

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

Горн Е.В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Электротехника и электроника

для специальности

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)

Тихорецк
2015



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе:

« 01 » 09 2015г.

Н.Ю. Шитикова

Методические указания по выполнению лабораторных работ и практических занятий по дисциплине Электротехника и электроника разработаны для студентов очной и заочной формы обучения на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 376 от 22.04.2014г.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Разработчик:

Е.В.Горн, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Рецензенты:

М.В.Ивакина, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Г.Н.Маслова, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Рекомендованы цикловой комиссией № 6 «Общепрофессиональные дисциплины». Протокол заседания № 1 от 01.09.2015 г

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 ВВЕДЕНИЕ	4
3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	7
5 ЛИТЕРАТУРА	39

1 .ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ на основе рабочей программы дисциплины «Электротехника и электроника», предназначено для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений и навыков для специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)

Основными целями лабораторных работ являются:

- экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений;
- экспериментальная проверка формул, расчетов;
- ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований.

В процессе выполнения данных практических и лабораторных работ от студента требуется: закрепить теоретический материал, получить практические навыки в составлении электрических схем и подборе измерительной аппаратуры для опыта, овладеть техникой экспериментального исследования, а также приобрести навыки анализа результатов на основании полученных данных.

Данное методическое пособие имеет определенную структуру и состоит из 18 лабораторных. Каждая работа включает в себя:

- номер по порядку;
- тему работы;
- цель работы;
- вопросы для самопроверки.
- перечень необходимого оборудования для выполнения экспериментальной части работы;
- порядок выполнения работы с пошаговым описанием всех действий студента;
- конкретизацию выводов по работе;
- контрольные вопросы.

При выполнении работ схемы, таблицы, графики рекомендуется выполнять только карандашом с применением чертежных инструментов.

При вычерчивании схем должны соблюдаться стандартные обозначения.

После успешного выполнения лабораторной работы студент обязан представить преподавателю отчет о проделанной работе в письменном виде, который должен содержать следующие пункты:

- номер лабораторной работы;
- тема работы;
- цель работы;
- оборудование;

- схема опыта;
- таблица измерений и вычислений;
- основные расчетные формулы;
- выводы;
- ответы на контрольные вопросы.

2. Тематический план практических и лабораторных занятий

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем.	Наименование практических занятий	Объем часов
Раздел 2 электрические цепи постоянного тока.		
Тема 2.1. Физический процесс в электрических цепях постоянного тока.	Лабораторная №1 Изучение правил эксплуатации амперметра, вольтметра и ваттметра.	2
	Лабораторная №2 Проверка закона Ома для участка цепи.	2
Тема 1.4 Электрические цепи переменного тока	Лабораторная работа №4 Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением резистора и катушки индуктивности.	2
	Лабораторная работа №5 Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением резистора и конденсатора.	2
	Лабораторная работа №6 Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора.	2
Тема 1.5. Трехфазные цепи	Лабораторная работа №7 Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии «звездой»	2
Тема 1.6. Трансформаторы	Лабораторная работа №8 Испытание однофазного трансформатора	2
Тема 1.7. Электрические измерения	Лабораторная работа №9 Расширение пределов измерения вольтметра и амперметра.	2
	Лабораторная работа №10	2

	Измерение мощности	
Тема 1.9. Электрические машины постоянного тока	Лабораторная работа №11 Испытание двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	2
Раздел 2. Электроника		
Тема 2.1. Полупроводниковые приборы	Лабораторная работа №12 Определение параметров и характеристик полупроводникового диода. Лабораторная работа №13 Исследование работы транзистора	2 2
Тема 2.3. Приборы и устройства индикации	Лабораторная работа №14 Изучение устройства и принципа работы осциллографа	
Тема 2.4. Выпрямители и стабилизаторы	Лабораторная работа №15 Исследование работы схем выпрямления переменного тока Лабораторная работа №16 Исследование работы схемы параметрического стабилизатора	2 2
Тема 2.5. Электронные усилители	Лабораторная работа №17 Исследование работы усилителя низкой частоты	2
Тема 2.6. Электронные генераторы	Лабораторная работа №18 Исследование работы транзисторного автогенератора типа LC	2

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическая работа №1

Изучение правил эксплуатации амперметра, вольтметра

Цель: ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками измерительной аппаратуры; научиться измерять пределы измерения амперметра и вольтметра.

Оборудование:

- для опыта № 1: источник постоянного тока – 30 В; реостат – 200 Ом; набор добавочных резисторов; вольтметр образцовый класса точности 0,2; вольтметр для расширения пределов шкалы;

- для опыта № 2: источник постоянного тока – 12 В; реостат – 200 Ом; набор шунтов; амперметр образцовый класса точности 0,2; амперметр для расширения пределов шкалы.

ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- измерительные приборы и их классификация;
- принцип работы измерительного прибора магнитоэлектрической системы;
- схемы включения амперметра и вольтметра в цепь;
- пределы измерения приборов;
- понятие добавочного сопротивления и шунта, их назначение.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.

Опыт № 1:

Напряжение источник: $U = 30 \text{ В}$.

2. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление вольтметра.
3. Рассчитать величину сопротивления добавочного резистора:

$$R_{доб} = R_V (m - 1); m = U/U_V,$$

где $R_{доб}$ – сопротивление добавочного резистора; R_V – сопротивление экспериментального вольтметра; m – добавочный множитель; U – максимальное изменяемое напряжение; U_V – предел измерения экспериментального вольтметра.

4. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.
5. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.1)

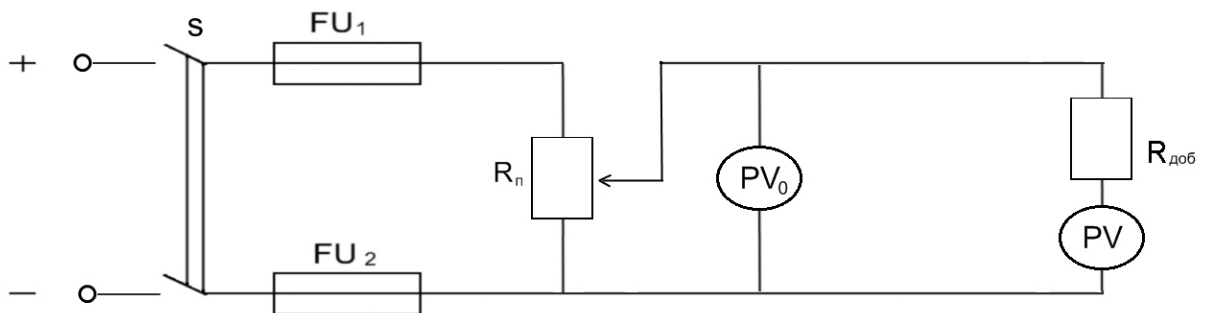


Рис.1 Принципиальная схема включения вольтметра в цепи

6. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.
7. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Измерено		Вычислено
	$U_K, В$	$U_Э, В$	$\Delta U, В$

8. Отключить источник питания.
9. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$\Delta U = U_K - U_Э,$$

где ΔU – поправка; U_K – напряжение контрольного вольтметра; $U_{\text{Э}}$ – напряжение экспериментального вольтметра.

