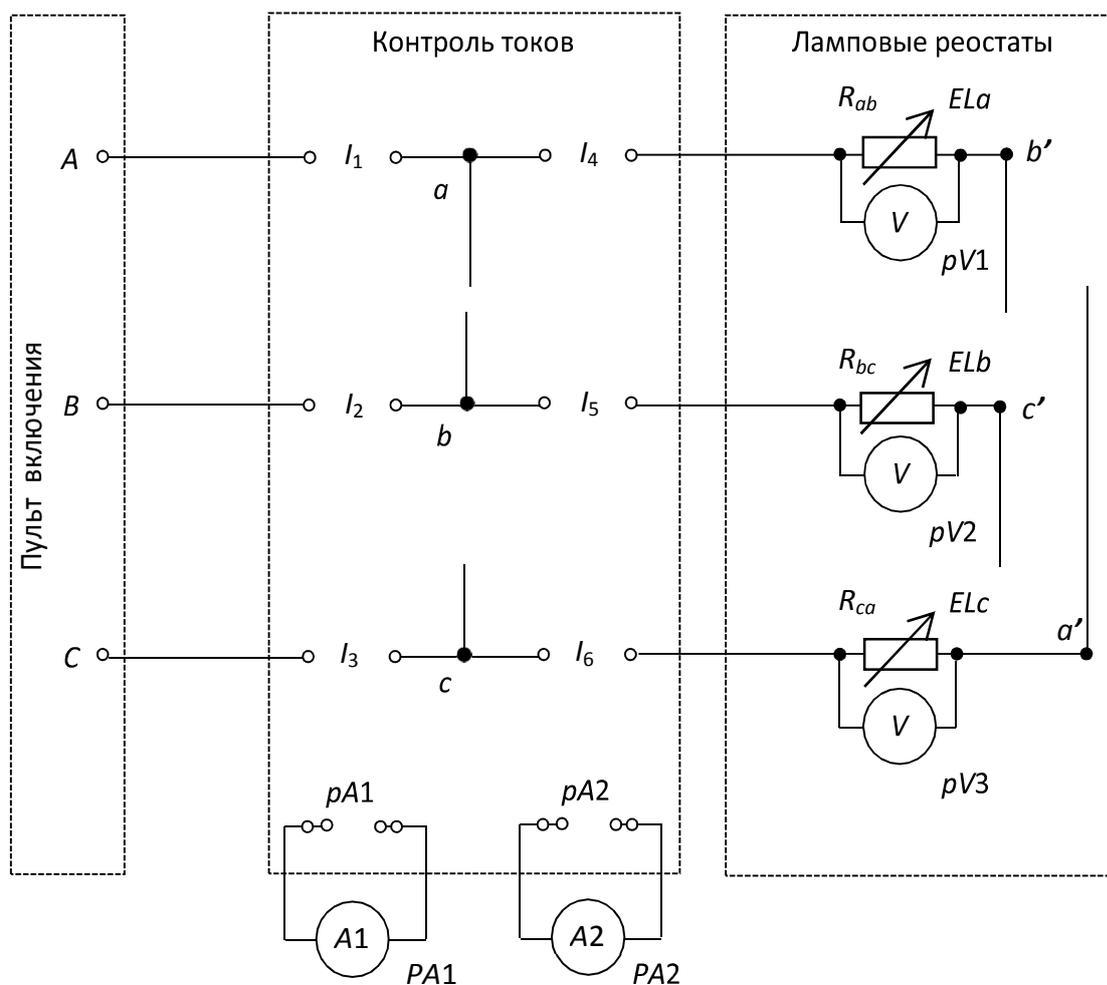


Рис. 8.8. Схема исследуемой цепи

Сборку цепи рекомендуется производить в следующей последовательности: сначала произвести соединения $I1-I4-EL_a$, $I2-I5-EL_b$, $I3-I6-EL_c$, затем переключками произвести соединения $a-a'$, $b-b'$, $c-c'$ и завершить сборку цепи подключением вольтметров параллельно ламповым реостатам.

3.2. **Симметричная нагрузка.** Измерьте фазные и линейные токи и напряжения. Для опыта симметричной нагрузки показания приборов запишите в табл. 8.1. Покажите результаты опыта преподавателю.

Таблица 8.1

Наименование опыта	Фазные токи			Линейные токи			Фазные напряжения		
	I_{ab} , А	I_{bc} , А	I_{ca} , А	I_A , А	I_B , А	I_C , А	U_{ab} , В	U_{bc} , В	U_{ca} , В
Симметричная нагрузка									
Разрыв линии									
Разрыв в фазе									
Несимметричная нагрузка									

3.3. **Разрыв линии.** По указанию преподавателя разорвите один из линейных проводов. Для этого перенесите один из проводников, подключенных в блоке контроля к левому контакту одного из гнезд $I1$, $I2$, $I3$, в любое гнездо стенда, не связанное с другими проводниками цепи и не являющееся выходом какого-либо источника напряжения стенда.

Измерьте фазные и линейные токи и напряжения. Для опыта разрыва линии показания приборов запишите в табл. 8.1. Восстановите симметричную нагрузку, устранив разрыв линейного провода.

3.4. **Разрыв в фазе нагрузки.** Разорвите одну из фаз нагрузки, для этого переведите в нижнее положение все тумблеры соответствующего лампового реостата. Для опыта разрыва в фазе показания приборов запишите в табл. 8.1.

1.1. Несимметричная нагрузка. Восстановите симметричную нагрузку, устранив разрыв в фазе. Установите несимметричную нагрузку в одной из фаз приемника (ab , bc , ca), для этого в соответствующем ламповом реостате переведите в верхнее положение второй и третий тумблеры.

Измерьте фазные и линейные токи и напряжения. Для опыта несимметричной нагрузки показания приборов запишите в табл. 8.1. Покажите результаты опыта преподавателю.

1.2. Для всех пунктов рабочего задания по результатам измерений постройте в масштабе векторные диаграммы токов, совмещенные с топографическими диаграммами напряжений.

