Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине:

**«ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

для специальности **09.02.06 Сетевое и системное администрирование**

квалификация: Сетевой и системный администратор

Челябинск,

2020 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методические рекомендации составлены в соответствии с утвержденной программой учебной дисциплины «Основы электротехники». | ОДОБРЕНО  Предметной (цикловой)  комиссией 09.02.06.  протокол № \_\_\_\_  от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Кобзева | УТВЕРЖДАЮ  Заместитель директора по НМР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю. Крашакова  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г. |

## *Составитель: Василенко И.Н.,* ***преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа.***

# СОДЕРЖАНИЕ

[Содержание 3](#_Toc30943660)

[Пояснительная записка 4](#_Toc30943661)

[Перечень лабораторных работ 5](#_Toc30943662)

[Требования к оформлению отчета 5](#_Toc30943663)

[Правила техники безопасности при выполнении 6](#_Toc30943664)

[лабораторных работ 6](#_Toc30943665)

[Описание комплекта оборудования лабораторного   
 стенда 7](#_Toc30943666)

[Лабораторная работа № 1 14](#_Toc30943667)

[Лабораторная работа № 2 18](#_Toc30943668)

[Лабораторная работа № 3 21](#_Toc30943669)

[Лабораторная работа № 4 26](#_Toc30943671)

[Лабораторная работа № 5 30](#_Toc30943674)

[Лабораторная работа № 6 34](#_Toc30943675)

[Лабораторная работа № 7 38](#_Toc30943676)

[Критерии оценивания лабораторных работ 46](#_Toc30943678)

[Информационное обеспечение обучения 46](#_Toc30943679)

[Приложение А 47](#_Toc30943680)

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации предназначены для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы электротехники» студентами специальности **09.02.06 Сетевое и системное администрирование**,квалификация: Сетевой и системный администратор.

Целью проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы электротехники» является закрепление теоретического материала и приобретение навыков по сборке электрических схем.

В методических рекомендациях приведён перечень лабораторных работ по учебной дисциплине, содержание и порядок выполнения лабораторных работ, контрольные вопросы по каждой работе.

Методические рекомендации составлены в соответствии с утвержденной программой общепрофессиональной учебной дисциплины «Основы электротехники».

В результате выполнения лабораторных работстудент должен **сформировать умения:**

* *читать электрические принципиальные схемы;*
* *собирать электрические цепи по схемам;*
* *подключать измерительные приборы в различные участки цепи;*
* *составлять электрические схемы;*

**систематизировать и закрепить знания**:

* *о назначении, устройстве и способах включения электроизмерительных приборов и основных конструктивных узлов лабораторного стенда.*

# ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |
| --- | --- |
| Вид, название и краткое содержание | Часы на выполнение работы |
| **Лабораторная работа №1.** «Знакомство с лабораторной установкой». | 2 часа |
| **Лабораторная работа №2.** «Измерение тока, напряжения и сопротивления при помощи мультиметра. Экспериментальная проверка закона Ома». | 2 часа |
| **Лабораторная работа №3.** «Исследование способов соединения резисторов». | 2 часа |
| **Лабораторная работа №4.** «Определение коэффициента магнитной связи между катушками». | 2 часа |
| **Лабораторная работа №5.** «Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Резонанс напряжений». | 2 часа |
| **Лабораторная работа №6.** «Исследование разветвлённой цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Резонанс токов». | 2 часа |
| **Лабораторная работа № 7.** «Исследование трёхфазной цепи при соединении приёмников энергии «звездой» и «треугольником»». | 2 часа |

# ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

**Каждая отчетная работа должна содержать:**

1. Номер и название лабораторной работы.

2. Цель работы.

3. Схемы опытов.

4. Таблицы с результатами измерений и расчетов.

5. Необходимые формулы и расчеты.

6. Графики и диаграммы, построенные по результатам измерений и расчетов, если это требуется по заданию.

7. Ответы на контрольные вопросы.

8. Выводы по работе.

Каждая отчетная работа должна быть аккуратно оформлена и вложена в папку с файлами. Схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ГОСТа с помощью условных обозначений. Графическая часть отчета (схемы, таблицы, графики) выполняются карандашом с применением чертежных инструментов. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК. Первый файл в папке должен содержать титульный лист установленного образца (приложение А). Каждая отчетная работа подписывается преподавателем после её защиты и хранится в папке у студента до конца текущего семестра. В конце семестра студент обязан сдать папку со всеми, подписанными работами преподавателю.

# ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студент, находясь в лаборатории**, должен:**

* Быть предельно дисциплинированным и внимательным;
* находиться непосредственно у исследуемой лабораторной установки.

Студентам **запрещается**:

1. подходить к другим установкам, распределительным щитам и пультам, делать на них какие-либо включения или переключения;
2. самостоятельно включать силовое питание лабораторных стендов;
3. подавать питание на собранную схему без проверки правильности соединений преподавателем;
4. включать схему под напряжение, если кто-нибудь касается ее неизолированной токоведущей части;
5. производить какие-либо переключения в схеме, находящейся под напряжением;
6. во время работы электрической машины касаться вращающихся частей или наклоняться к ним близко;
7. приводить в негодное состояние как отдельные комплектующие лабораторного стенда, так и весь стенд в целом;
8. уходить из лаборатории по окончании лабораторной работы, не отчитавшись о комплектности стенда и его исправности преподавателю;
9. **одежда** студента **не должна** иметь свободно свисающих концов шарфов, косынок, галстуков, а прическа или головной убор должны исключать возможность «свисания» прядей волос.

# ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

1.1 Компоновка оборудования

Общая компоновка типового комплекта оборудования в стендовом исполнении показано на рис.1. На лабораторном столе закреплена рама, в которой устанавливаются отдельные блоки. Расположение блоков жёстко не фиксировано. Оно может изменяться для удобства проведения того или иного конкретного эксперимента. Наборная панель, на которой собирается электрическая цепь из миниблоков может устанавливаться и непосредственно на столе.

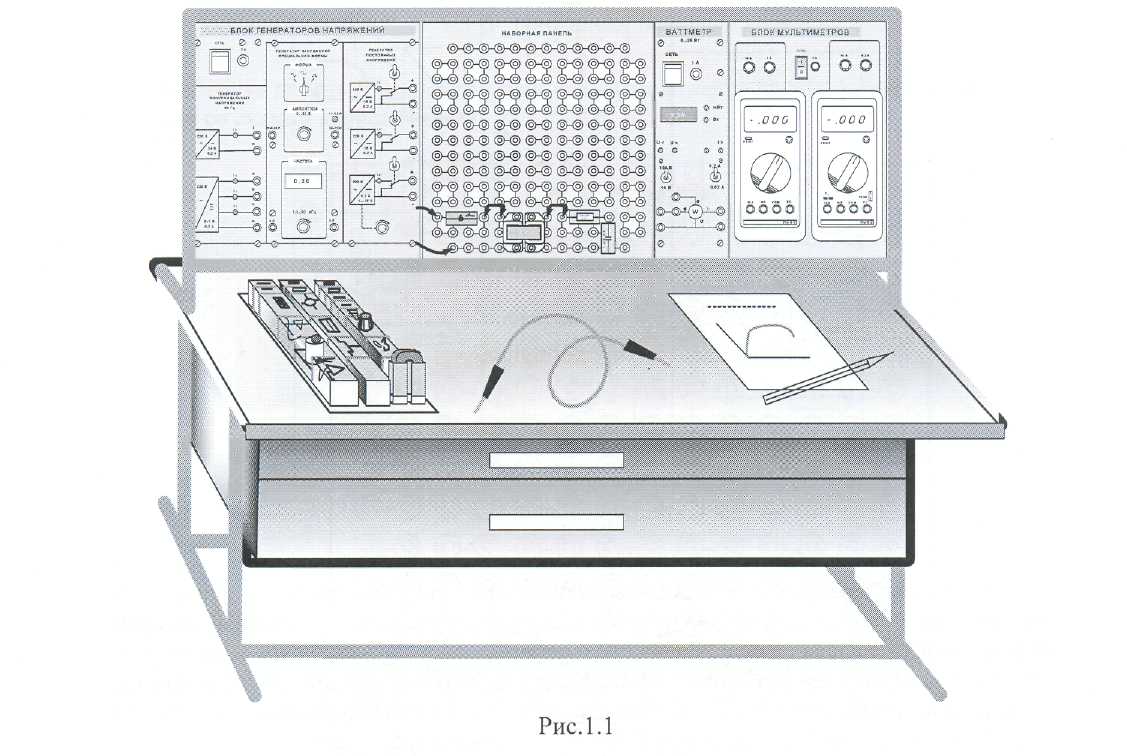


Рис. 1.

В выдвижных ящиках хранятся наборы миниблоков и устройств, соединительные провода, перемычки и кабели, методические материалы. Один из наборов миниблоков показан на рис. 1 на столе. Ящики имеют встроенные замки.

**1.2 Блок генераторов напряжений**

Лицевая панель блока генераторов напряжений показана на рис.2. Он состоит из генератора синусоидальных напряжений, генератора напряжений специальной формы и генератора постоянных напряжений.

Все генераторы включаются и выключаются общим выключателем «СЕТЬ» и защищены от внутренних коротких замыканий плавким предохранителем с номинальным током 2 А.