10. Расчеты занести в табл. 1.

11. При помощи реостата уменьшить исходное напряжение.

12. Повторить пункты 7-10.

13. Разобрать электрическую цепь.

Опыт № 2:

Напряжение источник: $U = 12 \text{ В}$.

14. С помощью мультиметра измерить внутреннее сопротивление амперметра.

15. Рассчитать величину сопротивления шунта:

$$R_{\text{ш}} = R_A / (n - 1); n = I/I_A,$$

где $R_{\text{ш}}$ – сопротивление шунта; R_A – сопротивление экспериментального амперметра; n – шунтирующий множитель; I_A – предел измерения для экспериментального амперметра; I – максимальная измеряемая сила тока (1 А).

16. Предъявить расчеты для проверки преподавателю.

17. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 2).

18. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

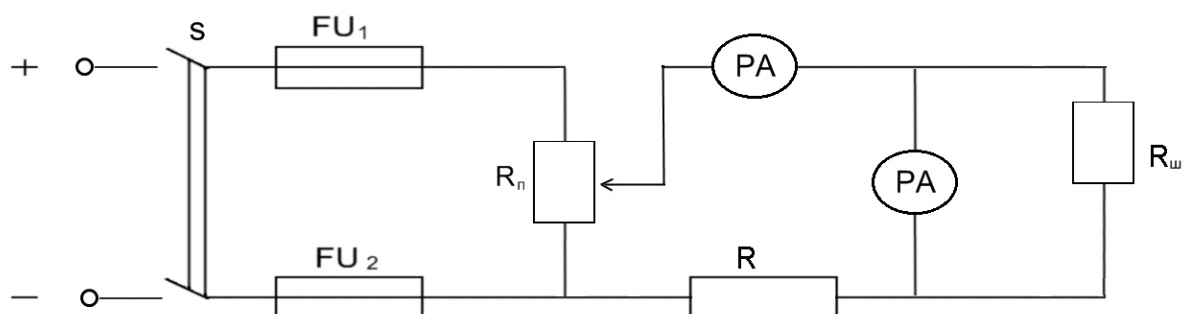


Рис. 2 Принципиальная схема включения амперметра в цепи

19. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.2.

Таблица 2

№ опыта	Измерено		Вычислено
	U _к , В	U _э , В	ΔU, В

20. Отключить источник питания.

21. Произвести необходимые расчеты по следующей формуле:

$$\Delta I = I_K - I_{\text{Э}}$$

где ΔI – поправка; I_к – напряжение контрольного вольтметра; I_э - напряжение экспериментального вольтметра.

22. Расчеты занести в табл. 2.

23. При помощи реостата изменить исходное напряжение сети.

24. Повторить пункты 19-22.

25. Разобрать электрическую цепь.

26. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- как просчитывается добавочное сопротивление (сопротивление шунта) при прочих известных параметрах;
- как определяется действительное напряжение (ток) в цепи, если известны показания измерительного прибора и поправка.

Контрольные вопросы

1. Почему для расширения пределов измерения вольтметра используют добавочные сопротивления (последовательное соединение), а для расширения пределов измерения амперметра – шунты (параллельное соединение)

Лабораторная работа №1

Проверка закона Ома для участка цепи

Цель: экспериментально проверить 2-й закон Кирхгофа, прививать навыки измерения электрических величин

Оборудование: комбинированный измерительный прибор Ц4342 или 43101, инструкционные карты, стенд К4682; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- электрическая цепь, её элементы и их назначение;
- параметры электрической цепи;
- закон Ома для участка цепи и полной цепи(формула и формулировка);
- 1закон Кирхгофа;

Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме (рис.1) и подключить ее к источнику постоянного тока 0-15 В.

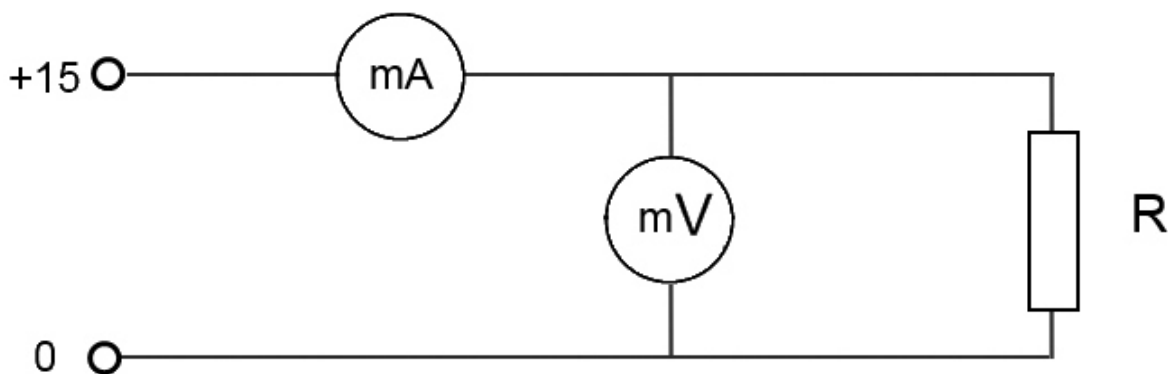


Рис.3

2. Ступенчато изменяя напряжение от 4 до 20 В на входе цепи снять показания приборов и результаты занести в таблицу 3.
3. Определите величину сопротивления по данным эксперимента.

