


Министерство труда, занятости и трудовых ресурсов Новосибирской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Новосибирской области «Бердский политехнический колледж»
(ГБПОУ НСО «Бердский политехнический колледж»)

**Методические указания
по лабораторным работам
по ОП.03 «Основы электротехники»**

по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

РАССМОТРЕНО
На ПЦК протокол № 1
04.01.2014 г.

Председатель ПЦК

 —Ларина Л.А.

Бердск, 2014 г.

Правила и техника безопасности выполнения лабораторных работ.

К выполнению работы студенты должны подготавливаться предварительно до лабораторного занятия, ознакомившись с описанием работы и проработав соответствующие вопросы теории по литературе, указанной в описании. При подготовке к работе каждый студент должен иметь отчет — заготовку проведения лабораторных работ с указанием электрических схем, расчетных формул и таблиц, необходимых для выполнения данной лабораторной работы.

Преподаватель проверяет готовность студентов к лабораторной работе по выполненным домашним заданиям. Неподготовленные работы к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Получив разрешение у преподавателя, студент приступает к монтажу схемы на рабочем месте. Преподаватель проверяет правильность монтажа схемы и при обнаружении ошибок предлагает студенту найти их и устранить. Схема должна быть собрана в соответствии с описанием лабораторной работы по данному методическому руководству.

Студенты, включившие схемы по напряжению без разрешения преподавателя, лишаются права работы в лаборатории и несут материальную ответственность за повреждение оборудования на рабочем месте.

Получив разрешение преподавателя, студенты включают схемы и проводят наблюдения, необходимые по ходу выполнения работы. Результаты наблюдений заносятся в заранее подготовленные таблицы ответов — заготовку проведения работы.

После окончания экспериментальной части работы, студенты, не разбирая схемы, производят необходимые расчеты и предъявляют свои результаты испытаний преподавателю, который убеждается в полном выполнении экспериментальной части работы и правильности полученных студентами результатов. Преподаватель подписывает результаты испытаний каждого студента и указывает дату выполнения работы в журнале.

После подписи результатов испытаний преподавателем студенты разбирают схему, аккуратно относят соединительные проводники к месту хранения.

На основании результатов испытаний студенты оформляют отчет по работе. Отчеты лабораторных работ подлежат защите, которая производится по вопросам к защите, приводимым в описании к лабораторной работе.

Отчеты по лабораторным работам должны быть индивидуальными, составленными каждым студентом. Отчеты оформляются по прилагаемой форме:

- наименование лабораторной работы указывается на титульном листе (образец титульного листа указан в приложении настоящего руководства);
- цель работы;
- выполнение домашнего задания;
- схемы эксперимента;
- выполнение рабочего задания;
- выводы по работе.

Элементы схемы должны быть вычерчены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Зачет по лабораторным работам, выполненным студентом в текущем семестре, оформляется после всех лабораторных работ.

Указания к монтажу электрических схем.

Монтаж рабочей схемы производится в соответствии со схемой, приведенной в данном руководстве к лабораторным работам по электротехнике и электронике.

Сборка схем производится на обесточенном стенде.

Электрические соединения элементов схемы и измерительных приборов осуществляются с помощью комплекта соединительных проводов, которые при монтаже схемы не должны переплетаться между собой и закрывать испытательное оборудование.

Монтаж схемы начинается со сборки токовой цепи и ее ответвлений, а затем необходимо подключение цепей напряжения измерительных приборов.

Следует по возможности избегать подключения к одному из зажимов большого числа соединительных проводов, размещая их на других, равноценных по схеме, зажимах.

В монтаже схемы должны принимать участие все студенты бригады, для чего следует разделить части схемы между собой и добирать эти части схемы по очереди, убеждаясь в правильности сборки уже составленной части схемы.

Техника безопасности при проведении лабораторных работ.

При монтаже схем используются только изолированные провода с наличием изолированных держателей на штырях. Пользоваться оголенными проводами запрещается.

Напряжение к лабораторному столу подается только преподавателем.

Студенту категорически запрещается включать схему без проверки ее преподавателем.