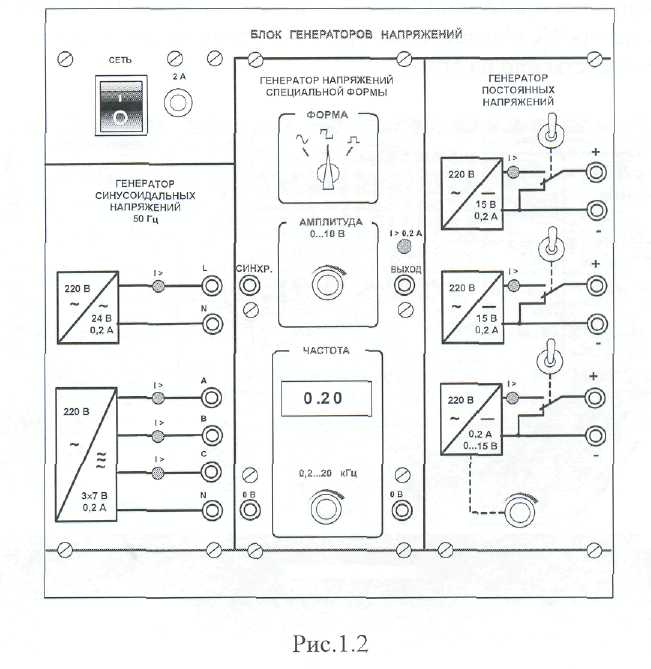


Рис.2

На лицевой панели блока указаны номинальные напряжение и ток каждого источника напряжения, а также диапазоны изменения регулируемых выходных величин. Все источники напряжений гальванически изолированы друг от друга и от корпуса блока и защищены от перегрузок и внешних коротких замыканий самовосстанавливающимися предохранителями с номинальным током 0,2 А. О срабатывании предохранителя свидетельствует индикатор «I>».

Генератор синусоидальных напряжений содержит однофазный источник напряжения 24В (вторичная обмотка питающего трансформатора 220/24 В) и трёхфазный стабилизированный по амплитуде выходного напряжения преобразователь однофазного напряжения в трёхфазное. Выходное сопротивление трёхфазного источника в рабочем диапазоне токов близко к нулю.

Генератор напряжений специальной формы вырабатывает на выходе синусоидальный, прямоугольный двухполярный или прямоугольный однополярный сигнал в зависимости от положения переключателя «ФОРМА». Выходное сопротивление генератора в рабочем диапазоне токов также близко к нулю. Между гнездами **«СИНХР»** и **«ОВ»** генератора при любом положении переключателя **«ФОРМА»** вырабатываются однополярные прямоугольные импульсы амплитудой 5В, которые можно использовать для внешней синхронизации осциллографа. Частота сигнала регулируется десятиоборотным потенциометром **«ЧАСТОТА»** и не зависит как от формы и амплитуды сигнала, так и от тока нагрузки.

Генератор постоянных напряжений содержит три источника стабилизированного напряжения 15 В, гальванически изолированных друг от друга. Выходное напряжение одного из этих источников регулируется от 0 до 15В десятиоборотным потенциометром.

Выходные сопротивления этих источников также близки к нулю и все они допускают режим работы с обратным током (режим потребления энергии). Для получения постоянных напряжений больше 15 В они могут соединяться последовательно. Для исключения источников из собранной схемы цепи используются переключатели (тумблеры).

**1.3 Наборная панель**

Наборная панель (рис.3) служит для расположения на ней миниблоков в соответствии со схемой данного опыта.

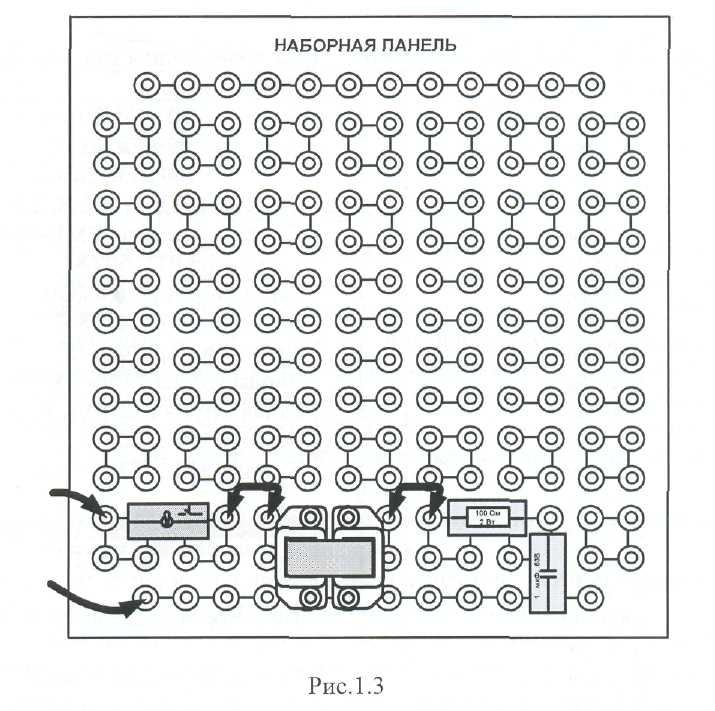


Рис. 3.

Гнёзда на этой панели соединены в узлы, как показано на ней линями. Поэтому часть соединений выполняется автоматически при установке миниблоков в гнёзда панели. Остальные соединения выполняются соединительными проводами и перемычками. Так на фрагменте цепи, показанной на рис.3, напряжение подаётся проводами через выключатель к одной из обмоток трансформатора. К другой обмотке подключены резистор и конденсатор, соединённые последовательно. Для измерения токов в ветвях цепи удаляется одна из перемычек и вместо неё в образовавшийся разрыв включается амперметр. Для измерения напряжений на элементах цепи параллельно рассматриваемому элементу включается вольтметр.

**1.4 Набор миниблоков**

Миниблоки представляют собой отдельные элементы электрических цепей (резисторы, конденсаторы, индуктивности диоды, транзисторы и т.п.), помещённые в прозрачные корпуса, имеющие штыри для соединения с гнёздами наборной панели. Некоторые миниблоки содержат несколько элементов, соединённых между собой или более сложные функциональные блоки.

На этикетках миниблоков изображены условные обозначения элементов или упрощённые электрические схемы их соединения, показано расположение выводов и приведены основные технические характеристики. Миниблоки хранятся в специальном контейнере.

Состав этого набора приведён в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование и  характеристики | Кол. | Наименование и  характеристики | Кол. |
| Резисторы МЛТ, 2 Вт, ±5% |  | Индуктивности |  |
| 10 Ом | 1 | 10мГн, 90 мА | 1 |
| 22 Ом | 2 | 40 мГн, 65 мА | 1 |
| 33 Ом | 1 | 100 мГн, 50 мА | 2 |
| 47 Ом | 1 | Тумблер МТД-1, 250 В, 2 А | 1 |
| 100 Ом | 1 | Лампа сигнальная СМН-10 55 | 1 |
| 150 Ом | 1 | Термистор РТС 50 Ом | 1 |
| 220 Ом | 1 | Термистор NTC 6,8 кОм | 1 |
| 330 Ом | 1 | Варистор S07K11, 18 В, 1 мА | 1 |
| 470 Ом | 1 | Фоторезистор СФЗ-4Б | 1 |
| 680 Ом | 1 | Диоды КД 226 (1N5408) 1А, 100 В | 6 |
| 1 кОм |  | Стабилитрон КС510А, 10 В | 1 |
| 2,2 кОм | 1 | Светодиод АЛ 307 Б | 1 |
| 4,7 кОм | 1 | Варикап KB 105А, 20 мА | 1 |
| ЮкОм | 2 |  |  |
| 22 кОм | 1 | Динистор (диодный тиристор) |  |
| 33 кОм | 1 | КН 102Б | 1 |
| 47кОм | 1 |  |  |
| 100 кОм | 2 | Тиристор триодный КУ 101Е |  |
| 1 МОм | 1 |  |  |
| Потенциометры СП4-2М |  | Транзисторы биполярные |  |
| 1 кОм | 1 | КТ502 Г (рпр) | 1 |
| ЮкОм | 1 | КТ503 Г (прп) | 2 |
| Конденсаторы К-73-9, 100 В |  |  |  |
| 0,01 мкФ | 1 | Транзисторы униполярные |  |
| 0,1 мкФ | 1 | КП ЗОЗЕ (с каналом т-типа) | 1 |
| Конденсаторы К73-17, 63 В |  | КП101Е (с каналом р-типа) | 1 |
| 0,22 мкФ | 1 |  |  |
| 0,47 мкФ | 1 | Транзистор однопереходный |  |
| 1 мкФ | 1 | КТ117Г | 1 |
| Конденсаторы электролитические |  |  |  |
| SR-63B, ЮмкФ | 1 | Операционный усилитель |  |
| SR-63B, 100 мкФ | 1 | КР140УД608А | 1 |
| SR-35В,470мкФ | 1 |  |  |

**1.5 Набор трансформаторов**

Набор трансформаторов включает в себя четыре разборных трансформатора, вы­полненных на разъёмных U-образных сердечниках из электротехнической стали с толщиной листа 0,08 мм. Сечение сердечника 16x12 мм. На трёх трансформаторах уста­новлены катушки 900/300 витков, на четвёртом 100/100 витков, однако они легко пере­ставляются. Номинальные параметры трансформаторов при частоте 50 Гц приведены в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| w | UH,B | IH, mA | R, Ом | SH,BA |
| 100 | 2,33 | 600 | 0,9 | 1.4 |
| 300 | 7 | 200 | 4,8 | 1,4 |
| 900 | 21 | 66,7 | 37 | 1,4 |

**1.6 Блок мультиметров**

Блок мультиметров предназначен для измерения напряжений, токов, сопротивле­ний, а также для проверки диодов и транзисторов. Общий вид блока представлен на рис.4. В нём установлены три серийно выпускаемых мультиметра MY60, MY62 илиMY64. Подробная техническая информация о них и правила применения приводятся в руководстве по эксплуатации изготовителя. В блоке установлен источник питания мультиметров от сети с выключателем и предохранителем на 1 А. На лицевую панель блока вынесены также четыре предохранителя защиты токовых цепей мультиметров.

