

Филиал Государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Иркутской области
«Иркутский колледж автомобильного транспорта
и дорожного строительства» в поселке Улькан

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.01 Основы электротехники и электроники
по профессии 15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и
автоматики

2021г.

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине разработаны на основе ФГОС СПО по профессии **15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики** и рабочей программы дисциплины **ОП.01 Основы электротехники и электроники**.

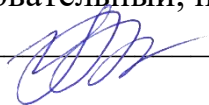
Организация-разработчик: Филиал Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» в поселке Улькан

Составитель:

Рыкова Елена Станиславовна, преподаватель ВКК

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии
«Общеобразовательный, профессиональный цикл»

Методист _____ Баженова И.В.



СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	5
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	8
3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	8
4. ИНСТРУКЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	9

Лабораторная работа № 1

"Исследование режимов работы и методов расчета линейных цепей постоянного тока с одним источником питания "

Лабораторная работа № 2

"Исследование режимов работы и методов расчета линейных цепей постоянного тока с двумя источниками питания "

Лабораторная работа № 3

"Исследование режимов работы и методов расчета нелинейных цепей постоянного тока "

Лабораторная работа № 4

"Исследование работы однофазного трансформатора"

Лабораторная работа № 5

"Определение параметров и исследование режимов работы электрической цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности, резистора и конденсатора ".

Лабораторная работа № 6

"Исследование режимов работы линии электропередачи при изменении коэффициента мощности. Резонанс напряжений "

Лабораторная работа №7

"Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении потребителей в звезду"

Лабораторная работа № 8

"Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении потребителей треугольником "

1. Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы электротехники и электроники» для оказания помощи обучающимся в организации и успешном выполнении практических работ по данной дисциплине по профессии 15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики.

При изучении учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники» на проведение практических работ отводится 16 часов.

Освоение содержания учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники», обеспечивает достижение студентами следующих **результатов:**

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01. ОК 02. ОК 03. ОК 04. ОК 05. ОК 06. ОК 07. ОК 08. ОК 09. ОК 10. ОК 11. ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3.	- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей; - производить расчеты для выбора электроаппаратов - рассчитывать сопротивление заземляющих устройств - снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями; - собирать электрические схемы; - подбирать параметры элементов по заданным условиям работы сложных цепей и устройств постоянного тока; - читать схемы соединений, принципиальные электрические схемы. - составлять различные схемы соединений с использованием элементов микроэлектроники - оценивать качество результатов собственной деятельности. - оформлять сдаточную документацию	- классификации, типов, характеристик, назначения, маркировки элементов микроэлектроники; - основные положения электротехники и электроники; - методы расчета электрических и магнитных цепей; - принципы работы типовых электрических и электронных устройств; - меры безопасности при работе с электрооборудованием и электрифицированными инструментами.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценки работы студента
«Отлично»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия, содержит подробное описание всех этапов лабораторной работы. Дано правильное развернутое санитарно-гигиеническое

	заключение, подтвержденное подписью преподавателя.
«Хорошо»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия; этапы лабораторной работы описаны недостаточно подробно. Санитарно-гигиеническое заключение, подтвержденное подписью преподавателя, содержит незначительные ошибки.
«Удовлетворительно»	лабораторная работа выполнена с небольшими нарушениями правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия, но в нем отсутствует описание некоторых этапов лабораторной работы. Санитарно-гигиеническое заключение, подтвержденное подписью преподавателя, содержит не грубые ошибки.
«Неудовлетворительно»	лабораторная работы выполнена с серьезными нарушениями техники безопасности, протокол лабораторной работы не оформлен во время занятия или содержит грубые ошибки в оформлении и заключении.

Уважаемый студент!

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине Основы электротехники и электроники созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вам необходимо внимательно прочитать ее цели, ознакомиться с краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Отчет о лабораторной работе выполняется по приведенному алгоритму для лабораторных работ.

Если в процессе подготовки к лабораторным работам возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, Вы можете обратиться к преподавателю для получения консультаций

Желаем Вам успехов!

2. Инструкция по правилам безопасности труда для студентов при выполнении лабораторных работ

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения преподавателя.
3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и инструкцию ее выполнения.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.
6. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с неубранными волосами) к вращающимся частям установки.
7. При сборке экспериментальных установок используйте провода (с наконечниками и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.
8. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводником с изношенной изоляцией.
9. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранный цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверять только с помощью приборов или указателей напряжения.
10. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите пересоединения в цепях и смену приборов до отключения источника электропитания.

