

Государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования Иркутской области
«Братский промышленный техникум»

Практикум по электротехнике

Методические рекомендации для обучающихся по программе подготовки квалифицированных рабочих по профессии 190629.01 Машинист дорожных и строительных машин

Автор разработки:
Гаськова Т.И., преподаватель БПромТ

Сборник описаний лабораторных и практических работ

Электротехника

Лабораторная работа № 1 «Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока»

Лабораторная работа № 2 «Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников»

Лабораторная работа № 3 «Проверка 1-го закона Кирхгофа при параллельном соединении резисторов»

Практическая работа №4 «Расчет сопротивления проводников. Расчет простой цепи постоянного тока»

Лабораторная работа № 5 «Исследование цепи переменного тока при последовательном соединении активного, индуктивного и емкостного сопротивлений и наблюдение резонанса напряжений»

Лабораторная работа № 6 «Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в звезду»

Лабораторная работа № 7 «Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник»

Лабораторная работа № 8 «Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов»

Лабораторная работа № 9 «Изучение характеристик электромеханических измерительных приборов»

Электротехника. Сборник описаний лабораторных и практических работ / Братск: ГБОУ СПО БПромТ. 2014. 34 стр

Составитель Т.И.Гаськова

Практикум содержит, теоретические материалы, инструктивные карты, формы отчета, необходимые для выполнения лабораторных работ по электротехнике

Практикум предназначен для обучающихся по программе подготовки квалифицированных рабочих по профессии 190629.01 Машинист дорожных и строительных машин

Настоящая разработка рассмотрена цикловой комиссией общеобразовательных дисциплин

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2014 г.

Председатель ЦК Гаськова Т.И.

Рецензенты:

Иванова И.Н.
преподаватель физики ГБОУ ТТТ,
высшей категории

Согласовано:

Е. В. Тилькунова, зам. директора по УМР _____

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1 «Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока»	6
Лабораторная работа № 2 «Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников»	9
Лабораторная работа № 3 «Проверка 1-го закона Кирхгофа при параллельном соединении резисторов»	11
Практическая работа №4 «Расчет сопротивления проводников. Расчет простой цепи постоянного тока»	13
Лабораторная работа № 5 «Исследование цепи переменного тока при последовательном соединении активного, индуктивного и емкостного сопротивлений и наблюдение резонанса напряжений»	18
Лабораторная работа № 6 «Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в звезду»	20
Лабораторная работа № 7 «Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник»	23
Лабораторная работа № 8 «Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов»	26
Лабораторная работа № 9 «Изучение характеристик электромеханических измерительных приборов»	29
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	34

ВВЕДЕНИЕ

В курсе «Электротехника» представлена система лабораторно-практических работ, в ходе выполнения которых учащиеся актуализируют имеющиеся у них знания. Эти знания приобретены в ходе изучения курса физики средней школы; предмета «Электротехника»; специальных дисциплин по профессии, связанных с устройством и принципом действия электрооборудования. В каждой работе представлены задания различной сложности. Количество заданий избыточно. Учащиеся самостоятельно, либо с помощью преподавателя, определяют, какие задания они должны выполнить для усвоения темы на необходимом для их дальнейшей деятельности уровне.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Целью лабораторных занятий является усвоение теоретических вопросов путем экспериментальной проверки основных положений курса, выработка навыков практического характера: сборка электрических схем, снятие показаний с приборов, оформление и анализ результатов.

Перед выполнением лабораторной работы каждый учащийся должен изучить правила техники безопасности, относящиеся к данной лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.

Предварительная теоретическая подготовка к работе состоит в изучении описания работы по методическим указаниям и соответствующего теоретического материала по конспекту и учебным пособиям.

Протокол работы, содержащий электрические схемы и таблицы для записи результатов, должен быть подготовлен заранее.

Перед началом выполнения каждой работы проводится проверка готовности учащихся к данной работе.

Сборку электрической цепи следует начинать с последовательно соединенных элементов и приборов, а затем подключать параллельные ветви, как самой электрической цепи, так и приборов.

Каждая собранная электрическая цепь должна быть проверена преподавателем, и только с его разрешения может быть включена под напряжение, то же самое относится к цепям, когда в них произведены какие-либо изменения.

Во время выполнения лабораторных работ учащиеся должны строго выполнять правила техники безопасности и соблюдать учебную дисциплину. Лица, нарушающие правила безопасности, отстраняются от выполнения работы.

Проводя измерения, необходимо тщательно определять показания приборов, поскольку небрежность в отсчете показаний приборов и записи результатов приводит к неправильным выводам о свойствах исследуемой схемы.

При наличии грубых ошибок схема должна быть переделана.

После окончания работы необходимо разобрать электрическую цепь, приборы и оборудование поставить в том порядке, в котором они находились перед началом занятия.

Отчеты должны выполняться:

индивидуально каждым учащимся

на отдельных тетрадных двойных листах

аккуратно, с использованием чертежных инструментов и соблюдением стандартных обозначений для элементов электрических схем.

Отчет по выполненной работе должен быть защищен учащимся.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Исследование электрических цепей, установок и приборов неизбежно связано с применением повышенных напряжений. Поражение током при этих напряжениях может привести к тяжелым последствиям. В связи с этим необходимо точно выполнять соответствующие правила безопасности.

В лаборатории электротехники опасными являются напряжения 110, 127, 220 вольт. Опасными могут быть также ЭДС самоиндукции при размыкании цепей с большими индуктивностями и неразрядившиеся конденсаторы. Кроме того, при неправильных действиях с электрическим оборудованием возможны короткие замыкания и перегрузки в цепях, которые могут привести к перегреву и загоранию отдельных частей оборудования, к появлению расплавленных капель металла, что в свою очередь может привести к ожогам и поражению органов зрения.

В связи с этим:

Прежде, чем собирать схему, необходимо убедиться, что сетевой выключатель отключен.

При сборке электрической цепи соединения проводниками следует выполнять так, чтобы они не ложились на шкалы приборов, имели наименьшее число пересечений между собой и были надежно присоединены к клеммам.

Во время работы со схемой нужно быть внимательным и осторожным, находиться на рабочем месте и не допускать к нему посторонних. При включении цепи под напряжение необходимо предупредить об этом остальных членов бригады.

Включение схемы под напряжение разрешается только после ее проверки преподавателем.

При обнаружении каких-либо неисправностей (повышенный шум, искрение, перегрев обмоток и проводов) или при попадании кого-либо под напряжение нужно немедленно отключить выключатель и пригласить преподавателя.

Во время работы не касаться изолированных частей электроцепей, находящихся под напряжением, и открытых поверхностей реостатов во избежание ожогов.

Всякие изменения производятся при отключенном напряжении. После этого схему должен проверить преподаватель.

За порчу лабораторного имущества, вызванную небрежным обращением с ним или невыполнением требований данного руководства, учащиеся несут материальную ответственность.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока

1.1 Цель работы

Ознакомиться с измерениями токов, напряжений и сопротивлений с помощью мультиметра, с измерением мощности с помощью ваттметра, экспериментально убедиться в выполнении закона Ома и закона Джоуля-Ленца в электрической цепи постоянного тока.

1.2 Пояснения:

Для измерения силы тока через какой-либо элемент электрической цепи последовательно с этим элементом включают измеритель тока - амперметр.

Для измерения ЭДС и напряжения на каком-либо участке электрической цепи измеритель напряжения – вольтметр, включают параллельно этому участку.

Приборы для измерения тока и напряжения, амперметры и вольтметры, имеют одинаковые по устройству измерительные механизмы, но отличаются параметрами измерительных схем и различным способом включения в испытываемую цепь. Амперметр должен иметь малое сопротивление, чтобы не было влияния на ток цепи, и мощность потерь в приборе была минимальна. Сопротивление вольтметра должно быть большим, чтобы его включение не изменило режима работы цепи и потери в приборе были минимальны.

Мощность в электрических цепях измеряют прямым и косвенным способами. При прямом измерении используют ваттметры, при косвенном - амперметры и вольтметры.

В цепях постоянного тока для измерения мощности ваттметр применяют относительно редко, в основном используют метод амперметра-вольтметра. Определив амперметром значение тока и вольтметром напряжение, вычисляют мощность по формуле $P=UI$.

При измерении мощности с помощью ваттметра токовую обмотку ваттметра включают в цепь последовательно с приемником, а обмотку напряжения - параллельно приемнику.

Электрические сопротивления электротехнических устройств (катушек, резисторов и т.д.) постоянному току условно можно разделить на малые (до 1 Ом), средние (от 1 до 10^5 Ом) и большие (свыше 10^5 Ом).

Для измерения малых и средних сопротивлений применяют метод амперметра – вольтметра, омметры, одинарные четырехплечие мосты, компенсационный метод. Для измерения больших сопротивлений применяют мегаомметры.

Метод амперметра – вольтметра является наиболее простым косвенным методом измерения малых и средних сопротивлений. Амперметр включают в цепь последовательно с потребителем, сопротивление которого надо определить, вольтметр – параллельно потребителю. Сопротивление будет равно частному от деления показаний вольтметра на показания амперметра $R= U_V/I_A$

1.3 Порядок выполнения эксперимента

1. Включите блок мультиметров, установите на одном из них переключатель в положение измерения сопротивлений (Ω), подключите к мультиметру с помощью соединительных проводов заданное в соответствии с вариантом (см. табл.1.1) сопротивление из набора миниблоков, выберите ближайший превышающий измеряемое сопротивление предел измерения и запишите показание мультиметра $R_{изм}$ и номинальное сопротивление, указанное на этикетке миниблока

$$R_{изм} = \dots\dots\dots \text{Ом}; R_{ном} = \dots\dots\dots \text{Ом}.$$

2. Соберите цепь в соответствии с принципиальной схемой (рис.1.1) и монтажной схемой (рис. 2), установив в наборную панель миниблок с заданным сопротивлением (табл.1.1). Запишите значение сопротивления в таблицу 1.2.