Таблица 3

№ опыта	U, В		I, mA	R, кОм	R _{ср} кОм	η, %
1						
2						
3						
4						

$$R = U / I$$

4. Определить средне измеренное значение сопротивления.

$$R_{\text{ср}} = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)/4$$

5. Определить величину относительной погрешности экспериментов

$$\eta = 100\% * (R^T - R_{\text{ср}}) / R^T$$

Контрольные вопросы

1. Чему равна Э.Д.С источника при наличии тока в цепи?
2. Для каких цепей справедлив закон Ома?
3. От чего зависит коэффициент пропорциональности(удельная электрическая проводимость) ?

Лабораторная работа №2

Проверка свойств электрической цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов

Цель: опытным путем проверить справедливость закона Ома для участка цепи и основных формул для расчета последовательного и параллельного соединения резисторов.

Оборудование: источник постоянного тока – 30В; магазин сопротивлений – 3шт.; вольтметр – $(0 \div 30)$ В; амперметр – $(0 \div 2)$ А; реостат – $(0 \div 200)$ Ом; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- электрическая цепь, её элементы и их назначение;
- параметры электрической цепи;
- виды соединений резисторов и их определение;
- основные отличительные особенности последовательного и параллельного соединения резисторов;
- закон Ома для участка цепи и полной цепи (формула и формулировка);
- первый закон Кирхгофа, понятие узла, ветви, контура электрической цепи;
- понятие мощности в цепях постоянного тока, расчетная формула, единицы измерения;
- понятие короткого замыкания и обрыва в электрической цепи.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 4)
3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 30$ В.

Сопротивление резисторов (магазинов): $R_1 = 15$ Ом; $R_2 = 20$ Ом; $R_3 = 25$ Ом.

Опыт №1

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

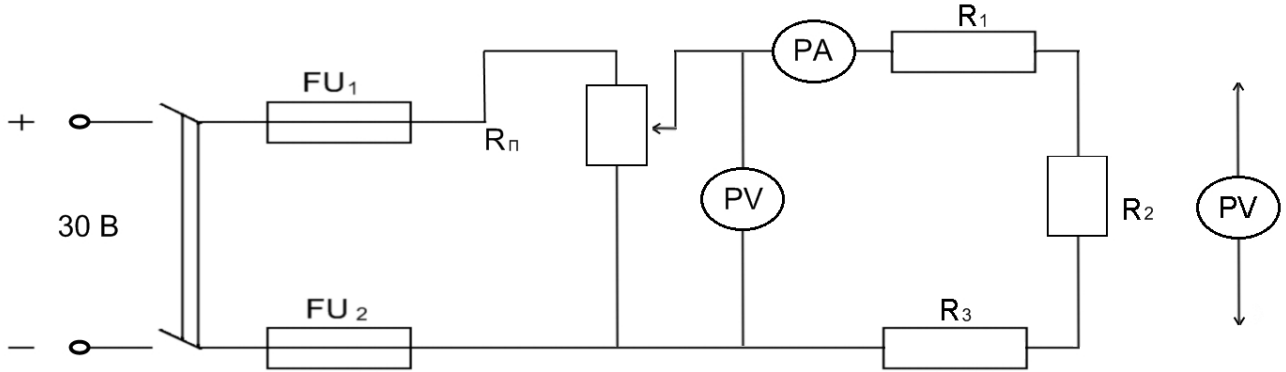


Рис. 4. Схема последовательного соединения резисторов

5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 4.

Таблица 4

Последовательное соединение резисторов

№ опыта	Участок цепи	Измерено		Вычислено		Примечание
		U, В	I, А	R, Ом	P, Вт	
1	Резистор R ₁					
	Резистор R ₂					
	Резистор R ₃					
	Вся цепь					
2	Резистор R ₁					Замкнуть накоротко резистор R ₂
	Резистор R ₂					
	Резистор R ₃					
	Вся цепь					

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$R_1 = U_1 / I_1; \quad R_2 = U_2 / I_2; \quad R_3 = U_3 / I_3; \quad R = U / I;$$

$$P_1 = U_1 / I_1; \quad P_2 = U_2 / I_2; \quad P_3 = U_3 / I_3; \quad P = U / I;$$

где R_1, R_2, R_3 – сопротивления первого, второго и третьего резисторов (магазинов сопротивлений) соответственно; U_1, U_2, U_3 – напряжения на первом, втором и третьем резисторах соответственно; U – напряжение во всей цепи; I – ток во всей цепи; P – мощность всей цепи; P_1, P_2, P_3 – мощности на первом, втором и третьем резисторах соответственно.

8. Расчеты занести в табл. 4.

Опыт №2

9. В исходной цепи (см. рис. 5.) произвести короткое замыкание резистора R_2

10. Повторить пункты 4-8

11. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 5).

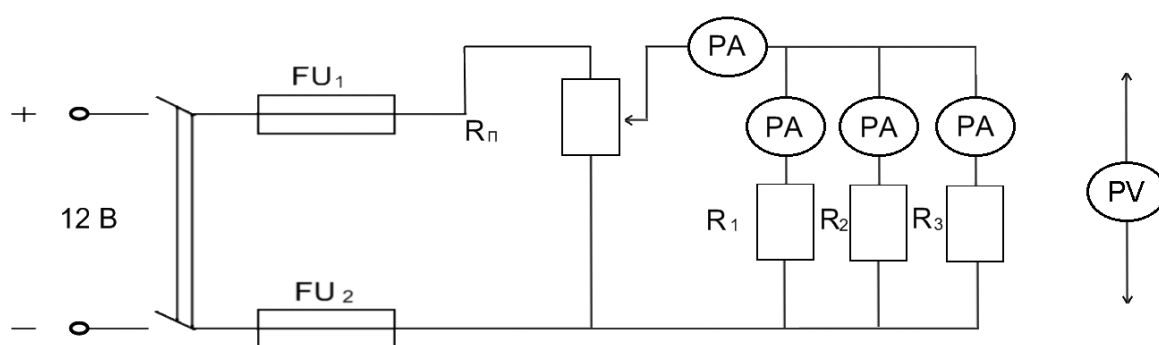


Рис. 5. Схема параллельного соединения резисторов

Опыт №3

12. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 12 \text{ В}$.

Сопротивление резисторов (магазинов): $R_1 = 15 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $R_3 = 25 \text{ Ом}$.

13. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

14. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 5.

15. Отключить источник питания.

16. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$R_1 = U / I_1; \quad R_2 = U / I_2; \quad R_3 = U / I_3; \quad R = U / I;$$

$$g_1 = 1 / R_1; \quad g_2 = 1 / R_2; \quad g_3 = 1 / R_3; \quad g = 1 / R;$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1; \quad P_2 = U_2 \cdot I_2; \quad P_3 = U_3 \cdot I_3; \quad P = U \cdot I;$$

где R_1, R_2, R_3 – сопротивления первого, второго и третьего резисторов (магазинов сопротивлений) соответственно; U – напряжение во всей цепи; I_1, I_2, I_3 – токи в первой, второй и третьей ветвях соответственно; I – ток во всей цепи; g_1, g_2, g_3 – проводимости первой, второй и третьей ветви соответственно; P_1, P_2, P_3 – мощности первой, второй и третьей ветви соответственно; P – мощность всей цепи.

Таблица 5

Параллельное соединение резисторов

№ опыта	Участок цепи	Измерено		Вычислено		Примечание
		U, В	I, А	R, Ом	P, Вт	
3	Резистор R_1					$R_3 > R_2 > R_1$
	Резистор R_2					
	Резистор R_3					
	Вся цепь					
4	Резистор R_1					$R_1 \approx R_2 \approx R_3$
	Резистор R_2					
	Резистор R_3					
	Вся цепь					
5	Резистор R_1					R_3 отключен
	Резистор R_2					
	Резистор R_3					

	Вся цепь					
--	-----------------	--	--	--	--	--

17. Расчеты занести в табл.5.

Опыт №4

18. В исходной цепи (рис. 5) установить сопротивления всех резисторов равными R_3 .

19. Повторить пункты 13-17.

Опыт №5

20. В исходной цепи (рис. 5) отключить резистор R_3 .

21. Повторить пункты 13-17.

22. Разобрать электрическую цепь.

23. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- о справедливости закона Ома для участка цепи;
- о справедливости закона Кирхгофа для узла электрической цепи;
- о различиях заданных параметров резисторов и расчетных значений сопротивлений резисторов;
- о справедливости основных свойств последовательного и параллельного соединения резисторов;
- о величине силы тока в электрической цепи при уменьшении общего числа резисторов (основании опытов №1 и 2);
- о величине силы тока в электрической цепи при уменьшении общего числа резисторов (основании опытов №3, 4 и 5);

Контрольные вопросы

1. Почему при последовательном соединении резисторов величина силы тока на всех элементах в цепи имеет одинаковые значения?
2. Почему при параллельном соединении резисторов разность потенциалов на всех элементах цепи имеет одинаковое значение?
3. Если несколько резисторов с разными по величине значениями сопротивлений соединить последовательно, то на каком из них будет большее падение напряжения?

4. Если несколько резисторов с разными по величине значениями сопротивлений соединить последовательно, то на каком из них будет больший ток?
5. Как определить проводимость ветвей и эквивалентную проводимость цепи при параллельном соединении резисторов?
6. Как определить эквивалентную проводимость цепи при последовательном соединении резисторов?
7. Укажите все возможные расчетные формулы для определения мощности резисторов.

Лабораторная работа №3

Определение потери напряжения в проводах и КПД линии электропередачи.

Цель: исследовать модель линии электропередачи опытным и аналитическим путем, определить падение напряжения в провода при передаче электроэнергии на расстояние; выяснить, какое влияние оказывает нагрузка линии на напряжение приемника.

Оборудование: источник постоянного тока – 12 В; провода макета двухпроводной линии ЛЭП: $D 4 \div 6$ мм, $L = 10 \div 15$ м, $\rho = 0,44$ Ом·мм²/м(нихром); вольтметр – (0÷20) В, 2 шт.; амперметр – (0÷1) А; реостат – (0÷200) Ом; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических параметров;
- понятия потери напряжения (падения напряжения) и мощности потерь, их допустимые значения;
- КПД линии электропередачи.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.6).
3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

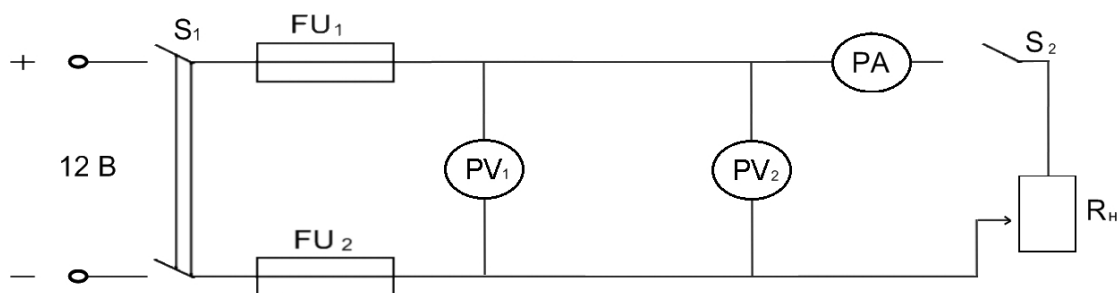


Рис.6 Схема модели линии электропередачи

Напряжение источника: $U = 12$ В.

Сопротивление нагрузки: $R_n = 200$ Ом.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.
5. Включить источник питания при разомкнутом ключе S_2 (Холостой ход) и произвести необходимые изменения, результаты которых занести в табл. 6.

Таблица 6

№ опыта	Измерено			Вычислено									
	I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	R _л , Ом	R _н , Ом	P ₁ , Вт	P ₂ , Вт	$\Delta P'$, Вт	$\Delta P''$, Вт	U', В	U'', В	ε , %	n, %

6. Отключить источник питания.
7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$S = \pi \cdot D^2 / 4; P_1 = U_1 \cdot I; \Delta U = U_1 - U_2; n = (U_2 / U_1) \cdot 100;$$

$$R_{\text{л}} = \rho \cdot 2 \cdot L / S; P_2 = U_2 \cdot I; \Delta U'' = I \cdot R; \varepsilon = (\Delta U / U_1) \cdot 100\%;$$

$$R_{\text{н}} = U_2 / I; \Delta P' = P_1 - P_2;$$

$$\Delta P'' = I^2 \cdot R$$

где S – сечение провода линии электропередачи; $\pi = 3,14$; D – диаметр провода линии электропередачи; U_1 – напряжение источника питания; I – сила тока в линии; ΔU – потери напряжения в линии электропередачи; U_2 – напряжение на потребителе; n – КПД линии электропередачи; $R_{\text{л}}$ – сопротивление линии; ρ – удельное сопротивление материала линии (табличное данное, в зависимости от материала линии); L – длина провода линии электропередачи; ε – относительная потеря напряжения в линии электропередачи; $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки; ΔP – потери мощности в линии электропередачи.