3. Порядок выполнения лабораторных работ

1. Уясните тему и цель лабораторной работы. Внимательно прочтите инструкцию к ней и бланк отчёта о выполнении лабораторной работы. Исходя из прочитанного, составьте план действий, необходимый для достижения поставленных целей.
2. Проверьте свою подготовленность к выполнению работы. Если ответы на поставленные вопросы представляют для вас затруднение, то прочтите материал по учебнику.
3. Проверьте наличие на лабораторном столе необходимого оборудования и материалов.
4. Ознакомившись с описанием лабораторной работы, подумайте, понятны ли вам приёмы осуществления тех или иных операций эксперимента. Если у вас возникают сомнения, проконсультируйтесь у преподавателя. Если вопросов нет, приступайте к работе.
5. Перед началом работы в отчёте о выполнении заполните свои данные.
6. По мере проведения эксперимента и получения определённых данных (показания приборов), заполняйте таблицу. В экспериментальной работе не бывает мелочей. Любые, на первый взгляд малозначительные замечания могут оказаться необходимыми при формулировке выводов.
7. По окончании лабораторной работы оформите её результаты (в виде таблиц, графиков, диаграмм, словесных описаний, вычислений) в бланке отчёта о выполнении лабораторной работы.
8. Сформулируйте выводы на основании результатов проведённого эксперимента и сделайте соответствующую запись.
9. Дайте чёткие, лаконичные ответы на контрольные вопросы.

4. Правила оформления отчета при выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе оформляется в тетрадях для лабораторных работ и должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы (указанная в методической разработке цель работы может быть дополнена).
3. Оборудование и материалы.
4. Рисунок или схема установки. Особенности подключения приборов, важные для проведения эксперимента.
5. Краткое изложение технологии выполнения работы (Описание процедуры измерений).
6. Таблица результатов измерений и вычислений.
7. Расчеты, измеряемых косвенно величин.
8. Графики (если они необходимы).
9. Оценка погрешностей измерений.
10. Выводы, в соответствии с целью работы.
11. Ответы на вопросы к лабораторной работе.

Уст – измерить тестером.

(Внимание! При измерении $U_{ст}$ вольтметр V1 и миллиамперметр АЗ в схеме после моста должны быть отключены).

Задание на выполнение лабораторной работы.

1. Изучить схему измерительного моста.
2. При максимальном рассогласовании моста с помощью вольтметра и амперметра определить величину сопротивления резистора R24.
3. Снять экспериментальную зависимость $U_{вых} = F(R1)$.
4. Методом эквивалентного генератора рассчитать величину выходного напряжения моста при R1 заданном преподавателем и сопоставить с экспериментальными данными. Оценить погрешность.
5. Экспериментально определить напряжение $U_{хх}$ и сопротивление $R_{кз}$ исследуемой схемы относительно точек подключения сопротивления R24.
6. Сравнить полученные значения с расчётными по пункту 4. Сделать выводы.

Лабораторная работа №2

Тема: Исследование разветвленной цепи постоянного тока с двумя источниками энергии

Цель работы: Экспериментальная проверка законов Кирхгофа и основных свойств линейных цепей постоянного тока. Исследование линейных разветвленных резистивных цепей постоянного тока с использованием метода эквивалентного генератора.

Ход работы:

Эксперимент 1.

Косвенное измерение сопротивления. Измерить величину сопротивления методом амперметра и вольтметра (косвенным методом).