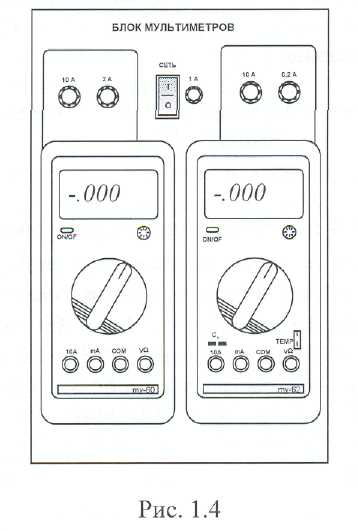


Рис. 4.

**1.7 Ваттметр**

Ваттметр предназначен для измерения активной мощности в цепях постоянного и переменного тока.

Его принцип действия основан на перемножении мгновенных значений тока и напряжения и отображении среднего значения этого произведения на дисплее прибора в цифровом виде.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

**Знакомство с лабораторной установкой**

**Цель работы:**

1. Ознакомление с лабораторией ТОЭ и лабораторным стендом

2. Ознакомление с организацией проведения лабораторных работ

3. Изучение правил поведения в лаборатории и правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** устройство лабораторного стенда;

**-** правила техники безопасности и поведения в лаборатории;

**уметь:**

**-** производить включение в сеть и отключение основных блоков лабораторного стенда

**Оборудование:** лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

Лабораторные работы являются одним из видов практического обучения.

Их цель закрепить теоретические знания, проверить на опыте некоторые положения теории и законы электротехники, приобрести практические навыки в сборке электрических цепей, в проведении эксперимента, научиться пользоваться простейшими электроизмерительными приборами и аппаратами.

Вдумчивое отношение к лабораторной работе позволит студентам сделать правильные выводы, проанализировать результаты выводов опыта, научиться самостоятельно разрешать некоторые несложные задачи исследовательского характера.

Прежде чем приступить к сборке электрической цепи следует выбрать необходимые приборы и аппараты. В описании каждой лабораторной работы производится порядок проведения опыта и перечень необходимой аппаратуры.

**1. Знакомство с лабораторной установкой**

Знакомство с лабораторной установкой включает в себя экскурсию по лаборатории ТОЭ, в ходе которой преподаватель знакомит студентов с лабораторным стендом и его основными блоками. Кроме того, студент может самостоятельно изучить компоновку и назначение оборудования, воспользовавшись описанием комплекта типового лабораторного оборудования, приведённым в данном методическом пособии.

**2. Порядок проведения работ**

**2.1 Сборка электрической цепи**

Сборку электрической цепи должен вести только один человек, другие члены бригады контролируют его, подают ему провода, выполняют мелкие поручения. Возьмем за правило: при подключении любого элемента, входом его считать левую (верхнюю) клемму, а выходом - правую (нижнюю). Это правило в значительной мере предупредит ошибки. После сборки электрической цепи необходимо показать её преподавателю для проверки.

**2.2 Включение электрической цепи**

Чтобы обеспечить минимальную силу тока в цепи, перед включением цепи движки реостатов следует установить в такое положение, чтобы сопротивление было максимальным, катушку, если она есть в схеме, нужно полностью надеть на сердечник.

Переключатели многопредельных приборов следует поставить на больший предел, проверить, чтобы указатель рукоятки регулятора напряжения, если он предусмотрен схемой, находился на нулевой отметке. После этого схему включают и наблюдают за показаниями приборов, медленно увеличивают напряжение на входе схемы до нужной величины. Если при этом амперметр показывает «0», то это значит, что в неразветвленной цепи имеется обрыв или неправильно подключен прибор. А если, даже при малом напряжении, амперметр «зашкаливает», то это указывает на короткое замыкание в цепи.

**2.3 Проведение опыта**

Если цепь исправна, то можно приступить к проведению опыта. Сначала выполняем *пробный опыт:* все действия согласно порядку работы, но без записи результатов. Такое опробование необходимо, чтобы убедиться, что приборы выбраны правильно, а если есть необходимость, то изменить, подбирая более подходящий предел измерения. Пробный опыт нужно делать каждый раз, чтобы избежать напрасной траты времени и сил, уменьшить погрешность измерений.

Обязанности в бригаде лучше разделить. Один человек должен изменять параметры электрической цепи, а также наблюдать за показаниями амперметров; другой – измерять напряжения; третий − записывать результаты измерений в таблицу. В ходе проведения эксперимента необходимо записывать значения измеряемой величины; измерения следует производить равномерно по всему диапазону, включая начальную, конечную точки. Показания следует снимать внимательно и одновременно. По окончании эксперимента нужно проанализировать полученные данные и проверить правильность отсчета измеренных величин. Это можно сделать несколькими способами:

* проверить правильность измерений по законам Кирхгофа;
* по характеру изменения токов и напряжений;
* по балансу мощностей.

Не торопитесь разбирать цепь. Покажите сначала свои результаты преподавателю для проверки, т.к. может случиться, что придется делать всю работу заново.

**3. Правила техники безопасности при выполнении**

**лабораторных работ**

1. Перед началом сборки цепи следует убедиться в том, что выключатель находится в отключенном состоянии.

2. Не допускается использование приборов и аппаратов с неисправными клеммами, неисправными тумблерами, реостатами и т.д.

3. Собранная цепь должна быть проверена преподавателем и может включаться только после его разрешения.

4. Перед включением цепи следует убедиться, что никто не прикасается к оголенным токоведущим частям.

5. Все необходимые переключения нужно производить только при выключенном напряжении.

6. Если во время работы возникает какое-либо повреждение, надо быстро выключить напряжение и сообщить преподавателю о случившемся.

7. Если кто-то попадает под напряжение и не может сам оторваться от токоведущих частей, то не пытайтесь оттащить его - вы сами будете поражены током, быстро отключите напряжение. Сообщите преподавателю о случившемся.

8. Студенты допускаются к лабораторным работам после ознакомления

с настоящими правилами, что должно быть зафиксировано в специальном журнале.

9. Разборка электрической цепи может производиться только после отключения всех источников питания, с разрешения преподавателя.

10. Учащиеся, нарушившие правила ТБ, отстраняются от выполнения лабораторных работ, допуск на последующие лабораторные работы осуществляется только после разрешения заведующего отделением.

**Контрольные вопросы**

1. Из каких блоков состоит лабораторный стенд? Их назначение.
2. Возможных неисправности электрической цепи и их признаки при её включении в сеть
3. Что называется пробным опытом и как он проводится?
4. Распределение обязанностей в бригаде при сборке схемы и снятии показаний приборов.
5. Способы проверки результатов измерений.
6. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

**Измерение тока, напряжения и сопротивления при помощи мультиметра.**

**Экспериментальная проверка закона Ома**

**Цель работы:**

1. Изучить порядок работы с мультиметром и схемы его включения в цепь для измерения различных величин

2. Изучить правила безопасной работы с мультиметром

3. Убедиться в справедливости закона Ома при помощи эксперимента

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** функциональное назначение мультиметра;

**-**значения цифровых и буквенных символов на корпусе прибора;

**уметь:**

**-** производить измерения тока, напряжения и сопротивления.

- рассчитывать ток и напряжения на участках цепи при помощи закона Ома

**Оборудование:** лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

**2.1 Закон Ома**

Закон Ома выражает математические соотношения между   
напряжением **U**( В), током **I**(А), и сопротивлением на участке цепи с сопротивлением**Ri**(Ом):

**I = Ui/Ri, Ui = IRi,Ri=Ui/I,**

где: I – ток в неразветвленной цепи, А;

U**i** – напряжение i**-**участка цепи, В;

R**i** – сопротивление i**-**участка цепи, Ом.

В замкнутой цепи сила тока**I**,(А) прямо пропорциональна ЭДС источника **Е**,( В) и обратнопропорциональна полному сопротивлению цепи

:

**I =**

**2.2 Порядок работы с мультиметрами и правила их включения в цепь**

До подключения мультиметра к цепи необходимо выполнить следующие операции:

1. выбор измеряемой величины: - V, ~ V, - А, ~ А, Ω.
2. выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
3. правильное подсоединение зажимов мультиметра к исследуемой цепи.  
   Присоединение мультиметра как вольтметра, амперметра и омметра показано на рис. 2.1.

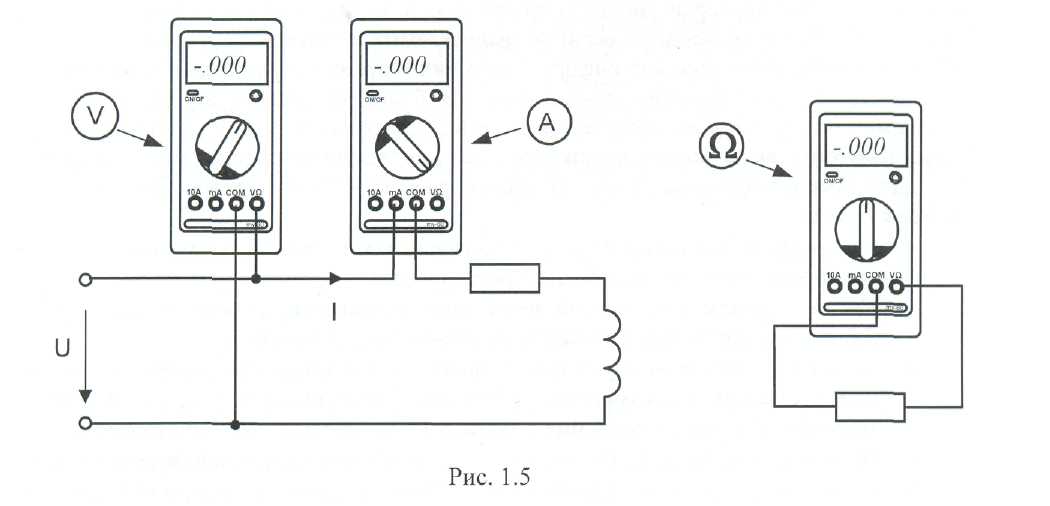


Рис.2.1.