8. Расчеты занести в табл. 6.

9. При полностью введенном сопротивлении реостата R_n замкнуть ключ S_2 и, постепенно уменьшая сопротивление до нуля (короткое замыкание), произвести необходимые измерения (при изменении тока через 0,1 – 0,3 А), результаты которых занести в табл. 6.

10. Повторить пункты 6-8.

11. Разобрать электрическую цепь.

12. Построить (в одних координатных осях) графики зависимости напряжений, мощностей и КПД от силы тока в линии.

13. На основании опытных данных, расчетов и графиков сделать выводы:

- о способах уменьшения потери напряжения в проводах линии электропередачи;
- о зависимости потери мощности от силы тока в линии;
- о зависимости КПД линии от величины нагрузки;
- о недостатке при работе ЛЭП при неизменном значении напряжения станции и больших мощностях.

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависят потери напряжения в ЛЭП?
2. Почему потеря напряжения в проводах считается отрицательным явлением?
3. Почему с увеличением длины ЛЭП необходимо повышать ее рабочее напряжение?
4. Какие процессы имеют место в ЛЭП при ее работе в режиме низменного тока?

Лабораторная работа №4

Проверка измерительного прибора

Цель: исследование технических возможностей приборов.

Оборудование: мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ -07, ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки

- классификация измерительных приборов по принципу действия;
- моменты действующие на подвижную систему электроизмерительного прибора при отчёте показаний;
- погрешности измерительных приборов;

Порядок выполнения

Опыт №1

Поверка амперметра:

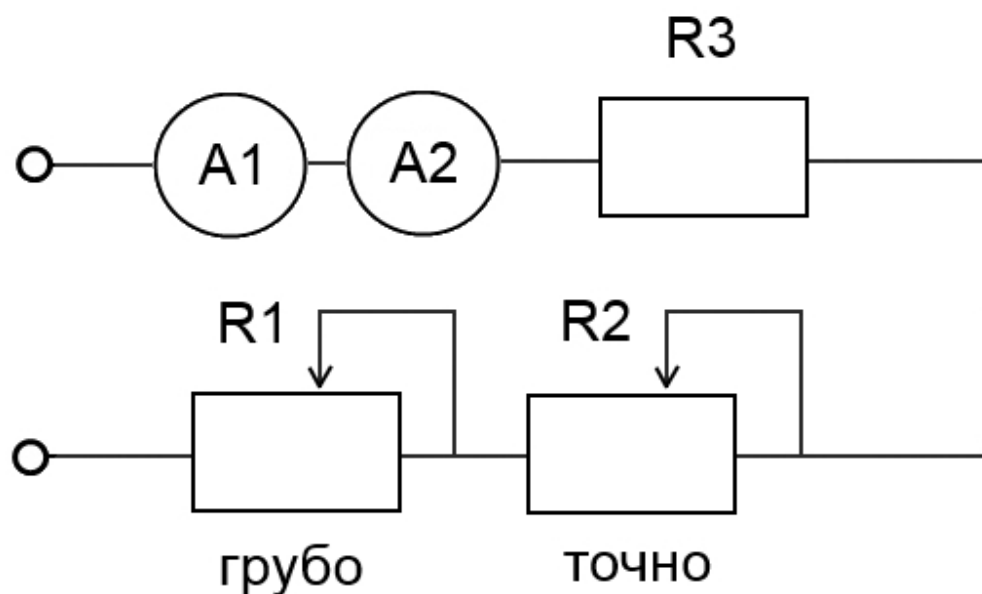


Рис.7

1. Собрать цепь согласно предложенной схеме (рис. 7).
2. Плавно изменяя сопротивление переменных резисторов «грубо», «точно», добиваемся отклонения стрелки прибора на все оцифрованные деления шкалы образцового прибора A1 и записываем в таблицу показания проверяемого прибора A2. I_0 – показания A1.

Опыт № 2

Поверка вольтметра.

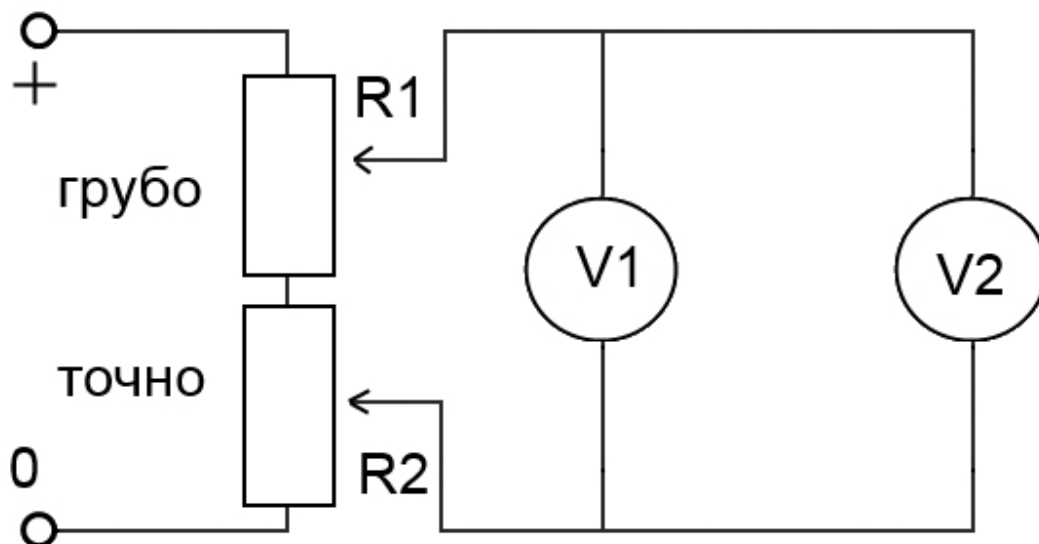


Рис.8

1. Собрать цепь согласно предложенной схеме (рис. 8).
2. Провести измерения как в п. 1. Б. U – показания $V2$, U_0 – показания $V1$
3. Вычислить абсолютную погрешность.

$$\Delta I = |I - I_0|; \Delta U = |U - U_0|$$

4. Вычислить максимальную приведенную погрешность

$$\gamma_1 = \frac{\Delta I_{max}}{I_H} \cdot 100\%$$

$$\gamma_u = \frac{\Delta U_{max}}{U_H} \cdot 100\%$$

I_H , U_H - предел измерения приборов

Расчёты занести в табл.7.