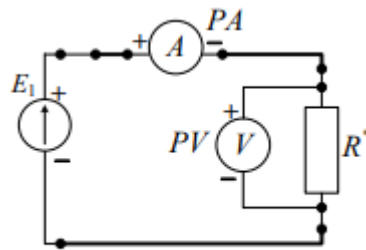


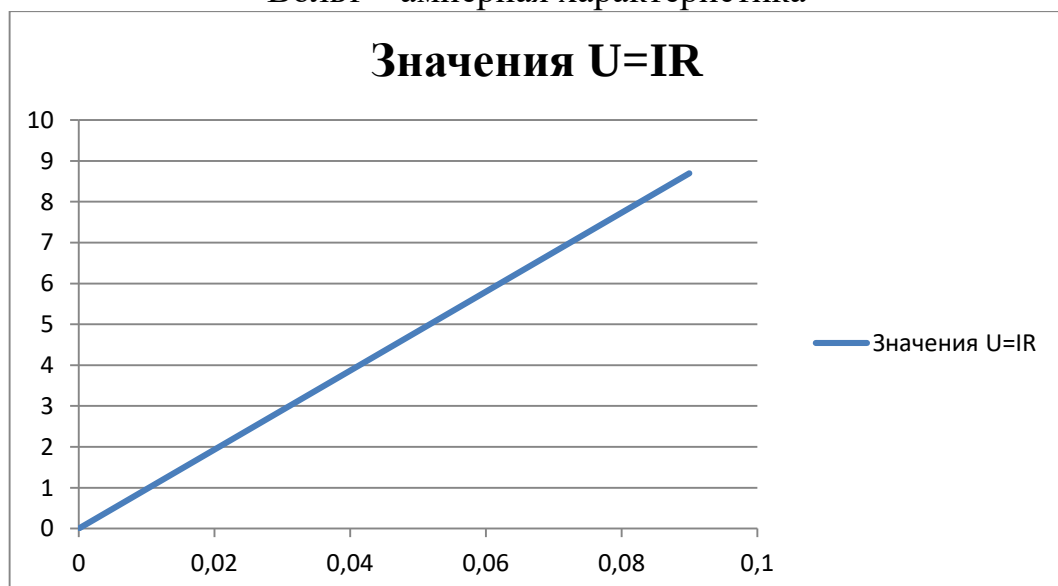
Рисунок 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента и расчета.

U, В	I, А	R, Ом
8,7	0,09	96,7

$$R = \frac{U}{I} = \frac{8,7}{0,09} = 96,7 \text{ Ом}$$

Вольт – амперная характеристика



При построении ВАХ в истинном масштабе угол φ (между осью x и ВАХ)

будет равен

$$\varphi = 89,4^{\circ}$$

$$R = \operatorname{tg} 89,4 = 96,6 \text{ Ом}$$

Эксперимент 2.

Измерения в цепи с последовательным соединением резисторов.

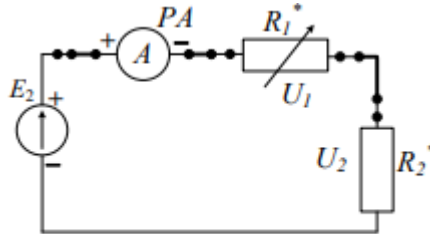


Рисунок 2.

Таблица 2. Результаты эксперимента и расчета.

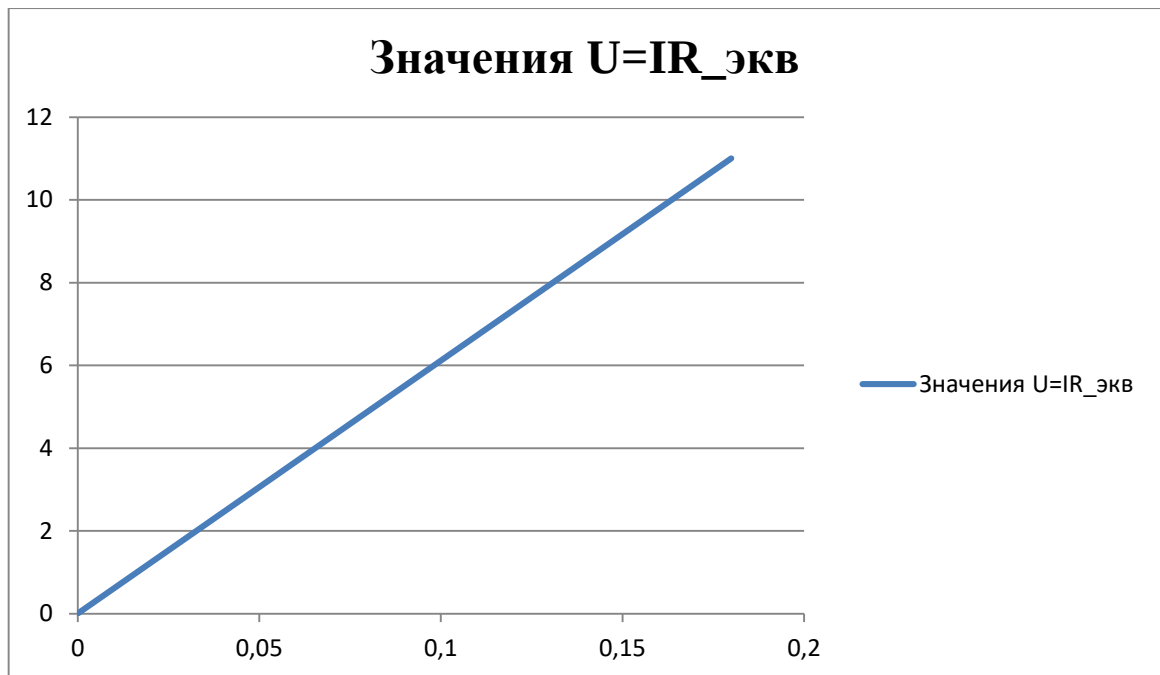
Измерено			Вычислено		
Напряжение на входе цепи U, В	Ток в цепи I, А	Напряжение на нагрузке, В	Сопротивление элемента нагрузки, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, Ом
		U_1	U_2	R_1^*	R_2^*
11	0,18	7	4	38,8	22,22