Устранение замеченных в рабочей цепи неисправности, а также все пересоединения, необходимые по ходу работы, производится при отключенном напряжении. Повторное включение схемы после этих пересоединений допускается только после разрешения преподавателем.

Во время работы нельзя прикасаться к оголенным частям электрической цепи.

По окончании работы напряжение у рабочего места немедленно отключается.

Литература:

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника — М.: 1999 г.
2. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В. и др. Основы теории цепей — М.: Высшая школа 1989 г., 542 с.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. — 10-е изд. — М.: Гардарики, 2001. — 638 с.

Лабораторная работа № 1

Исследование Выпрямителей

Цель работы

1. Изучить принцип работы различных схем выпрямителей.
2. Экспериментально определить основные параметры выпрямителей.

Основные вопросы курса, изучаемые перед выполнением работы

1. Назначение и классификация выпрямителей.
2. Неуправляемые выпрямители: принцип работы и основные параметры.
3. Управляемые выпрямители: принцип работы и основные параметры.

4. Выпрямители со схемой умножения напряжения.

Содержание работы

1. Изучение принципа работы и определение параметров однофазной однополупериодной схемы выпрямления.
2. Изучение принципа работы и определение параметров однофазной двухполупериодной схемы выпрямления с выводом от средней точки трансформатора.
3. Изучение принципа работы и определение параметров однофазной мостовой схемы выпрямления.
4. Изучение принципа работы и определение параметров трехфазной мостовой схемы выпрямления.
5. Изучение принципа работы выпрямителей с умножением напряжения.

Описание лабораторного макета

Сменный блок «Исследование схем выпрямителей» включает четыре вентиляных группы по три диода в каждой VD1-VD12 (две группы диодов с общим анодом, две группы — с общим катодом), четыре одиночных диода VD13-VD16, конденсаторы C1-C4, два тиристора VS1-VS2 со схемой управления и резистор $R_{ш} = 1 \text{ Ом}$.

В качестве нагрузки выпрямителя используется переменный резистор блока нагрузок (правая панель лабораторной установки). Регулирование тока, протекающего через нагрузку, производится ручками «RH грубо» и «RH точно». Примерные пределы изменения RH : от 1300 Ом в положении 1 переключателя «RH грубо» до 17 Ом в положении 11. В положении «X.X.» $RH = \infty$.

Напряжения и токи в различных точках изучаемой схемы выпрямителя контролируются с помощью вольтметра PV1 и миллиамперметра PA1 лабораторной установки. Вольтметр PV1 и миллиамперметр PA1 позволяют измерять как постоянную, так и переменную составляющие напряжения или тока. Сопротивление шунта миллиамперметра составляет 1 Ом.

Напряжение на резисторе нагрузки и ток, протекающий через резистор, контролируются вольтметром PV2 и миллиамперметром PA2. Вольтметр PV2 позволяет измерять как постоянную, так и переменную составляющие напряжения.

Режимы работы измерительных приборов установки:

Измерительный прибор	Режим измерения	Предел измерения
PV1	~	200 V
	=	200 V
PA1	~	2000 mA
	=	2000 mA
PV2	~	20 V
	=	200 V
PA2	=	2000 mA

Д/З. Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе

Лабораторная работа №2

Проведение осциллографирования

Для наблюдения формы напряжений имеются гнезда в точках подключения вольтметров или непосредственно на элементах схемы выпрямителя.

Для наблюдения формы токов необходимо в разрыв исследуемой цепи включить резистор $R_{Ш} = 1 \text{ Ом}$, вход осциллографа подключить к резистору $R_{Ш}$ (форма напряжения на нем будет соответствовать форме протекающего в цепи тока, а отсчет величины напряжения, произведенный с помощью осциллографа, будет пропорционален величине протекающего тока). Пример осциллографирования тока вторичной обмотки трансформатора приведен на рисунке.

Осциллографирования тока вторичной обмотки трансформатора

В некоторых случаях можно подключить вход осциллографа параллельно миллиамперметру РА (сопротивление шунта миллиамперметра равно 1 Ом).