Для обеспечения надёжной длительной работы мультиметров соблюдайте следующие правила:

1. Не превышайте допустимых перегрузочных значений, указанных в заводской инструкции для каждого рода работы.
2. Когда порядок измеряемой величины неизвестен, устанавливайте переключатель пределов измерения на наибольшую величину.
3. Перед тем, как повернуть переключатель для смены рода работы (не для изменения предела измерения!), отключайте щупы от проверяемой цепи.
4. Не измеряйте сопротивление в цепи, к которой подведено напряжение.
5. Не измеряйте ёмкость конденсаторов, не убедившись, что они разряжены.
6. Мультиметр MY60 защищен предохранителем 2А, который не может перегореть от токов, создаваемых источниками данного стенда.

**Порядок проведения работы**

**Задание**

* Поскольку используемый источник питания стабилизирован (что означает равенство нулю его собственного внутреннего сопротивления), то он должен быть дополнен сопротивлением Rbh= 22 Ома.
* Для определения ЭДС источника Е необходимо измерить напряжение на его разомкнутых выводах.
* По результату измерения ЭДС и номиналам сопротивлений (Rн=150 Ом и Rbh= 22 Ома) рассчитайте ток в цепи и напряжения на её участках, применяя закон Ома.

• Соберите цепь согласно схеме (рис. 2.2): Rн=150 Ом; Е =15В.

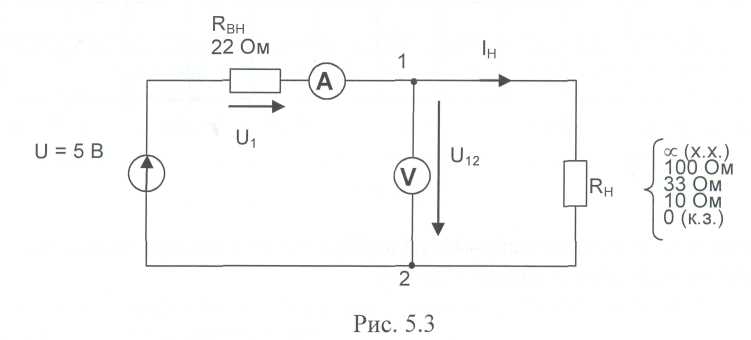


Рис. 2.2

* Для измерения тока в цепи Iни напряжения U12 на Rн  нужно подключить амперметр и вольтметр так, как показано на схеме на Рис. 2.2.
* Для измерения напряжения U1  нужно подключить вольтметр параллельно Rвн.
* Измерьте сопротивления Rbhи Rн, подключив их к мультиметру, как показано на Рис. 2.1.(Ω).
* Результаты измерений и расчётов занесите в табл. 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряемые величины | Е, В | U12, В | Iн, А | U1, В | Rbh | Rh |
| Результаты расчёта |  |  |  |  |  |  |
| Результаты измерений |  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Какие величины связывает закон Ома?
2. Какие величины и как измеряют при помощи мультиметра?
3. Что обозначают символы - V, ~ V, - А, ~ А и Ω на переключателе мультиметра?
4. Что обозначают цифры на переключателе мультиметра?
5. Схема включения мультиметра в электрическую цепь для измерения тока.
6. Схема включения мультиметра в электрическую цепь для измерения напряжения.
7. Схема включения мультиметра в электрическую цепь для измерения сопротивления.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

**Исследование способов соединения резисторов**

**Цель работы**:

1. Освоить методику сборки электрической цепи по схеме.

2. Опытным путём проверить основные законы электротехники.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** основные законы электротехники

**уметь:**

**-** собирать электрические цепи по схемам;

**-**производить измерения тока и напряжения при помощи мультиметра

**Оборудование:**  лабораторный стенд.

**3.1 Исследование электрической цепи с последовательным соединением резисторов**

**Краткие теоретические сведения**

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены последовательно (рис. 5.1), по ним проходит один и тот же ток. Величина тока определяется приложенным на­пряжением U и суммарным сопротивлением ΣR:

I = U / ΣR,

где ΣR = R1 + R2 + R3.

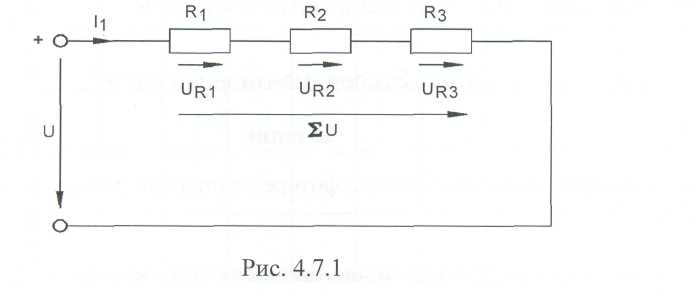


Рис. 3.1

На каждый отдельный резистор при этом приходится некоторое частичное напряжение. Сумма частичных напряжений в соответствии со вторым законом Кирхгофа равна полному приложенному напряжению:

**I∙R1**+ **I∙R2**+ **I∙R3**= **U.**

**Порядок проведения работы 3.1**

**Задание**

Измеряя токи и напряжения, убедитесь, что ток одинаков в любой точке последовательной цепи и что сумма частичных напряжений равна напряжению, приложенному ко всей цепи.

**Порядок выполнения эксперимента**

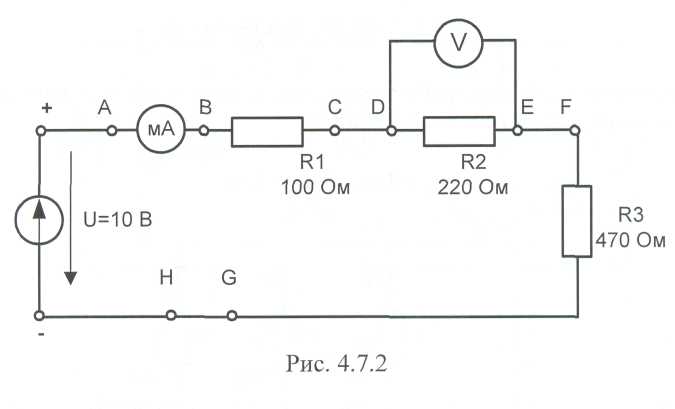
1. Соберите цепь согласно схеме (рис. 3.2), вставив перемычки между точками **А-В, C-D, E-F** и **G-H.**

Рис. 3.2

Поочередно удаляя перемычки и включая на их место амперметр (мультиметр), измерьте токи вдоль всей последовательной цепи.

1. Затем измерьте частичные напряжения (падения напряжения) между точками В - С, D - Е, F - G, а также полное напряжение цепи между точками В - G. Все измеренные величины занесите в табл. 3.1.

•Рассчитайте сопротивления всех участков цепи и полное сопротивление цепи по закону Ома **R = U /I** и занесите результаты в табл. 3.2.

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ток,** мА | | | | **Падения напряжения, В** | | | **Полное напряжение, В** |
| Точки цепи | | | | Точки цепи | | | Точки цепи |
| IА-В | IC-D | IE-F | IH-G | UВ-С | UD-E | UF-G | UB-G |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 3.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rbc, Ом | Rde, Ом | Rfg, Ом | Rполн, 0м |
|  |  |  |  |

• Проверьте выражение: Rэ = Rbc+ Rde+ Rfg.

**3.2 Исследование электрической цепи с параллельным соединением**

**резисторов**

**Краткие теоретические сведения**

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены параллельно (рис.3.3), все они находятся под одинаковым напряжением:

U = UR1 = UR2 = UR3

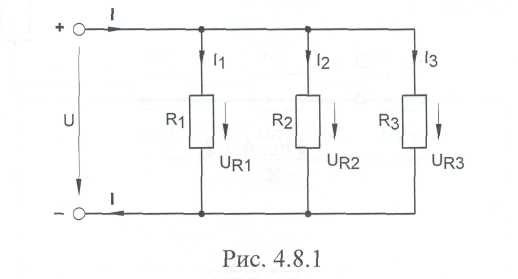


Рис.3.3

В каждой ветви цепи протекает свой ток. Сумма токов всех ветвей в соответствии с первым законом Кирхгофа равна полному току:

I = I1 + I2 + I3.

Величина тока ветви зависит от приложенного напряжения и сопротивления данной ветви:

I1 = U/R1**;** I2 = U/R2; I3 = U/R3.

Ток в неразветвленной части цепи зависит от приложенного напряжения и эквивалентного сопротивления цепи

I = U / RЭ.

Для вычисления эквивалентного сопротивления цепи служит формула

RЭ = 1 / (1 / R1 + 1 / R2+ 1 / R3).

Для цепи с двумя параллельно соединенными резисторами:

**RЭ**= **R1∙ R2/** (**R1 + R2).**

**Порядок проведения работы 3.2**

**Задание**

Измеряя напряжения и токи, убедитесь, что напряжение, прикладываемое к каждому резистору, одинаково и что сумма токов ветвей равна полному току цепи.

**Порядок выполнения эксперимента**

• Соберите цепь согласно схеме (рис. 3.4), вставив перемычки между точками **А - В**, **C-D**, **E-F**, **G - Н** и **L - К**. Подайте постоянное напряжение 10 В на вход цепи.