Таблица 7

№	I_0 , мА	I , мА	ΔI , мА	U_0 , В	U , В	ΔU , В
1						
2						
3						
4						
5						

Контрольные вопросы

1. Чем характеризуется точность измерений?
2. Принцип действия приборов магнитоэлектрической системы?

Лабораторная работа №5

Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора

Цель: исследовать разветвленную цепь переменного тока на подтверждение основных расчетных формул; экспериментально подтвердить условие резонанса токов.

Оборудование: источник переменного тока – 30 В; вольтметр – (0÷30) В; амперметр - (0÷3) А; ваттметр; катушка индуктивности с сердечником; магазин емкостей; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- понятия активного и реактивного проводимости, формулы для их расчета;
- понятия резонанса тока, условие его получения.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис. 9).

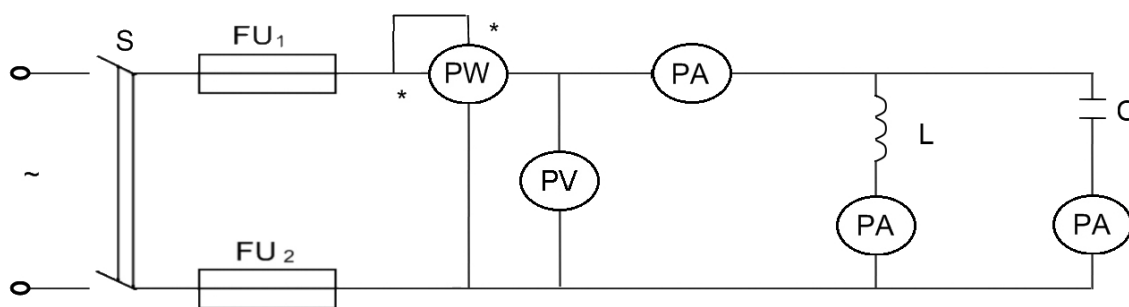


Рис. 9. Схема параллельного соединения катушки индуктивности и конденсатора

4. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 30$ В.

Катушка индуктивности без сердечника.

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 121$ мкФ.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.8.

№ опыта	Измерено					Вычислено										
	P, Вт	U ₂ , В	I, А	I, А	I ₂ , А	Z ₁ , Ом	R _к , Ом	X ₁ , Ом	G ₁ , См	b ₁ , См	X _с , Ом	b _с , См	I _{ai} , В	I _{pi} , %	Cos φ	

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$Z = U / I; G_1 = R_k \cdot Z_1^2; I_{a1} = U / G_1;$$

$$Z = U / I; b_L = X_L \cdot Z_1^2; I_{p1} = U / b_L;$$

$$R_k = P / I_1^2; b_C = X_L \cdot Z_2^2; \cos \varphi = R_k / Z;$$

$$X_L = \sqrt{Z_1^2 - R_k^2}$$

$$X_C = U / I_2$$

где Z , Z_2 , Z_3 – полное сопротивление цепи, первой и второй ветви соответственно; U – напряжение источника питания; I , I_2 , I_3 – сила тока в цепи в первой, второй ветви соответственно; g_1 – активная проводимость первой ветви; R_k – активное сопротивление катушки индуктивности; I_{a1} – активная составляющая силы тока первой ветви; b_L – реактивная проводимость первой ветви; X_L – индуктивное (реактивное) сопротивление, I_1 – реактивный ток первой ветви; P – активная мощность цепи; b_C – реактивная проводимость второй ветви; X_C – емкостное (реактивное) сопротивление; I_{p1} – реактивная составляющая силы тока первой ветви; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

8. Расчеты занести в табл. 8.

9. В катушку индуктивности полностью ввести сердечник.

10. Повторить пункты 4-8.

11. Включить источник и экспериментально (плавно вдвигая и выдвигая сердечник) добиться режима равенства токов в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 8.

12. Повторить пункты 7-8.

13. Разобрать электрическую цепь.

14. На основании опытных данных и расчетов сделать выводы:

- о характере зависимости токов в ветвях и в неразветвленной части цепи, мощности и коэффициента мощности от индуктивности катушки;
- о том, как можно экспериментально получить резонанс токов;
- о том, какое сопротивление переменному току будет оказывать цепь в резонансном режиме;
- об особенностях резонансного режима.

15. По результатам опытов (на миллиметровой бумаге) в масштабе построить векторную диаграмму напряжения и токов;

16. Построить графики зависимости тока в цепи, в первой и второй ветвях от реактивной проводимости первой ветви.

Контрольные вопросы

1. Какова величина энергии при резонансном режиме?
2. Каково практическое применение резонанса тока?
3. Что означает $\varphi > 0$, $\varphi = 0$, $\varphi < 0$?

Лабораторная работа №6

Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением конденсатора и резистора

Цель: исследовать неразветвленную цепь переменного тока на подтверждение основных расчетных формул; построить векторную диаграмму тока и напряжений, треугольники сопротивлений и мощностей при последовательном соединении элементов цепи.

Оборудование: источник переменного тока – 30 В; вольтметр – (0÷30) В; амперметр – (0÷2) А; ваттметр; магазин сопротивлений; магазин емкостей; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- понятия активного и реактивного сопротивлений цепи, формулы для из расчета;
- понятия активной и реактивной мощностей цепи, формулы для из расчета;
- понятия полного сопротивления и мощности в цепях переменного тока мощности в цепях переменного тока;
- правила построения временных и векторных диаграмм;
- понятие начальной фазы и сдвига фаз.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.10).

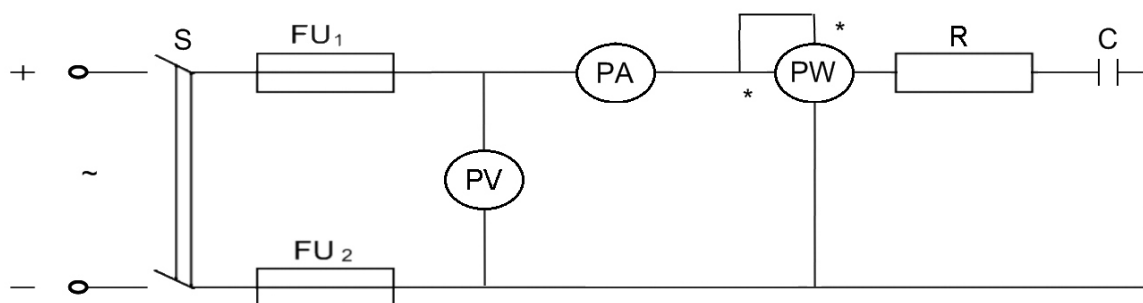


Рис.10 Схема неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и емкостью

3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 30\text{В}$.