2. Содержание отчета

2.1. Цель работы. Принципиальная схема исследуемой цепи.

2.2. Таблицы измеренных величин.

2.3. Построенные в масштабе топографические диаграммы напряжений и векторные

диаграммы токов для всех опытов.

2.4. Выводы, которые должны содержать сопоставление опытов по отношению к опыту симметричной нагрузки и анализ соответствия напряжений и токов каждого опыта теоретическим

Лабораторная работа № 13-14. Снятие характеристик и определение параметров транзисторов.

Цель работы:

1. Научиться строить входные и выходные вольтамперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
2. Научиться пользоваться справочной литературой, уметь классифицировать прибор по маркировке.

Приобретаемые умения и навыки:

1. Получение навыков работы
2. Получение навыков расшифровки маркировки и классификации транзисторов.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места (используемые приборы и оборудование):

Приборы и оборудование	Тип	Кол-во	Пределы измерения	Примечание
Стенд лабораторный	ЭСТ-1	1		
Микроамперметр	M109/1*	1	0...750 мкА	Измерение тока базы
Биполярный транзистор	МП40*	1		
Соединительные провода				

*- приборы могут быть заменены аналогичными

Литература:

1. "Основы электроники".
2. "Основы электроники".
3. М."Основы электроники".
4. Справочник под ред. В."Полупроводниковые приборы"

Порядок выполнения работы:

1. Повторите по учебнику устройство, классификацию, принцип работы, схемы включения, статические характеристики, параметры транзисторов.

2. Отметьте в отчете:

- наименование [лабораторной работы](#);
- цель лабораторной работы;
- оснащение рабочего места (используемые приборы и оборудование).

3. Начертите схему для снятия вольтамперных характеристик транзистора. Схема представлена на рисунке 2.

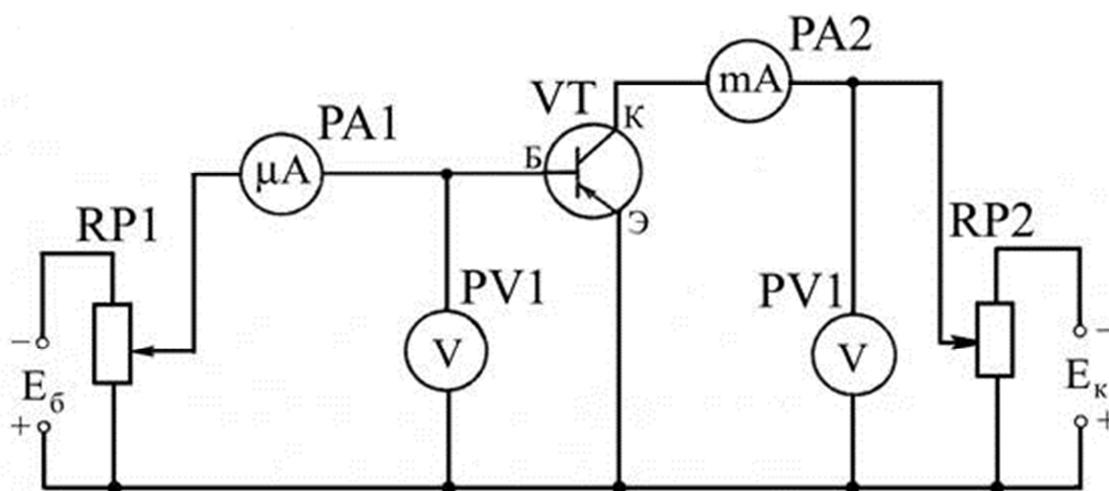


рис. 2 Схема для снятия вольтамперных характеристик

биполярного транзистора.

4. Получите у преподавателя образец биполярного транзистора для испытаний.
5. Расшифруйте его маркировку и классифицируйте его.
6. Зарисуйте цоколевку исследуемого транзистора (цоколевка - рисунок, показывающий взаимное расположение выводов у транзистора).
7. Запишите основные справочные данные транзистора.
8. Соберите схему для снятия вольтамперных характеристик.

Внимание!

Подачу на схему напряжения производить только после проверки схемы преподавателем!

9. Снимите входные характеристики транзистора $I_b=f(U_{бэ})$ при $U_{кэ}=\text{Const}$.

Замеры проводить при значениях:

$U_{кэ} = 0, 10 \text{ В};$

$U_{бэ} = 0, 1 \text{ В}.$

Результаты испытаний свести в таблицу № 1.

Таблица № 1. Входные характеристики биполярного транзистора.

$U_{кэ} = 0 \text{ В}$		$U_{кэ} = 5 \text{ В}$	
$U_{бэ}, \text{ В}$	$I_{б}, \mu\text{А}$	$U_{бэ}, \text{ В}$	$I_{б}, \mu\text{А}$
0		0	
0,25		0,25	
0,5		0,5	
0,75		0,75	
1		1	

10. Снимите выходные характеристики транзистора $I_{к} = f(U_{кэ})$ при $I_{б} = \text{Const}$.

Замеры проводить при значениях:

$I_{б} = 0, 350 \mu\text{А};$

$U_{кэ} = 0, 10 \text{ В}.$

Результаты испытаний свести в таблицу № 2.

Таблица № 2. Выходные характеристики биполярного транзистора.

$I_{б} = \dots \mu\text{А}$							
$U_{кэ}, \text{ В}$	$I_{к}, \text{ мА}$						
0		0		0		0	
2		2		2		2	
4		4		4		4	
6		6		6		6	
8		8		8		8	
10		10		10		10	

11. Постройте входные и выходные характеристики.

12. Используя входные и выходные характеристики транзистора определите h-параметры транзистора.

13. Приведите в порядок рабочее место.

14. Результаты работы покажите преподавателю.

15. Оформите отчет по лабораторной работе.