$$R_1^* = \frac{U_1}{I} = \frac{7}{0,18} = 38,88 \text{ Ом}$$

$$R_2^* = \frac{U_2}{I} = \frac{4}{0,18} = \frac{4}{0,18} = 22,22 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{U}{I} = R_1^* + R_2^* = \frac{11}{0,18} = 38,88 + 22,22 = 61 \text{ Ом}$$

Вольт- амперная характеристика при $R_{\text{экв}}$



При построении ВАХ в истинном масштабе угол φ (между осью x и ВАХ) будет равен
 $\varphi = 89,06^\circ$
 $R = \operatorname{tg} 89,06^\circ = 60,95 \text{ Ом}$

Эксперимент 3.

Измерения в цепи с параллельным соединением резисторов.

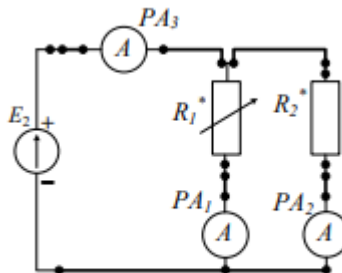


Рисунок 3.

Таблица 3. Результаты эксперимента и расчета.

Измерено				Вычислено					
$U, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$I_3, \text{А}$	$R_1^*, \text{Ом}$	$R_2^*, \text{Ом}$	$g_1, \text{См}$	$g_2, \text{См}$	$g_{\text{экв}}, \text{См}$	$R_{\text{экв}}, \text{Ом}$
11	0,135	0,147	0,282	81,48	74,83	0,012	0,013	0,025	39