Осциллографирование исследуемых напряжений и токов должно осуществляться при таких положениях переключателей «V/дел» и « $\times 1$, $\times 10$ », чтобы размер изображения по вертикали составлял больше половины шкалы экрана. При необходимости следует воспользоваться выносным делителем напряжения с коэффициентом деления $1 : 10$.

При проведении измерений необходимо переменный резистор плавной регулировки усиления канала «Y» повернуть по часовой стрелке до фиксации.

Длительность развертки должна находиться в пределах 2 мS/дел - 5 мS/дел. При этом на экране осциллографа будет наблюдаться один или два с половиной периода напряжения.

Рекомендуется использовать режим синхронизации горизонтальной развертки осциллографа «ОТ СЕТИ».

Примечание. Одновременное осциллографирование двух напряжений возможно только в том случае, если эти напряжения имеют общую точку отсчета. Это связано с тем, что один из проводов, подключенных к входу канала «Y» соединен с корпусом осциллографа. В дальнейшем на рисунках это провод отмечен знаком «⊥».

Для проведения осциллографирования двух напряжений необходимо провод «⊥» того входа «Y», по которому будет проводиться синхронизация осциллографа, подключить к общей точке отсчета исследуемых напряжений. При этом провод «⊥» другого входа «Y» можно не использовать.

Основные соотношения для схем выпрямителей

$u_d(t)$ — мгновенное значение синусоидального напряжения,

$$u_d(t) = U_m \sin \omega t = U \sin \omega t;$$

U_m — амплитудное значение синусоидального напряжения;

U — действующее значение синусоидального напряжения;

U_2 — действующее значение напряжения выходной обмотки трансформатора;

U_d - постоянная составляющая выпрямленного напряжения (среднее значение выпрямленного напряжения);

U_{d0} - постоянная составляющая выпрямленного напряжения в режиме холостого хода,

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе

Лабораторная работа № 3.

Проведение осциллографирования

для нерегулируемых выпрямителей

p — коэффициент пульсности;

$$p = mn;$$

m — число фаз выпрямляемого напряжения;

n — число полупериодов выпрямления;

K_o — коэффициент преобразования переменного напряжения в постоянное

$$K_o = U_d / U_2;$$

p	2	3	6	12
K_o	0,9	1,17	1,35	1,39
k_{Π}	0,67	0,25	0,057	0,0144

$U_{\sim m}$ - амплитуда переменной составляющей выпрямленного напряжения;

С достаточной степенью точности можно считать, что

$$U_{\sim m} = U_{\sim m1},$$

где $U_{\sim m1}$ - амплитуда первой гармоники переменной составляющей выпрямленного напряжения;

k_{Π} - коэффициент пульсации выпрямленного напряжения. Оценивается как относительная величина амплитуды первой гармоники выпрямленного напряжения,

$$k_{\Pi} = U_{\sim m} / U_d \approx U_{\sim m1} / U_d;$$

I_2 — действующее значение тока выходной обмотки трансформатора;

$I_{2\text{ ср}}$ — среднее значение тока выходной обмотки трансформатора;

I_d — среднее значение выпрямленного тока;

$I_{в\text{ ср}}$ — среднее значение тока диода;

$I_{в\text{ макс}}$ — максимальное значение тока диода;

$U_{\text{обр макс}}$ — максимальное обратное напряжение на диоде.

Величина	Тип схемы выпрямления
	Однофазная однополупериодная

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе

Лабораторная работа №4.

«Исследование источников синусоидального напряжения и синусоидального тока».

1. Цель работы

Исследование основных величин, характеризующих синусоидальные переменные токи и напряжения.

2. Основные теоретические положения.

Под активными элементами электрической цепи понимаются источники электрической энергии. Примерами реальных источников электрической энергии могут служить электрические генераторы постоянного и переменного тока, аккумуляторы, солнечные батареи и др. Источники возбуждают электрическую цепь и являются причиной возникновения токов и напряжений в ней. Для анализа и расчета электрической цепи удобно вводить идеализированные источники двух видов: источник напряжения и источник тока, которые учитывают основные свойства реальных источников.