Задание для отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Используемые приборы и оборудование.
4. Результаты выполнения заданий.
5. Требуемые таблицы, рисунки, схемы.
6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы и задания:

1. Какие структуры биполярных транзисторов вы знаете?
2. Какая схема включения транзистора имеет наибольший коэффициент усиления по току?
3. Почему схема включения с ОЭ наиболее распространена?
4. Привести условные графические изображения транзисторов различных типов?
5. Какой из рп-переходов транзистора обычно имеет большую площадь и почему?
6. Как называются статические характеристики транзистора, записанные в виде:

$$I_b = f(U_{бэ}) \text{ при } U_{кэ} = \text{Const}$$

$$I_э = f(U_{эб}) \text{ при } U_{кб} = \text{Const}$$

$$I_к = f(U_{кб}) \text{ при } I_э = \text{Const}$$

$$I_к = f(U_{кэ}) \text{ при } I_b = \text{Const}$$

Лабораторная работа № 14

Тема: Транзисторы.

Наименование работы: Исследование полевого транзистора.

Цель работы:

1. Научиться строить входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора.
2. Научиться пользоваться справочной литературой, уметь классифицировать прибор по маркировке.

Приобретаемые умения и навыки:

1. Получение навыков работы со справочной литературой.
2. Получение навыков расшифровки маркировки и классификации транзисторов.

Норма времени: 2 часа.

Оснащение рабочего места (используемые приборы и оборудование):

Приборы и оборудование	Тип	Кол-во	Пределы измерения	Примечание
Стенд лабораторный	ЭСТ-1	1		
Вольтметр	M42172*	1	- 0,3...1,5 В	Измерение напряжения затвор-исток
Полевой транзистор	КП103К*	1		
Соединительные провода				

*- приборы могут быть заменены аналогичными

Литература:

1. "Основы электроники".
2. "Основы электроники".
3. М. "Основы электроники".
4. Справочник под ред. В. "Полупроводниковые приборы". М., Радио и связь, 1989 г.
5. "Основы электроники", Энергоатомиздат, 1990г.

Порядок выполнения работы:

1. Повторите по учебнику устройство, классификацию, принцип работы, схемы включения, статические характеристики, параметры полевых транзисторов.
2. Отметьте в отчете:
 - наименование лабораторной работы;
 - цель лабораторной работы;
 - оснащение рабочего места (используемые приборы и оборудование).
3. Начертите схему для снятия вольтамперных характеристик транзистора. Схема представлена на рисунке 3.

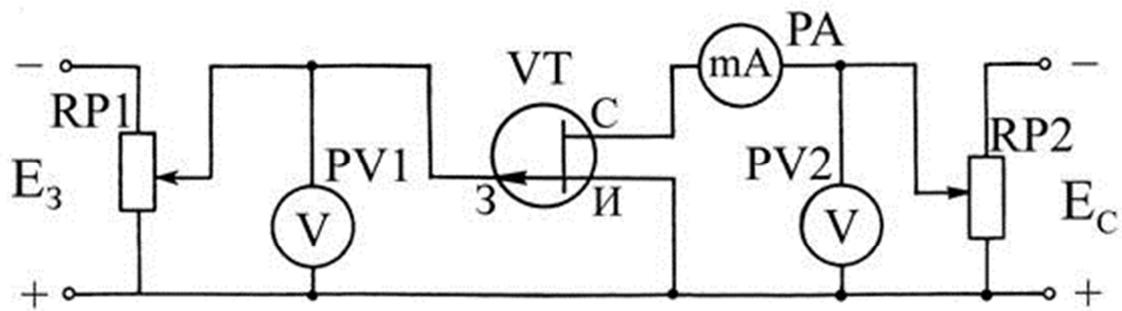


рис. 3. Схема для снятия вольтамперных характеристик полевого транзистора.

4. Получите у преподавателя образец полевого транзистора для испытаний.
5. Расшифруйте его маркировку и классифицируйте его.
6. Зарисуйте цоколевку исследуемого транзистора (цоколевка - рисунок, показывающий взаимное расположение выводов у транзистора).
7. Запишите основные справочные данные транзистора.
8. Соберите схему для снятия вольтамперных характеристик.

Указания:

- Для замера напряжения $U_{си}$ используется вольтметр с диапазоном измерений до 15В.
- Для замера напряжения $U_{зи}$ используется вольтметр с диапазоном измерений до 3В.

Внимание!

Подачу на схему напряжения производить только после проверки схемы преподавателем!

9. Снимите стоковую характеристику $I_c=f(U_{си})$ при $U_{зи}=\text{const}$.

Замеры производить при следующих значениях: $U_{зи}=0 \div 2\text{В}$.

Результаты замеров свести в таблицу 1.

Внимание! Во избежание повреждения приборов и транзистора сначала необходимо устанавливать $U_{зи}$, а потом $U_{си}$. После замера параметра в данной точке потенциометры возвращать в исходное положение и начинать все сначала (снова устанавливать $U_{зи}$, затем $U_{си}$ и т. д.) до значения $U_{си}=9\text{ В}$.

Таблица 1. Стоковая характеристика полевого транзистора.

$U_{зи} = \dots\text{В}$	$U_{зи} = \dots\text{В}$	$U_{зи} = \dots\text{В}$	$U_{зи} = \dots\text{В}$
$U_{си}, \text{В}$	I_c, mA	$U_{си}, \text{В}$	I_c, mA
$U_{си}, \text{В}$	I_c, mA	$U_{си}, \text{В}$	I_c, mA

0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
...
...
...

10. Снимите сток-затворную характеристику $I_c = f(U_{зи})$ при $U_{си} = \text{const}$ при следующих значениях $U_{си} = 0 \div 5$ В.

Контрольная работа по I разделу

Выберите правильный ответ

1. Совокупность электротехнических устройств, предназначенных для протекания электрического тока, включающая источник тока, потребитель и проводники, называется:

- A. электрической цепью,
- B. электрической системой,
- C. магнитной системой,
- D. магнитной цепью.

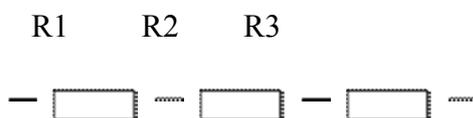
Эталон А

2. Формула закона Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, имеет вид...