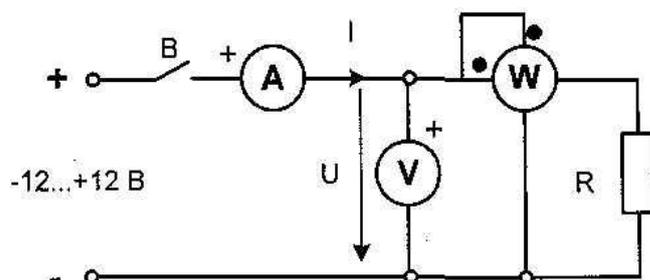


Рис.1.1 Принципиальная схема

3. Убедитесь, что при включении выключателя «В» в цепи появляется ток, а при выключении — исчезает.

4. Устанавливая регулятором напряжения указанные в табл. 1.1 значения, запишите в таблицу показания приборов.

Не забывайте следить за сигнальными светодиодами ваттметра. При включении светодиода $I >$ или $U >$ переводите соответствующий переключатель на больший предел. При включении светодиода $I <$ или $U <$ переключайте его на меньший предел.

Следите также за светодиодами, указывающими размерность измеряемой мощности: Вт или мВт.

5. Вычислите значения мощности $P = UI$ и сопротивления $R = U/I$ и запишите результаты в столбцы «Вычисленные значения» таблицы 2. Сравните результаты измерений и вычислений и сделайте выводы.

Таблица 1.1

№ варианта	1	2	3	4	5	6
Значение сопротивления, Ом	100	150	220	330	470	1000

Таблица 1.2

Измеренные значения				Вычисленные значения	
Ом	$R_{ном}$	$U, В$	$I, мА$	$P, Вт$	$R, Ом$
		-5			
		4			
		6			
		8			
		12			

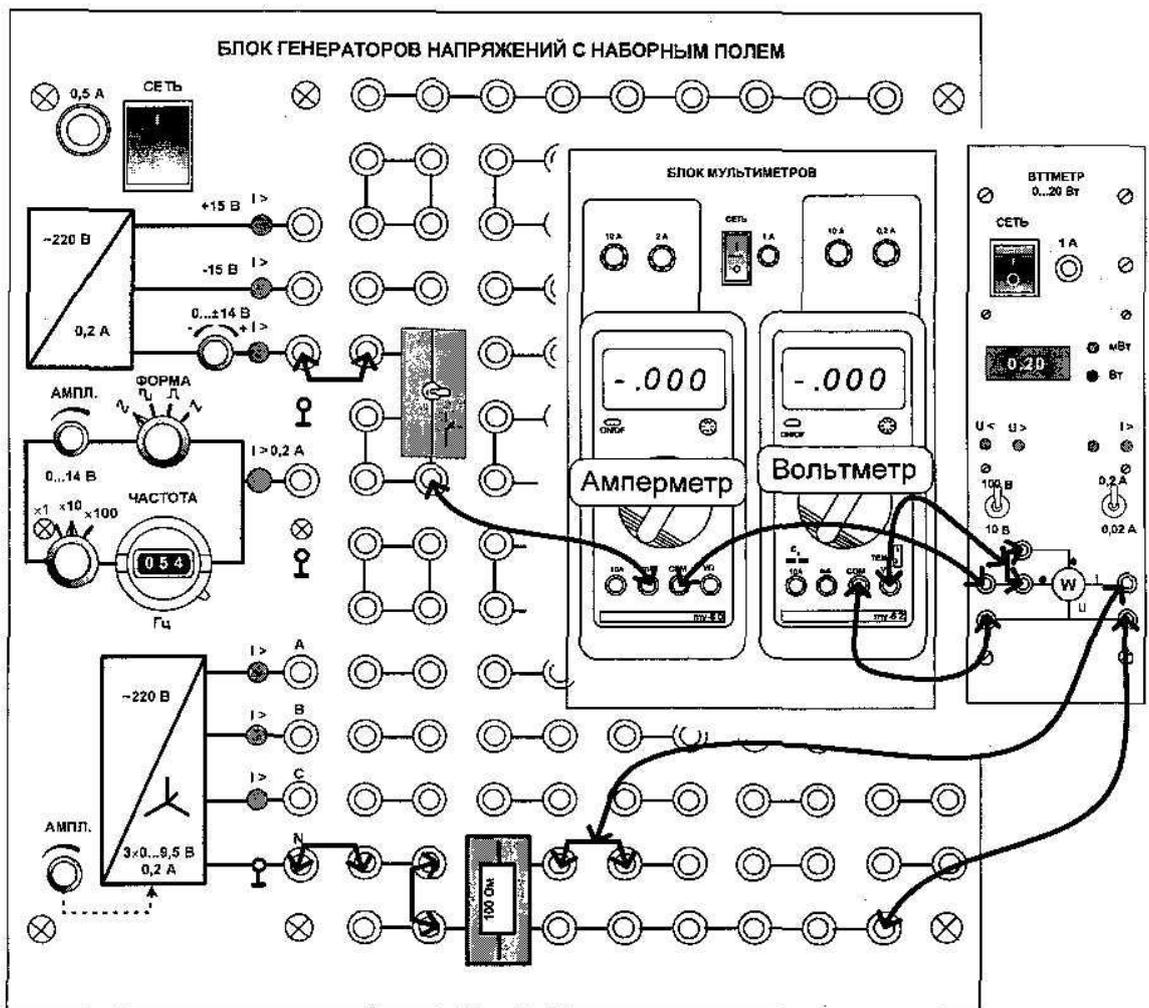


Рис.1.2 Монтажная схема

1.4 Содержание отчета:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений и вычислений
5. Расчеты
6. Вывод по результатам расчетов.

1.5 Контрольные вопросы:

- 1) В каких единицах измеряются сила тока, напряжение, мощность и сопротивление?
- 2) Какими приборами производятся прямые измерения этих величин?
- 3) На основании какого закона по показаниям амперметра и вольтметра определяют сопротивление электрической цепи?
- 4) Какими способами измеряют электрическое сопротивление?
- 5) Как производится косвенное измерение мощности?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Проверка закона Ома при последовательном соединении приемников

2.1 Цель работы

Измеряя токи и напряжения, убедиться, что ток одинаков в любой точке последовательной цепи и что сумма частичных напряжений равна напряжению, приложенному ко всей цепи. Сравнить результаты измерения с расчётом.

2.2 Пояснения к работе

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены последовательно (рис. 3 1), по ним проходит один и тот же ток. Величина тока определяется приложенным напряжением U и эквивалентным сопротивлением $R_{э\kappa\text{в}}$.

$$I = U / R_{э\kappa\text{в}},$$

где $R_{э\kappa\text{в}} = R_1 + R_2 + R_3$.

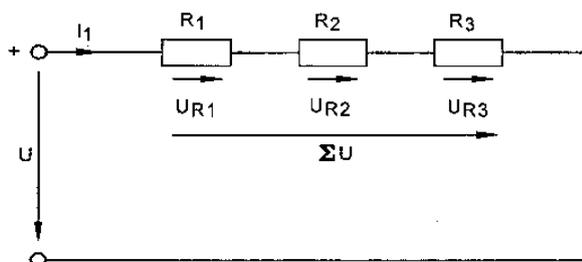


Рис. 2.1

На каждый отдельный резистор при этом приходится некоторое частичное напряжение.

$$U_1 = I R_1 \quad U_2 = I R_2 \quad U_3 = I R_3$$

Сумма частичных напряжений в соответствии со вторым законом Кирхгофа равна полному приложенному напряжению:

$$I R_1 + I R_2 + I R_3 = U$$

2.3 Порядок выполнения эксперимента

1. Соберите цепь согласно монтажной схеме (рис. 2.2). Последовательно с резисторами 47, 100 и 220 Ом включите специальные миниблоки для подключения амперметра.

2. С помощью двухжильного кабеля со штекером поочередно подключайте к этим миниблокам мультиметр в режиме измерения тока и измеряйте ток вдоль всей последовательной цепи. Убедитесь, что ток имеет одно и то же значение и запишите его в таблицу 1.

3. Затем измерьте напряжения на каждом резисторе, а также полное напряжение на входе цепи. Все измеренные величины занесите в таблицу 2.1.

4. Рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи, ток и падение напряжения на каждом резисторе. Результаты занесите в таблицу 2.1 и сравните с измеренными значениями.

5. Проверьте выполнение второго закона Кирхгофа по экспериментальным и по расчётным значениям напряжений:

$$U_1 + U_2 + U_3 = U$$

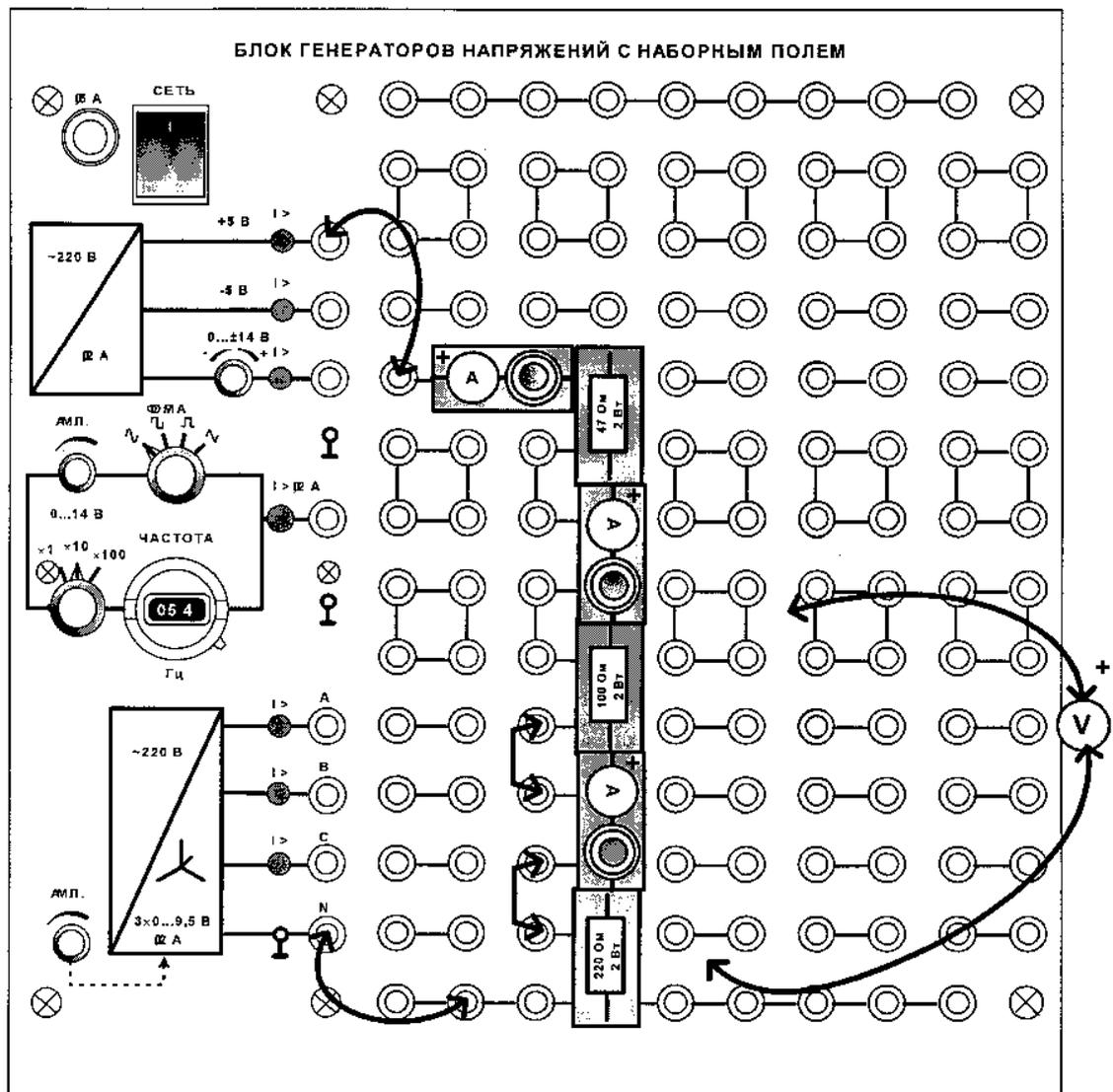


Рис. 2 2 Монтажная схема

Таблица 2.1

	Ток (I), мА	Падения напряжения на резисторах, В			Напряжение на входе цепи, В
		47 Ом (U_1)	100 Ом (U_2)	220 Ом (U_3)	$R_{\text{экв}} = \dots$ Ом (U)
Измеренные значения					
Рассчитанные значения					

2.4 Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений и вычислений
5. Расчеты
6. Вывод по результатам расчетов.

2.5 Контрольные вопросы

1. Что называется электрическим током?
2. Как читается и записывается закон Ома для участка цепи и для полной цепи?
3. Что называется электрическим сопротивлением?
4. Какими свойствами характеризуется последовательное соединение резисторов? Запишите формулы соотношений.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

«Проверка 1-го закона Кирхгофа при параллельном соединении резисторов»

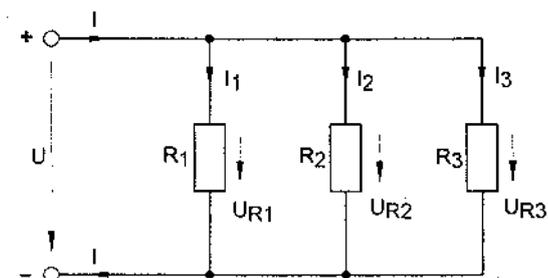
3.1 Цель работы

Измеряя напряжения и токи, убедиться, что напряжение, прикладываемое к каждому резистору, одинаково и что сумма токов ветвей равна полному току цепи. Проверить результаты измерения расчётом.

3.2 Пояснения к работе

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены параллельно (рис.4.1), все они находятся под одинаковым напряжением:

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$



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

$$I_1 + I_2 + I_3 = I$$

Величина тока ветви зависит от приложенного напряжения и сопротивления данной ветви (закон Ома).

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

для вычисления эквивалентного сопротивления и проводимости цепи служат формулы:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$g = g_1 + g_2 + g_3$$

3.3 Порядок выполнения эксперимента

1. Соберите цепь согласно монтажной схеме (рис. 3.2), вставив последовательно с каждым из резисторов (680, 220 и 470 Ом) специальные миниблоки для подключения амперметра.
2. Измерьте напряжение на каждом резисторе, а также напряжение на источнике. Убедитесь, что все они одинаковы и запишите значение напряжения в табл. 3.1
3. С помощью мультиметра, специального кабеля со штекером и миниблоков для подключения амперметра измерьте токи в каждом резисторе и на входе цепи. Результаты запишите в табл.3. 1
4. Рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи, ток в каждом резисторе и на входе цепи. Результаты занесите в табл. 3 1 и сравните с измеренными значениями.
5. Проверьте как по экспериментальным, так и по расчётным данным, выполняется ли первый закон Кирхгофа.

Таблица3.1

	Напряже ние (U), В	Токи в ветвях, мА			Ток на входе цепи, мА
		680 Ом (I ₁)	220 Ом (I ₂)	470 Ом (I ₃)	R _{экв} =... Ом (I)
Измеренные значения					
Рассчитанные значения					

3.4 Содержание отчета:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений и вычислений
5. Расчеты
6. Вывод по результатам расчетов.

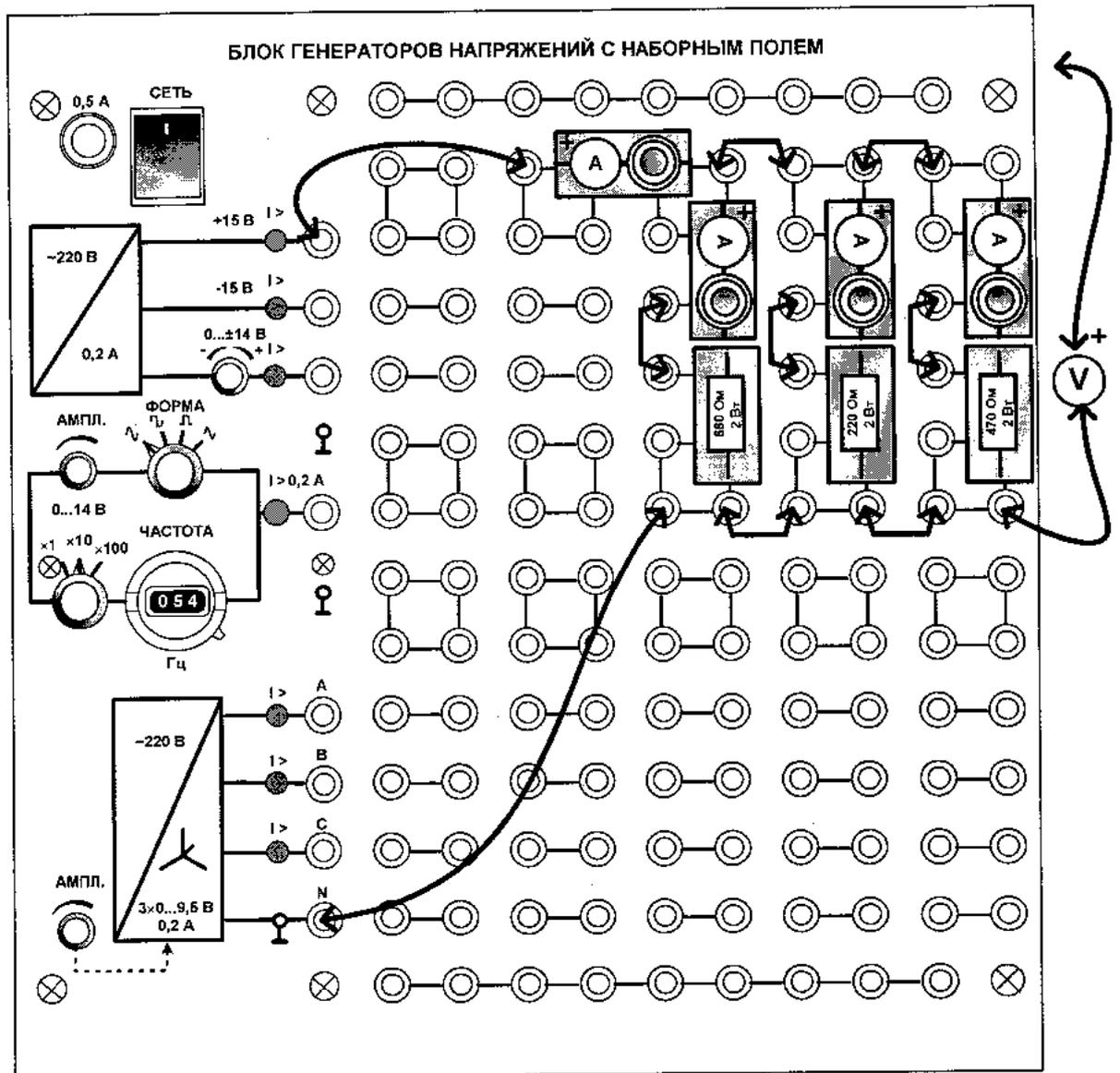


Рис. 3 2 Монтажная схема

3.5 Контрольные вопросы:

1. Что называется электрическим током?
2. Как читается и записывается закон Ома для участка цепи и для полной цепи?
3. Что называется электрическим сопротивлением?
4. Какими свойствами характеризуется параллельное соединение резисторов? Запишите формулы соотношений.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

«Расчет сопротивления проводников. Расчет простой цепи постоянного тока»

4.1 Цель работы

Научиться производить расчет простой цепи на основе соотношений для последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов.

4.2 Пояснения к работе

Электрическое сопротивление R – это параметр элементов электрической цепи, который характеризует способность элемента поглощать электрическую энергию и преобразовывать ее в другие виды энергии.

За единицу сопротивления принят ом (Ом).

$$1 \text{ Ом} = 1\text{В}/1\text{А}.$$

Величина электрического сопротивления R зависит от геометрических размеров и свойств материала проводника

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где ρ - удельное сопротивление, Ом×м или Ом×мм²/м; l - длина, м; S - площадь поперечного сечения, м² или мм².