При соответствующем дополнении идеализированных источников моделями пассивных элементов можно передать все свойства реальных источников электрической энергии.

Под источником ЭДС понимают такой элемент с двумя выводами (полюсами), напряжение между которыми не зависит от тока, который отдастся источником во внешнюю цепь. Независимости напряжения на выводах источника от тока соответствует вольтамперная характеристика, представленная сплошной линией на рис.1. и означающая, что внутреннее сопротивление источника, где возможно падение напряжения равно нулю. Такой идеализированный источник способен отдавать во внешнюю цепь неограниченную мощность. В реальном источнике всегда присутствует внутреннее сопротивление. С ростом отдаваемого тока на этом сопротивлении растет падение напряжения и уменьшается напряжение на выводах источника. ВАХ реального источника показана на рис.1 пунктирной линией.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m). периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе.

ВАХ источника ЭДС

Условное графическое обозначение источника ЭДС. Положительная полярность источника обозначается стрелкой.

Лабораторная работа №5

Графическое изображение источника ЭДС

Под источником тока понимают такой активный элемент электрической цепи, ток на выходе которого не зависит от нагрузки. Независимости тока от нагрузки соответствует вольтамперная характеристика идеального источника тока, показанная на рис.3 сплошной линией и означающая, что внутренняя

проводимость источника (O), куда может ответвиться ток, равна нулю. Такой идеализированный источник также способен отдавать во внешнюю цепь неограниченную мощность. В реальном источнике всегда присутствует внутренняя проводимость. С ростом напряжения на нагрузке растет ток, ответвляющийся во внутреннюю проводимость, и уменьшается ток во внешней цепи.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №6

Вольт-амперная характеристика реального источника изобразить пунктирной линией.

ВАХ источника тока

Условное графическое обозначение источника тока представлено

Положительная полярность обозначается стрелкой.

Графическое изображение источника тока

Переменным называют ток, изменение которого по значению и направлению повторяется через равные промежутки времени. Широкое применение переменного тока в различных областях техники объясняется легкостью его получения и преобразования, а также простотой устройства генераторов и двигателей переменного тока, надежностью их работы и удобством эксплуатации.

Мгновенное значение синусоидального переменного тока изменяется во времени по закону:

Мгновенные значения тока i , напряжения u , ЭДС e - их значения в данный момент времени: $i = i(t)$; $u = u(t)$; $e = e(t)$.

Амплитудные значения тока i_t , напряжения u_t , ЭДС E_t - максимальные значения мгновенных величин i , u , e .

Период T - промежуток времени, в течении которого ток совершает полное колебание и принимает прежнее по величине и знаку мгновенное значение.

Период выражают в секундах [с], миллисекундах [мс] и микросекундах [мкс].

Частота $f = 1 / T$ - число периодов в 1 секунду [Гц].

Поскольку синусоидальная функция имеет угловой период, равный $2\pi f$, то часто используется понятие угловой частоты $\omega = 2\pi f = 2\pi / T$, выражаемой в [рад/с] = [с⁻¹].

Начальная фаза - это электрический угол, определяющий значение физической величины в момент времени $t = 0$.

Фаза - это электрический угол (аргумент синусоидального тока ($\omega t + \varphi$)), величина которого определяет значение переменной величины в данный момент времени.

Угол сдвига по фазе - это разность двух начальных фаз.

Возможны следующие способы представления синусоидальных величин:

- Аналитическое изображение, т.е. в виде формул:

В общем виде: $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$, [В]

В цифрах: $i = 50 \sin(314t + \pi/2)$, [А]

$u = 220 \sin(\omega t + 45^\circ)$, [В]

- В виде волновых или временных диаграмм - это графическое изображение зависимости мгновенного значения от фазы. Если начальная фаза положительна - она откладывается слева от оси ординат, если отрицательна - справа.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_u).
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 7

Построение векторов и векторных диаграмм.

При расчете цепей переменного тока часто приходится производить операции сложения и вычитания токов и напряжений. Когда токи и напряжения заданы аналитически или временными диаграммами, эти операции оказываются весьма громоздкими. Существует метод построения векторных диаграмм, который позволяет значительно упростить действия над синусоидальными величинами.