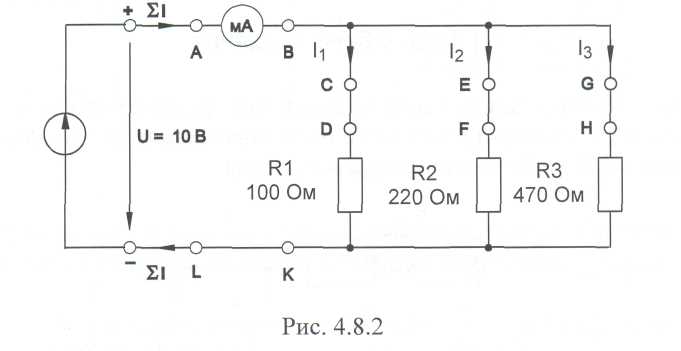


Рис. 3.4

• Поочередно удаляя перемычки и включая мультиметр в разрывы между точками **А -В**, **С - D**, **Е - F**, **G - Н** и **L - К**, измерьте токи в соответствующих ветвях.

• Затем, измерьте напряжения на резисторах R1, R2, и R3 (между точками D - К, F - К, Н-К).

• Занесите измеренные величины в табл.3.3.

Таблица 3.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Напряжения, В** | | | **Токи ветвей, мА** | | | **Полный ток цепи, мА** | |
| Точки измерения | | | Точки измерения | | | Точки измерения | |
| D-K **(Ur1)** | F-K  (UR2) | Н-К  **(Ur3)** | **I**C-D | **I**E-F | **I**G-H | **I**А-В | **I**L-K |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

• Рассчитайте сопротивления всех участков цепи и полное сопротивление цепи по закону Ома R = U /I и занесите результаты в табл. 3.4

Таблица 3.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| R1, Ом | R2, Ом | R3, Ом | Rэ, Ом |
|  |  |  |  |

• Проверьте выражение: **1** / **RЭ** = **1/R1**+ **1/R2**+ **1/ R3.**

**Контрольные вопросы**

1. Какое соединение приёмников называют последовательным?
2. Как определить эквивалентное сопротивление цепи при последовательном соединении приёмников?
3. Каковы падения напряжения по отношению к сопротивлениям соответст­вующих резисторов?
4. Какое соединение приёмников называют параллельным?
5. Как определить эквивалентное сопротивление цепи при параллельном соединении приёмников?
6. Каковы токи ветвей по отношению к сопротивлениям этих ветвей?
7. Показать по результатам измерений, как выполняются законы Кирхгофа.
8. Показать по результатам измерений, как выполняется закон Ома.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

**Определение коэффициента магнитной связи**

**между катушками**

**Цель работы**:

1. Определение коэффициента магнитной связи катушек с различными сердечниками.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** устройство и принцип действия трансформатора

**уметь:**

**-**производить измерения тока и напряжения при помощи мультиметра;

**Оборудование:** лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

Трансформатор состоит из двух или большего числа катушек (обмоток), магнитная связь между которыми обеспечивается с помощью ферромагнитного сердечника.

Трансформаторы используются для преобразования и согласования напряжений, токов и сопротивлений, а также для развязывания электрических цепей (гальваническая развязка).

В идеальном трансформаторе потребляемая им мощность равна мощности, отдаваемой в нагрузку. В реальности, однако, имеют место потери мощности в меди обмоток (в омических сопротивлениях обмоток) и в сердечнике трансформатора, поэтому резистору нагрузки отдается только часть потребляемой трансформатором мощности.

*Коэффициент магнитной связи.* Чтобы обеспечить требуемую магнитную связь между первичной и вторичной обмотками трансформатора, их помещают на общем сердечнике (рис. 4.1).

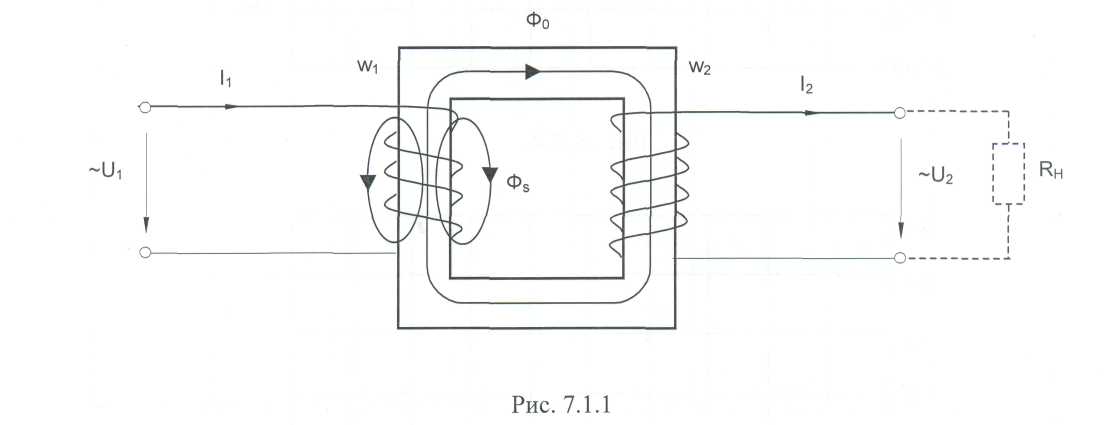


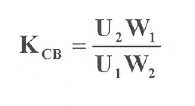
Рис. 4.1

Когда по первичной обмотке W1 протекает ток I1, то большая часть создаваемого им магнитного потока Ф0 сцепляется также и с витками вторичной катушки W2. Однако часть создаваемого первой катушкой потока Фs замыкается, минуя вторую катушку. Эта часть потока называется потоком рассеяния.

Отношение

КСВ = Ф0 / (Ф0+ Фs)

называется коэффициентом магнитной связи. Его можно выразить через напряжения U1 и U2 при холостом ходе и число витков:



В идеальном трансформаторе коэффициент связи стремится к единице, однако равным или больше единицы он быть не может.

Во избежание искажения сигналов при их трансформировании и для исключения преждевременного магнитного насыщения материала сердечника постоянным током иногда в сердечнике создают зазор из неферромагнитного материала. Но тогда коэффициент связи уменьшается.

**Порядок проведения работы**

**Задание**

Измеряя напряжения, определите коэффициент магнитной связи между катушками

* при наличии замкнутого сердечника;
* при наличии сердечника с зазором;
* при наличии половины сердечника;
* при отсутствии сердечника

**Порядок выполнения эксперимента**

• Подсоедините источник синусоидального напряжения к выводам первичной обмотки согласно схеме (рис. 4.3) и установите напряжение U1 = 6..7 В, f = 1 кГц.

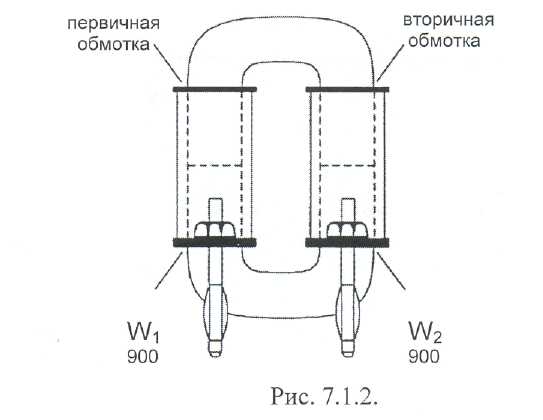
• Разместите первичную и вторичную катушки, имеющие по 900 витков каждая, на разъемном сердечнике, состоящем из двух половин, как показано нарис. 4.2.

Рис. 4.2.

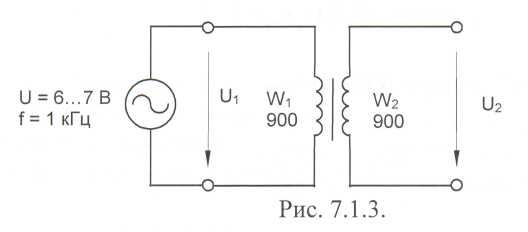


Рис. 4.3

•Измерьте мультиметром первичное и вторичное напряжения и занесите результат в таблицу 4.1(строка «При наличии замкнутого сердечника»). Вычислите Ксв.

* Для образования зазора в магнитопроводе поместите квадратики плотной бумаги между верхней и нижней половинами разъемного сердечника и повторите опыт.

•Удалите одну подкову разъемного сердечника и снова повторите измерения.

•Удалите сердечник полностью и заполните последнюю строку табл. 4.1.

Таблица 4.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **U1;в** | **U2, в** | **Ксв = U2/U1** |
| При наличии замкнутого сердечника |  |  |  |
| При наличии сердечника с воздушным зазором |  |  |  |
| При наличии половины сердечника |  |  |  |
| При отсутствии сердечника |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Что называется трансформатором?

2. Устройство трансформатора.

3. Что такое магнитная связь?

4. Почему изменяется вторичное напряжение?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

**Исследование неразветвлённой цепи переменного тока с активным**

**сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Резонанс напряжений**

**Цель работы**:

1. Исследовать неразветвлённую электрическую цепьпеременного тока.

2. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для каждого режима работы.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** основные законы электротехники

**уметь:**

**-** собирать электрические цепи по схемам;

**-**производить измерения тока и напряжения при помощи мультиметра;

- строить векторные диаграммы

**Оборудование:**  лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

Когда по цепи (рис. 5.1) с последовательным соединением конденсатора и катушки индуктивности протекает один и тот же синусоидальный ток I, напряжение на конденсаторе Uc отстает от тока I на 90°, а напряжение на катушке индуктивности Ul опережает ток на 90°. Эти напряжения находятся в противофазе (повернуты относительно друг друга на 180°).