Простой цепью называют электрическую цепь, которая сводится к цепи с одним источником электрической энергии и эквивалентным резистором. Расчет простой цепи при заданном напряжении на зажимах и известных сопротивлениях участков заключается в нахождении токов и напряжений на всех участках цепи. При этом используется метод эквивалентных преобразований последовательного, параллельного и смешанного соединений элементов.

Соединение, при котором один и тот же ток проходит через все приемники электроэнергии, называется последовательным (рис. 1.6.). Эквивалентное сопротивление последовательной цепи равно сумме сопротивлений отдельных приемников

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Сила тока во всех приемниках, включенных последовательно, одинакова:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

Падение напряжения на каждом участке электрической цепи постоянного тока согласно закону Ома пропорционально его сопротивлению

$$U_1 = I R_1; U_2 = I R_2; U_3 = I R_3$$

Общее напряжение, подключенное к последовательной цепи, равно сумме падений напряжения на отдельных приемниках

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_N.$$

Примером последовательного соединения может служить цепь, состоящая из

проводов и приемника энергии.

Соединение, при котором все участки цепи присоединяются к одной паре узлов, т.е. находятся под действием одного и того же напряжения, называют параллельным.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов, текущих в разветвленных участках цепи

$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Эквивалентная или общая проводимость параллельной цепи (разветвления) равна сумме проводимостей всех параллельных ветвей

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$
$$g = g_1 + g_2 + g_3$$

Смешанным соединением называется последовательно-параллельное соединение сопротивлений или участков цепи.

Закон Ома – один из основных законов электротехники, широко применяемый для расчета цепей.

Закон Ома для участка цепи: сила тока I на участке цепи прямо пропорциональна напряжению U , приложенному к этому участку, и обратно пропорциональна сопротивлению R этого участка

$$I = \frac{U}{R}.$$

Закон Ома для полной цепи имеет выражение

$$I = \frac{E}{R + r},$$

где I - сила тока, А; E - ЭДС источника, В; R - сопротивление внешнего участка цепи, Ом; r - внутреннее сопротивление источника питания, Ом.

4.3 Задание для расчета

1. Выполните расчет сопротивления и расчет параметров тока по закону Ома. Номер варианта соответствует последней цифре номера в списке группы по журналу.

Вариант 1

1. Определите сопротивление алюминиевого провода, длина которого 1800м и площадь поперечного сечения 10 мм^2 ($\rho_{Al} = 0,028 \frac{\text{Ом мм}^2}{\text{м}}$).
2. Лампочка карманного фонаря подключена к сухой батарее с напряжением 2,5В. Какой ток течет через лампочку, если ее сопротивление 8,3Ом.
3. ЭДС элемента Вольта 1В, его внутреннее сопротивление 0,5Ом. Какой ток потечет через лампочку с сопротивлением 5Ом, подключенную к элементу?

Вариант 2

1. Диаметр медной проволоки равен 2мм, а длина 55мм. Определить сопротивление ($\rho_{мед} = 0,0175 \frac{\text{Ом мм}^2}{\text{м}}$).

2. К батарее с напряжением 4,5В подключена лампочка, спираль которой имеет сопротивление 15Ом. Какой ток течет через лампочку?
3. Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи 0,05Ом ЭДС 24В. Каково сопротивление нагрузки, если ток в цепи 10А?

Вариант 3

1. Никелиновая проволока имеет сопротивление 200Ом и длину 100м. Определить площадь поперечного сечения ($\rho_{\text{Ni}} = 0,42 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$).
2. Через спираль кипятильника протекает ток 0,5А при напряжении 220В. Каково сопротивление спирали?
3. Кислотный аккумулятор с ЭДС 2,5В и внутренним сопротивлением 0,2Ом замкнут на нагрузку с сопротивлением 2,6Ом. Определить ток в цепи.

Вариант 4

1. Сколько метров медного провода сечением 2 мм² необходимо, чтобы сопротивление было равно 1 Ом? ($\rho_{\text{мед}} = 0,0175 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Спираль электрической плитки имеет сопротивление 97Ом и подключена к сети с напряжением 220В. Какой ток проходит через спираль?
3. ЭДС элемента Вольта 1В, его внутреннее сопротивление 0,5Ом. Какой ток потечет через лампочку с сопротивлением 5Ом, подключенную к элементу?

Вариант 5

1. Электрическая плитка имеет нагревательный элемент, изготовленный из константановой проволоки длиной 0,5м и сечением 0,2мм². Каково сопротивление спирали? ($\rho = 0,5 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Через спираль кипятильника протекает ток 0,5А при напряжении 220В. Каково сопротивление спирали?
3. Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи 0,05Ом, ЭДС 24В. Каково сопротивление нагрузки, если ток в цепи 10А?

Вариант 6

1. Нужно изготовить реостат с сопротивлением 50Ом. Имеется манганиновая проволока сечением 0,2мм². Сколько метров проволоки потребуется? ($\rho_{\text{ман}} = 0,42 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Какой ток протекает через электрическую плитку с сопротивлением 60Ом при включении ее в сеть с напряжением 127В.
3. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,4Ом работает на лампочку с сопротивлением 12,5Ом; при этом ток в цепи равен 0,26А. Определить ЭДС аккумулятора.

Вариант 7

1. Каково сопротивление алюминиевого провода сечением 2,5мм² и длиной 300м? ($\rho_{\text{Al}} = 0,028 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Какое падение напряжения получается на нити лампы с сопротивлением 15Ом при прохождении тока 0,3А.

3. Генератор постоянного тока с внутренним сопротивлением 0,5Ом и ЭДС 130В создает в цепи ток 24А. Определить сопротивление электроприемника.

Вариант 8

1. Сопротивление нагревательной спирали 24Ом. Какой длины должен быть провод из нихрома, если сечение его 0,3мм²? ($\rho_{\text{нихрома}} = 1,1 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Нагревательный элемент включен в сеть напряжением 220В через амперметр, который показывает ток 2,47А. Какое сопротивление имеет нагревательный элемент?
3. ЭДС элемента Вольта 1В, его внутреннее сопротивление 0,5Ом. Какой ток потечет через лампочку с сопротивлением 5Ом, подключенную к элементу?

Вариант 9

1. Провод сечением 4мм² и длиной 200м имеет сопротивление 6,5 Ом. Определить величину сопротивления электропаяльника, если при напряжении 220В в нагревательном состоянии он потребляет ток 440мА.
2. Какое сопротивление имеет лампочка от мотоцикла, если при напряжении 6В она потребляет ток 3,5А?
3. Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи 0,05Ом ЭДС 24В. Каково сопротивление нагрузки, если ток в цепи 10А?

Вариант 10

1. Нужно изготовить реостат с сопротивлением 20Ом из манганинового провода. Определить сечение провода если его длина 5м ($\rho_{\text{манг}} = 0,42 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$)
2. Лампочка имеет сопротивление нити накала в нагретом состоянии 20Ом. Напряжение равно 36В. Определить ток, протекающий по нити.
3. Кислотный аккумулятор с ЭДС 2,5В и внутренним сопротивлением 0,2Ом замкнут на нагрузку с сопротивлением 2,6Ом. Определить ток в цепи.

Задачи на последовательное соединение резисторов

Определить эквивалентное сопротивление цепи, силу тока и падение напряжения на каждом резисторе.

Известные величины	Номер задачи									
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
U, В	120	125	150	160	180	200	225	240	270	220
R ₁ , Ом	16	120	110	140	120	25	28	100	40	25
R ₂ , Ом	20	60	100	60	180	35	20	140	20	35
R ₃ , Ом	16	120	15	50	60	40	24	60	30	40

Задачи на параллельное соединение резисторов

	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	6.10
U, В	90	130	156	180	210	234	240	260	360	260
R ₁ , Ом	36	100	30	24	300	24	60	40	40	20
R ₂ , Ом	18	25	45	12	60	36	40	60	120	30

Определить эквивалентное сопротивление, общий ток и токи в отдельных ветвях.

4.4 Контрольные вопросы:

1. Что называется электрическим током?
2. Что называется мощностью электрического тока, в каких единицах она измеряется?
3. Как читается и записывается закон Ома для участка цепи и для полной цепи?
4. Что называется электрическим сопротивлением?
5. Какими свойствами характеризуется последовательное соединение резисторов?
6. Какими свойствами характеризуется параллельное соединение резисторов?

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Исследование цепи переменного тока при последовательном соединении активного, индуктивного и емкостного сопротивлений и наблюдение резонанса напряжений

5.1 Цель работы

Определить экспериментально параметры цепи с последовательным соединением R , L и C для трёх случаев $X_L > X_C$, $X_L = X_C$ и $X_L < X_C$. Построить векторные диаграммы. Сделать расчёт цепи при резонансе и сравнить результаты расчёта с экспериментальными данными.

5.2 Пояснения к работе

В цепи переменного тока кроме активных сопротивлений используются также катушки индуктивности и конденсаторы. В связи с особенностями однофазных электрических цепей синусоидального тока рассмотрим основные соотношения между электрическими величинами для наиболее характерных цепей, например для цепи с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений (рис. 1).

Напряжения на активном, индуктивном и емкостном сопротивлениях могут быть определены по формулам:

$$U_R = I \cdot R, \quad U_L = I \cdot x_L, \quad U_C = I \cdot x_C.$$

При этом следует иметь в виду, что U_R - совпадает по фазе с током, U_L - опережает по фазе ток на 90° , U_C - отстает от тока на 90° .

Результирующее напряжение U представляет геометрическую сумму напряжений U_R , U_L , U_C . На рис. 2.1 представлена векторная диаграмма этих напряжений.

Результирующее напряжение U можно найти не только графически (в этом случае диаграмма должна быть построена в масштабе), но и математически, на основании теоремы Пифагора:

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}.$$

Если каждое из напряжений на векторной диаграмме разделить на ток I , то получится фигура, подобная векторной диаграмме, которая будет называться треугольником сопротивлений (рис.2.1), т.к.

$$R = \frac{U_R}{I}, \quad x_L = \frac{U_L}{I}, \quad x_C = \frac{U_C}{I}.$$

Из треугольника сопротивлений следует, что

$$z = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2}.$$

Если каждое из напряжений на векторной диаграмме умножить на ток I , то получится фигура, подобная векторной диаграмме, которая будет называться треугольником мощностей, так как

$$P = U_R \cdot I, \quad Q_L = U_L \cdot I, \quad Q_C = U_C \cdot I, \quad S = U \cdot I,$$

где P – активная мощность, Вт; Q – реактивная мощность, вар; S – полная мощность, В А.