Векторы, изображающие синусоидальные функции во времени, имеют совсем другой смысл, чем векторы, изображающие, например, силы в механике. Вектор силы дает ее величину и направление в пространстве, тогда как вектор, изображающий синусоиду, является вектором вращающимся, дающим своей проекцией на неподвижную ось мгновенное значение синусоиды. Такой вектор чертится в начальном своем положении, которое дает начальную фазу синусоиды, но, конечно не направление изображаемой величины в пространстве. Подобным образом можно изобразить любую синусоидально изменяющуюся величину. Совокупность нескольких векторов, соответствующих нулевому моменту времени, называют векторной диаграммой. Следует иметь в виду, что на векторной диаграмме векторы изображают токи (напряжения) одинаковой частоты.

На рис.6 представлен пример изображения синусоидального тока.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m). периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №8

Длина вектора OA равна I_m (в соответствии с выбранным масштабом). Угол φ соответствует начальной фазе. Вектор OA вращается с угловой скоростью ω против часовой стрелки. Проекция вектора на ось ординат соответствует мгновенному значению синусоидальной величины.

Для построения векторной диаграммы необходимо:

- Указать масштаб изображаемых величин;
- Выбрать начало отсчета времени (как правило 0);
- Изобразить вектора с учетом сдвига по фазе.

На рис.7 показан пример построения векторной диаграммы.

Если начальная фаза положительна, то она откладывается против часовой стрелки, если отрицательна - по часовой стрелке.

3. Порядок выполнения работы

Исследование источников синусоидального напряжения производится с помощью модели, представленной . Модель содержит источник синусоидального напряжения (AC VoltageSource), сопротивление и измерительный прибор (Multimeter). Все виртуальные приборы являются блоками пакета расширений SimPowerSystem.

Путь к элементу Series RLC

При этом для получения нулевого индуктивного сопротивления ($x_L = \omega L$ $2\pi fL$) необходимо в поле Inductance L(H) (Ошибка! Источник ссылки не найден.) записать 0, а для получения нулевого емкостного сопротивления ($x_C = 1/\omega C$) в поле Capacitance C(F) записать «inf» (от англ. Infinite - бесконечность). В поле Measurement выбирают величины подлежащие измерению.

ВНИМАНИЕ! Графическое изображение данного элемента в модели зависит от выбранных параметров.

После создания модели необходимо задать ее параметры в соответствии со своим вариантом. На рисунке 10 показан пример окна задания параметров источника напряжения. Данное окно содержит поля задания амплитуды напряжения на выходе источника в вольтах, начальная фаза в градусах, частота в герцах и величина шага выборки. В последнем поле задается параметр, который измеряется измерительным прибором Multimeter.

Содержание отчета:

План оформления отчёта

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.

4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m), периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 9.

Пример настройки блока Series RLC Branch в случае использования лишь сопротивления R .

При выбранных параметрах измерения в левом поле окна настройки блока Multimeter (рис.12) появляется название измеряемого параметра и название блока, в котором этот параметр измеряется. Кнопкой Select(измеряемый параметр перемещается в правое поле для дальнейшей обработки в последующих блоках, а также для вывода на экран результатов моделирования. В этом случае следует поставить флажок Plotsselectedmeasurements.

Параметры моделирования задаются в окне SimulationParameters вызываемым из пункта меню Simulation (Рис.13). Параметры моделирования (прежде всего Stoptime, Max stepsize, Minstepsize необходимо выбирать с таким учетом, чтобы на графиках наиболее четко для понимания представить моделируемый процесс. Произвести моделирование, получив по 3 графика для каждого значения сопротивления нагрузки.

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 10. (По этим темам сделать р-ты)

2. Исследование принципа работы фазового регулятора напряжения.
3. Исследование стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным регулированием.
4. Исследование операционных усилителей.
5. Исследование логических элементов и синтез логических схем.
6. Исследование логических элементов с памятью. Триггеры.
7. Исследование регистров и счетчиков.
8. Исследование типовых функциональных устройств комбинированной логики.