Активное сопротивление: $R = 28\text{ Ом}$.

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 212\text{ мкФ}$.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 9.

Таблица 9

№ опыта	Измерено			Вычислено							
	U, В	I, А	P, Вт	X _c , Ом	Z, Ом	cos φ	U _R , В	U _C , В	S, В·А	Q _C , вар	φ, град

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$X_c = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C); U_R = I \cdot U; \cos \varphi = R / Z;$$

$$Z = U / I; U_C = I \cdot X_C; Q_C = I^2 \cdot X_C; \varphi = \arccos R/Z,$$

где X_c – емкостное (реактивное) сопротивление; $\pi = 3.14$; f - частота тока (50 Гц); C - емкость конденсатора; U_R - падение напряжения на активном сопротивлении; I – сила тока в цепи; R – активное сопротивление; S – полная мощность цепи; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности; Z – полное сопротивление цепи; U – напряжение источника питания; U_C – падение напряжения на реактивном сопротивлении; Q_C – емкостная (реактивная) мощность цепи; φ - сдвиг фаз.

8. Расчеты занести в табл. 9.

9. Изменить исходные параметры цепи.

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 71$ мкФ.

10. Повторить пункты 4-8.

11. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 25$ мкФ.

12. Повторить пункты 4-8.

13. Изменить исходные параметры цепи:

Активное сопротивление: $R = 250 \text{ Ом}$; емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 121 \text{ мкФ}$.

14. Повторить пункты 4-8.

15. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 71 \text{ мкФ}$.

16. Изменить исходные параметры цепи:

Емкость конденсатора (батареи конденсаторов): $C = 25 \text{ мкФ}$.

17. Разобрать электрическую цепь.

18. На основании опытных данных и расчетов сделать вывод о характере изменения тока, мощности, падения напряжения на участках цепи в зависимости от изменения активно и емкостного сопротивлений.

19. По результатам первого опыта (на миллиметровой бумаге) в масштабе построить векторную диаграмму тока и напряжений.

Контрольные вопросы

1. Как изменяется соотношение падений напряжения на активном емкостном элементах цепи при изменении активного сопротивления? Емкости?
2. Как изменяется падение напряжения на активном и емкостном элементах цепи, если изменить частоту сети при прочих неизменных параметрах?
3. Почему ток в цепи с емкостью опережает по фазе напряжения на 90° ?

Лабораторная работа №7

Исследование трехфазной цепи при соединении приемников «звездой»

Цель: экспериментально проверить свойства цепи трехфазного тока при соединении приемников «звездой»; выяснить роль нулевого провода в четырехпроводной системе трехфазного тока; построить векторные диаграммы для трехфазной цепи.

Оборудование: источник трехфазного тока – 30 В; вольтметр – $(0 \div 30)$ В; амперметр - $(0 \div 1)$ А, 3 шт.; амперметр - $(0 \div 2)$ А; магазин сопротивлений - 3 шт.; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- получение трехфазного тока;
- виды соединений потребителей в трехфазных цепях переменного тока, основные расчетные формулы;

Понятие фазного и линейного токов и напряжений;

- понятие симметричной нагрузки;
- понятие нулевого провода, его назначение.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.11).

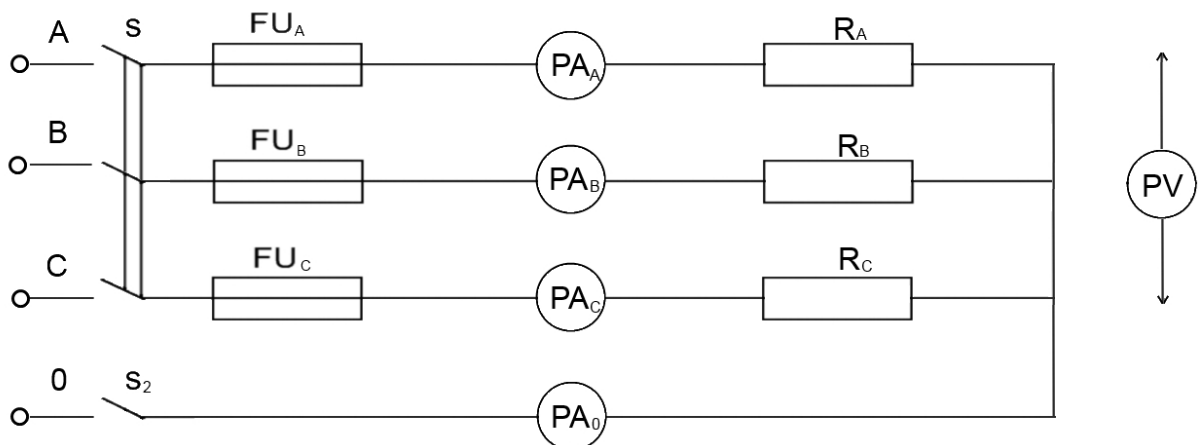


Рис. 11. Схема трехфазной цепи переменного тока

3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 52/30 \text{ В}$.

Сопротивление фаз: $R_A = R_B = R_C = 100 \text{ Ом}$.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.
5. Включить источник питания и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.10.

Измерения и вычисления

№ опыта	Ключ К	Измерено										Вычислено			
		I_A , А	I_B , В	I_C , С	U_A , В	U_B , В	U_C , В	U_{AB} , В	U_{BC} , В	U_{CA} , В	I_N , А	P_A , Вт	P_B , Вт	P_C , Вт	P, B Т
1	Вкл.														
	Откл.														
2	Вкл.														
	Откл.														
3	Вкл.														
	Откл.														

6. Разомкнуть ключ S_2 и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл. 10.

7. Отключить источник питания.

8. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$P_A = U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A; P_B = U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B; P_C = U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C;$$

$$P = P_A + P_B + P_C$$

где P_A, P_B, P_C - активная мощность в соответствующей фазе; I_A, I_B, I_C - сила тока в соответствующей фазе; U_A, U_B, U_C - фазное напряжение; $\cos \varphi_A, \cos \varphi_B, \cos \varphi_C$ - коэффициент мощности в соответствующей фазе; P - активная мощность в цепи.

