МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ

«СОГЛАСОВАНО»	«УТВЕРЖДАЮ»
Решением П(Ц)МК	Заместитель директора по УР
Протокол № ____	_____ С.В. Клюквина
от «__» _____20__г.	«___» _____ 20__ г.

Методические рекомендации для студентов по проведению лабораторных занятий по дисциплине

«Основы электротехники и электроники »

для специальности:

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Саратов 2021г.

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВПО «СГТУ имени Гагарина Ю.А»_____Рожков П. С._____

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 2-го курса, специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Лабораторно-практические занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом практических занятий.

В процессе лабораторного занятия обучающиеся выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися лабораторных занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;
- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель лабораторно-практических занятий

В результате освоения учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники» обучающийся должен **уметь:**

- использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электроники в профессиональной деятельности;
- читать принципиальные электрические схемы устройств;
- измерять и рассчитывать параметры электрических цепей;
- анализировать электронные схемы;
- правильно эксплуатировать электрооборудование;
- использовать электронные приборы и устройства.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

- физические процессы, протекающие в проводниках, полупроводниках и диэлектриках, свойства электротехнических материалов;
- основные законы электротехники и методы расчета электрических цепей;
- условно-графические обозначения электрического оборудования;
- принципы получения, передачи и использования электрической энергии;
- основы теории электрических машин;
- виды электроизмерительных приборов и приемы их использования;
- базовые электронные элементы и схемы;
- виды электронных приборов и устройств;
- релейно-контактные и микропроцессорные системы управления: состав и правила построения

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ОК 11. Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
ПК 1.1. Выполнять основные виды работ по проектированию электроснабжения электротехнического иэлектротехнологического оборудования;
ПК 1.2. Читать и составлять электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования.

Организация лабораторно-практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.)- кабинет № 307
В соответствии с требованиям ФГОС СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент практические занятия с использованием персональных компьютеров.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в

форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;

- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Структура лабораторно-практического занятия

Лабораторно-практическое занятие №1:

Тема:«Опытная проверка свойств последовательное, параллельное и смешанного соединения»

Цель работы:

Экспериментальным путем проверить основные соотношения электрических величин для цепей постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением приемников электрической энергии.

Оборудование: Источник питания – 24В, реостаты-3шт, омметр, вольтметр, амперметры-3шт, соединительные провода.

Краткая теория

Существуют следующие соединения приемников: последовательное, параллельное и смешанное.

Последовательным соединением приемников называется такое, при котором начало последующего приемника соединяется с концом предыдущего (рис. 1.1, а).

Часто такая цепь (или участок цепи) называется неразветвленной.

Отличительной особенностью последовательного соединения является то, что во всех приемниках протекает одинаковый ток.

При этом соединении напряжение U, приложенное к цепи, равносумме падений напряжений на отдельных приемниках:

$U = U_1 + U_2 + U_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I(R_1 + R_2 + R_3) = IR_э$,

где $Rэ = R_1+R_2+R_3$– эквивалентное сопротивление всей последовательной цепи, равное сумме сопротивлений отдельных приемников.

Поделив почленно падения напряжений на приемниках, получим

$U_1:U_2:U_3 = IR_1:IR_2:IR_3 = R_1:R_2:R_3$,

т.е. падения напряжения в отдельных приемниках пропорциональны сопротивлениям этих приемников.

Мощность, потребляемая последовательной цепью

$P = P_1 + P_2 + P_3 = I^2R_1 + I^2R_2 + I^2R_3 = IU_1 + IU_2 + IU_3 = UI$.

Поделив почленно мощности отдельных приемников, получим:

$P_1:P_2:P_3 = R_1:R_2:R_3$,

т.е. развиваемая в отдельных приемниках мощность пропорциональна их сопротивлениям.

При изменении величины сопротивления одного из приемников в цепи происходит изменение тока и сопротивления, перераспределение падений напряжений между приемниками или, как говорят, изменяется режим работы всех приемников. Это является существенным недостатком последовательного соединения.

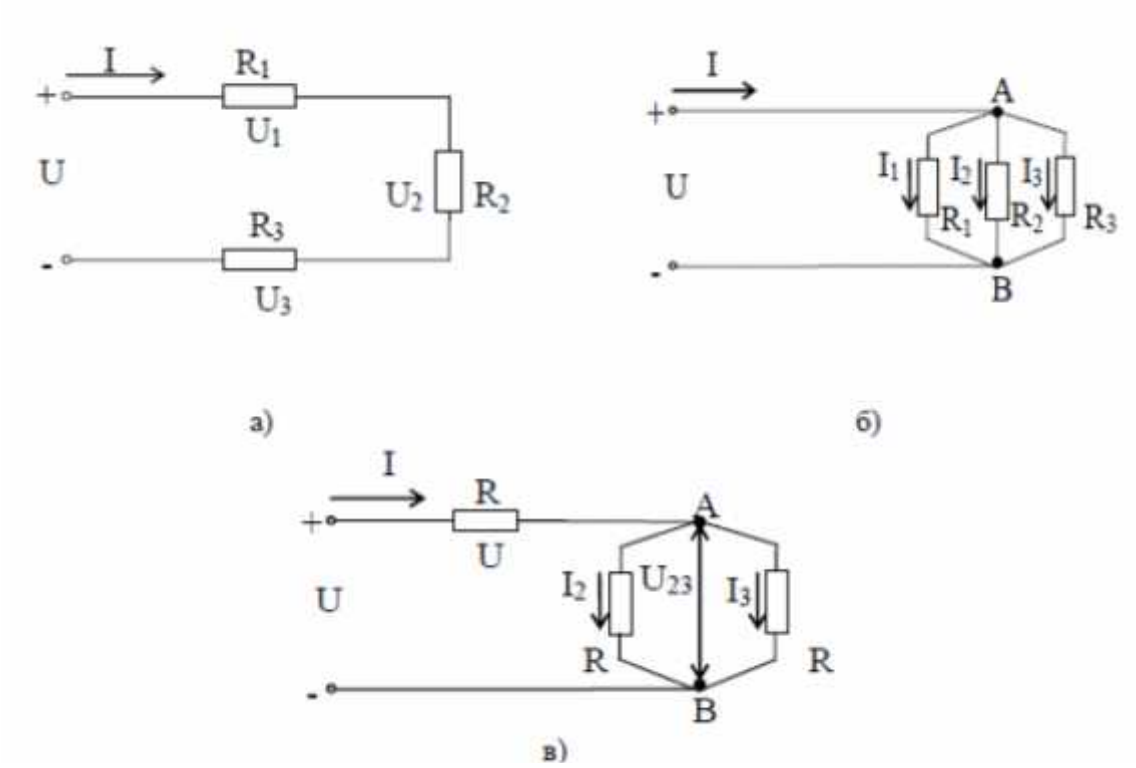

Рис. 1.1. Схемы соединения приемников:
а- последовательное соединение;
б- параллельное соединение;
в- смешанное соединение

Параллельным соединением приемников называется такое, при котором начала всех приемников соединены в один узел, а концы – в другой (рис. 1.1, б).

При таком соединении цепь получается разветвленной, а сами приемники являются ее ветвями.

Отличительной особенностью параллельного соединения является то, что все приемники находятся под одним и тем же напряжением. Токи в них равны:

$I_1 = U/R_1 = UG_1$, $I_2 = U/R_2 = UG_2$, $I_3 = U/R_3 = UG_3$,

где $G_1 = 1/R_1$, $G_{22} = 1/R_2$, $G_3 = 1/R_3$, проводимости отдельных приемников.

Поделив почленно токи в приемниках, получим

$I_1:I_2:I_3 = (1/R_1):(1/R_2):(1/R_3) = G_1:G_2:G_3$.

Т.е. при параллельном соединении токи в приемниках обратно пропорциональны их сопротивлениям или прямо пропорциональны их проводимостям.

Согласно первому закону Кирхгофа ток в неразветвленной части цепи равен

$I=I_1+I_2+I_3=U/R_1+U/R_2+U/R_3=U(1/R_1+1/R_2+1/R_3)=U\cdot 1/R_э$,

где $1/R_э=1/R_1+1/R_2+1/R_3$ величина, обратная эквивалентному сопротивлению параллельной цепи.

Переходя к проводимостям, получим

$I = U (G_1 + G_2 + G_3) = UG_э$,

где $G_э = G_1 + G_2 + G_3$– эквивалентная проводимость параллельной цепи, равная сумме проводимостей отдельных приёмников.

Эквивалентное сопротивление параллельной цепи $R_э = 1/G_э$.

Мощность, потребляемая параллельной цепью

$P= P_1+ P_2+ P_3=U^2 G_1+U^2 G_2+U^2 G_3=UI_1+UI_2+UI_3=UI$.