Как измерить напряжение в электросети

Напряжением в электросети можно считать электродвижущую силу (ЭДС) источника тока или падение напряжения на данном конкретном потребителе. Эту величину можно измерить специальным прибором или рассчитать, если известны другие параметры. Когда в сети переменный ток, но различают эффективное и амплитудное значение напряжения.



Оборудование: - тестер; - электросеть и потребитель.

Ход работы

1

Для определения ЭДС на источнике тока, подключите тестер к его зажимам. На его дисплее появится значение напряжения. При настройке прибора сначала выставляйте его на самые высокие напряжения, затем, постепенно увеличивайте его чувствительность, чтобы прибор не вышел из строя. При измерении постоянного тока обязательно установите эту настройку на приборе и соблюдайте полярность его подключения. При измерении ЭДС в сети переменного тока, полярность соблюдать не нужно.

2

При измерении ЭДС источника переменного тока, учитывайте, что прибор показывает эффективное значение напряжения, которое и выполняет работу по перенесению заряда. Амплитудное значение напряжения найдите, умножив измеренную величину на корень квадратный из 2. Например, если тестер показал в бытовой сети 220 В, то это эффективное значение напряжения. Тогда амплитудное значение будет $220 \cdot \sqrt{2} \approx 311$ В.

3

При измерении напряжения на любом потребителе тестер в режиме измерения этой величины подключите к его зажимам. После этого подключите потребитель к сети. Для постоянного тока соблюдайте полярность, эффективное и амплитудное значение переменного напряжения рассчитывайте по описанной методике.

4

Если нет возможности измерить напряжение в сети непосредственно, рассчитайте его. Измерьте силу тока в сети, и общее сопротивление нагрузки, подключенной к источнику тока. Найдите напряжение в сети U , умножив значение силы тока в амперах I на электрическое сопротивление R ($U=I \cdot R$). Например, если ток в сети равен 2 А, а общее сопротивление 140 Ом, то напряжения в ней будет равно $U=2 \cdot 140=280$ В.

5

Чтобы найти ЭДС источника тока, по силе тока, узнайте кроме сопротивления участка цепи внутреннее сопротивление источника тока r . Тогда, чтобы определить ЭДС источника тока в сети найдите сумму сопротивлений и умножьте ее на силу тока $ЭДС=I \cdot (R+r)$. Например, если в том же примере внутреннее сопротивление источника тока 20 Ом, то $ЭДС=2 \cdot (140+20)=320$ В.

Лабораторная работа № 11

Тема: «Как измерить напряжение и ток»

Для измерения силы тока в электрической цепи используется амперметр, а напряжение измеряется с помощью вольтметра. При этом амперметр включается последовательно с нагрузкой в цепи, а вольтметр – параллельно источнику электрической энергии.

1. Цель работы: определение ЭДС на источнике тока.

- **Оборудование:** тестер;
- - электросеть и потребитель.

- Напряжением в электросети можно считать электродвижущую силу (ЭДС) источника тока или падение напряжения на данном конкретном потребителе. Эту величину можно измерить специальным прибором или рассчитать, если известны другие параметры. Когда в сети переменный ток, но различают эффективное и амплитудное значение напряжения.



2. Основные вопросы курса, изучаемые перед выполнением работы

При настройке прибора сначала выставляйте его на самые высокие напряжения, затем, постепенно увеличивайте его чувствительность, чтобы прибор не вышел из строя. При измерении постоянного тока обязательно установите эту настройку на приборе и соблюдайте полярность его подключения

3. Содержание лабораторной работы

1. Для определения ЭДС на источнике тока, подключите тестер к его зажимам. На его дисплее появится значение напряжения. При настройке прибора сначала выставляйте его на самые высокие напряжения, затем, постепенно увеличивайте его чувствительность, чтобы прибор не вышел из строя. При измерении постоянного тока обязательно установите эту настройку на приборе и соблюдайте полярность его подключения. При измерении ЭДС в сети переменного тока, полярность соблюдать не нужно.

2.