- A. $I = \frac{E}{R}$
- B. $I = \frac{U}{R}$
- C. $U = IR$
- D. $I = \frac{U \pm E}{R}$

Эталон D

3. Укажите правильную формулу для нахождения общего напряжения цепи U_0 :



- A. $U_0=U_1+U_2+U_3$
- B. $U_0=U_1=U_2=U_3$
- C. $1/U_0=1/U_1+1/U_2+1/U_3$
- D. $U_1=U_2+U_3$

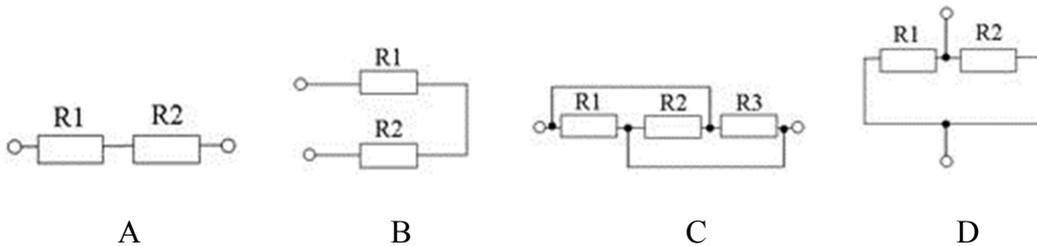
Эталон А

4. Выберите определение последовательного соединения резисторов:

- A. это такое соединение, при котором резисторы включены друг за другом
- B. это такое соединение, при котором резисторы включены по порядку
- C. это такое соединение, при котором через все резисторы протекает один и тот же ток
- D. это такое соединение, при котором через все резисторы протекает одинаковый ток

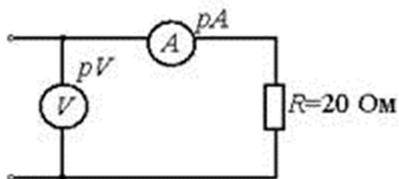
Эталон С

5. На каких схемах изображено параллельное соединение резисторов:



Эталон С D

6. Если показание вольтметра pV составляет 40 В, то амперметр pA при этом будет показывать...



- A. 800 A
- B. 0,5 A
- C. 20 A
- D. 2 A

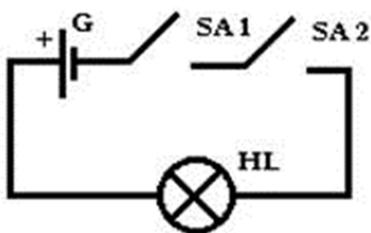
Эталон D

7. Выберите определение постоянного тока:

- A. это ток, который не изменяет направление с течением времени
- B. это ток, который не изменяет величину с течением времени
- C. это ток, который всегда протекает в электрической цепи
- D. это ток, который не изменяет величину и направление с течением времени

Эталон D

8. Как можно "зажечь" лампу HL?



- A. включив выключатель SA1
- B. включив выключатель SA2
- C. включив любой из выключателей: SA1 или SA2
- D. только включив оба выключателя: SA1 и SA2

Эталон D

9. Частота переменного тока – это:

- A. Время одного колебания переменной величины;
- B. Максимальное значение переменной величины;
- C. Число колебаний переменной величины за единицу времени;
- D. Мгновенное значение переменной величины.

Эталон C

10. По каким формулам можно рассчитать действующее значение силы тока:

$$I = \frac{I_m}{2}$$

A

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

B

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{3}}$$

C

$$I = 0,707 I_m$$

D

Эталон B

Ответьте на вопросы

11. Определите, сколько раз ток с частотой 25 Гц принимает максимальные значения за 1 секунду:

Эталон 50 раз

12. Что называют периодом переменного тока?

Эталон Время одного колебания переменной величины

13. Как изменилось сопротивление провода, если вместо медной жилы взяли алюминиевую? Остальные параметры не изменились.

Эталон Увеличилось

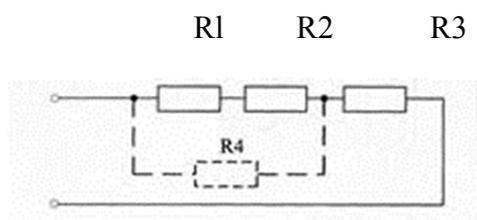
14. Единицей измерения силы тока в электрической цепи является...

Эталон Ампер

15. Какой ток называется переменным?

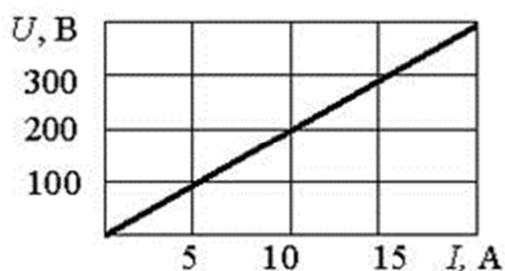
Эталон Который периодически изменяет свою величину и направление с течением времени

16. Что произойдет с сопротивлением данной цепи, состоящей из резисторов R1, R2, R3, если в цепь включить дополнительно резистор R4, как показано на рисунке?



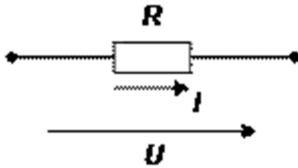
Эталон Уменьшится.

17. При заданной вольт-амперной характеристике приемника его сопротивление составит...



Эталон 20 Ом

18. Составленное по закону Ома выражение для данного участка цепи имеет вид...



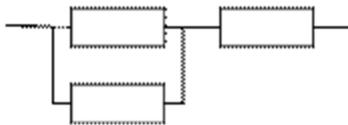
Эталон $I = U/R$

Решите задачи

19. Электрическая плитка включена в сеть 220 В. Ее сопротивление в нагретом состоянии 440 Ом. Определите ток.