Из треугольника мощностей следует, что

$$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}.$$

$\cos\varphi = \frac{P}{S}$ – называется коэффициентом мощности.

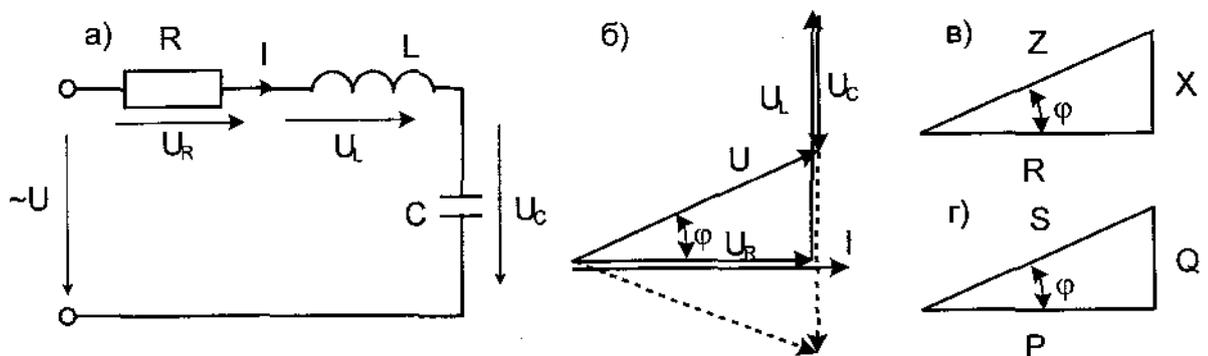


Рис 2.1

а) схема последовательного соединения R, L и C ; б) векторная диаграмма токов и напряжений; в) треугольник сопротивлений; г) треугольник мощностей

5.3 Порядок выполнения эксперимента:

1. Измерьте омметром и запишите активное сопротивление катушки индуктивности 900 витков. $R_k = \dots\dots\dots$ Ом.
2. Снимите с трансформатора катушку 900 витков, вставьте в неё **только одну половинку** разъемного сердечника и соберите цепь, принципиальная схема которой показана на рис. 5.2, а монтажная — на рис. 5.3.

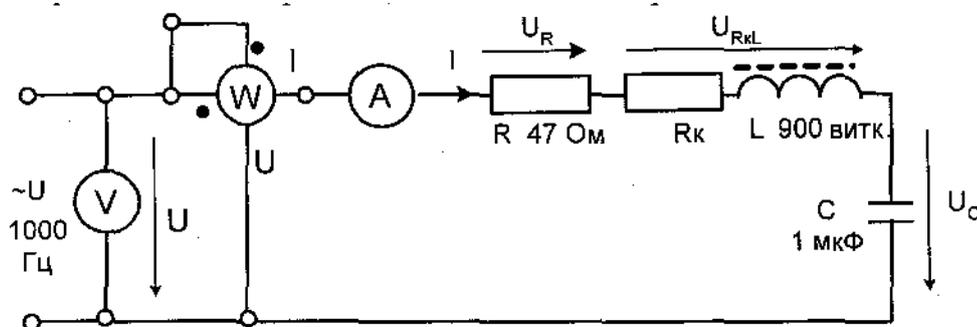


Рис.5.2 Принципиальная схема

3. Установите переключатель сигналов генератора напряжений в положение «~», регулятор частоты — в положение 1000 Гц и регулятор напряжения в крайнее правое положение (максимальная амплитуда).

4. Включите генератор и, регулируя частоту, добейтесь резонанса по максимуму тока.
5. Измерьте мощность, ток и напряжения на входе цепи, на резисторе, на катушке с активным внутренним сопротивлением и на конденсаторе. Запишите эти показания приборов в верхнюю строку табл. 5.1.
6. Включите параллельно конденсатору 1 мкФ конденсатор 0,47 мкФ и запишите показания приборов в строку $X_L > X_C$.
7. Оставьте в цепи один конденсатор 0,47 мкФ и запишите показания приборов в строку $X_L < X_C$.
8. По опытным данным рассчитайте напряжения на активном и индуктивном сопротивлениях катушки и занесите результаты также в табл. 5.1.

Таблица 5.1

f =Гц	Измерения						Вычисления	
	P, мВт	I, мА	U, В	U _R , В	U _{RkL} , В	U _C , В	U _{Rk} =R _k I, В	U _L = $\sqrt{U_{RkL}^2 - U_{Rk}^2}$, В
C = 1 мкФ (X _L =X _C)								
C = 1,47 мкФ (X _L >X _C)								
C = 0,47 мкФ (X _L <X _C)								

5.4 Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений и вычислений
5. Расчеты
6. Вывод по результатам расчетов.

5.5 Контрольные вопросы

1. Какие сопротивления в цепи переменного тока Вам известны?
2. От чего зависит индуктивное сопротивление?
3. От каких величин зависит емкостное сопротивление?
4. Что такое полное сопротивление неразветвленной цепи переменного тока?
5. При каких условиях в цепи возникает резонанс напряжений?

6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду

6.1 Цель работы

В трехфазной цепи при соединении нагрузки в звезду измерить действующие значения токов и напряжений, мощность для следующих случаев:

- Симметричная активная нагрузка с нейтральным проводом и без него.
- Несимметричная активная нагрузка с нейтральным проводом и без него.

6.2 Пояснения к работе

Если нагрузки (приемники) соединены в трехфазную цепь по схеме «звезда» (рис. 6.1), то к сопротивлениям нагрузки приложены фазные напряжения. Линейные напряжения ($U_{л}$) в $\sqrt{3}$ раз больше фазных ($U_{ф}$), а линейные токи ($I_{л}$) равны фазным ($I_{ф}$).

Ток нейтрали (I_N) равен векторной сумме этих токов: $I_N = I_A + I_B + I_C$

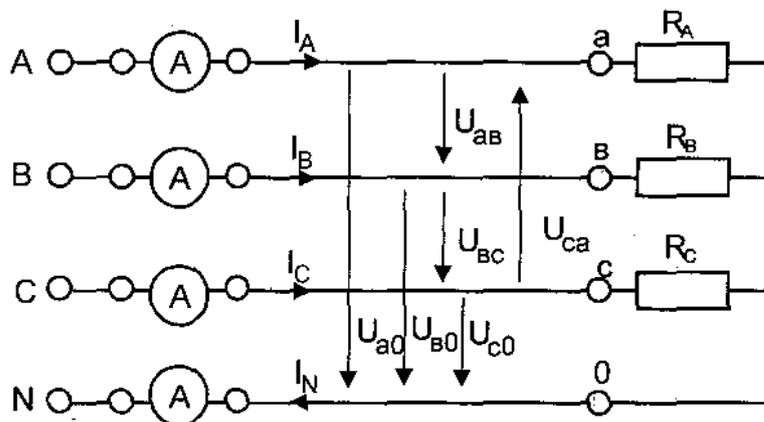


Рисунок 6.1.

При симметричных напряжениях и одинаковых сопротивлениях токи также симметричны и их векторная сумма (I_N) равна нулю. Если же сопротивления фаз нагрузки неодинаковы, то через нулевой провод протекает некоторый ток $I_N \neq 0$.

Мощность складывается из мощностей трёх фаз: $\Sigma P = P_A + P_B + P_C$.

Активная мощность в четырёхпроводной трёхфазной цепи измеряется с помощью трёх ваттметров (рис. 9-3а), а в трёхпроводной - с помощью двух ваттметров

6.3 Порядок выполнения эксперимента

1. Соберите цепь с симметричной активной нагрузкой ($R_A = R_B = R_C = 1$ кОм) согласно принципиальной схеме (рис. 4.1) и монтажной схеме (рис. 4.2).
2. Измерьте напряжения и токи на нагрузке в схеме с нейтральным проводом и вычислите мощности. Результаты измерений и вычислений занесите в табл. 4.1
3. Подключая ваттметр сначала в фазу А, затем в фазу В и, наконец, в фазу С измерьте мощности трёх фаз и вычислите суммарную мощность. Результаты запишите в также в табл. 4.1 Проверьте баланс мощностей, т.е. сравните суммарную измеренную мощность с суммой рассчитанных фазных мощностей.
4. Уберите из схемы нейтральный провод (перемычку между точками N и O) и снова измерьте токи и напряжения.
5. Подключая токовую цепь ваттметра сначала в фазу А, а цепь напряжения — на напряжение U_{AB} , затем токовую цепь в фазу С, а цепь напряжения — на напряжение U_{CB} , измерьте две мощности и вычислите суммарную мощность. Проверьте баланс мощностей.
6. Повторите измерения и вычисления для несимметричной нагрузки с нейтральным и без нейтрального провода ($R_A = 1$ кОм, $R_B = 330$ Ом, $R_C = 470$ Ом).