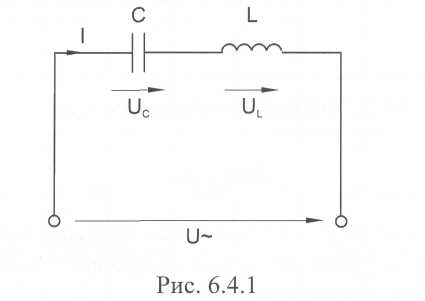


Рис. 5.1

Если одно из напряжений больше другого, цепь оказывается либо преимущественно индуктивной (рис. 5. 2), либо преимущественно емкостной (рис. 23.3). Если напряжения Ulи Ucимеют одинаковые значения и компенсируют друг друга, то суммарное напряжение на участке цепи L - С оказывается равным нулю. Остается только небольшая составляющая напряжения на активном сопротивлении катушки и проводов. Такое явление называется ***резонансом напряжений*** (рис. 5.4).

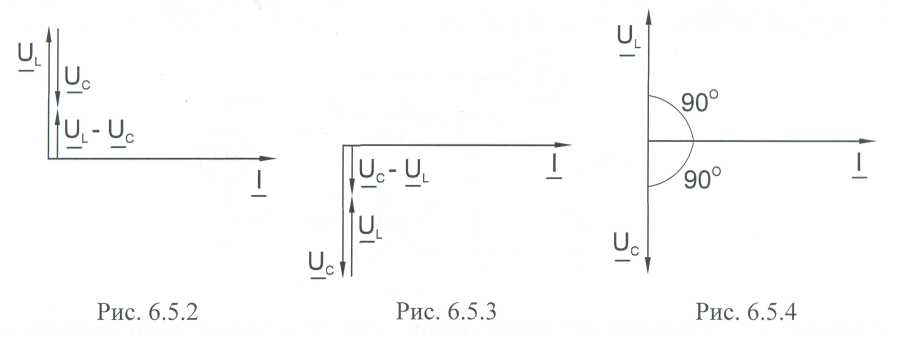


Рис. 5.2 Рис. 5.3 Рис. 5.4

При резонансе напряжений реактивное сопротивление цепи

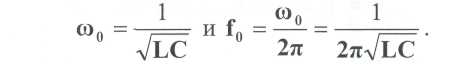
X = XL-XC

оказывается равным нулю. При заданных значениях L и С резонанс может быть получен путем изменения частоты.

Поскольку Xl= ωL**,** а Хс = 1 / ωС, то резонансная частота ω0 может быть опре­делена из уравнения:

ω0**L** - 1 / ω0**С** = 0,

откуда



Полное сопротивление цепи при резонансе оказывается равным небольшому активному сопротивлению катушки, поэтому ток в цепи совпадает по фазе с напряжением и может оказаться довольно большим даже при маленьком приложенном напряжении. При этом напряжения Ul и Ucмогут существенно (в десятки раз!) превышать приложенное напряжение.

**Порядок проведения работы**

**Задание**

Для цепи с последовательным соединением конденсатора и катушки индуктивности измерьте действующие значения тока **I** и напряжений **U, Uc, Ul** при ω= ω0**,** ω**<** ω0иω**>** ω0**.** Постройте векторные диаграммы.

**Порядок выполнения работы**

• Соберите цепь согласно схеме (рис. 5.5), подсоедините регулируемый источник синусоидального напряжения и установите напряжение на его входе 2В и частоту 500 Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 витков, вставив между подковами разъемного сердеч­ника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

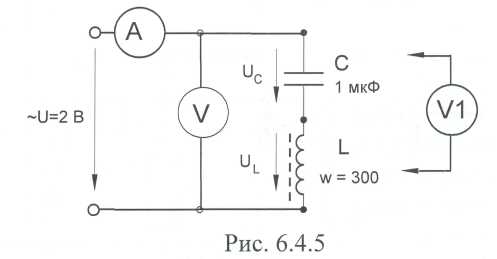


Рис. 5.5

1. Изменяя частоту приложенного напряжения, добейтесь резонанса по максимальному току.
2. Произведите измерения и запишите в табл. 5.1 результаты измерений при резонансе **f= fo,** при **f1 = 0,75f0**и **f2 = l,25f0.**

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I, мА | U, в | UL,B | UC,B |
| f0 = |  |  |  |  |
| f1 = |  |  |  |  |
| f2 = |  |  |  |  |

• Постройте в одинаковом масштабе векторные диаграммы на рис. 5.6 для каждого из рассмотренных случаев.

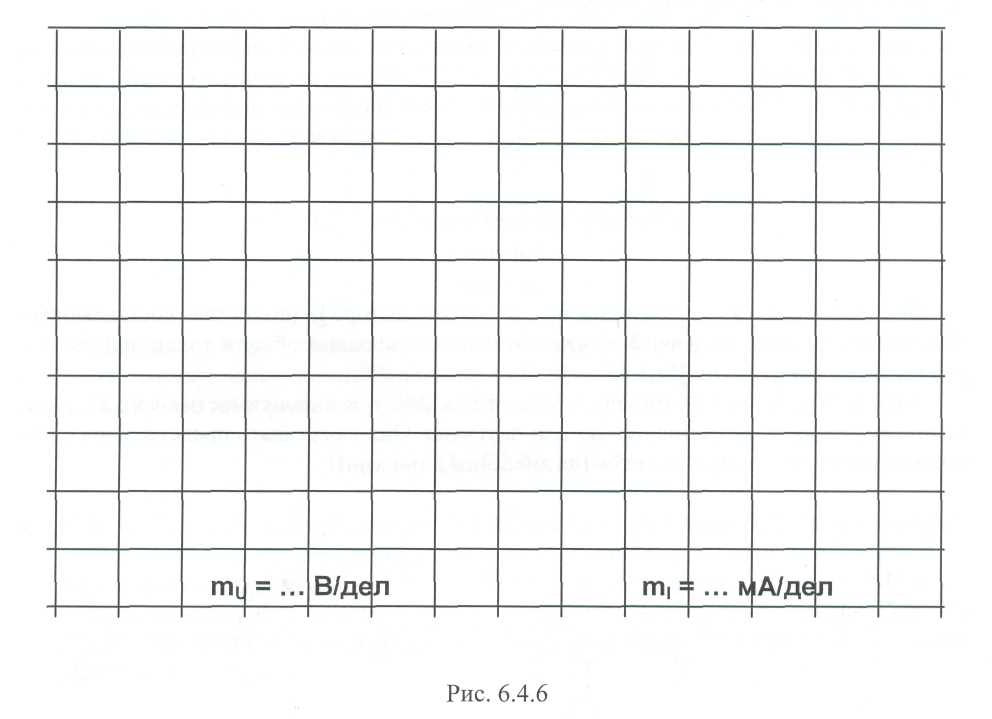


Рис. 5.6

**Контрольные вопросы**

1. В какой цепи может возникнуть резонанс напряжений и что для этого

необходимо?

1. Какая частота называется резонансной?
2. При каком условии напряжение на ёмкости в последовательной цепи с

параметрами R, L, С будет наибольшим?

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

**Исследование разветвлённой цепи переменного тока с активным**

**Сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Резонанс токов**

**Цель работы**:

1. Исследовать разветвлённую электрическую цепь переменного тока.

2. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для каждого режима работы.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** основные законы электротехники

**уметь:**

**-** собирать электрические цепи по схемам;

**-** производить измерения тока и напряжения при помощи мультиметра;

**-** строить векторные диаграммы ;

**Оборудование:** лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

Когда к цепи (рис. 6.1) с параллельным соединением конденсатора и катушки индуктивности подается переменное синусоидальное напряжение U, одно и то же напряжение приложено к обоим элементам цепи.

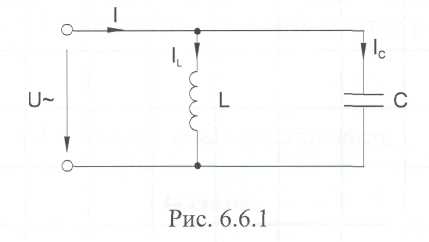


Рис. 6.1

Общий ток цепи I разветвляется на ток в конденсаторе Iс (емкостная составляющая общего тока) и ток в катушке IL(индуктивная составляющая общего тока), причем ток ILотстает от напряжения U на 90°, а Iс опережает на 90°.

Токи Iс и ILимеют противоположные фазы (1800) ив зависимости от их величин компенсируют друг друга полностью или частично. Они могут быть представлены с по­мощью векторных диаграмм токов (рис. 6.2 - 4).

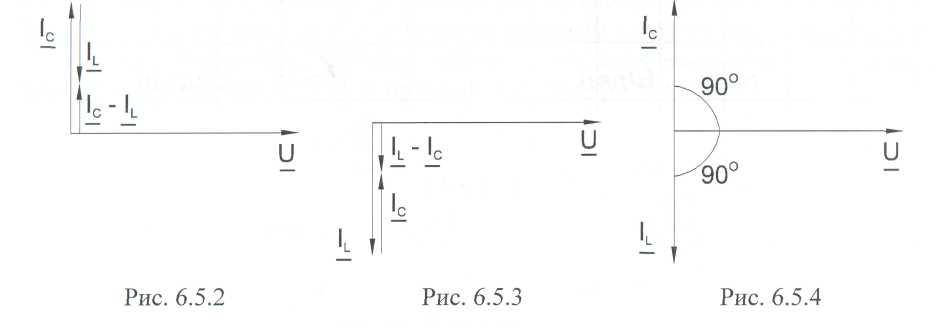


Рис. 6.2 Рис. 6.3 Рис. 6.4

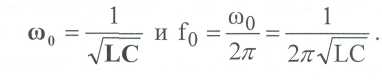
Когда Ic>IL,т.е. преобладает ток конденсатора, общий ток цепи I является по характеру емкостным и опережает напряжение U на 90° (рис. 6.2).

Когда Ic<IL, т.е. преобладает ток катушки, общий ток цепи I является индуктивным и отстает от напряжения U на 90° (рис.6.3).