Ответ 0,5 А

20. Определите сопротивление цепи, если сопротивление каждого резистора равно 4 Ом:



Ответ 6 Ом;

Лабораторная работа № 15-16. Ознакомление с устройством электроизмерительных приборов.

Цель работы: изучить конструкции наиболее распространенных приборов (амперметров, вольтметров и ваттметров) различных систем. Научиться определять технические характеристики по условиям обозначенным на шкалах приборов. Научиться определять, для каких измерений могут быть использованы эти приборы. Научиться определять цену деления приборов с размещенными типами шкал. Научиться включать простейшие измерительные приборы в электрическую цепь и снимать показания со шкал приборов.

Оборудование: Электроизмерительные приборы, соединительные провода, лабораторный стенд.

Порядок выполнения работы.

1. Зарисовать крышку исследуемого прибора (приведена в пункте 6).
2. Заполнить таблицу 1, пользуясь справочными данными из таблицы 2.

<i>Знак системы</i>	<i>Система</i>	<i>Знаки на шкалах приборов</i>	<i>Пояснения</i>
---------------------	----------------	---------------------------------	------------------

Таблица 1.

	Амперметр	Вольтметр
Наименование		
Система		
Тип прибора		
Род тока измеряемой величины		
Цена деления		
Тип шкалы		
Положение прибора		
Класс точности		
Категория защиты от внешних электрических и магнитных полей		
Группа эксплуатации		
Испытательное напряжение изоляции		
Год выпуска		
Заводской номер		
Показания при измерении		

	Магнитоэлектрическая с подвижной рамкой		
	Магнитоэлектрическая с подвижным магнитом		
	Электромагнитная	<i>Род тока</i> — <i>Постоянный ток</i> ~ <i>Переменный ток</i>	
	Электродинамическая		\approx <i>Постоянный и переменный ток</i> \approx <i>Трехфазный ток</i>
	Ферродинамическая	<i>Установка прибора</i> \perp <i>Вертикальное положение шкалы</i> \perp <i>Горизонтальное положение шкалы</i>	
	Индукционная		
		<i>Зажимы</i> * <i>Генераторный зажим</i> \approx <i>Зажим, соединенный с корпусом</i>	
		<i>Прочность изоляции прибора</i> \star <i>Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением 2 кВ</i>	

Таблица 2.

3. Зная систему прибора, ознакомьтесь с устройством и особенностями деталей измерительных механизмов, пользуясь справочной литературой.

4. Приведите схему, характеризующую устройство данного прибора и поясните принцип его действия.

5. Заполните таблицу 2.

Прибор		
Детали, создающие вращающий момент		
Детали, создающие противодействующий момент		
Детали подвижной системы		
Детали успокоения		
Детали отсчетного устройства		
Наличие корректора		
Наличие арретира		

6.

Определить предельное значение прибора.

Предельное (номинальное) значение прибора – максимальная величина, которую может измерить прибор. $A_{\text{НОМ}}$

Найти цену деления.

Цена деления – это значение измеряемой величины в одном делении.

$C_A = A_{\text{НОМ}} / \alpha_{\text{НОМ}}$, где

$A_{\text{НОМ}}$ - предельное (номинальное) значение прибора,

$\alpha_{\text{НОМ}}$ - количество делений во всей шкале.

7. Контрольные вопросы:

- какие системы можно применять для измерений: в цепях постоянного тока; в цепях переменного тока?
- приборами, какой системы можно измерить постоянную составляющую выпрямленного тока?
- поясните почему амперметр включается в цепь последовательно, а вольтметр параллельно?

Лабораторная работа № 17-20. Исследование схем включения электродвигателей постоянного тока.

Тема: Исследование работы двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Построение механических и электромеханических характеристик

Цель: практически ознакомиться с устройством и работой генератора постоянного тока, научиться снимать его основные характеристики.

Продолжительность: 1 час 30 минут

I. Материальное и документальное обеспечение

1.1. Задание.

1.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Приборы и оборудование:

1. Двигатель постоянного тока;
2. Ленточный тормоз;
3. Амперметр постоянного тока **10 А**;
4. Амперметр постоянного тока **2,5 А**;
5. Вольтметр постоянного тока **50 В**;

6. Реостат ползунковый пусковой;
7. Реостат возбуждения;
8. Тахометр центробежный.

II. Общие теоретические сведения

Двигателем постоянного тока с параллельным возбуждением называется двигатель, у которого обмотка возбуждения ОВ включена параллельно обмотке якоря Я.

Двигатель имеет следующие технические данные:

$$U_H=24 \text{ В}, I_H=10 \text{ А}, P_H, n_H=1350 \text{ об/мин.}$$

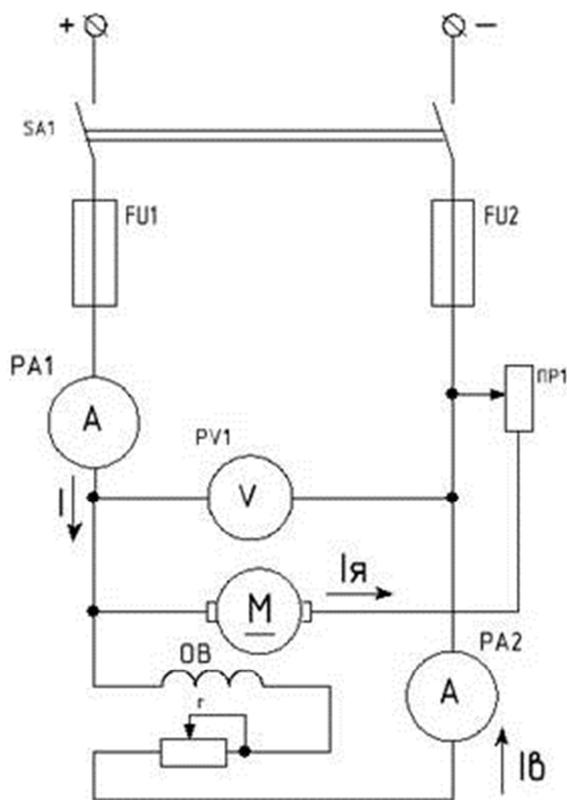
При пуске двигателя для ограничения тока в цепь якоря вводится пусковой реостат PP , реостат возбуждения r – выводится, затем включается ток. По мере разгона двигателя пусковой реостат постепенно выводится. С помощью реостат r устанавливается нужный ток возбуждения I_B . Для снятия скоростной и рабочей характеристик двигатель сначала включается холостую при номинальном напряжении U_H . Затем двигатель постепенно нагружается с помощью ленточного тормоза. Скоростная характеристика двигателя представляет собой зависимость частоты вращения якоря n от тока якоря I_A при неизменных U и I_B , т.е. $n=f(I_A)$ при $U=const$ и $I_B=const$, причем $I_A=I-I_B$.