Поделив почленно мощности отдельных приёмников, получим:
$P_1:P_2:P_3= G_1:G_2:G_3$,
т.е. развиваемая в отдельных приёмниках мощность пропорциональна их проводимостям (или обратно пропорциональна их сопротивлениям).
При параллельном включении приёмников режим работы каждого из них не влияет на режим работы остальных.
Смешанное соединение приёмников представляет собой цепь, которая состоит из ряда последовательно и параллельно соединённых приёмников (рис. 2.1, в). Для расчёта таких цепей выделяют отдельные участкис последовательным или параллельным соединением приёмников и к ним применяют выше рассмотренные соотношения.
Для схемы на рис. 2.1.в, эквивалентное сопротивление находится следующим образом. Сначала определяется эквивалентное сопротивление параллельной цепи. Т.к. $1/R_{23}=1/R_2+1/R_3$,
Сопротивление R_1, включено последовательно с сопротивлением R_2, поэтому эквивалентное сопротивление всей цепи равно $R_э = R_1 + R_2$.
Ток в неразветвлённой части цепи
$I_1= U/R_э$.
Напряжение на сопротивлении R_1,
$U_1= I_1 R_1$.
Напряжение на зажимах параллельных ветвей
$U_{23}= I_1R_{23}$или $U_{23} = U – U_1$.
Токи в параллельных ветвях
$I_2=U_{23}/R_2$, $I_3=U_{23}/R3$
Мощность, потребляемая всей смешанной цепью
$P = P_1 + P_2 + P_3 = U_1I_1 + U_{23}I_2 + U_{23}I_3 = UI$.

Ход работы

1.Ознакомиться с реостатами, которые используются в качествеприёмников электрической энергии, и приборами, необходимыми длявыполнения работы; записать их основные технические данные.
2.С помощью омметра установить сопротивления реостатов, равными:
$R_1= 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 15$ Ом.
3. Собрать схему (рис. 1.2, а) и предъявить её для проверки преподавателю.

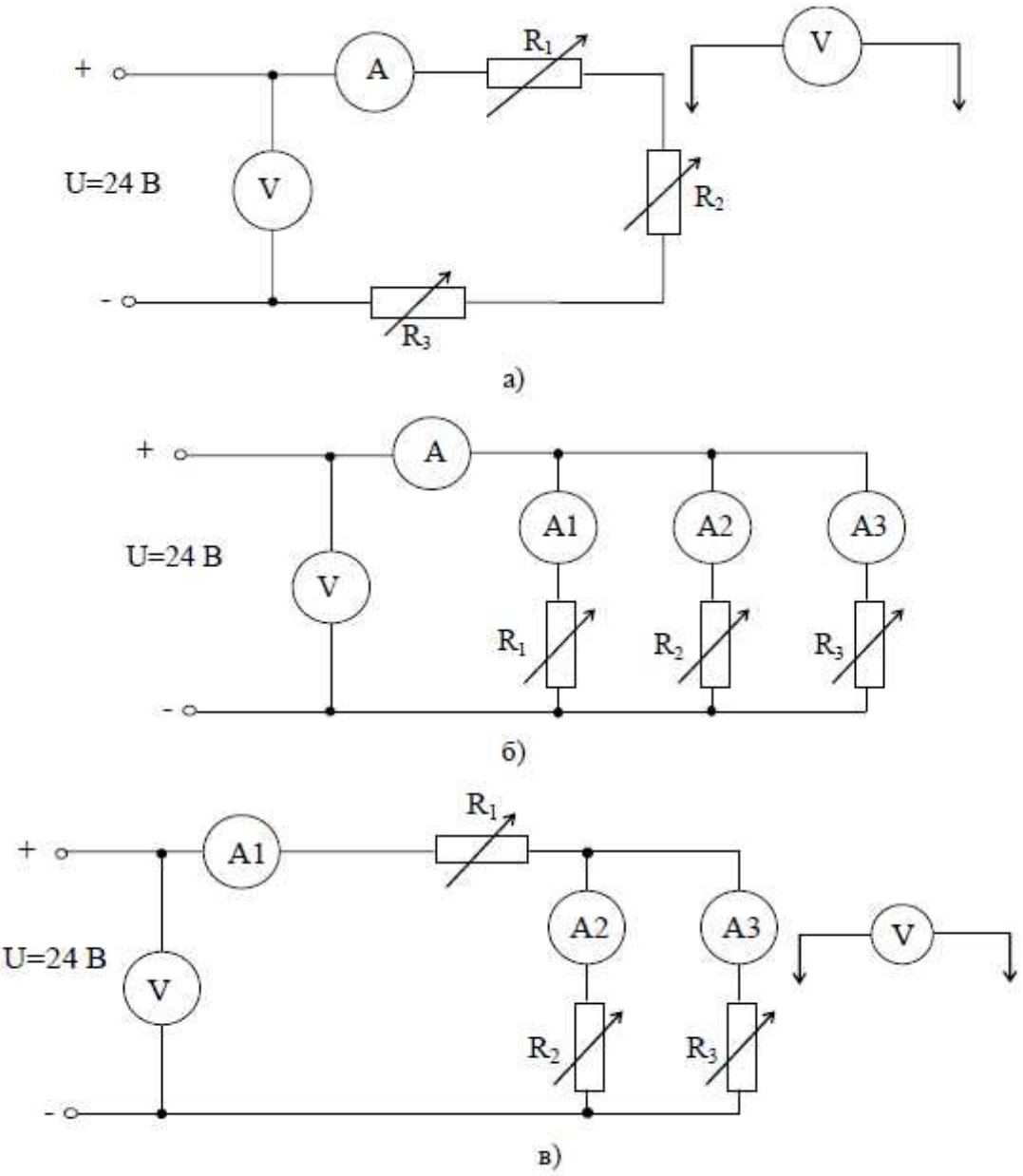

Рис. 1.2. Схемы лабораторной работы для исследований:
а – с последовательным соединением реостатов;
б – с параллельным соединением реостатов;
в – со смешанным соединением реостатов.

4.Включить источник питания. Измерить: напряжение Uна зажимах всей цепи и на каждом реостате U_1, U_2, U_3; ток Iв цепи. Выключить источник. Установить сопротивления реостатов равными: $R_2=R_2=R_3=10$ Ом.
Включить источник и снова выполнить указанные измерения.
5.Вычислить: сопротивление каждого реостата R_1, R_2, R_3; эквивалентное сопротивление $R_э$последовательной цепи; мощности, потребляемые отдельными реостатами P_1, P_1, P_3; мощность, потребляемую всей цепью *P*.
Проверить соотношения:
$R_э = R_1 + R_2 + R_3$; $U = U_1 + U_2 + U_3$; $P = P_1 + P_2 + P_3$; $U_1:U_2:U_3= R_1:R_2:R_3$.
6.Результаты измерений и расчётов записать в табл. 1.1.
Таблица 1.1

Условия	**Опытные данные**					**Расчетные данные**							
	U	**I**	**U_1**	**U_2**	**U_3**	**R_1**	**R_2**	**R_3**	**$R_э$**	**P_1**	**P_2**	**P_3**	**P**

опыта	**В**	**А**	**В**	**В**	**В**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Вт**	**Вт**	**Вт**	**Вт**
$R_1 \neq R_2 \neq R_3$													
$R_1 = R_2 = R_3$													

7. С помощью омметра установить сопротивления реостатов, равными:
R_1= 3 Ом, R_2= 8 Ом, R_3= 12 Ом.
8.Собрать схему (рис. 1.2, б) и предъявить её для проверки преподавателю.
9.Включить источник питания. Измерить: токи в параллельных ветвях I_1, I_2, I_3и ток Iв неразветвлённой части цепи; напряжение на зажимахцепи. Выключить источник. Установить сопротивления реостатов равными $R_1 = R_2 = R_3$ =12 Ом. Включить источник и снова выполнить указанные измерения.
10. Вычислить: сопротивление каждого реостата R_1, R_2, R_3; эквивалентное сопротивление параллельной цепи $R_э$; мощности, потребляемыеотдельными реостатами P_1, P_2, P_3; мощность P, потребляемую всей цепью.
Проверить соотношения: $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$; $I_1:I_2:I_3=1/R_1:1/R_2:1/R_3$;
$I=I_1+I_2+I_3$; $P=P_1+P_2+P_3$.
11. Результаты измерений и расчетов записать в табл. 1.2.
Таблица 1.2

Условия опыта	**Опытные данные**					**Расчетные данные**							
	U	**I**	**I_1**	**I_2**	**I_3**	**R_1**	**R_2**	**R_3**	**$R_э$**	**P_1**	**P_2**	**P_3**	**P**
	В	**А**	**А**	**А**	**А**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Вт**	**Вт**	**Вт**	**Вт**
$R_1 \neq R_2 \neq R_3$													
$R_1 = R_2 = R_3$													

12. С помощью омметра установить сопротивления реостатов равными:
R_1= 15 Ом, R_2= 10 Ом, R_3= 5 Ом.
13. Собрать схему (рис. 1.2, в) и предъявить её для проверки преподавателю.
14. Включить источник питания. Измерить: токи в параллельныхветвях I_2, I_3и в неразветвлённой части цепи I_1; напряжение U_1на зажимах
всей цепи; напряжение U_1на сопротивлении R_1; напряжение U_{23}на разветвлённом участке цепи. Выключить источник. Установить сопротивления реостатов равными $R_1 = R_2 = R_3$ =10 Ом. Включить источник и сновавыполнить указанные измерения.
15. Вычислить: сопротивления параллельных ветвей R_2, R_3; сопротивление неразветвлённой части цепи R_1; эквивалентное сопротивление
всей цепи $R_э$; мощности, потребляемые отдельными реостатами P_1, P_2,
P_3; мощность P, потребляемую всей цепью. Проверить соотношения:
$R_э = R_1 + R_{23}$; $I_1 = I_2 + I_3$; $P = P_1 + P_2 + P_3$
16. Результаты измерений и расчётов записать в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Условия опыта		**Опытные данные**					**Расчетные данные**							
	U	**U_1**	**U_{23}**	**I_1**	**I_2**	**I_3**	**R_1**	**R_2**	**R_3**	**$R_э$**	**P_1**	**P_2**	**P_3**	**P**
	В	**В**	**В**	**А**	**А**	**А**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Ом**	**Вт**	**Вт**	**Вт**	**Вт**
$R_1 \neq R_2 \neq R_3$														

$R_1=R_2=R_3$														

Примечание: при установке сопротивлений реостатов и в момент измерений их омметром реостаты должны быть отключены от цепи.