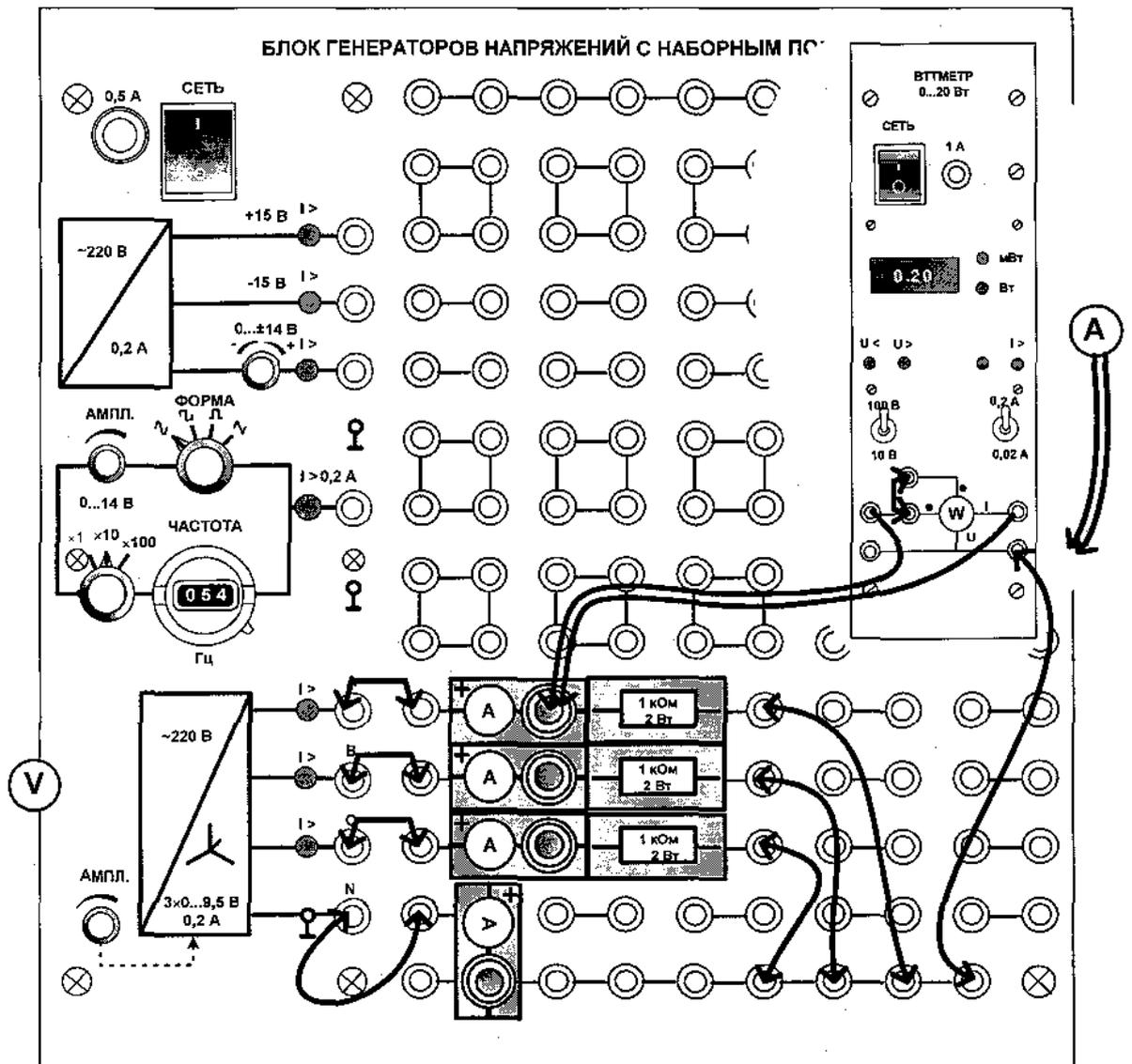


Рис. 6.2 Монтажная схема

6.4 Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений и вычислений
5. Расчеты
6. Вывод по результатам расчетов.

Таблица 6.1

Схема «звезда»		Симметричная активная нагрузка		Несимметричная активная нагрузка	
		с нейтралью	без нейтрали	с нейтралью	без нейтрали
Фазные токи, ток нейтрали мА	I_A				
	I_B				
	I_C				
	I_N				
Линейные напряжения, В	U_{AB}				
	U_{BC}				
	U_{CA}				
Фазные напряжения, В	U_A				
	U_B				
	U_C				
Расчитанные мощности, мВт	P_A				
	P_B				
	P_C				
	ΣP				
Измеренные мощности, мВт	P_1				
	P_2				
	P_3		-		-
	ΣP				

6.5 Контрольные вопросы

1. Что называется трехфазной системой переменного тока?
2. Начертите схему соединения обмоток генератора звездой.
3. Какие существуют соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении в звезду?
4. Напишите формулы для определения активной, реактивной и полной мощностей трехфазного тока.

7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник

7.1 Цель работы

В трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник измерить действующие значения токов и напряжений, мощность для следующих случаев:

- Симметричная активная нагрузка.
- Несимметричная активная нагрузка.

7.2 Пояснения к работе

В схеме «треугольник» нагрузка каждой фазы включается на линейное напряжение, которое в данном случае равно фазному напряжению

$$U_l = U_\phi$$

Линейные токи (I_l) в $\sqrt{3}$ раз больше фазных (I_ϕ)

$$I_l = \sqrt{3} I_\phi$$

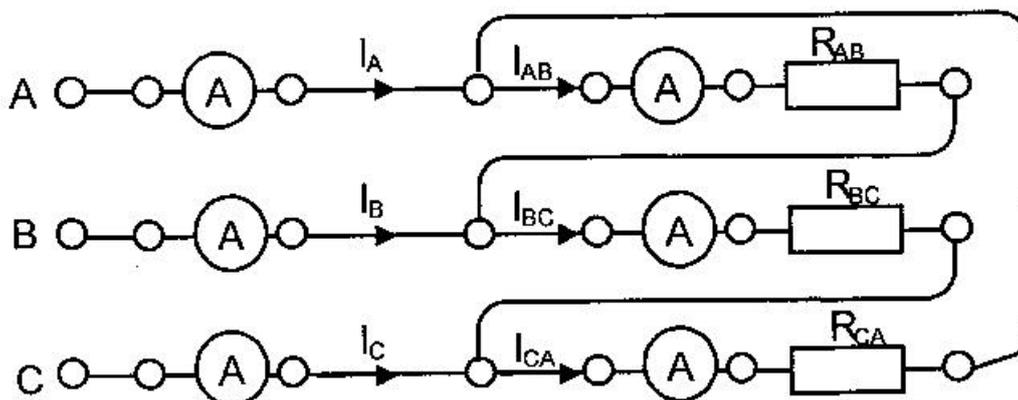


Рисунок 7.1.

Мощность складывается из мощностей трёх фаз: $\Sigma P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA}$.

Активная мощность в трёхфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник измеряется с помощью двух ваттметров.

7.3 Порядок выполнения эксперимента

1. Соберите цепь с симметричной активной нагрузкой ($R_{AB} = R_{BC} = R_{CA} = 1 \text{ кОм}$) согласно принципиальной схеме (рис. 7.1) и монтажной схеме (рис. 7.2).
2. Измерьте напряжения и токи на нагрузке и вычислите мощности. Результаты измерений и вычислений занесите в табл. 7.1
3. Подключая токовую цепь ваттметра сначала в фазу А, а цепь напряжения — на напряжение U_{AB} , затем токовую цепь в фазу С, а цепь напряжения — на напряжение U_{CB} , измерьте две мощности и вычислите суммарную мощность. Проверьте баланс мощностей.
4. Повторите измерения и вычисления для несимметричной нагрузки с нейтральным и без нейтрального провода ($R_A = 1 \text{ кОм}$, $R_B = 330 \text{ Ом}$, $R_C = 470 \text{ Ом}$).

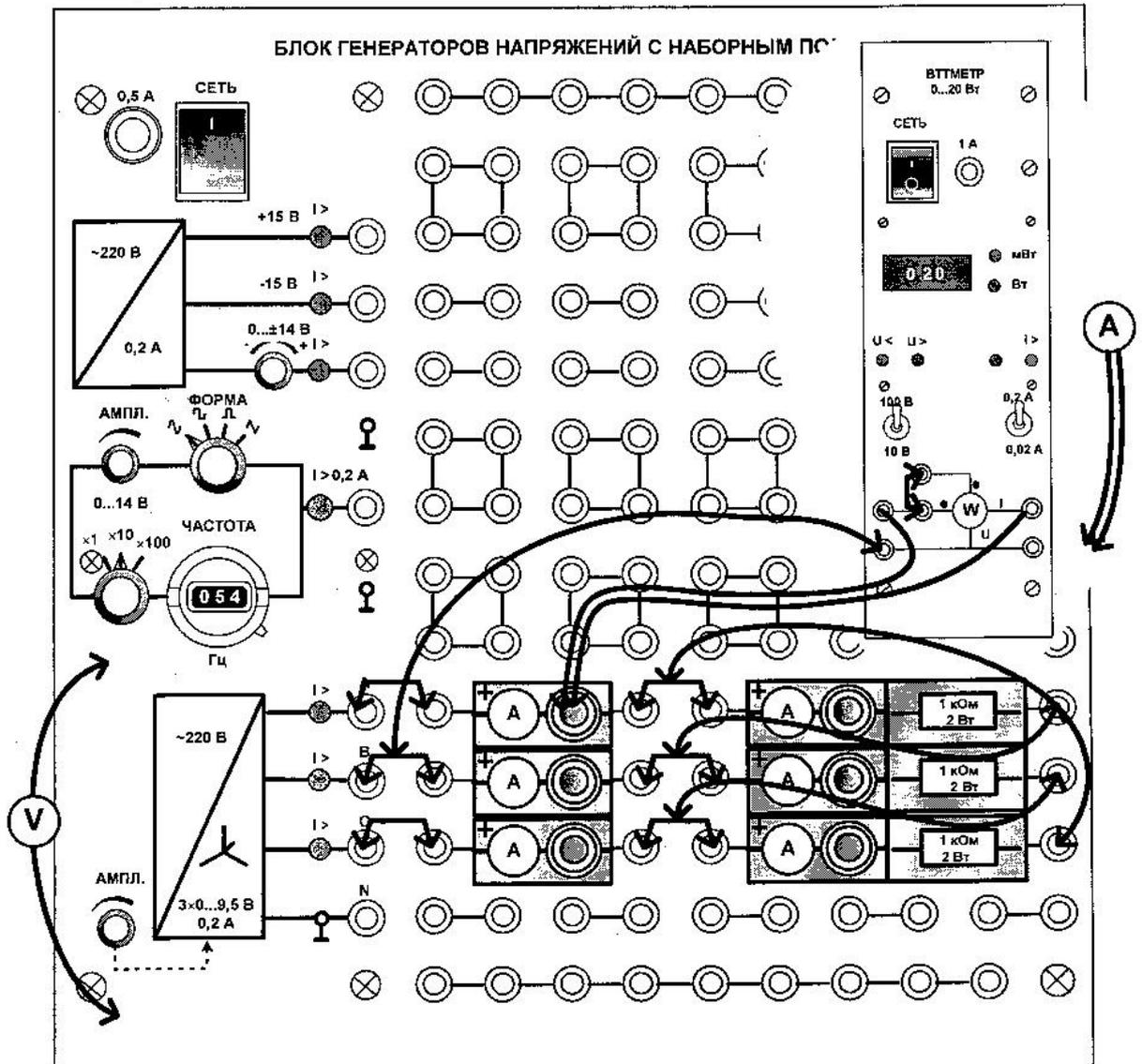


Рис. 7 2 Монтажная схема

7.4 Содержание отчета

7. Наименование работы.
8. Цель работы.
9. Электрическая схема.
10. Таблица с результатами измерений и вычислений
11. Расчеты
12. Вывод по результатам расчетов.