Частота вращения якоря n определяется с помощью тахометра.

Рабочие характеристики двигателя представляют собой зависимости частоты вращения якоря n , вращающего момента на валу M , потребляемого тока I и К.П.Д. η от полезной мощности P_2 , т.е.

$$n, M, I, \eta = f(P_2) \text{ при } U=const \text{ и } I=const.$$

Схема соединения:



Вращающий момент определяется по формуле:

$$M = F \cdot l,$$

где F – сила приложенная к шкиву на валу двигателя, определяется по разности показаний динамометров;

l – плечо этой силы.

$$l = d/2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}, \quad d - \text{диаметр шкива.}$$

Потребляемая мощность определяется по формуле:

$$P_1 = U \cdot I$$

Полезная мощность P_2 определяется из уравнения

$$M = 9,55 \cdot P_2 / n \text{ по формуле}$$

$$P_2 = M \cdot n / 9,55$$

Коэффициент полезного двигателя определяется по формуле:

$$\eta = (P_2 / P_1) \cdot 100\%$$

Характеристика $n = f(I_B)$ при $I_{я} = I_{я0}$ снимается в режиме холостого хода, где ток якоря без нагрузки на валу двигателя.

Рабочие характеристики двигателя имеют вид:

Частоту вращения якоря можно регулировать путем изменения тока возбуждения I_B и подводимого напряжения U .

III. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы и записать технические данные приборов.
2. Ввести пусковой реостат на $\frac{1}{2}$, вывести реостат возбуждения, выключить нагрузку, включить ток и произвести пуск двигателя. После разгона двигателя вывести пусковой реостат и установить номинальные значения $U_H=24$ В, $I_{BH}=1,8$ А.
3. Снять скоростную характеристику двигателя, для чего при неизменных U и I_B изменяя нагрузку на валу двигателя с помощью ленточного тормоза от 0 до 20 Н через 4 Н.
4. Измерить в каждом опыте I, n . Вычислить $I_{\text{я}}, M, P_1, P_2, \eta$.
5. Полученные данные занести в таблицу:

<i>№ изм</i>	<i>Измеряются</i>	<i>Вычисляются</i>
	$U, V, I_B, A, F, H, I, A, n, \text{об/мин}$	$I_{\text{я}}, A, M, \text{Н}\cdot\text{м}, P_1, \text{Вт}, P_2, \text{Вт}, \eta, \%$

1

2

3

4

5

6

6. Снять характеристику $n=f(I_{\text{я}})$ при номинальном напряжении $U_H=const$ и холостом ходе двигателя, т.е. $I_{\text{я}}=I_{\text{я}0}$. Для этого уменьшить ток возбуждения I_B от $1,8$ до $1,6$ А через $0,05$ А.

7. Измерить в каждом опыте I_B, I, n . Вычислить $I_{\text{я}}=I_{\text{я}0}$.

8. Полученные данные занести в таблицу.

9. По полученным данным построить характеристики:

а) $n=f(I_{\text{я}})$ при $U=const$ и $I_B=const$;

б) $n=f(I_B)$ при $U=const$ и $I_{\text{я}}=I_{\text{я}0}$;

в) $n, M, I, \eta = f(P_2)$ при $U=const$ и $I_B=const$.

Приборная таблица

<i>№ изм.</i>	<i>Наименование Тип</i>	<i>Номинальные значения или пределы измерений</i>	<i>Цена деления</i>	<i>Класс точности</i>	<i>Заводской или инвентарный номер</i>
-------------------	-------------------------	---	-------------------------	---------------------------	--

IV. Вопросы для самопроверки

- 4.1. Что такое двигатель?
- 4.2. Устройство и особенности конструкции двигателей постоянного тока.
- 4.3. Принцип работы двигателя постоянного тока.

V. Домашнее задание

- 5.1. Оформить работу в соответствии с методическими рекомендациями
- 5.2. Условно-графические обозначения изображать в соответствии с ГОСТ
- 5.3. Изучить рекомендованную литературу
- 5.4. Подготовить лабораторную работу к защите

VI. Отчет должен содержать:

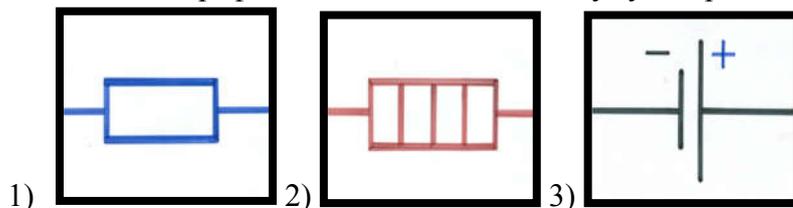
1. Название и номер работы;
2. Цель работы;
3. Перечень материального обеспечения;
4. Электрическую схему соединения;
5. Расчетные формулы и вычисления;
6. Таблицу с результатами измерения и вычислений;
7. Механические и электромеханические характеристики двигателя с параллельным возбуждением;
8. Выводы и заключения о жесткости механических характеристик