3. Содержание отчёта

1.Перечень и номинальные данные используемой аппаратуры.
2.Схемы исследований (3 схемы).
3. Расчёт сопротивлений, токов и мощностей для трёх схем (шести опытов).
4.Таблицы с опытными и расчётными данными (3 таблицы).
5.Выводы по работе.

4. Контрольные вопросы

1.Какие соединения приёмников электрической энергии называются последовательными, параллельными, смешанными?
2.Как определить общее сопротивление цепи при любом соединении, если сопротивления участков известны?
3.В чём состоит особенность последовательного и параллельного соединений приёмников?

Литература:

1. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
2. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 400с.
3. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2019.-192 с.
4. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б. И. Петленко: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2019.
5. Энциклопедический словарь по физике/ Сост. В.А.Чуянов.- М.: Педагогика, 1984.-352 с.
6. Немцов, М.В. Электротехника/М. В. Немцов, И. И. Светлаков: Учебное пособие. –Изд.2-е. –Ростов н/Д; Феникс, 2021. -571 с

Лабораторно-практическая работа№2.

Тема: « Исследование неразветвленнойRLC-цепи»

Цель работы:Опытная проверка закона Ома для неразветвленной цепи переменного тока.

Оборудование:
Объектом испытаний служит две электрические цепи смонтирована на монтажной плате №2 стендовой панели №1 (смотреть приложения). В качестве элементов цепи используем конденсатор *C* и индуктивную катушку *L* обе схемы содержат резистор R. В качестве измерительного прибора используют щитовой миллиамперметр и универсальный прибор мультиметр.

Краткая теория
В неразветвленной цепи с активным сопротивлением R, индуктивностью Li емкостью C(рис. 5.1) при условии, что индуктивное и емкостное сопротивления равны между собой ($X_L = X_C$), возникает особый режим работы, который называется резонансом напряжений.

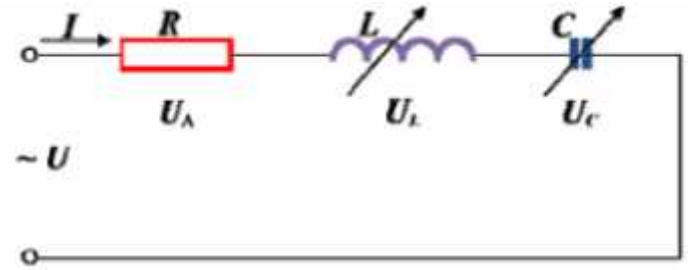

Рис5.1

Из условия резонанса напряжений ($X_L = X_C$или ωL=1/ωC)
следует, что при заданных значениях индуктивности и емкости резонанс напряжений в цепи возникает при угловой частоте

ωL=(1/$\sqrt{LC}$)ω_p или f=1/2π$\sqrt{LC}$=f_p, которые называютрезонансными и обозначают соответственно ω_p иf_p.
Резонансная частота f_p определяется исключительно параметрами цепи и поэтому называется частотой собственных колебаний цепи. Таким образом, в неразветвленной цепи с *R*, *L* и *C* резонанс напряжений возникает в случае, когда частота вынужденных колебаний (частота приложенного напряжения) оказывается равной частоте собственных колебаний цепи. Резонанс напряжений можно получить путем изменения одной из трех величин L, Cили *f* при
постоянных двух других.
В простейшем случае резонанс напряжений может быть получен в электрической цепи переменного тока при последовательном включении катушки индуктивности и конденсаторов. При этом, изменяя индуктивность катушки при постоянных параметрах конденсатора, получают резонанс напряжений при неизменных значениях напряжения и емкости, частоты и

активного сопротивления цепи. При изменении индуктивности L катушки происходит изменение реактивного индуктивного сопротивления. При этом полное сопротивление цепи также изменяется, следовательно, изменяются
ток, коэффициент мощности, напряжения на катушке индуктивности, конденсаторах и активном сопротивлении катушки и активная, реактивная и полная мощности электрической цепи. Зависимости тока I, коэффициента мощности cosφ и полного сопротивления Z цепи переменного тока в функции индуктивного сопротивления (резонансные кривые) для рассматриваемой цепи приведены на рис. 5.2.

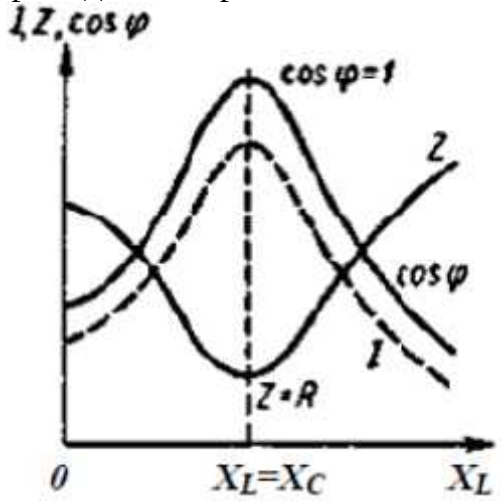

Рис. 5.2 Резонансные кривые

Резонанс напряжений характеризуется рядом существенных факторов.
1. При резонансе напряжений полное сопротивление электрической цепи переменного тока принимает минимальное значение и оказывается равным ее активному сопротивлению, т. е.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)},$$

так как при этом $X_L = X_C$.
2. Из этого следует, что при неизменном напряжении питающей сети (U = const) при резонансе напряжений ток в цепи достигает наибольшего значения

$$I = U/Z = U/\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)} = U/R$$

и совпадает по фазе с напряжением U, приложенным к зажимам цепи. Теоретически ток может достигать больших значений, определяемых напряжением сети и активным сопротивлением катушки.
При малом значении активного сопротивления ток может достигать большого значения.
3. Коэффициент мощности цепи равен единице
$\cos\varphi = R/Z = R/R = 1$, т.е. принимает наибольшее значение, которому
соответствует угол φ = 0 . *Для полного использования генератора он должен работать при номинальном напряжении Uн*с номинальным током I_H и cosϕ= 1. В этом случае генератор развиваетнаибольшую активную мощность, равную его полной номинальноймощности: $P = U_H I_H \cos\varphi = U_H I_H = S_H$.

Уменьшение cosφвызывает уменьшение активной мощности, т.е. неполное использование номинальной мощности генератора. В этом случае $I=P/U_H\cos\varphi$. Следовательно, cosφуменьшается, что вызывает увеличение тока в цепи при постоянной активной мощности потребителя А это вызывает увеличение потери мощности на нагревание проводов, поэтому нужно стремиться повышать cosφ до значения, близкого к единице. Для этого параллельно активно-индуктивной нагрузке подключают конденсаторы.

4. Активная мощность при резонансе $P = RI^2$ имеет наибольшее значение, равное полной мощности S, в то же время реактивная мощность цепи $Q=XI^2=(X_L-X_C)I^2$оказывается равной нулю: $Q = Q_L – Q_C =0$. При этом реактивная индуктивная и реактивная емкостная составляющие полной мощности $Q_L = QC = X_LI^2= X_CI^2$ могут приобретать теоретически весьма большие значения, в зависимости от значений тока и реактивных сопротивлений.

5. При резонансе напряжений напряжения на емкости и индуктивности оказываются равными $U_L = U_C = IX_C = IX_L$и в зависимости от тока и реактивных сопротивлений могут принимать большие значения, во много раз превышающие напряжение питающей сети. При этом напряжение на активном сопротивлении оказывается равным напряжению питающей сети, т. е. $U_R = U$.

Резонанс напряжений в промышленных электротехнических установках нежелательное и опасное явление, так как может привести к аварии вследствие недопустимого перегрева отдельных элементов электрической цепи или к пробою изоляции обмоток электрических машин и аппаратов, изоляции кабелей и конденсаторов при возможном перенапряжении на отдельных участках цепи. В то же время резонанс напряжений в электрических цепях переменного тока широко используется в радиотехнике и электронике вразличного рода приборах и устройствах, основанных на резонансном явлении. Векторная диаграмма неразветвленной цепи с *R*, *L* и *C* при резонансе напряжений показана на рис. 5.3.