9. Расчеты занести в табл. 10.

10. Изменить исходные параметры цепи:

Сопротивление фазы А: $R_A = 30 \text{ Ом}$;

Сопротивление фазы В: $R_B = 50 \text{ Ом}$;

Сопротивление фазы C: $R_C = 100 \text{ Ом}$.

11. Повторить пункты 4-9.

12. Изменить исходные параметры цепи:

Сопротивление фазы A: $R_A = \infty \text{ Ом}$;

13. Повторить пункты 4-9.

14. Разобрать электрическую цепь.

15. Построить векторные диаграммы напряжений и токов для опытов с нулевым проводом.

16. На основании опытных данных, расчетов и векторных диаграмм сделать выводы:

- о целесообразности нейтрального провода при симметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при несимметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при несимметричной нагрузке;
- о роли нейтрального провода при обрыве линейного провода.

Контрольные вопросы

1. Что такое «перекос фаз»?
2. Какое напряжение называют «смещение нейтрали»?
3. Что произойдет при коротком замыкании одной из фаз, если при этом в цепи отсутствует нейтральный провод и при его присутствии?

Лабораторная работа №8

Исследование однофазного трансформатора

Цель: ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками однофазного трансформатора; рассчитать коэффициент трансформации, потери мощности и КПД трансформатора в различных режимах работы.

Оборудование: источник переменного тока (сеть); трансформатор однофазный (школьный разборный); автотрансформатор лабораторный (ЛАТР); вольтметр – 2 шт.; амперметр – 2шт.; ватт метр; магазин сопротивлений или реостат до 400 Ом; однополюсный выключатель; ЛС НТЦ -07 “ТОЭ”.

Вопросы для самопроверки:

- получение трансформатора;
- виды трансформаторов;
- устройство трансформатора;
- параметры трансформатора, основные формулы для их расчета;
- принцип действия трансформатора, режимы его работы.

Порядок выполнения

1. Определить размещение приборов на столе.
2. Собрать электрическую цепь согласно предложенной схеме (рис.12).
3. Установить заданные преподавателем параметры всех элементов схемы.

Напряжение источника: $U = 220 \text{ В}$.

4. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

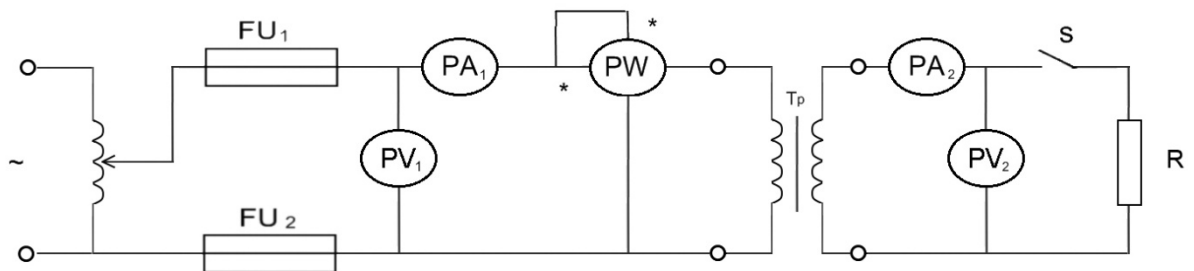


Рис. 12. Принципиальная схема работы трансформатора

5. Включить источник питания (ключ S разомкнут – режим холостого хода) и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.11.

Таблица 11

Измерено				Вычислено	
$U_1, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$U_2, \text{В}$	$P_1, \text{Вт}$	K	$\cos \varphi$

--	--	--	--	--	--

6. Отключить источник питания.

7. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$K = U_1 / U_2; \cos \varphi = P_1 / (U_1 \cdot I_1),$$

где K – коэффициент трансформации; U_1 - напряжение на первичной обмотке трансформатора; U_2 , - напряжение на вторичной обмотке трансформатора; $\cos \varphi$ - коэффициент; P_1 – активная мощность на первичной обмотке трансформатора; I_1 – сила тока на первичной обмотке трансформатора;

8. Расчеты занести в табл. 11.

9. Изменить исходные параметры цепи:

Напряжение источника: $U = 220 \text{ В}$.

Сопротивление нагрузки $R_H = 250 \text{ Ом}$;

10. Предъявить собранную схему для проверки преподавателю.

11. Включить источник питания(ключ S разомкнут – режим холостого хода) и произвести необходимые измерения, результаты которых занести в табл.12.

12. Отключить источник питания.

Таблица12

№ опыта	Измерено					Вычислено		
	$U_1, \text{ В}$	$I_1, \text{ А}$	$P_1, \text{ Вт}$	$U_2, \text{ В}$	$I_2, \text{ А}$	$P_2, \text{ Вт}$	$\Delta P, \text{ Вт}$	$\eta, \%$

13. Произвести необходимые расчеты по формулам:

$$P_2 = U_2 \cdot I_2; \Delta P = P_1 - P_2; \eta = (P_2/P_1) \cdot 100\%,$$

Где P_1 – активная мощность на первичной обмотке трансформатора; U_2 – напряжение на вторичной обмотке трансформатора; I_2 – сила тока во

вторичной обмотке трансформатора; P_2 – активная мощность на вторичной обмотке трансформатора; ΔP - потери мощности в трансформаторе; η – КПД трансформатора.

14. Расчеты занести в табл. 12.

15. Повторить пункты 9-14, постепенно уменьшая сопротивление нагрузки до нуля (шаг – 50 Ом).

16. Разобрать электрическую цепь.

17. Построить графики зависимости:

$$P_2 = U_2 \cdot I_2; \Delta P = P_1 - P_2; \eta = (P_2/P_1) \cdot 100\%,$$

$$U_2 = f(I_2); I_2 = f(P_2); \eta = f(P_2).$$

18. На основании опытных данных, расчетов и графиков сделать выводы:

- какие параметры трансформатора можно определить опытным путем при использовании различных режимов работы;
- почему при росте нагрузки понижается напряжение на вторичной обмотке трансформатора;
- от чего зависит КПД трансформатора.

Контрольные вопросы

1. От чего зависят потери мощности в трансформаторе?
2. Как опытным путем определить потери мощности в трансформаторе?
3. Как можно избежать больших потерь?
4. Что называют «внешней характеристикой» трансформатора и как ее получить?