Контрольная работа по II разделу

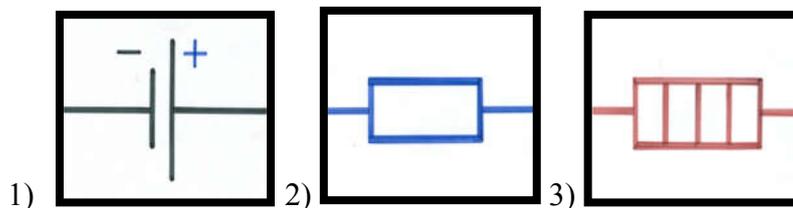
1. Какова сила тока, если за один час при постоянном токе через поперечное сечение провода был перенесен заряд в 180 Кл?
 - 1) 180 А.
 - 2) 0,05 А.
 - 3) 3 А.
2. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и диаметр увеличить в два раза?
 - 1) Не изменится.
 - 2) Уменьшится в два раза.
 - 3) Увеличится в два раза.
3. Баланс мощности представляет собой равенство:
 - 1) $P_n = P_i + P_0$
 - 2) $P_i = P_n + P_0$
 - 3) $P_0 = P_i + P_n$

4. При температуре 20°C сопротивление проводника $R = 4,2 \text{ Ом}$, его длина $l = 10 \text{ м}$, а площадь поперечного сечения $S = 1 \text{ мм}^2$. Каковы удельное электрическое сопротивление ρ , $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, проводника и материал, из которого он изготовлен?
- 1) Фехраль ($\rho = 1,4$)
 - 2) Алюминий ($\rho = 0,029$)
 - 3) Манганин ($\rho = 0,42$)
 - 4) Нихром ($\rho = 1,1$)

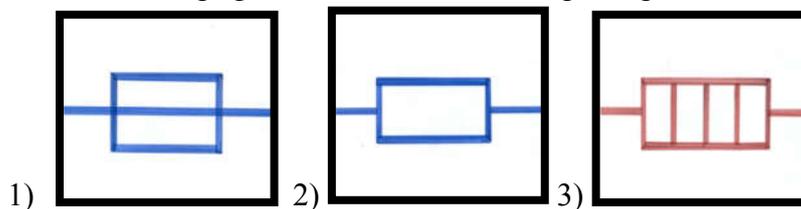
5. Условное графическое обозначение аккумуляторной батареи:



Условное графическое обозначение нагревательного элемента:



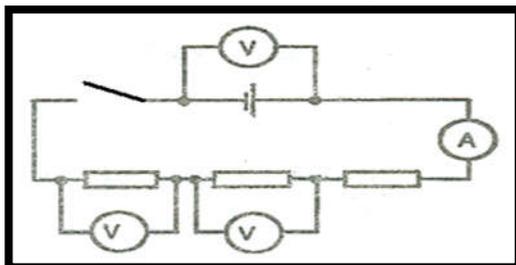
6. Условное графическое обозначение предохранителя:



7. Закон Ома для замкнутой полной цепи:

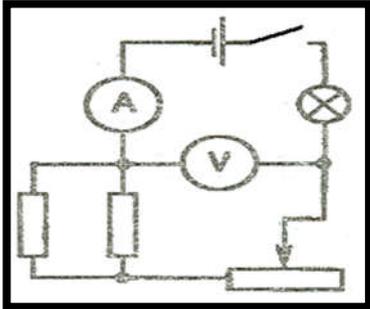
- 1) $I = \frac{U}{R}$
- 2) $I = \frac{E}{R+r_0}$
- 3) $I = \frac{E+U}{R+r_0}$

8. Какое соединение сопротивлений представлено на рисунке?



- 1) Последовательное
- 2) Параллельное
- 3) Смешанное

9. Какое соединение сопротивлений представлено на рисунке?



- 1) Последовательное
- 2) Параллельное
- 3) Смешанное

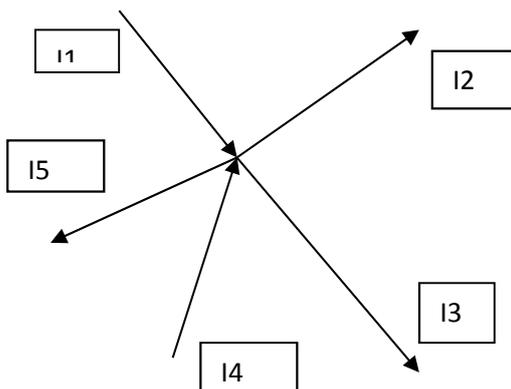
10. Без этих элементов не может существовать электрическая цепь:

- 1) Источник, приемник, соединительные провода, аппаратура защиты и управления, измерительные приборы.
- 2) Источник, приемник, соединительные провода.
- 3) Источник, приемник, соединительные провода, предохранители, автоматические выключатели, рубильники.

11. Как изменится проводимость проводника при увеличении площади его поперечного сечения?

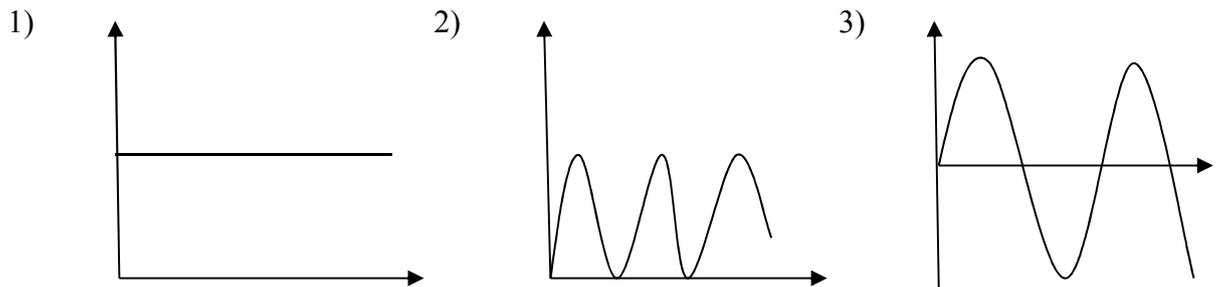
- 1) Увеличится.
- 2) Уменьшится.
- 3) Не изменится.