Когда же Ic = IL и общий ток цепи равен нулю, имеет место ***резонанс токов*** (векторная диаграмма рис. 6.4).

Эти рассуждения приведены в пренебрежении потерями активной мощности в конденсаторе и катушке.

При резонансе токов реактивная проводимость цепи В = Bl- Bс равна нулю. Резонансная частота определяется из уравнения



Полная проводимость при резонансе токов оказывается близкой к нулю. Остается нескомпенсированной лишь небольшая активная проводимость, обусловленная активным сопротивлением катушки и несовершенной изоляцией конденсатора. Поэтому ток в неразветвленной части цепи имеет минимальное значение, тогда как токи IL и Iсмогут превышать его в десятки раз.

**Порядок проведения работы**

**Задание**

Для цепи с параллельным соединением конденсатора и катушки индуктивности измерьте действующие значения напряжения U и токов I, Iс и ILпри ω= ω0**,** ω**<** ω0иω**>** ω0**.** Постройте векторные диаграммы.

**Порядок выполнения работы**

• Соберите цепь согласно схеме (рис. 6.5), предусмотрев в ней перемычки для измерения токов. Включите регулируемый источник синусоидального напряжения и ус­тановите его параметры: U = 7 В, f = 500 Гц. В качестве индуктивности с малым активным сопротивлением используйте катушку трансформатора 300 витков, вставив между подковами разъемного сердечника полоски бумаги в один слой (немагнитный зазор).

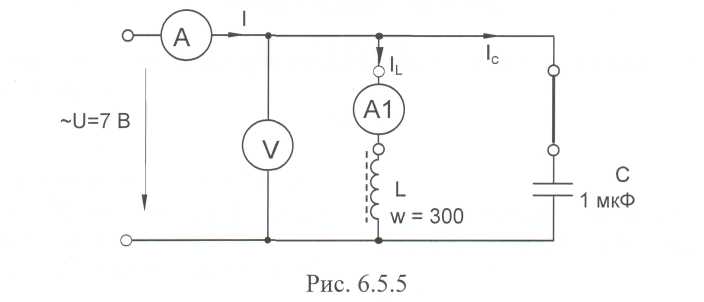


Рис. 6.5

• Изменяя частоту приложенного напряжения, добейтесь резонанса по минимальному току I.

• Произведите измерения и запишите в табл. 6.1 результаты измерений при резо­нансе **f=fo,** при **f1 = 0,75f0**и**f2= l,25f0.**

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | U,B | I, mA | I L, mA | Ic, mA |
| **f0 =** |  |  |  |  |
| **f1 =** |  |  |  |  |
| **f2 *=*** |  |  |  |  |

• Постройте в одинаковом масштабе векторные диаграммы на рис. 6.6 для каждого из рассмотренных случаев.

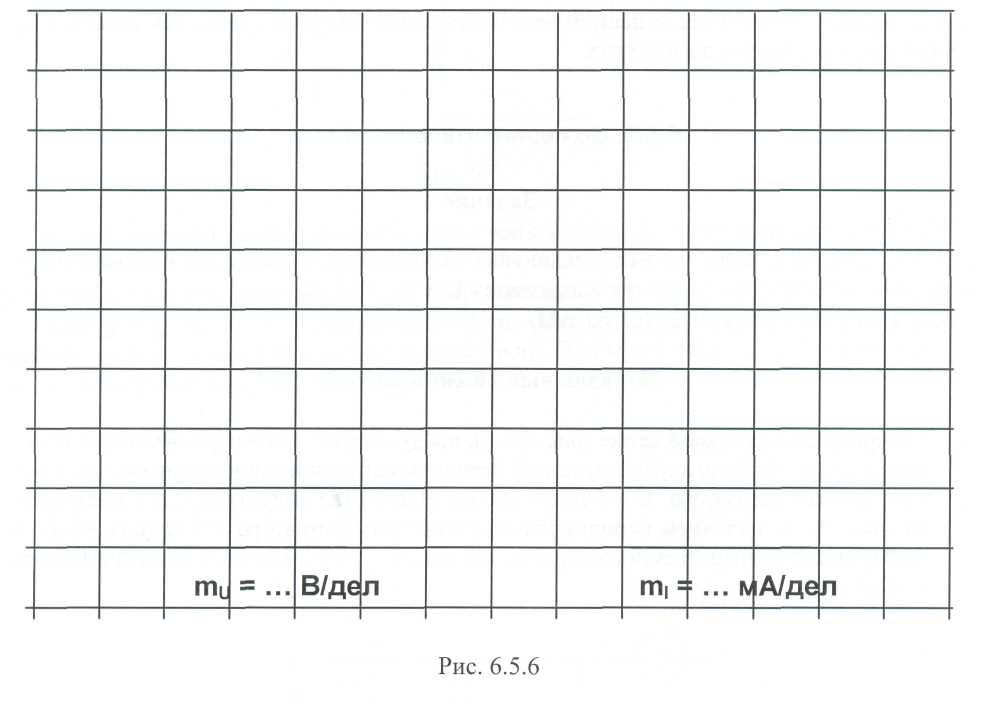


Рис. 6.6

**Контрольные вопросы**

1. По каким формулам определяются активная и реактивная проводимости ветвей?

2. Что такое емкостное сопротивление и как оно определяется?

3. Какой режим цепи при параллельном соединении элементов называется резонансом токов?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

**Исследование трёхфазной цепи при соединении приёмников энергии «звездой» и «треугольником»**

**Цель работы**:

1. Освоить методику сборки электрической цепи по схеме.

2.Опытным путём проверить основные соотношения присоединении приёмников энергии «звездой» и «треугольником».

3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для каждого режима работы.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

**знать:**

**-** основные соотношения при соединении приёмников энергии «звездой»

**уметь:**

**-** собирать электрические цепи по схемам;

**-** производить измерения тока и напряжения при помощи мультиметра

**-** строить векторные диаграммы

**Оборудование:** лабораторный стенд.

**Краткие теоретические сведения**

Если нагрузка (приемники) соединена в трехфазную цепь по схеме «звезда» (рис. 7.1), то к сопротивлениям нагрузки приложены фазные напряжения. Линейные токи равны фазным и определяются по закону Ома:



а ток в нейтрали равен векторной сумме этих токов:

**IN= IА + IВ +IС.**

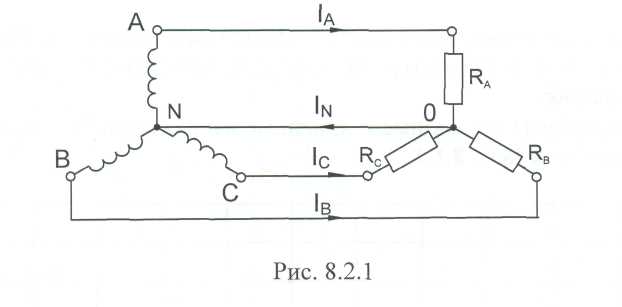


Рис. 7.1

При симметричных напряжениях Ua, Ub, Ucи одинаковых сопротивлениях Ra= Rb= RС = R токи Ia, Ib, Icтакже симметричны и их векторная сумма (In) равна нулю. То­гда



Если же сопротивления фаз нагрузки неодинаковы, то через нулевой провод протекает некоторый ток In≠0, а в схеме без нейтрали происходит смещение точки 0 на векторной диаграмме напряжений. Это поясняется на векторных диаграммах (рис.7.2).

*а) симметричная нагрузка б) несимметричная нагрузка*

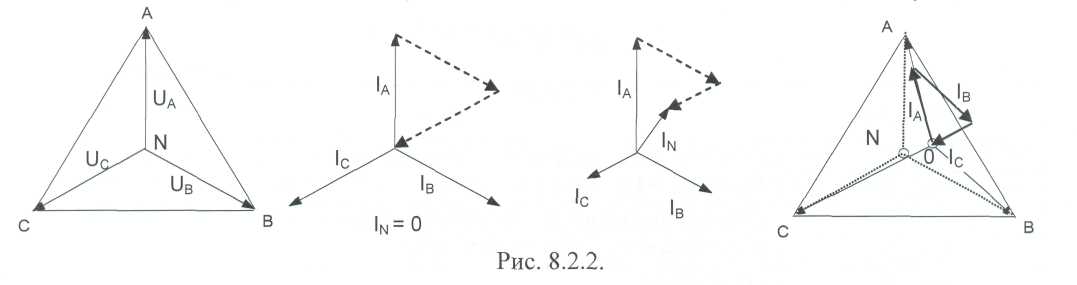
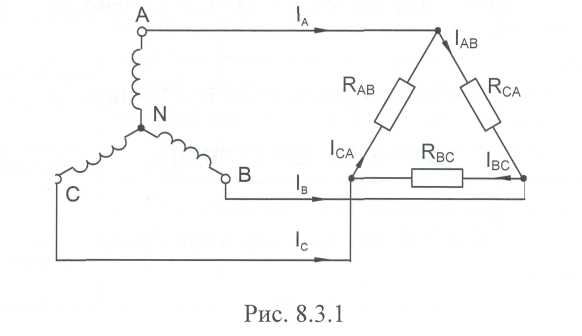
*с нейтралью и без нейтрали с нейтралью и без нейтрали*

Рис. 7.2

Если нагрузка (приемники) соединена в трехфазную цепь по схеме «треугольник» (рис. 7.3), нагрузка RAВ, Rbcи Rcaкаждой фазы включается на *линейное напряжение,* которое, в данном случае, равно *фазному* Uл= Uф.