$$R_1^* = \frac{U}{I_1} = \frac{11}{0,135} = 81,48 \text{ Ом}$$

$$R_2^* = \frac{U}{I_2} = \frac{11}{0,147} = 74,83 \text{ Ом}$$

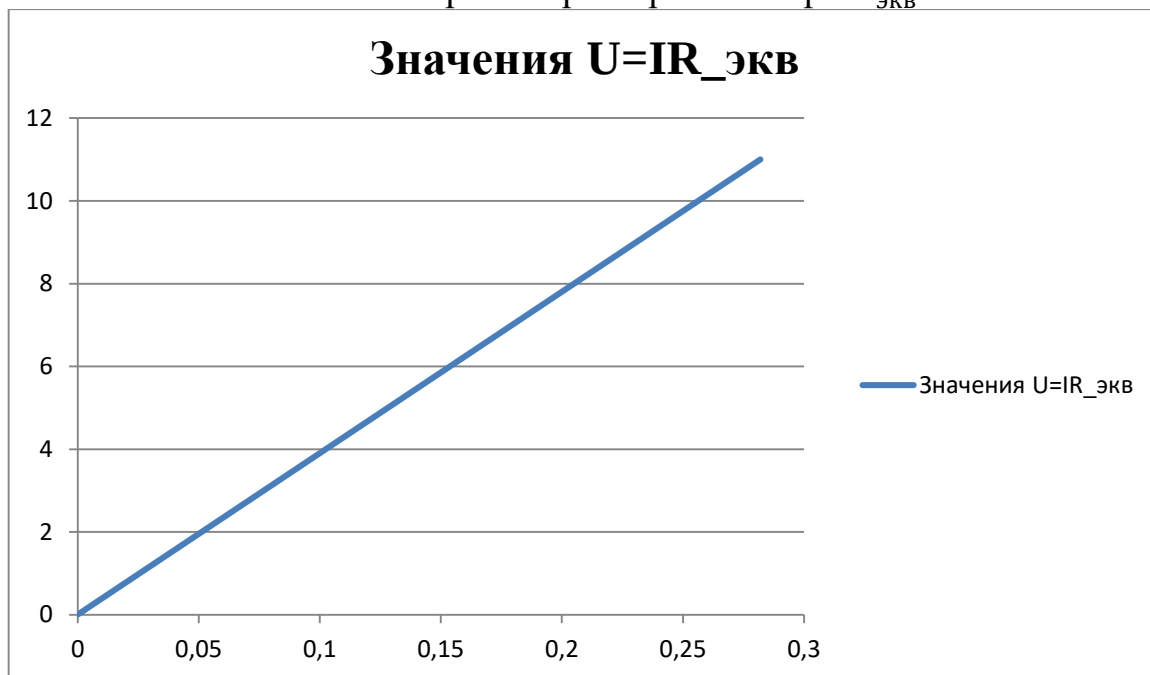
$$R_{\text{экв}} = \frac{U}{I_3} = \frac{R_1^* \cdot R_2^*}{R_1^* + R_2^*} = \frac{11}{0,282} = \frac{6097}{156,3} = 39 \text{ Ом}$$

$$g_1 = \frac{1}{R_1^*} = \frac{1}{81,48} = 0,012 \text{ См}$$

$$g_2 = \frac{1}{R_2^*} = \frac{1}{74,83} = 0,013 \text{ См}$$

$$g_{\text{экв}} = \frac{1}{R_{\text{экв}}} = g_1 + g_2 = \frac{1}{39} = 0,025 \text{ См}$$

Вольт- амперная характеристика при $R_{\text{экв}}$



При построении ВАХ в истинном масштабе угол φ (между осью x и ВАХ) будет равен

$$\varphi = 88,53^\circ$$

$$R = \operatorname{tg} 88,53^\circ = 38,97 \text{ Ом}$$

Эксперимент 4.

Определение токов в ветвях и падений напряжений на элементах схемы.

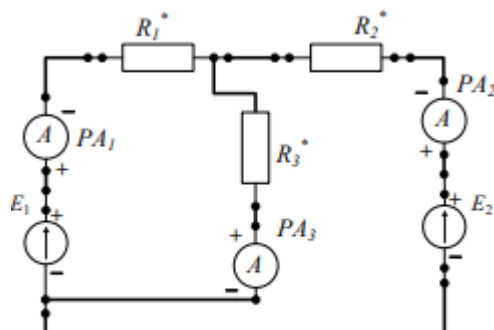


Рисунок 4. Схема эксперимента 4.

Таблица 4. Результаты эксперимента

$E_1, \text{В}$	$E_2, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$I_3, \text{А}$	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$
8,9	11,5	0,056	0,094	0,151	5,7	8,3	3,3

$$R_1^* = \frac{U_1}{I_1} = \frac{5,7}{0,056} = 102 \text{ Ом}$$

$$R_2^* = \frac{U_2}{I_2} = \frac{8,3}{0,094} = 88,3 \text{ Ом}$$

$$R_3^* = \frac{U_3}{I_3} = \frac{3,3}{0,151} = 21,85 \text{ Ом}$$

$$I_3 - I_2 - I_1 = 0$$

$$I_1 \cdot R_1^* + I_3 \cdot R_3^* = E_1$$

$$I_2 \cdot R_2^* + I_3 \cdot R_3^* = E_2$$

Решив систему уравнений :

$$I_3 - I_2 - I_1 = 0$$

$$102I_1 + 21,85I_3 = 8,9$$

$$88,3I_2 + 21,85I_3 = 11,5$$

Находим токи :

$$I_1 = 0,055 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,093 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,149 \text{ A}$$