При измерении ЭДС источника переменного тока, учитывайте, что прибор показывает эффективное значение напряжения, которое и выполняет работу по перенесению заряда. Амплитудное значение напряжения найдите, умножив

измеренную величину на корень квадратный из 2. Например, если тестер показал в бытовой сети 220 В, то это эффективное значение напряжения. Тогда амплитудное значение будет $220 \cdot \sqrt{2} \approx 311$ В.

3

При измерении напряжения на любом потребителе тестер в режиме измерения этой величины подключите к его зажимам. После этого подключите потребитель к сети. Для постоянного тока соблюдайте полярность, эффективное и амплитудное значение переменного напряжения рассчитывайте по описанной методике.

4

Если нет возможности измерить напряжение в сети непосредственно, рассчитайте его. Измерьте силу тока в сети, и общее сопротивление нагрузки, подключенной к источнику тока. Найдите напряжение в сети U , умножив значение силы тока в амперах I на электрическое сопротивление R ($U=I \cdot R$). Например, если ток в сети равен 2 А, а общее сопротивление 140 Ом, то напряжения в ней будет равно $U=2 \cdot 140=280$ В.

5

Чтобы найти ЭДС источника тока, по силе тока, узнайте кроме сопротивления участка цепи внутреннее сопротивление источника тока r . Тогда, чтобы определить ЭДС источника тока в сети найдите сумму сопротивлений и умножьте ее на силу тока $\text{ЭДС} = I \cdot (R + r)$. Например, если в том же примере внутреннее сопротивление источника тока 20 Ом, то $\text{ЭДС} = 2 \cdot (140 + 20) = 320$ В.

Подготовить отчёт в письменном виде

Содержание отчета:

1. Цель работы.
2. Исследуемые модели.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
4. Расчетные формулы.
5. Полученные в результате моделирования графики с показанными на них амплитудными значениями напряжений (U_m) и токов (I_m). периодом (T) и начальной фазой (φ_I и φ_U).
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №12

Тема: «Как измерить напряжение и ток»

- **Оборудование:** - миллиамперметр;
- - вольтметр.



Подготовьте измерительные приборы к работе. Расположите их в горизонтальном положении, удобном для использования. Установите нулевое положение шкалы с помощью корректора. Подсоедините измерительные кабели к соответствующим клеммам миллиамперметра и вольтметра. Установите переключатели приборов на самый большой диапазон измерений. Заземлите устройства измерений и подключите их к электрической сети.

2

Выберите режим вольтметра для измерения постоянных или переменных значений. Измерению постоянных напряжений соответствует надпись DCV или V на измерительной шкале прибора. Измерьте постоянное напряжение на полюсах батарейки (клеммах аккумулятора, выходах блока питания). Для этого соедините положительную клемму

прибора красным измерительным кабелем (проводом) с положительным полюсом батарейки (аккумулятора), а отрицательную – черным кабелем с отрицательным полюсом. Уменьшайте предел измерений до тех пор, пока не получите требуемую точность измерений.

3

Измерьте переменное напряжение электрической сети (участка цепи). Измерению переменных напряжений соответствует надпись ACV или $V\sim$ измерительной шкалы прибора. Порядок подключения клемм измерительных приборов с разной полярностью при измерении переменных величин, никакой роли не играет.

4

По аналогии с измерением напряжения измерьте постоянный и переменный ток в электрической сети. При этом схема, в которую подключается миллиамперметр, должна быть предварительно разомкнута, а прибор должен быть включен после нагрузки

Д/З: Подготовить письменный отчет по плану.

Лабораторная работа № 13

Тема: Измерение сопротивления тока.

Ход работы.

Не всегда под рукой есть омметр. Если его нет, измерить сопротивление нагрузки можно косвенным способом - по току, проходящему через нее. Напряжение же на ней во многих случаях и так известно



Отключите питание нагрузки.

2

Отсоедините от нагрузки тот из проводов источника питания, который не соединен с ее общим проводом.

3

Один из щупов амперметра или многофункционального измерительного прибора (тестера, мультиметра), работающего в соответствующем режиме, подключите к отсоединенному выводу источника питания, другой - к отсоединенному выводу нагрузки. Если она питается постоянным током, соблюдайте при этом полярность.