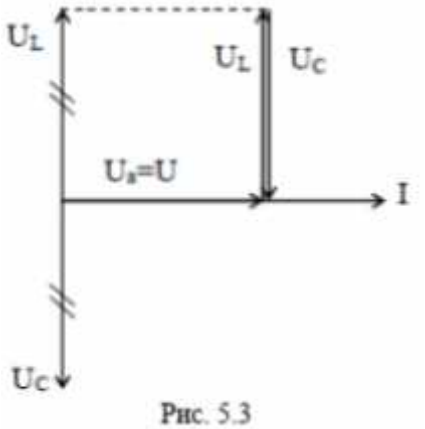

Рис. 5.3

Если цепь не находится в резонансе, то она может работать в индуктивном (φ >0) или емкостном (φ < 0) режиме. На рис. 5.4 показаны векторные диаграммы неразветвленной цепи с R, L и Спри преобладании индуктивной (а) и емкостной (б) нагрузки.

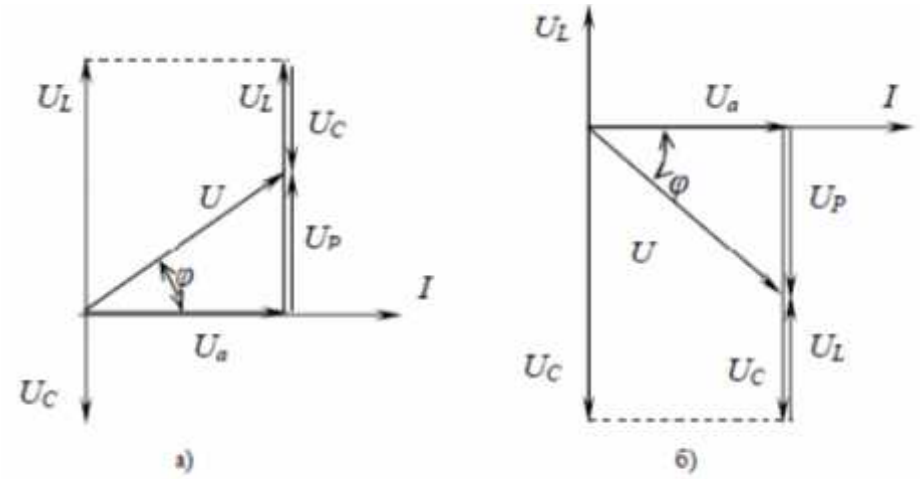

Рис. 5.4

При выполнении лабораторной работы напряжение на индуктивном сопротивлении катушки U_Lрассчитывается по формуле

$$U_L = \sqrt{U^2_K - U^2_a}$$

где Uк – напряжение, измеренное на катушке.
Вычисления производятся по формулам:

$$R=P/I^2,\ Z=U/I,\ U_p=|U_L-U_C|.$$

Ход работы

1. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы №7, краткими теоретическими сведениями об RLC- цепи синусоидального тока (смотреть раздел IV). Подготовить в рабочей тетради отчет и делать выводы о проделанной работе.
2. Собрать электрические цепи в соответствии с рисунками 7.1 и 7.2. Подключить электрическую цепь к источнику питания. Установить на приборе переменное напряжения с пределом 20 В.
3. После проверки собранной схемы преподавателем подать напряжения в электрическую цепь.
4. Установить емкость конденсатора 3мкФ и сопротивления резистора равное 0, измеренные значения записать в таблицу 7.1. Повторить измерения для других значений емкости и сопротивления указанные в таблице 7.1.
5. Установить индуктивность равную 8,8 Гн и сопротивления резистора равное 0, измеренные значения записать в таблицу 7.2.
6. Повторить измерения для других значений индуктивности и сопротивления указанные в таблице 7.2.
7. Отключить питания электрической цепи и сдать преподавателю проводники и приборы.

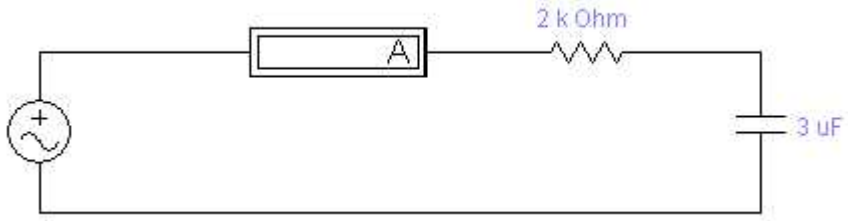

Рис. 7.1 Схема электрическойRC-цепи синусоидального тока

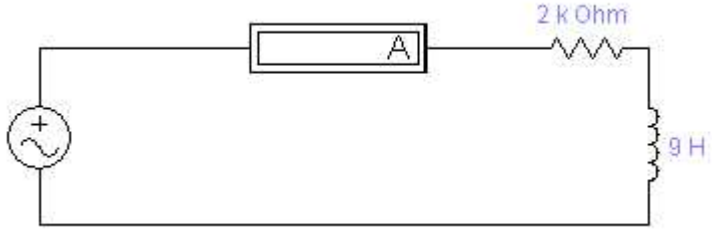

Рис.7.2 Схема электрическая RL-цепи синусоидального тока

Таблица 7.1

Исходные данные		Измеренные величины				Расчетные величины		
C	R	U	Uc	UL	I	Xc	Z	I
3	0							
3	2							

Таблица 7.2

№ опыта	Исходные данные		Измеренные величины				Расчетные величины		
	L	R	U	Uc	UL	I	XL	Z	I
1	8,8	0							
2	8,8	2							
3	1,2	2							

1. Обработка и анализ результатов

Рассчитать силу тока, реактивное сопротивления и полное сопротивления для обеих схем.

2. Отчет о проделанной работе

1. Наименование и цель работы;
2. Схема исследования;
3. Таблица;
4. Вывод по работе.

Литература:

1. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
2. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 400с.
3. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2019.-192 с.
4. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б. И. Петленко: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2019.
5. Энциклопедический словарь по физике/ Сост. В.А.Чуянов.- М.: Педагогика, 1984.-352 с.
6. Немцов, М.В. Электротехника/М. В. Немцов, И. И. Светлаков: Учебное пособие. –Изд.2-е. –Ростов н/Д; Феникс, 2021. -571 с

Лабораторно-практическое занятие №3:

Тема: «Электроизмерительные приборы»

Цель работы: Сборка схемы, снятие показаний, расчет,получить навыки в сборке схем, изучить электроизмерительные приборы.
1. Развивать коммуникативные компетенции (как способности читать схемы и отвечать на вопросы);
2. Развивать предметные компетенции (умение производить сбор данных, оформлять таблицы);
3.Формировать ключевые компетенции (информационная **(***систематизировать, анализировать, использовать и обрабатывать полученную информацию***);** социально- коммуникативная (*соотносить свои устремления с интересами других людей*)**).**

Оборудование:методические рекомендации, лабораторные столы, источник постоянного тока – 30 В, реостат – РСП, магазин сопротивлений, амперметр Iн= 1 А, вольтметр Uн= 30 В, ключ, ваттметр Iн= 1 А; Uн= 30 В, конспекты.

Краткая теория.

Амперметр

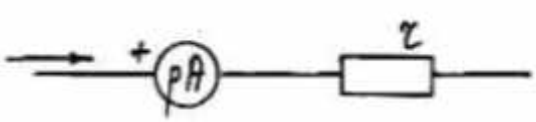

Рисунок 1. Обозначение в схеме

Амперметр включается в цепь последовательно с нагрузкой, чтобы через него протекал весь измеряемый ток.
Цена деления прибора (C_A) определяется отношением предела измерения ($I_н$) к полному числу делений шкалы (100 дел)
$C_A=I_н/100$; (А/дел) $C_A=$
Чтобы определить показания прибора необходимо умножить цену деления на число делений шкалы, указываемое стрелкой прибора (α);
$I=C_A\times\alpha$, А.
В цепи постоянного тока ток через амперметр должен протекать от «плюса» к «минусу» прибора.
Вольтметр

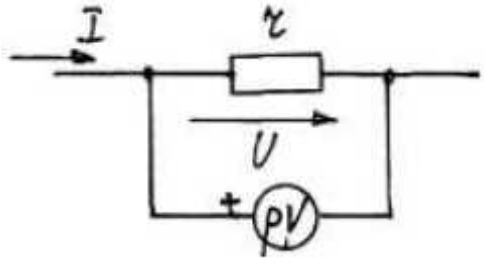

Рисунок 2. Обозначение в схеме

Вольтметр подключается в цепь параллельно к тому элементу, напряжение на котором нужно замерить. Вольтметр должен иметь большое сопротивление электрическому току.

Цена деления прибора (C_V)

$C_v=U_н/100$; В/дел, $C_v=$

где $U_н$ – предел измерения прибора, В

Показания прибора определяются

$U=C_v \times \alpha$,

Ваттметр

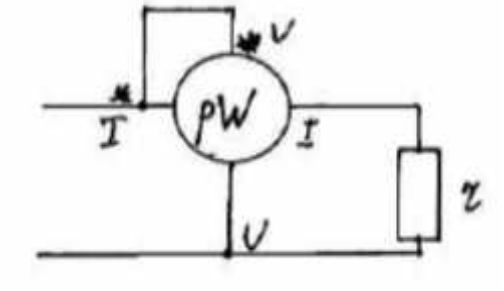

Рисунок 3. Схема включения прибора

Токовая катушка (I*; I) включается в цепь последовательно на весь ток.

Катушка напряжения (V*; V) включается в цепь параллельно на все напряжение элемента, мощность которого измеряется.