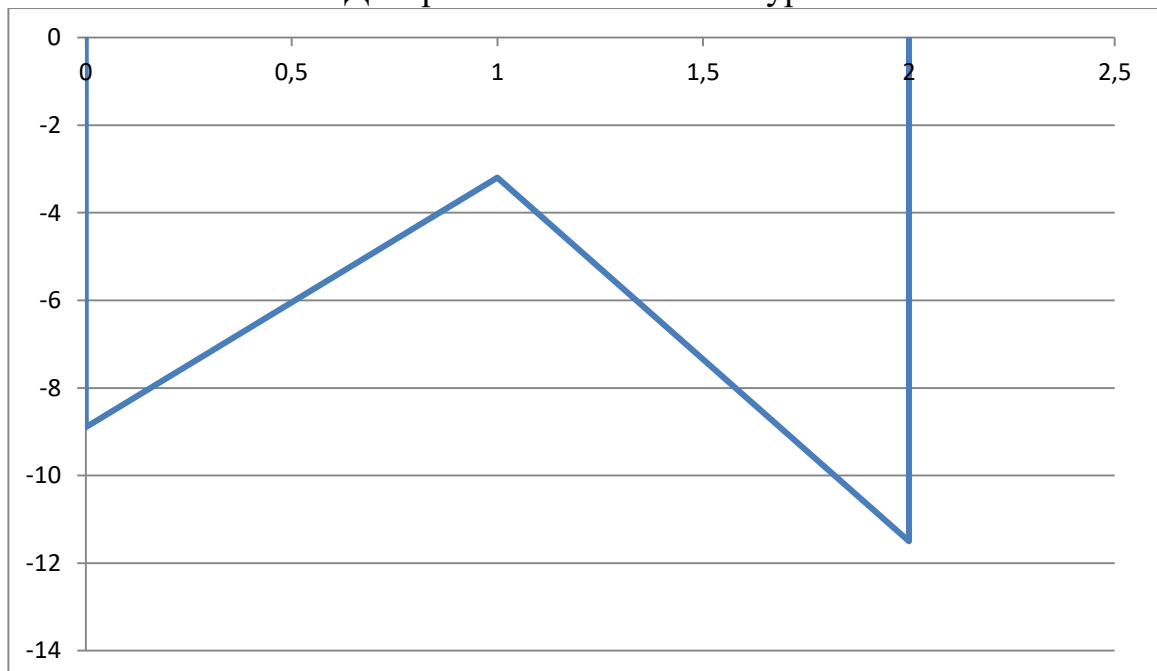
Баланс мощностей :

$$I_1^2 \cdot R_1^* + I_2^2 \cdot R_2^* + I_3^2 \cdot R_3^* = I_1 \cdot E_1 + I_2 \cdot E_2$$

$$0,308 + 0,764 + 0,485 = 0,489 + 1,069$$

$$1,558 = 1,558$$

Диаграмма внешнего контура.



Лабораторная работа № 3

Тема: "Исследование режимов работы и методов расчета нелинейных цепей постоянного тока "

Указания к работе

1. Ознакомьтесь с описанием работы: Учебное пособие Лабораторно-практические работы по электротехнике, автор В.М.Прошин. Лабораторно-практическая работа № 4, стр.25
2. Подготовьте протокол испытаний и отчет о работе.
3. Выполните необходимые измерения.
4. Заполните протокол испытаний и отчет о работе.

Лабораторная работа №4

Тема: Исследование работы однофазного трансформатора

Цель: Научиться определять коэффициент трансформации и снимать основные характеристики однофазного трансформатора.

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. Однофазный трансформатор 120 В/12 В;
2. Амперметр переменного тока 2 А;
3. Амперметр переменного тока 20 А;
4. Вольтметр переменного тока 150 В;
5. Вольтметр переменного тока 15 В;
6. Ваттметр однофазный 2,5 А, 150 В;
7. Ламповый реостат.

II. Общие теоретические сведения

Трансформатор имеет два режима работы: режим холостого хода и режим работы под нагрузкой.

При режиме холостого хода нагрузка не включается, ток I_1 равен току холостого хода I_0 , ток $I_2=0$, напряжение U_2 является наибольшим и равно ЭДС E_2 . Ваттметр измеряет мощность потерь в стали сердечника трансформатора $P_1=P_{ст}$, а $P_2=0$.

При этом режиме определяется коэффициент трансформации трансформатора по формуле: $k=U_1/U_2$.

Затем включается нагрузка и исследуется режим нагруженного трансформатора. При этом определяются:

1. Мощность отдаваемая трансформатором нагрузке $P_2=U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2$, где $\cos\varphi_2=1$ при активной нагрузке;

2. Коэффициент полезного действия трансформатора:

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

где мощность P_1 определяется по показаниям ваттметра.