Таблица 7.1

Соединение «треугольник»		Симметричная активная нагрузка	Несимметричная активная нагрузка	Несимметричная смешанная нагрузка
Фазные токи, мА	I_{AB}			
	I_{BC}			
	I_{CA}			
Линейные токи, мА	I_A			
	I_B			
	I_C			
Линейные напряжения, В	U_{AB}			
	U_{BC}			
	U_{CA}			
Рассчитанные мощности, мВт	P_{AB}			
	P_{BC}			
	P_{CA}			
	ΣP			
Измеренные мощности, мВт	P_1			
	P_2			
	ΣP			

7.5 Контрольные вопросы

1. Что называется трехфазной системой переменного тока?
2. Начертите схему соединения обмоток генератора звездой.
3. Какие существуют соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении в звезду?
4. Напишите формулы для определения активной, реактивной и полной мощностей трехфазного тока.

8. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов

8.1 Цель работы

Снять экспериментально и построить графики вольтамперных характеристик полупроводникового диода и стабилитрона.

8.2 Пояснения к работе

Вольтамперная характеристика представляет собой график зависимости напряжения от тока $U(I)$ (или наоборот $I(U)$) на данном элементе электрической цепи.

У линейных резисторов вольтамперная характеристика представляет собой прямую линию $U=RI$ (рис.). У нелинейных элементов (лампы накаливания, электрическая дуга, диоды, транзисторы и другие электронные приборы) эта зависимость более сложная и часто неоднозначная.



Рис. 8.1

Две принципиальные схемы для снятия вольтамперных характеристик на постоянном токе изображены на рис. 8.2а и 8.2б. В них используется регулируемый источник постоянного напряжения, а резистор в этих схемах служит для ограничения тока в цепи при малых сопротивлениях исследуемых элементов.

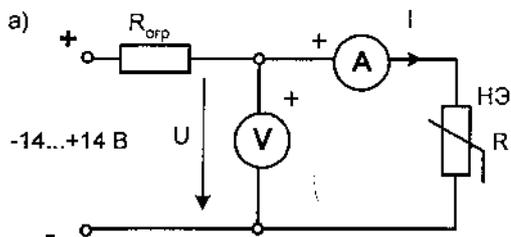


Рис.8.2а

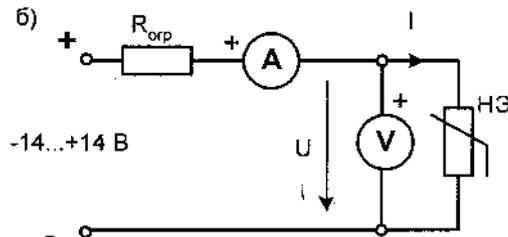


Рис 8.2б

Схема (а) называется схемой измерения с погрешностью по напряжению. Она используется в том случае, когда сопротивление испытуемого элемента велико по сравнению с сопротивлением амперметра. Тогда показание вольтметра близко к напряжению на элементе, хотя фактически он измеряет сумму напряжений на данном элементе и амперметре.

Вторая схема (б) называется схемой измерения с погрешностью по току. Здесь амперметр фактически измеряет сумму токов в данном элементе и вольтметре. Эта схема используется, если сопротивление испытуемого элемента мало по сравнению с сопротивлением вольтметра. Тогда ток вольтметра гораздо меньше тока в испытуемом элементе и им можно пренебречь.

8.3 Порядок выполнения работы

1. Соберите цепь (рис.8.2.а) для снятия вольтамперной характеристики диода и стабилитрона. Монтажная схема изображена на рис. 8.3. Обратите внимание, что

вольтметр и амперметр в этой схеме своими положительными клеммами могут быть подключены к точке «А» либо к точке «Б».

- Установите диод и, изменяя ток или напряжение в цепи, как показано в табл. 8.1, запишите в табл. 8.1 соответствующие значения напряжения на диоде и на рис. 8.4 постройте график вольтамперной характеристики диода. **В этом опыте при отрицательных напряжениях и токах вольтметр должен быть подключен к точке «А», а при положительных — к точке «В».**
- Замените диод стабилитроном и, устанавливая токи или напряжения, указанные в табл. 8.2, снимите его вольтамперную характеристику. **В этом опыте, наоборот, при отрицательных напряжениях и токах вольтметр должен быть подключен к точке «В», а при положительных — к точке «А».** График вольтамперной характеристики стабилитрона постройте на том же рис. 8.4.

Таблица 8.1

$I, \text{мА}$						2	10	20	30	40
$U, \text{В}$	-8	-6	-4	-2	0					

Таблица 8.2

$I, \text{мА}$	-40	-20	0				4	10	20	40
$U, \text{В}$				1	2	3	4			

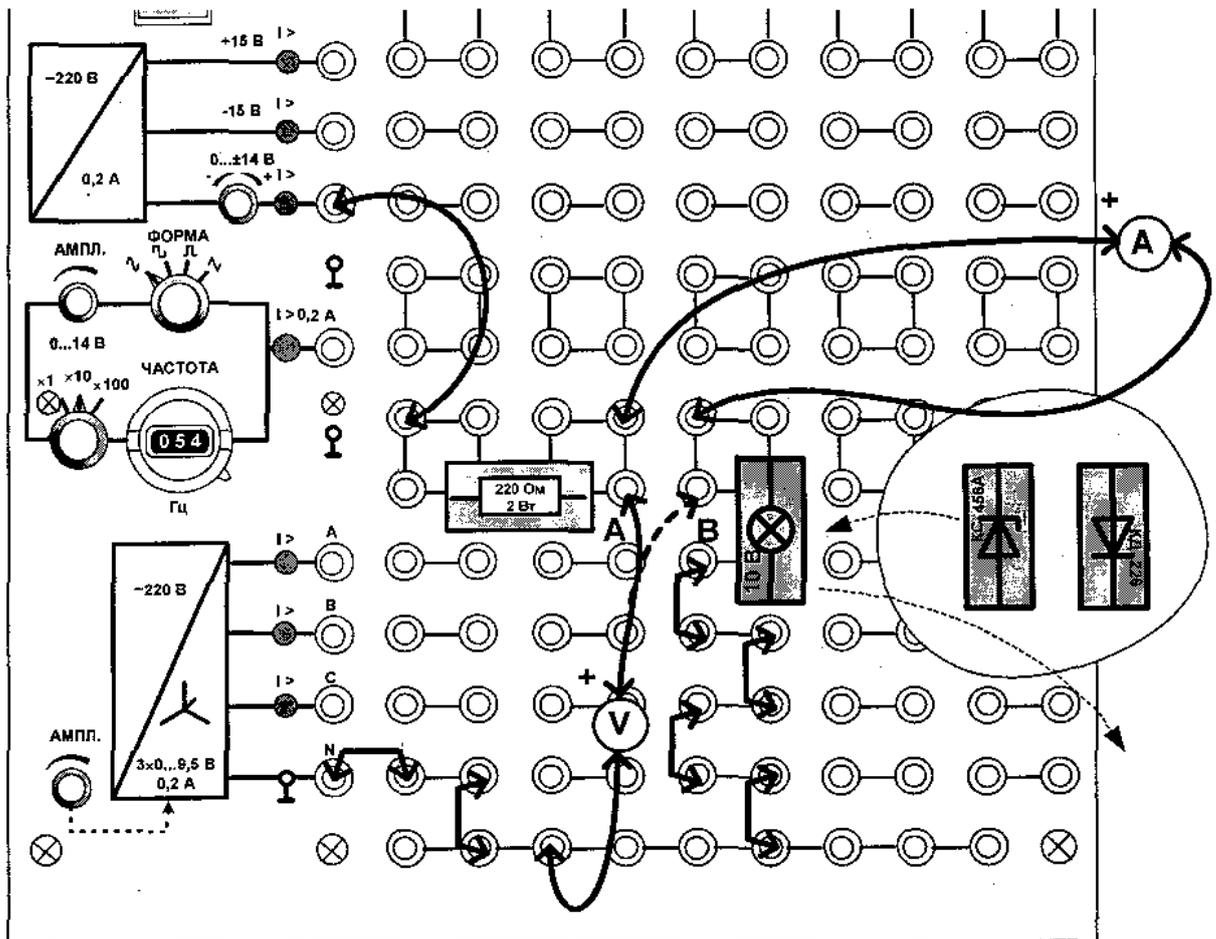


Рис. 8.3 Монтажная схема

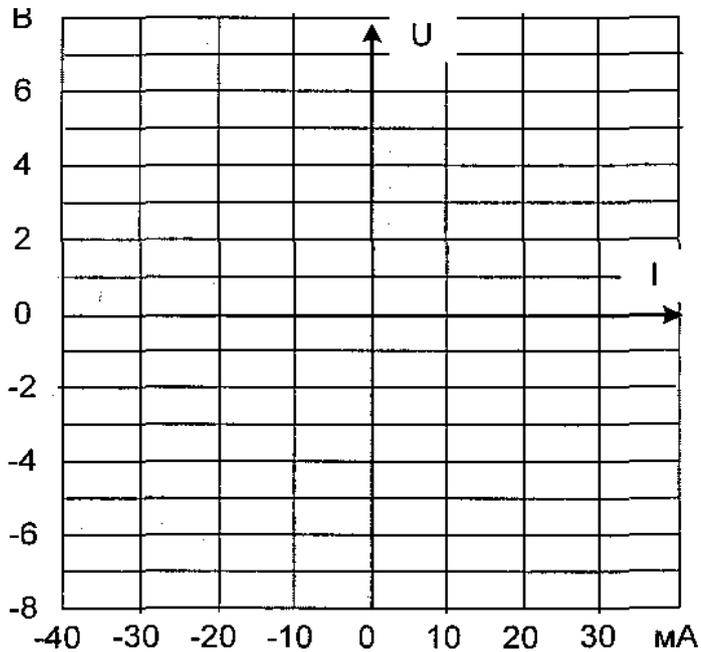


Рис. 8.4

8.4 Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема.
4. Таблица с результатами измерений
5. Графики вольтамперных характеристик
6. Вывод по результатам работы.