Цена деления прибора определяется:

$C_w=U_H$*Н/150; Вт/дел, $C_w=$

где Uн; Iн – пределы измерения катушек

Ход работы

Задание. Произвести подключение измерительных приборов согласно схеме рис. 4, определить цену деления каждого прибора, снять показания.

Методика выполнения задания:

1. Для заданных пределов измерения приборов определить цену деления:

$C_A= C_V= C_W=$

2. Собрать схему установки.

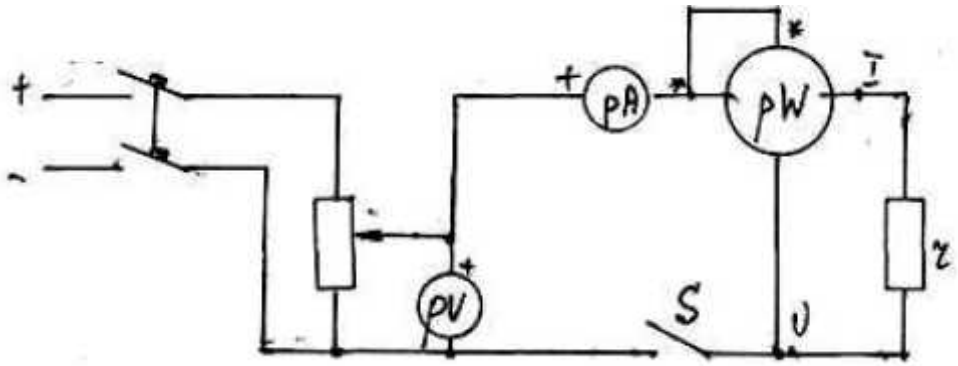

Рисунок 4. Схема установки

3. Установить на магазине нужное сопротивление r= 20 Ом.

4. Включить схему под напряжение, движок реостата должен находиться в среднем положении.

5. Установить в схеме заданное напряжение V=21 В и измерить силу тока - *I*, ЭДС - *E*. Данные занести в таблицу 1. Отключить питание схемы. Сдать провода.

ЭДС измеряется при отключенном ключе «S» (т.е. без тока).

Таблица 1. Результаты измерения

№ п/п	Дано		Измерено		
	V	r	I	E	P
	В	Ом	А	В	Вт
1					
2					

5. Отключить схему, разобрать и сдать провода.

6. Ответить на контрольные вопросы:

электрической схемойназывается_____

_____

приборы в электрической цепи служатдля_____

_____

цена деления прибора определяется_____

_____

чтобы определить показания прибора необходимо _____

_____

7. Сделать вывод по работе.

Литература:

1. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
2. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 400с.
3. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2019.-192 с.
4. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б. И. Петленко: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2019.
5. Энциклопедический словарь по физике/ Сост. В.А.Чуянов.- М.: Педагогика, 1984.-352 с.
6. Немцов, М.В. Электротехника/М. В. Немцов, И. И. Светлаков: Учебное пособие. –Изд.2-е. –Ростов н/Д; Феникс, 2021. -571 с

Лабораторно-практическое занятие №4:

Тема:«Измерение сопротивления прямым и косвенным методами»

Цель работы:научиться измерять сопротивления различными методами.

Краткая теория

Величины сопротивлений, встречающиеся в практике, лежат в пределах от 10-6 до 10+12 Ом. В практике электрических измерений все сопротивления подразделяются на три группы:

• малые сопротивления – от 1 Ома и ниже;
• средние сопротивления – от 1 до 105 Ом;
• большие сопротивления – от 105 Ом и выше.

Широкое применение получили следующие методы измерения сопротивлений: мостовой метод; метод амперметра и вольтметра; метод омметра.

1 Мостовой метод

Метод применяется для измерения малых, средних и больших сопротивлений, когда необходима большая точность измерения. Наиболее часто используются мосты постоянного тока (рис. 3.1). Магазинырезисторов R_1, R_2, R_3 и измеряемый резистор R_x образуют плечи моста,в одну диагональ которого включен источник питания, в другую –гальванометр.

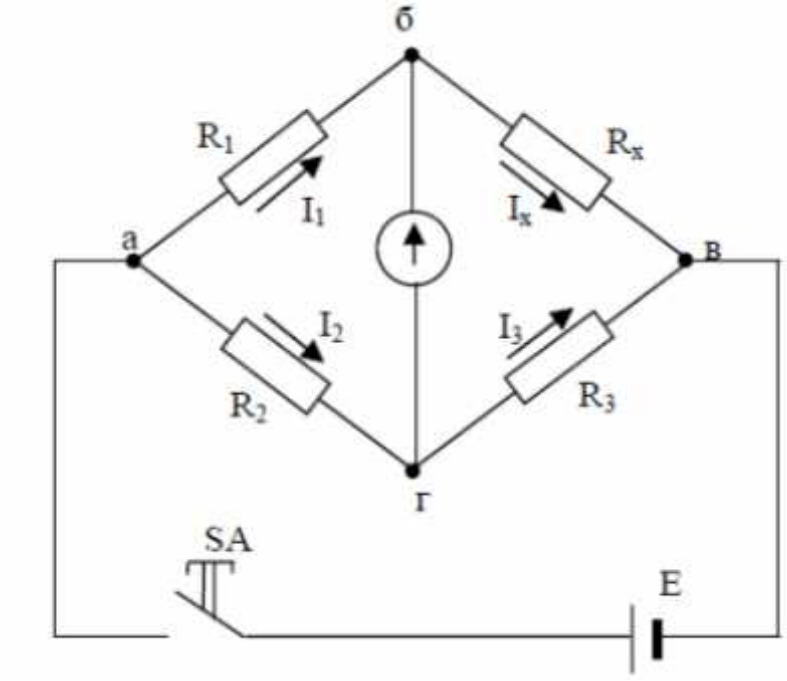

Рис. 3.1. Принципиальная схема моста постоянного тока.

Измерение сопротивлений мостом основано на принципе уравновешивания его плеч. Подбирая сопротивление плеч так, чтобы в цепигальванометра не было тока, добиваются равновесия моста. При равновесии моста потенциалы точек **б** и **г**одинаковы, следовательно,

$$I_1R_1 = I_2R_2 и\ I_xR_x = I_3R_3, \quad (3.1)$$

ат. к. $I_1 = I_x$и $I_2 = I_3$, то

$$R_x = R_3 \cdot R_1 / R_2. \quad (3.2)$$

Обычно плечо R3 называют плечом сравнения, а плечи R1 и R2 –плечами отношения.

В лабораторной работе используется мост постоянного тока типаММВ. Он предназначен для технических измерений сопротивления впределах от 0,05 до $5 \cdot 10^4$ Ом и имеет пять диапазонов измерений (0,05–5 Ом; 0,5–50 Ом; 5–500 Ом; 50–5000 Ом; 500–50000 Ом).

Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе. Плечи отношенияв нем создаются калиброванной манганиновой проволокой (реохордом), разделенной движком на два плеча. Плечо сравнения выполненов виде магазина сопротивлений с многопозиционным переключателем.

Для перемещения движка реохорда имеется рукоятка со шкалой отношений от 0,5 до 50. Точность измерений 2–5 %.

Порядок работы с мостом

1. Установить прибор в горизонтальное положение.
2. Проверить, стоит ли стрелка гальванометра на нуле; при необходимости с помощью корректора установить ее на нуль шкалы.
3. Подключить измеряемое сопротивление.
4. Поставить в соответствующее положение переключатель сопротивлений сравнительного плеча, нажать на кнопку и поворотомдвижка реохорда установить стрелку гальванометра на нуль шкалы.
5. Подсчитать величину измеряемого сопротивления умножениемотсчетов по шкале реохорда и переключателя диапазонов.

2. Метод амперметра и вольтметра

Метод применяется для измерения малых и средних сопротивлений. Точность измерения при этом методе определяется точностью используемых приборов. Измерение сопротивлений по методу амперметраи вольтметра возможно по одной из двух схем включения приборов(рис. 3.2).