Фазные токи Iab, Ibc и Icaопределяются по закону Ома:

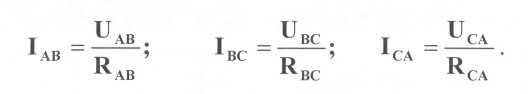
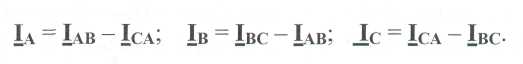


Рис. 7.3

Линейные токи определяются по первому закону Кирхгофа:



При симметричных напряжениях Uab, Ubc, Uca и одинаковых нагрузках фаз

Rab= Rbc= Rca= R, токи также симметричны:



Это поясняется на векторных диаграммах (рис. 7.4).

*а) симметричная нагрузка б) несимметричная нагрузка*

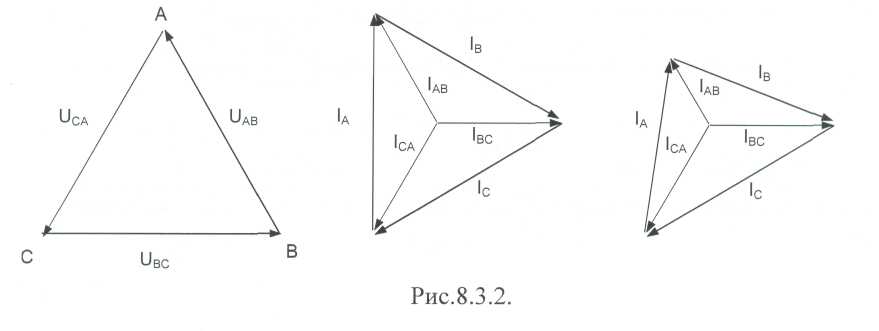
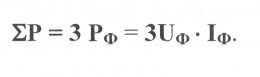


Рис. 7.4

Мощность трёхфазной нагрузки складывается из мощностей фаз:

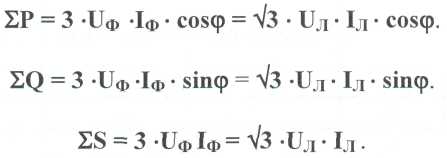
ΣP = РА + Рв + РС.

Когда нагрузка симметричная и чисто резистивная, имеем



При смешанной (активно-индуктивной или активно-емкостной) нагрузке:

Активная мощность 

Реактивная мощность

**7.1 Исследование трёхфазной цепи при соединении приёмников энергии «звездой»**

**Порядок проведения работы 7.1**

**Задание**

Для трехфазной цепи с соединением «звезда» при симметричной и несимметричной нагрузках измерьте с помощью мультиметра действующие значения токов **Iл** и **Iф**, a также напряжений **Uл** и **Uф,** вычислите мощности **Рф** и **ΣРф,** простройте векторные диаграммы.

**Порядок выполнения эксперимента 7.1**

• Соберите цепь с симметричной нагрузкой (RA = Rb= RС - 1 кОм) согласно схеме (рис. 7.5).

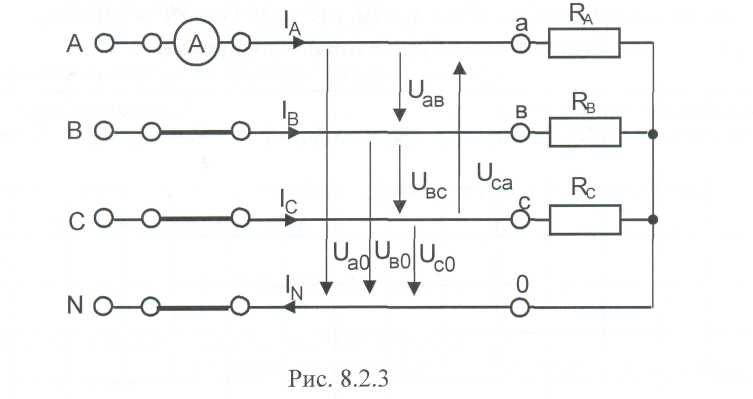


Рис. 7.5

• Измерьте напряжения и токи на нагрузке в схеме с нейтральным проводом и вычислите мощности. Результаты измерений и вычислений занесите в табл. 7.1.

• Уберите из схемы нейтральный провод (перемычку между точками N и 0) и повторите опыт.

Таблица 7.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема «звезда» | | Нагрузка симметричная | | Нагрузка несимметричная | |
| с нейтралью | без нейтрали | с нейтралью | без нейтрали |
| Фазные токи, ток нейтрали мА | IА |  |  |  |  |
| **IВ** |  |  |  |  |
| **IС**  **1с** |  |  |  |  |
| **In**  **In** |  |  |  |  |
| Линейн. напряжения, В | **UАВ** |  |  |  |  |
| **UВС**  **Uвс** |  |  |  |  |
| **UСА**  **Uса** |  |  |  |  |
| Фазные напря­жения, В | **UА** |  |  |  |  |
| **UВ**  **Uв** |  |  |  |  |
| **UС**  **Uc** |  |  |  |  |
| Фазные мощно­сти, мВт | **РА** |  |  |  |  |
| **РВ**  **Рв** |  |  |  |  |
| **РС**  **Рс** |  |  |  |  |
| Общая мощ­ность, мВт | **ΣР** |  |  |  |  |

* Повторите измерения и вычисления для несимметричной нагрузки с нейтральным и без нейтрального провода (RA = 1 кОм, RB = 680 Ом, RC= 330 Ом).

1. На рис. 7.6 в масштабе постройте векторные диаграммы.

Рис. 7.6.

**7.2 Исследование трёхфазной цепи при соединении приёмников энергии «треугольником»**

**Порядок проведения работы 7.2**

**Задание**

Для трехфазной цепи с соединением «треугольник» при симметричной и несимметричной активных нагрузках измерить с помощью мультиметра или виртуальных приборов действующие значения токов **Iл** и **Iф**, а также напряжений **Uл**, затем вычислить мощности **Рф**и **ΣР.**

**Порядок выполнения эксперимента 7.2**

• Соберите цепь с симметричной нагрузкой **(Rab**= **Rbc**= **Rca**- 1 кОм) согласно схеме (рис. 7.7). Для измерения шести токов (три фазных и три линейных) включите в цепь перемычки.

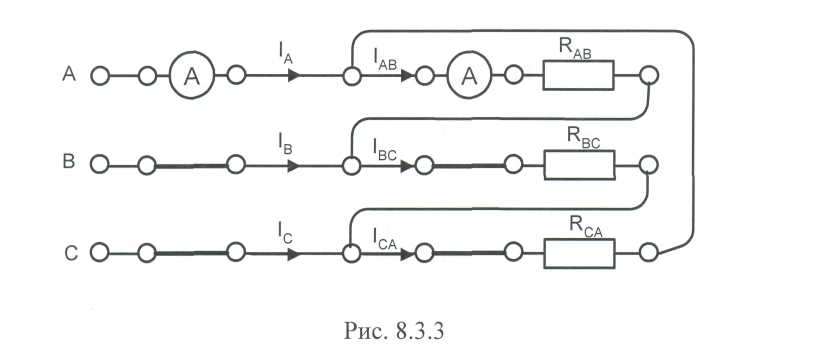


Рис. 7.7

• Измерьте мультиметрами напряжения и токи согласно табл. 7.2 и вычислите мощности.

Таблица 7.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Схема «треугольник» | | Нагрузка симметрич­ная | Нагрузка несиммет­ричная |
| Линейные токи, мА | **Iа** |  |  |
| **IВ**  **Iв** |  |  |
| **IС**  **Iс** |  |  |
| Фазные токи, мА | **IАВ** |  |  |
| **IВС**  **Iвс** |  |  |
| **IСА**  **IСА** |  |  |
| Фазные и линейные напряжения, В | **Uab** |  |  |
| **UВС**  **Ubc** |  |  |
| **UСА**  **UCA** |  |  |
| Фазные мощности, мВт | **Рав** |  |  |
| **РВС**  **Рве** |  |  |
| **РСА**  **РСА** |  |  |
| Общая мощность, мВт | **ΣP** |  |  |

• Повторите измерения и вычисления для несимметричной нагрузки

(Rab= 1 кОм,Rbc=680Om, Rca = 330Om).



Рис. 7.8

* На рис. 7.8 в масштабе постройте векторные диаграммы.

**Контрольные вопросы**

1. Какое соединение трехфазной цепи называют звездой?
2. Чему равно отношение при соединении звездой линейных и фазных напряжений, линейных и фазных токов?
3. Что такое симметричная и несимметричная нагрузка?
4. Какую роль играет нейтральный провод?
5. Какое напряжение называют смещением нейтрали?
6. Какое соединение трехфазной цепи называют треугольником?
7. Чему равно отношение при соединении в треугольник: линейных и фазных напряжений, линейных и фазных токов?
8. Как определяется линейный ток при симметричной и несимметричной нагрузке?

# КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

*Оценка «Отлично»* - умения сформированы, все учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

*Оценка «Хорошо»* - некоторые умения сформированы недостаточно, все учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

*Оценка «Удовлетворительно»* - необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

*Оценка «Неудовлетворительно»* - необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

# 

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

*Основные источники:*

1. Прянишников, В.А. Теоретические основы электротехники. /В.А. Пряшников: Курс лекций. – СПб: КОРОНА принт, 2018. – 368 с., ил.
2. Алехин, В.А. Электротехника и электроника. / В.А. Алехин: Компьютерный лабораторный практикум в программной среде TINA-8. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 208 с.: ил.

*Дополнительные источники:*

1. Немцов, М.В. Электротехника и электроника/ М.В. Немцов: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования. –М. : Издательский центр «Академия», 2016. – 480 с.

# Приложение А

Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**Отчёт**

по лабораторным работам

по учебной дисциплине

**«Основы электротехники»**

**Выполнил:** *студент группы СА-285/б*

*Петров В. И.*

**Проверил:** *преподаватель*

*Василенко И. Н.*

**Челябинск, 2020г.**