8.5 Контрольные вопросы:

1. Какой полупроводниковый прибор называется диодом?
2. Изобразите и поясните вольтамперную характеристику диода.
3. Для чего служит стабилитрон?
4. Изобразите и поясните вольтамперную характеристику стабилитрона.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

«Ознакомление с основными электромеханическими измерительными приборами»

9.1 Цель работы

Изучить устройство, принцип действия и характеристики электромеханических приборов.

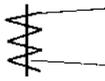
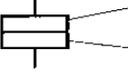
9.2 Пояснения к работе

Большую группу измерительных приборов составляют электромеханические показывающие приборы. Их основными частями являются измерительная цепь, измерительный механизм и отчетное устройство.

В зависимости от физических явлений, положенных в основу создания вращающего момента, различают магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, индукционные и электростатические измерительные механизмы. Аналогичное название в зависимости от этого имеют электромеханические приборы.

Принцип действия прибора, возможность его работы в тех или иных условиях, возможные предельные погрешности прибора могут быть установлены по условным обозначениям, нанесенными на циферблат прибора. Основные условные обозначения приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Система	Обозначение
Магнитоэлектрическая	 <p>Постоянный магнит Подвижная катушка с током</p>
Электромагнитная	 <p>Катушка с током Подвижный стальной сердечник</p>
Электродинамическая	 <p>Неподвижная катушка Подвижная катушка</p>

На рис. 9.1 приведена шкала измерительного прибора.

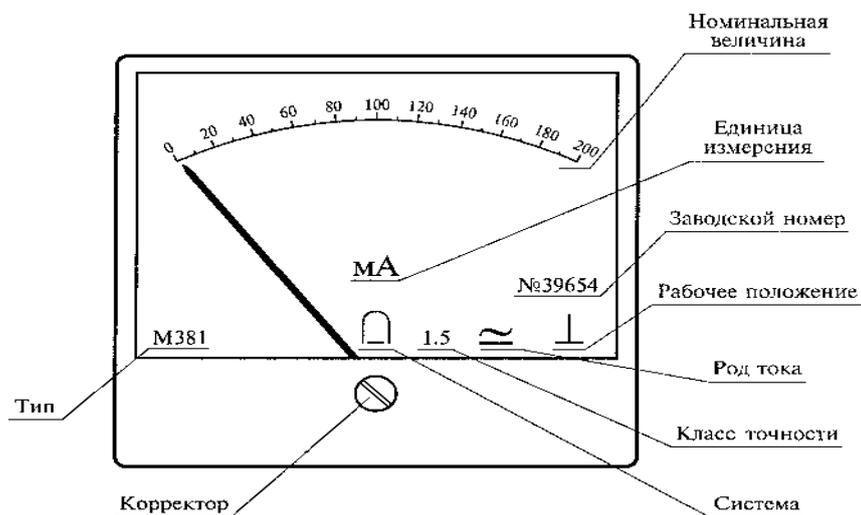


Рисунок 9.1

Общими элементами электромеханических приборов являются: отчетное устройство, подвижная часть измерительного механизма, устройства для создания вращающего, противодействующего, и успокаивающего моментов. Чтобы подвижная часть быстрее устанавливалась, механизм снабжают успокоителями или демпферами. Широко применяются воздушный и магнитоиндукционный демпферы.

Магнитоэлектрический механизм (рис 9.2 а) состоит из постоянного магнита 1, магнитопровода 2, полюсных наконечников 3 и цилиндрического сердечника 4. В рабочем зазоре между сердечником и полюсными наконечниками создается однородное магнитное поле. Подвижная катушка 5, выполненная из тонкого изолированного провода, намотанного на алюминиевый каркас, помещена в рабочем зазоре и укреплена на осях. Концы обмотки электрически соединены со спиральными пружинами 6, по которым измеряемый ток поступает в катушку.

На каждый из проводков катушки действует сила, определяемая по закону Ампера, причем силы, действующие на обе активные стороны катушки, будут направлены в противоположные стороны. Под действием пары таких сил создается вращающий момент.

Противодействующий момент создается кручением растяжек или пружин, которые служат также для подвода тока в подвижную часть. При установившемся отклонении вращающий момент равен противодействующему, и тогда угол отклонения стрелки пропорционален току.

Магнитоэлектрические приборы применяют для измерения постоянных токов (амперметры), напряжений (вольтметры), сопротивлений (омметры).

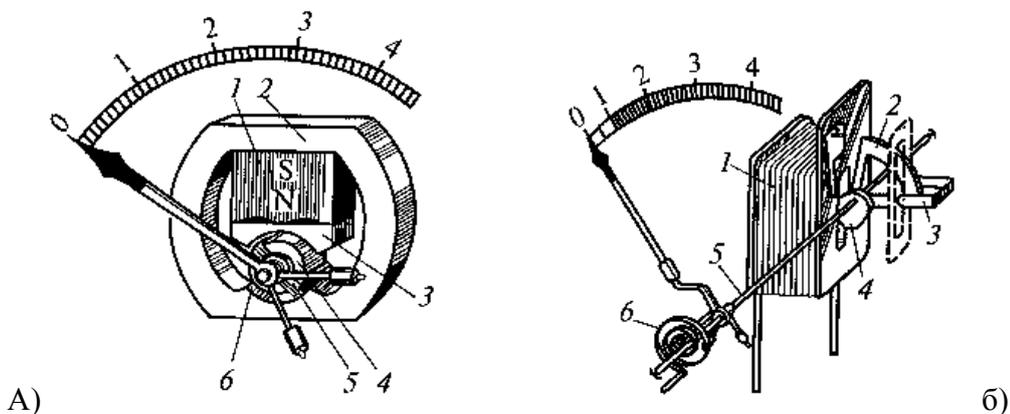


Рисунок 9.2

Электромагнитный механизм (Рис.9.2 б) состоит из неподвижной катушки 1 и укрепленной на оси 5 подвижной пластинки 2 из магнитномягкого материала.

Когда через катушку проходит ток, создается магнитное поле, которое намагничивает пластинку и она втягивается внутрь катушки. Возникающий при этом вращающий момент пропорционален квадрату силы тока. Противодействующий момент создается спиральной пружиной 6. С учетом равенства моментов получаем, что угол отклонения стрелки пропорционален квадрату силы тока.

Электромагнитные приборы применяют для измерения в цепях переменного тока в качестве амперметров, вольтметров, фазометров.

Электродинамический механизм (рис.9.3) состоит из неподвижной 1 и подвижной 2 катушек. Подвижная катушка укреплена на растяжках и может поворачиваться вокруг оси внутри двух секций неподвижной катушки.

При включении прибора в цепь постоянного тока вращающий момент пропорционален произведению токов, проходящих через катушки. При включении прибора в цепь переменного тока средний за период вращающий момент и угол поворота подвижной части прибора зависят не только от действующих значений токов, но и от угла сдвига их фаз.

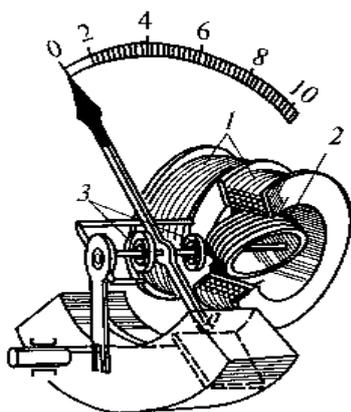


Рис. 9.3

Электродинамические приборы применяют в цепях постоянного и переменного тока для измерения тока, напряжения и мощности, причём шкала амперметров и вольтметров квадратичная, а шкала ваттметров - равномерная.

9.3 Порядок выполнения эксперимента

I. Для выданного прибора в соответствии с таблицей определить:

1. Название
2. Измеряемую этим прибором величину
3. Цену деления прибора
4. Верхний предел измерения
5. Систему
6. Род тока
7. Класс точности
8. Абсолютную погрешность, получаемую при измерении этим прибором
9. Приняв сопротивление амперметра 0,05 Ом (вольтметра 5 кОм) определить сопротивление шунта (добавочного резистора), позволяющего расширить предел измерения в 10 раз.

II. Изучив на натуральных образцах устройство электромеханических приборов, заполнить таблицы 9.1, 9.2.

Таблица 9.1

Название системы прибора	Обозначение на шкале	Элементы устройства

Таблица 9.2

Название системы прибора	Принцип действия	Применение

9.4 Содержание отчета

1. Наименование работы.

2. Цель работы.
3. Описание электромеханического прибора
4. Таблицы
5. Вывод.

9.5 Контрольные вопросы

5. Назовите основные элементы электромеханических приборов
6. Какие системы электроизмерительных механизмов широко применяют в настоящее время?
7. Для какого рода тока предназначены магнитоэлектрические измерительные механизмы? Электромагнитные механизмы?
8. Для измерений какой величины применяют электродинамические механизмы?

10. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. –М.: Изд. Центр «Академия», 2004
2. Беглецов Н.Н., Галишников Ю.П., Сенигов П.Н. Электрические цепи и основы электроники. Руководство по выполнению базовых экспериментов. – Челябинск: ООО «Учебная техника», 2006.