В схеме рис. 3.2, а вольтметр измеряет падение напряжения на резисторе R_x, а амперметр – ток I, равный сумме токов, проходящих порезистору и по обмотке вольтметра.

$$I = Ix + Iv = U/Rx + Iv \quad (3.3)$$

При этом действительная величина измеряемого сопротивления

$$R_x = U/(I - I_U) = U/(I - U/R_U) \quad (3.4)$$

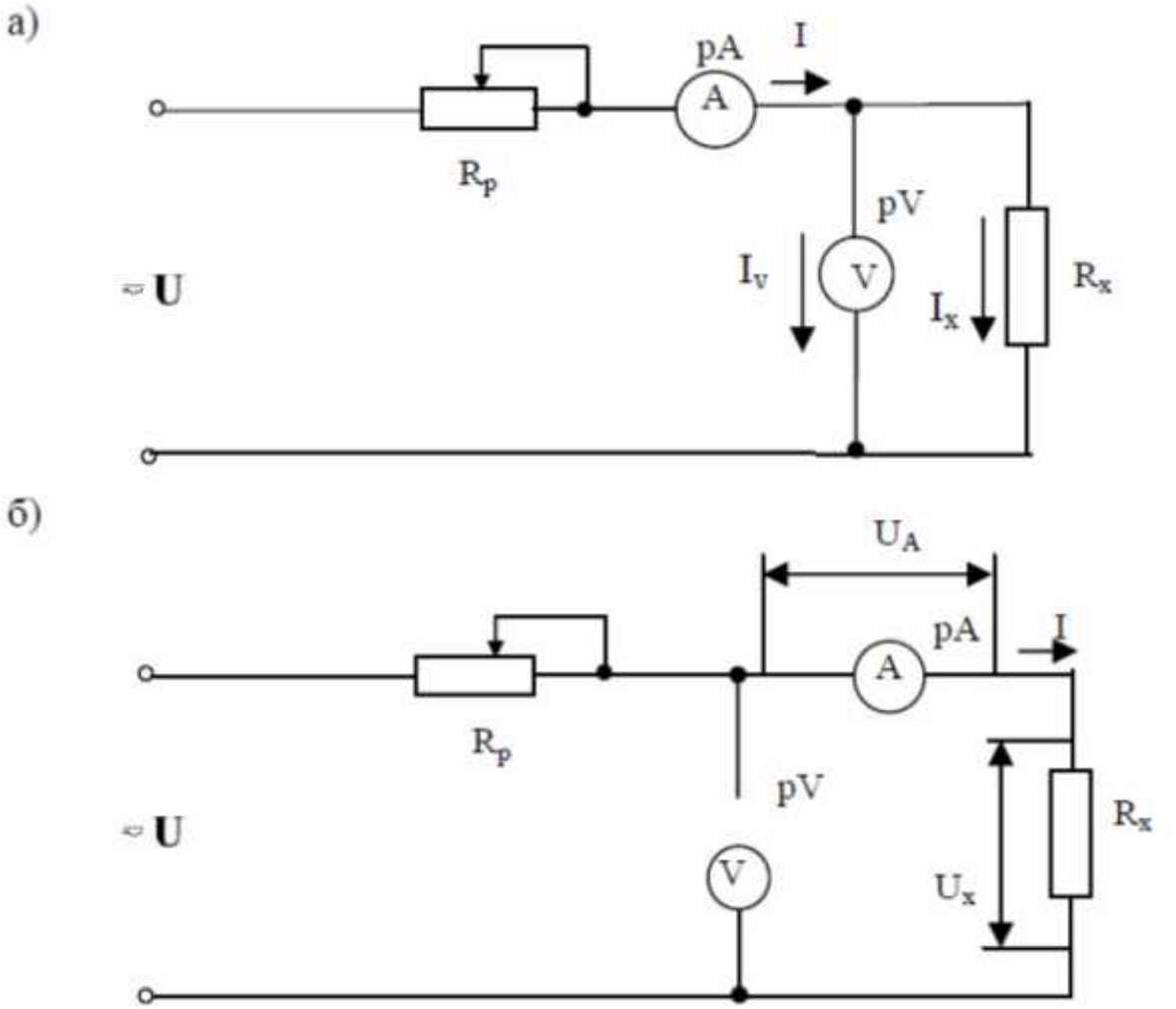

Рис. 3.2. Схемы для измерения сопротивлений амперметром и вольтметром: а – измерение малых сопротивлений; б– измерение средних сопротивлений.

В схеме рис. 3.2, б амперметр измеряет ток I проходящий по резистору R_X, а вольтметр измеряет падение напряжения равное сумме падений напряжений на измеряемом резисторе и на амперметре

$$U_U = IR_X + IR_A = U_X + U_A \quad (3.5)$$

В этом случае действительная величина измеряемого сопротивления

$$R_X = U_X/I = (U_U - U_A)/I = U_U/I - R_A \quad (3.6)$$

Если величину измеряемого сопротивления вычислить непосредственного по показаниям приборов, как это обычно и делается в практике, и считать, что

$$R_X = U/I \quad (3.7)$$

то при этом в обоих случаях будет допущена погрешность.
Величина абсолютной погрешности в первом случае

$$\Delta R_{X1} = R^2_X/(R_X - R_U) \quad (3.8)$$

а во втором

$$\Delta R_{X2} = R_A \text{ . (3.9)}$$

Относительные погрешности при этом соответственно равны

$$\delta_1=(R_X/R_X-R_U)\cdot 100\% \text{ и} \delta_2=(R_A/R_X)\cdot 100\% \qquad (3.10)$$

Таким образом, при измерении методом амперметра и вольтметрапоявляется погрешность, величина которой зависит как от величиныизмеряемого сопротивления R_X, так и от сопротивлений приборов R_A иR_U. Поэтому для получения наименьшей относительной погрешностипри выборе схемы измерения следует руководствоваться следующимисоображениями. Если измеряемое сопротивление RX ≤ 2 Ом, то применяется схема рис. 3.2, а, т. к. при этом можно пренебречь током, проходящим в вольтметре. Если же измеряемое сопротивление RX > 2 Ом,то применяется схема рис. 3.2, б, так как при этом можно пренебречьпадением напряжения на обмотке амперметра.

3. Метод омметра

Метод применяется для измерения больших и средних сопротивлений, когда не требуется большая точность измерения. Омметрами споследовательной схемой (рис. 3.3, а) пользуются для измерениябольших сопротивлений, а омметрами с параллельной схемой (рис.3.3, б) – для измерения средних сопротивлений. Токи в цепи омметровопределяются соответственно уравнениями:

$$I=U/(R_X+R_И+R_Д)=C_1\alpha;\ I=U/(R_Д+(R_X\cdot R_И)/(R_X+R_И))=C_1\alpha \qquad (3.11)$$

Углы поворота подвижной части соответственно равны:

$$\alpha=(U/C_1)\cdot 1/(R_X+R_И+R_Д);\ \alpha=(U/C_1)\cdot 1/(R_Д+(R_X\cdot R_И)/(R_X+R_И)) \qquad (3.12)$$

Следовательно, при постоянном отношенииU/C_1 угол поворотаподвижной части зависит только от сопротивления R_X, значения которого наносятся на шкале омметра. Напряжение источника питания неостается неизменным, поэтому омметры имеют приспособление дляподдержания постоянстваU/C_1. Таким приспособлением является магнитный шунт, позволяющий изменить магнитную индукцию в воздушном зазоре измерительного механизма, а следовательно, и постоянную по току C_I .

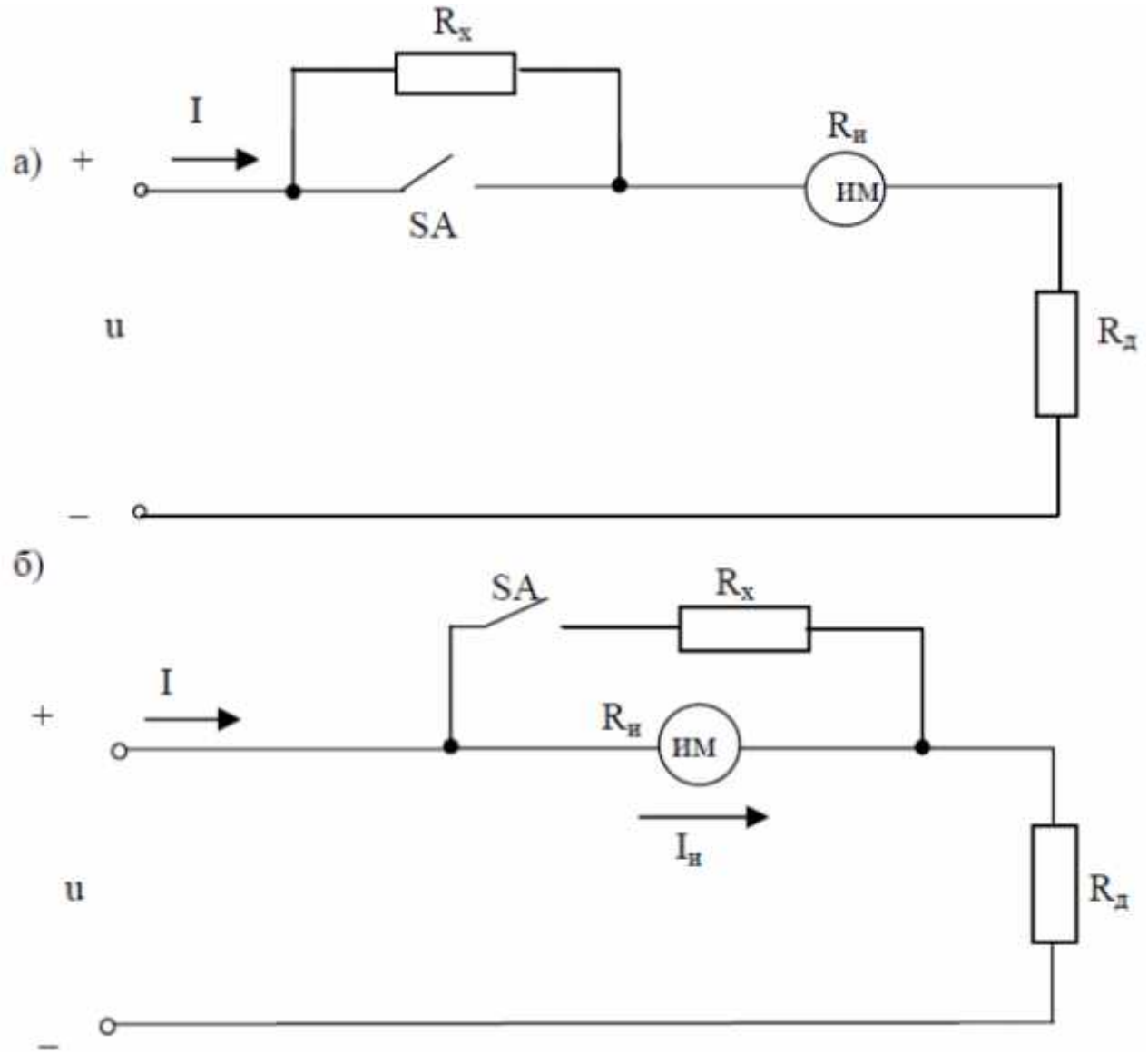

Рис. 3.3. Схемы омметра с однорамочным измерительным механизмом: а – последовательная схема; б – параллельная схема.