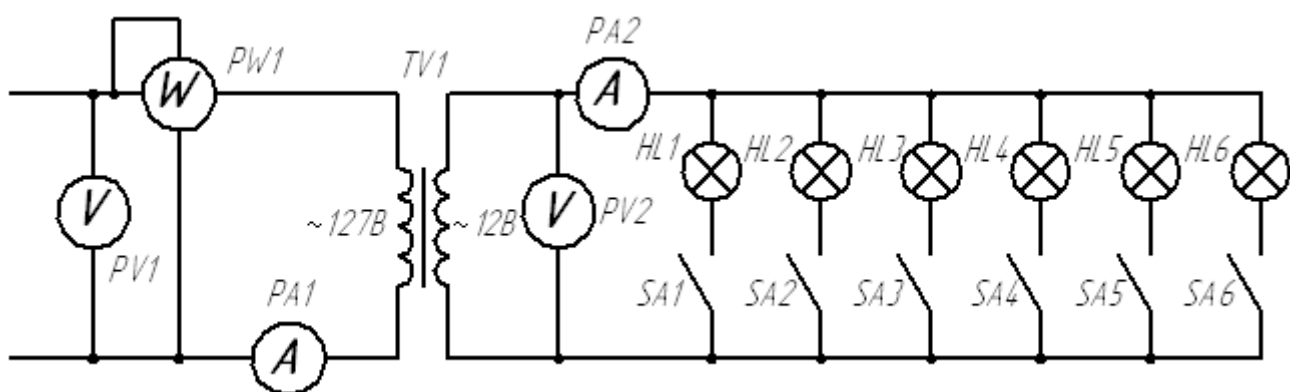
3. Процентное падение напряжения во вторичной цепи трансформатора:

$$\Delta U_2 = [(U_{20} - U_2) / U_{20}] \cdot 100\%,$$

где U_{20} - напряжение на вторичной обмотке при режиме холостого хода;

U_2 - напряжение на вторичной обмотке.

Схема включения



III. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами необходимыми для выполнения работы и записать их технические данные.
2. Собрать схему и показать ее руководителю.
3. Включить нагрузку, включить ток, измерить: $U_1, I_1, P_1, U_2, I_2, P_2$
4. Включить две лампы и повторить все измерения.
5. Прodelать еще четыре опыта, включая по одной лампе и повторяя измерения.
6. Вычислить для первого опыта k , для каждого опыта $P_2, \eta, \Delta U_2$.
7. Все полученные данные занести в таблицу:

№ из м	Измеряются					Вычисляются			
	$U_1,$ B	$I_1,$ A	$P_1,$ Bm	$U_2,$ B	$I_2,$ A	k	$P_2,$ Bm	$\eta \%$	ΔU_2 $\%$
1									
2									
3									
4									
5									
6									

8. Построить три характеристики трансформатора:
внешнюю характеристику: $U_2=f(P_2)$;
кривую изменения КПД: $\eta=f(P_2)$;
кривую изменения $\Delta U_2 = f(P_2)$;

Приборная таблица

№ изм.	Наименование	Тип	Номинальные значения или пределы измерений	Цена деления	Класс точности	Заводской или инвентарный номер

9. Сделать выводы по работе.

IV. Вопросы для самопроверки

- 4.1. Назначение, устройство, принцип действия трансформатора.
- 4.2. Работа трансформатора в режиме холостого хода.
- 4.3. Работа трансформатора в номинальном режиме под нагрузкой.

V. Список используемой литературы

- 1. Беспалов В.Я., Котеленцев В.Ф. «Электрические машины». - М.: Академия, 2006.
- 2. Кацман М.М. «Электрические машины и электропривод». - М.: Академия, 2007 г.

Лабораторная работа № 5

Тема: "Определение параметров и исследование режимов работы электрической цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности, резистора и конденсатора".

Указания к работе

1. Ознакомьтесь с описанием работы: Учебное пособие Лабораторно-практические работы по электротехнике, автор В.М.Прошин. Лабораторно-практическая работа № 5, стр.31
2. Подготовьте протокол испытаний и отчет о работе.
3. Выполните необходимые измерения.
4. Заполните протокол испытаний и отчет о работе.