12. Какое из уравнений, составленных для схемы, показанной на рисунке, неверное?



- 1) $I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$
- 2) $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$
- 3) $I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$
- 4) $I_2 + I_3 + I_5 - I_1 - I_4 = 0$

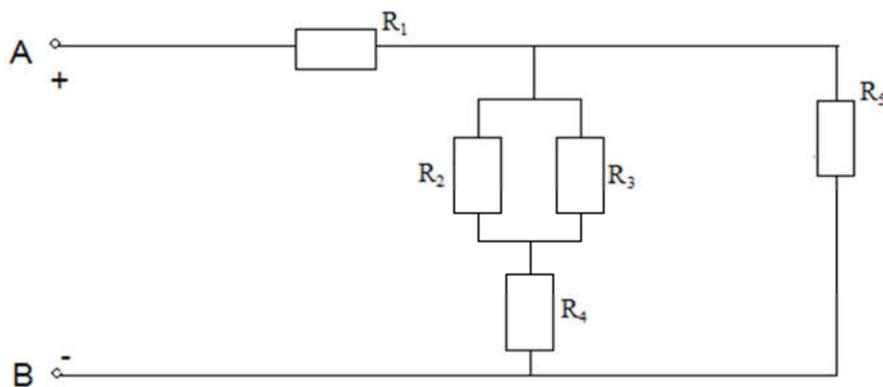
13. Определить, какой из трех приведенных на рисунке графиков является графиком постоянного тока.



14. В каких единицах измеряется электрическая энергия?

- 1) Вт.
- 2) Дж.
- 3) Ом*ч.
- 4) кВт*ч.

15. Рассчитать заданную цепь постоянного тока при следующих данных: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 24 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$, $R_5 = 12 \text{ Ом}$. Необходимо найти эквивалентное (общее) сопротивление всей цепи.



- 1) 3,5 Ом.
- 2) 10 Ом.
- 3) 7,5 Ом.
- 4) 0,69 Ом.

16. Как классифицируются приборы по принципу действия?

- 1) Вольтметры, амперметры, ваттметры, счетчики, омметры, частотомеры.
- 2) Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и других систем.
- 3) Приборы по принципу действия не классифицируются.

17. Чему равны 0,18 МВ?

- 1) 1800000 В
- 2) 18000000 В
- 3) 180000 В
- 4) 18000 В

18. Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр?
- 1) Амперметр последовательно с нагрузкой; вольтметр параллельно нагрузке
 - 2) Амперметр и вольтметр последовательно с нагрузкой
 - 3) Амперметр и вольтметр параллельно с нагрузкой
19. Изобразите электрическую схему с помощью условных графических обозначений, содержащую: источник энергии, 3 электрических лампы, электрический двигатель, ключи, таким образом, чтобы лампы загорались независимо от электродвигателя. При этом 1 лампа горела независимо от двух других.

Основные печатные и электронные издания

1. Аполлонский, С. М. Основы электротехники. Практикум : учебное пособие для СПО / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-6707-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151687> (дата обращения: 12.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лунин, В. П. Электротехника и электроника в 3 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. В. Кузнецов; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 255 с. — (Профессиональное образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472794> (дата обращения: 22.12.2021).
3. Миловзоров, О. В. Основы электроники: учебник для среднего профессионального образования / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — (Профессиональное образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450911> (дата обращения: 22.12.2021).
4. Основы электротехники : учебник для СПО / Г. И. Кольниченко, Я. В. Тарлаков, А. В. Сиротов, И. Н. Кравченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-6646-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151200> (дата обращения: 12.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Рецензия

комплекта оценочных средств по дисциплине

ОП.03 Электротехники

Комплект оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших профессиональный модуль по профессии 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин.

Комплект разработан на основании рабочей программы.

Содержит:

Паспорт комплекта оценочных средств: область применения и сводные данные об объектах оценивания, основных показателях оценки результатов и их критериев, типах заданий, форме аттестации;

Комплект оценочных средств содержит задания для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены в полном объеме в виде билетов имеются критерии оценивания ответов обучающихся.

Виды оценочных средств, включенных в представленный комплект, отвечают основным принципам формирования общих и профессиональных компетенций.

Комплект представляет собой в целом качественный продуманный материал, который структурирован в соответствии с содержанием рабочей программы.

Представленный комплект оценочных средств соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. КОС позволяет развивать у студентов общие и профессиональные компетенции.

Разработанный и представленный для экспертизы комплект оценочных средств рекомендуется к использованию в учебном процессе.

Рецензент:

Гл. инженер непубличного акционерного общества "Автоколонна" № 1493"

Квалификация по диплому:

Инженер по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство"

« АВ » КОЛОННА 2023г.

М.П.  Р.В. Дмитриченко/



Рецензия

комплекта оценочных средств по дисциплине

ОП.03 Электротехники

Комплект оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших профессиональный модуль по профессии 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин.

Комплект разработан на основании рабочей программы.

Содержит:

Паспорт комплекта оценочных средств: область применения и сводные данные об объектах оценивания, основных показателях оценки результатов и их критериев, типах заданий, форме аттестации;

Комплект оценочных средств содержит задания для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены в полном объеме в виде билетов имеются критерии оценивания ответов обучающихся.

Виды оценочных средств, включенных в представленный комплект, отвечают основным принципам формирования общих и профессиональных компетенций.

Комплект представляет собой в целом качественный продуманный материал, который структурирован в соответствии с содержанием рабочей программы.

Представленный комплект оценочных средств соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. КОС позволяет развивать у студентов общие и профессиональные компетенции.

Разработанный и представленный для экспертизы комплект оценочных средств рекомендуется к использованию в учебном процессе.

Рецензент: Ген. директор негосударственного акционерного общества "Автоколонна" № 1493"

Квалификация по диплому

Инженер автомобильного хозяйства « »

2023г.

М.П.  /С.С. Шевченко/



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 270153293300626215937226367766664777663875334548

Владелец Шахбазян Вера Арамовна

Действителен с 19.07.2024 по 19.07.2025