В лабораторной работе используется омметр типа М371. Он предназначендля непосредственного измерения сопротивлений в диапазонах: 0–100 Ом; 0–1000 Ом; 0–10000 Ом. Для питания схемы омметраиспользуется внутренний источник постоянного тока напряжением 1,5В. При измерении на пределе 0–100 Ом к зажимам «1,4 В» необходимоподключить наружный источник тока большой емкости, например, батарею «Девиз». Класс точности прибора 1,5.

Порядок работы с омметром

1. Установить корректором стрелку на «∞»шкалы.
2. Закоротить зажимы «-» и «х 1» или «-» и «х10», или «-» и«х100» (в зависимости от предела измерений) и рукояткой «Установкануля» установить стрелку на нуль шкалы.
3. К соответствующим зажимам подключить измеряемое сопротивление и снять отсчет по шкале прибора.

Примечание: точность показаний прибора зависит от напряжения источника питания, питающего схему. Поэтому в приборе имеется регулирующее сопротивление, рукоятка которого расположена на правой боковой стенке корпуса прибора.

Если напряжение источника равно тому, при котором производилась градуировка омметра, то при замыкании зажимов «-» и «х1» или«-» и «х10», или «-» и «х100» стрелка устанавливается на нуль шкалы.

Если напряжение отличается от того, при котором производилась градуировка омметра, и при замыкании указанных выше зажимов стрелка не устанавливается на нуль шкалы, то, изменяя величину регулирующего сопротивления, нужно поставить стрелку на нуль шкалы. Тогдапоказания прибора будут соответствовать действительным значениямизмеряемой величины.

Разновидностью омметра является *мегомметр.* Им измеряют большие сопротивления (сопротивления изоляции электрических сетей, обмоток электрических машин, трансформаторов и т. д.). Мегомметрпредставляет собой омметр на основе магнитоэлектрического логометра, показания которого не зависят от напряжения источника питания. Влабораторной работе используется мегомметр типа М4100 с номинальным напряжением 500 В и двумя пределами измерения: 0–1000 кОм и 0– ∞ Мом. Он состоит из измерительного механизма (магнитоэлектрического логометра) и генератора постоянного тока с ручным приводом.

Для привода генератора имеется рукоятка. Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе.

Правила пользования мегомметром

1. Проверить исправность мегомметра. Для этой цели присоединить проводники к зажимам Л (линия) и З (земля) и, медленно вращаярукоятку генератора, замкнуть проводники между собой. При этомприбор должен дать показание «нуль сопротивления». Затем проводники развести в стороны и вращать рукоятку с нормальной скоростью.При этом прибор должен дать показание «бесконечно большое сопротивление».
2. Установить мегомметр на твердом основании. К зажимам Л и Зс помощью проводов подключить измеряемое сопротивление изоляции. Вращая рукоятку генератора со скоростью 120 об/мин. снять показание по шкале. Отсчет по шкале производится после того, какстрелка займет устойчивое положение.
3. При вращении рукоятки генератора нельзя касаться зажимовмегомметра и токоведущих частей цепи, подключенных к зажимам.
4. Измерения сопротивлений можно производить только в обесточенных электроустановках и сетях. Измерение сопротивления изоляции в установках выше 1000 В должно производиться двумя лицами.
5. При работе с мегомметрами, напряжение у которых 1000 В ивыше, измерения необходимо делать стоя на диэлектрическом коврикеи в диэлектрических перчатках.

Ход работы

1. Ознакомиться с аппаратурой и приборами, необходимыми длявыполнения работы и записать их основные технические данные.

2. При помощи моста ММВ измерить сопротивление обмоток статора асинхронного двигателя. Измерения произвести трижды. Определить среднее значение измеряемой величины.
3. Измерить сопротивления обмоток асинхронного двигателя омметром М371. Измерения произвести трижды. Определить среднеезначение измеряемой величины.
4. Измерить сопротивления обмоток асинхронного двигателя методом амперметра и вольтметра, для чего:
• выбрать схему измерения (см. рис. 3.2);
• собрать выбранную схему и предъявить ее для проверки преподавателю;
• включить схему в сеть постоянного тока напряжением 24 В и
трижды произвести измерение сопротивления каждой обмотки асинхронного двигателя. Определить среднее значение каждой измеряемойвеличины.
5. Измерить сопротивление резистора R мостом, омметром и спомощью амперметра и вольтметра.
6. Приняв за действительное значение сопротивления величину, полученную при измерении мостом ММВ, а за измеренные величины – сопротивления, полученные при измерении омметром М371 и методом амперметра и вольтметра, вычислить погрешность измерениясопротивления δ %.
7. Результаты измерений и расчетов записать в табл. 3.1.
8. Измерить при помощи мегомметра М 4100 сопротивление изоляции обмоток асинхронного электродвигателя, кабеля и электропроводки.
9. Результаты измерения записать в табл. 3.2.

Таблица 3.1

№ п/п	Метод измерения	Среднее значение сопротивления				Погрешность			
		Обмоток статора АД			Резистора				
		R_A	R_B	R_C	R	δ_A	δ_B	δ_C	δ_R
		Ом	Ом	Ом	Ом	%	%	%	%
1	Мостом постоянного тока								
2	Омметром								
3	Амперметром и вольтметром								

Таблица 3.2.

№ п/п	Наименование электрооборудования	Сопротивление изоляции, МОм					
		A-B	A-C	B-C	A-0	B-0	C-0
1							
2							
3							

3. Содержание отчета

1. Технические данные оборудования и измерительных приборов,используемых в работе.
2. Схема произведенных измерений.
3. Расчет среднего значения измеряемого сопротивления и погрешностей при измерении.
4. Таблицы с опытными и расчетными данными.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы по работе.

4. Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы измерения сопротивлений?
2. Какие факторы оказывают влияние на выбор схемы измерения сопротивлений методом амперметра и вольтметра?
3. Для чего в омметрах имеется регулирующее сопротивление?
4. Почему стрелка у мегомметра в неработающем состоянии находится в безразличном состоянии?__

Литература:

1. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
2. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 400с.
3. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2019.-192 с.
4. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б. И. Петленко: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2019.
5. Энциклопедический словарь по физике/ Сост. В.А.Чуянов.- М.: Педагогика, 1984.-352 с.
6. Немцов, М.В. Электротехника/М. В. Немцов, И. И. Светлаков: Учебное пособие. –Изд.2-е. –Ростов н/Д; Феникс, 2021. -571 с

Лабораторно-практическая работа № 5.

Тема:«Исследование полупроводникового диода»

Цель работы: Изучить свойства полупроводниковых диодов путем практического снятия и исследования вольтамперных характеристик (ВАХ).

Оборудование:

Объектом испытания является полупроводниковый диод VD. Лабораторная работа выполняется на плате №2 стендовой панели №2 (смотреть приложение).

В качестве контрольно-измерительных приборов используются щитовой миллиамперметр на 10 мА и выносной вольтметр на 50В.

Краткая теория

Полупроводниковым диодом называется полупроводниковый прибор с одним выпрямляющим электрическим переходом, имеющим 2 вывода.

По своему назначению полупроводниковые диоды подразделяются на следующие основные типы: выпрямительные, стабилитроны (опорные диоды), быстро восстанавливающиеся (частотные), фото- и светодиоды, варикапы, магнитодиоды, туннельные и тензодиоды.