Лабораторная работа № 6.

Тема: Исследование режимов работы линии электропередачи переменного тока при изменении коэффициента мощности нагрузки.

Цель работы: Исследовать режимы работы линии при изменении $\cos\varphi$.

Ход работы.

1. Изучить схему замещения ЛЭП на стенде.

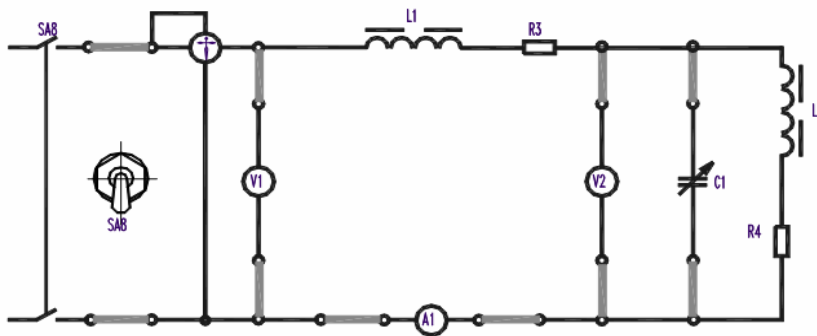


Рис.1 Схема замещения ЛЭП.

2. Подключить нагрузку.

3. Снять показания приборов в режиме работы линии без компенсации. Данные занести в таблицу 1.

Зависимость тока и напряжения от параметров сети

Таблица 1

C, мкф	U, В	U, В	I, А	φ , °	$\cos\varphi$
0					
2					
4					
12					

4. Построить график $\cos\varphi = f(C)$.

Выводы по работе:

1. _____

2. _____

3. _____

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициент мощности?
2. Перечислите причины снижения коэффициента мощности?
3. Способы повышения коэффициента мощности?
4. Какой способ повышения коэффициента мощности применяли в данной работе?
5. Объяснить схему и векторные диаграммы, приведенные на **рис.2**.

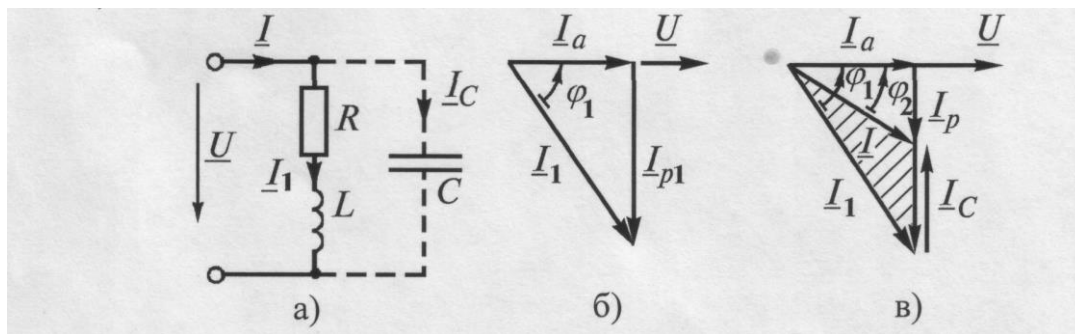


Рис.2. - Принцип повышения $\cos\varphi$: а)-схема замещения; б- существующее значение $\cos\varphi$; в) – требуемое значение $\cos\varphi$.

6. Как включить конденсаторы для повышения коэффициента мощности?
7. Что такое активная мощность?
8. Что такое реактивная мощность?

Лабораторная работа №7

Тема: "Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении потребителей в звезду"

Указания к работе

1. Ознакомьтесь с описанием работы: Учебное пособие Лабораторно-практические работы по электротехнике, автор В.М.Прошин. Лабораторно-практическая работа № 7, стр.44
2. Подготовьте протокол испытаний и отчет о работе.
3. Выполните необходимые измерения.
4. Заполните протокол испытаний и отчет о работе.

Лабораторная работа № 8

Тема: "Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной цепи при соединении потребителей треугольником "

Указания к работе

1. Ознакомьтесь с описанием работы: Учебное пособие Лабораторно-практические работы по электротехнике, автор В.М.Прошин. Лабораторно-практическая работа № 9, стр.55
2. Подготовьте протокол испытаний и отчет о работе.
3. Выполните необходимые измерения.
4. Заполните протокол испытаний и отчет о работе.