Полупроводниковый диод имеет в левой части электронную проводимость, а в правой – дырочную.Так как концентрация электронов в n-области больше, чем в p-области, электроны стремятся перейти в p-область. По этой же причине «дырки»стремятся перейти в n-область. При этом происходит перенос электрических зарядов, вследствие чего «дырочная область» заряжается.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диода имеет вид сплошной линии изображенной на рисунке 7, и определяется следующим выражением:

$$I = I_{обр}(e^{U_д / ¨_T} - 1)$$

где Uд – напряжения на p-n- переходе; $¨_T = ©T / q$ - температурный потенциал;

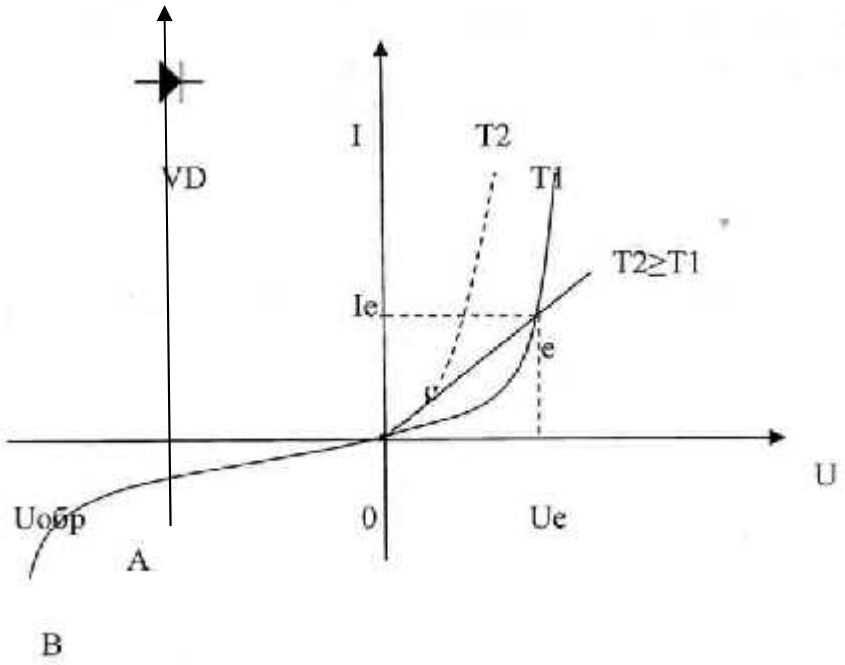

Рис. 7 Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода

При определенном значении напряжении Uобр начинается лавинообразный процесс нарастания тока Iобр, соответствующий электрическому пробою p-n-перехода (отрезок АВ на рисунке). Если в этот момент ток не ограничить, то электрический пробой переходит в тепловой (участок ВАХ после точки В). Такая последовательность лавинообразного процесса нарастания тока Iобр характерна для кремневых диодов. Для германиевых диодов с увеличением обратного напряжения тепловой пробой p-n- перехода наступает практически одновременно с началом лавинообразного процесса нарастания тока Iобр. Электрический пробой обратим, т.е. после уменьшения напряжения Uобр работа диода соответствует пологому участку обратной ветви ВАХ. Тепловой пробой необратим, так как разрушает p-n- переход.

Ход работы

1. Ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы № 13 и краткими теоретическими сведениями о данной теме (смотреть раздел IV). Подготовить в рабочей тетради отчет о проделанной работе.
2. Подключить измерительные приборы к исследуемому диоду согласно схемы на рисунке 13.1, повернуть ручку реостата в крайнее правое положение. После проверки собранной схемы преподавателем, включаем питание.
3. Снятие характеристики $I_{пр} = f(U_{пр})$ при прямом напряжении S4 переключаем на «+», вращаем ручку вправо реостата изменяем напряжение $U_{пр}$ от 0 до значения $I_{пр} = 10$мА через 0,05±0,1В. Показания приборов записать в таблицу 13.1.
4. После снятия характеристик прямой ветви, ручку реостата вывести в крайнее левое положение.

5. Снятие ВАХ при обратном напряжении, приложенном к диоду. Полярность приборов меняем на обратную, тумблер S4 переключаем на «-». Вращаем ручку реостата вправо измеряем обратное напряжения $U_{обр}$ от 0 до 50В. Показание записать в таблицу 13.1.
6. После снятия характеристики ручку реостата вывести в крайнее левое положение. Отключить питание и сдать оборудование преподавателю.
7. По данным таблицы построить графики зависимости $I_{пр} = f(U_{пр})$; $I_{обр} = f(U_{обр})$.

Таблица 13.1

При прямом напряжении		При обратном напряжении	
$U_{пр}$, В	$I_{пр}$, мА	$U_{обр}$, В	$I_{обр}$, мкА

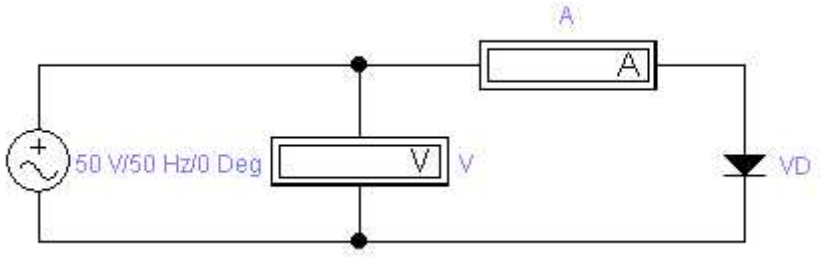

Рис. 13.1 Схема электрическая включения полупроводникового диода

Обработка и анализ результатов

Занести измеренные величины в таблицу;

Сравнить графики $I_{пр} = f(U_{пр})$; $I_{обр} = f(U_{обр})$.

Отчет о проделанной работе

Наименование и цель работы;

Схема исследования;

Таблица;Графики;

Вывод по работе.

Литература:

1. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред. проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2018.

2. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 400с.

3. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2014.-192 с.

4. Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Б. И. Петленко: Учебник для сред. проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2004.

5. Энциклопедический словарь по физике/ Сост. В.А.Чуянов.- М.: Педагогика, 1984.-352 с.
6. Немцов, М.В. Электротехника/М. В. Немцов, И. И. Светлаков: Учебное пособие. –Изд.2-е. –Ростов н/Д; Феникс, 2017. -571 с

Форма отчета по практическим работам

- Принципиальную электрическую схему, схему замещения, монтажную схему;
- Таблицы экспериментальных данных;
- Расчеты параметров электрических цепей;
- Векторные и волновые диаграммы, выполненные в масштабе;
- Ответы на контрольные работы.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1 Петленко, Б.И. Электротехника и электроника/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенинников и др.; Под ред. Ю. М. Инькова: Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
2. Немцов М. В., Немцова М. Л. Электротехника и электроника. Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020.
3. Б. И. Горошков, А. Б. Горошков. Электронная техника:Учебник для сред.проф. образования.- М.: Изд. центр «Академия», 2020

Дополнительная литература

1. Жаворонков, М.А.. Электротехника и электроника/ М.А.Жаворонков, А.В. Кузин: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб.заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 400с.
2. Прошин, В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике/ В.М. Прошин: Учеб.пособие для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2019.-192 с.
3. М. В. Гальперин. Электронная техника:(Профессиональное образование)-М.: ИД «ФОРУМ»; ИНФРА-М, 2018
4. Евдокимов Ф. Е. Общая электротехника. Учебник для СПО- М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 352с.
5. Панфилов Д.И., Иванов В.С., Чепурин И.Н. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Elect*R*on*I*cs Wo*R*kbench: В 2 т./ Под общей ред. Д.И. Панфилова.

Образовательные порталы:

1. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.fcior.edu.ru
2. Республиканский мультимедиацентр [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www. rnmc.ru/
3.. http://multiurok.ru/tatnikhca/files/zhurnal-dlia-laboratornykh-rabot-po-eliektrotiekhnikie.html
4. http://multiurok.ru/tatnikhca/files/tiest-po-eliektrotiekhnikie-1-siemiestr.html
5. http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.30.7
6. http://electrikpro.ru/met-metod-izm-met-el-izm-zhld.html
7. http://www.kipia.info/bibliotek/elektrotehnika-i-ele..%20/glava-3-elektricheskie-izmereniya-i-priboryi/
8. http://www.toe.stf.mrsu.ru/demoversia/book/index.htm
9. http://www.eltray.com. Мультимедийный курс «В мир электричества как в первый раз».
10. http://www.experiment.edu.ru

Порядок выполнения лабораторных работ.

1. Ознакомиться с правилами технике безопасности:

- включать стенд можно только с разрешения преподавателя;
- перед включением стенда установить ручки регулировки в крайнее левое положение;
- подключать и отключать КИП и элементы цепи только при выключенном стенде;
- ЗАПРЕЩАЕТСЯ прикасаться руками к гнездам на панели при включенном стенде;
- соединительные проводники должны быть снабжены специальными наконечниками с изолированными ручками.

2. Ознакомиться с правилами оформления лабораторной работы.

- цель работы;
- перечень оборудования;
- схема исследования;
- подготовка к работе;
- снятие параметров и характеристик объекта исследования;
- обработка и анализ результатов;
- отчет о проделанной работе.

Правила сборки электрических схем. Пред сборкой схемы необходимо определиться, на какой монтажной плате будет происходить эксперимент, далее определяем все элементы, которые входят в состав цепи (резистор, катушка индуктивности, конденсатор, КИП, источник питания и т.д.). Обратить особое внимание на правильность выбора режима измерения на приборе - мультиметр.

При сборке электрической цепи необходимо придерживаться следующих правил:

- начинать сборку необходимо с зажимов источника питания;
- в первую очередь собирать главную цепь, состоящих из последовательно соединенных элементов;
- во вторую очередь подсоединять параллельно соединенные элементы;
- разборку цепи следует осуществлять от источника питания, предварительно отключив питающее напряжение.

Содержание отчета. Отчет составляется после проведения испытаний каждой группой или учащимся, оформляется в рабочей тетради в соответствии с планом:

- наименование и цель;
- схема исследования;
- оформления таблицы;
- расчетные формулы и расчет всех опытов;
- графическая часть работы;
- ответы на контрольные вопросы (если имеются).