4

Переключателем на измерительном приборе выберите род тока (переменный или постоянный), а также диапазон, примерно соответствующий току, потребляемому нагрузкой. При необходимости, переставьте штекеры на приборе в гнезда, соответствующие роду тока и диапазону.

5

Включите питание нагрузки, дождитесь завершения переходных процессов, прочитайте показания индикатора измерительного прибора, запомните или запишите их, а затем отключите питание нагрузки.

6

Результат измерения переведите в систему СИ. Напряжение питания нагрузки (предполагается, что оно известно заранее) также переведите в эту систему. Поделите напряжение на силу тока. Вы получите значение сопротивления, выраженное в омах. При необходимости, переведите его в килоомы или мегаомы.

7

В случае, если необходимо измерить сопротивление нагрузки в установившемся режиме, используйте этот метод даже при наличии омметра. Например, если измерить омметром сопротивление выключенной лампы накаливания, то будет известно, каким оно является в выключенном, а не во включенном состоянии. Однако, известно, что при прогреве оно значительно увеличивается. Каким оно станет после того, как нить лампы разогреется, можно только описанным выше косвенным способом. Учтите, однако, что пусковой ток многих нагрузок значительно превышает рабочий. Если измерительный прибор на такой ток не рассчитан, подключите параллельно ему перед измерением хорошо изолированный выключатель. Перед включением нагрузки замкните измерительный прибор выключателем, а когда нагрузка выйдет на рабочий режим - разомкните.

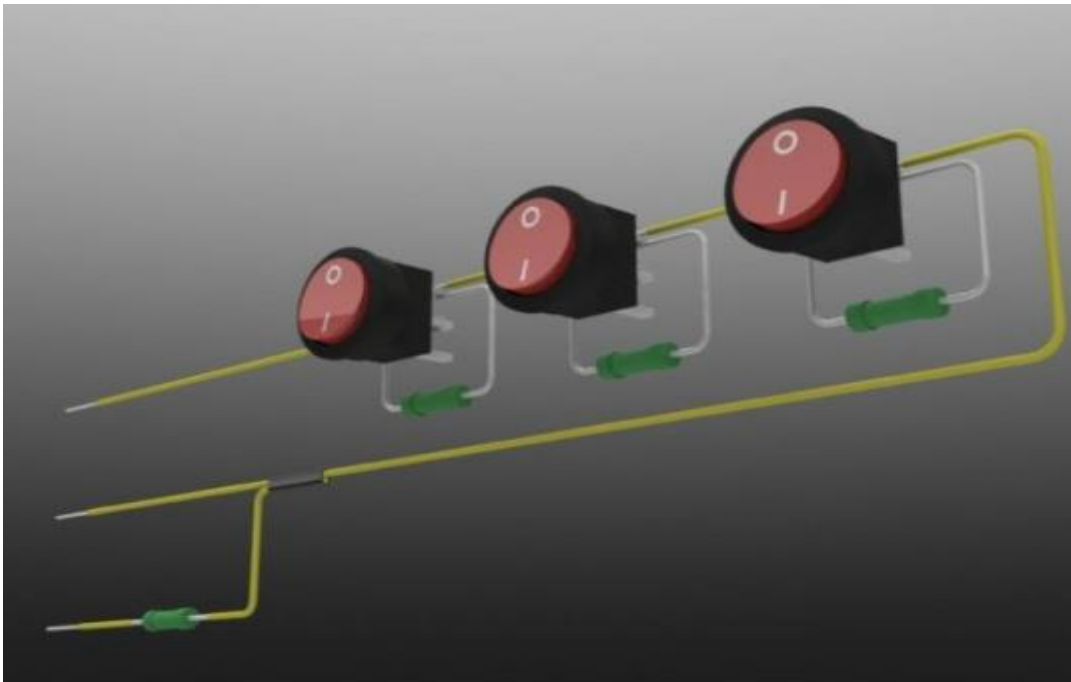
Д/З: Составить отчёт о работе по плану.

Лабораторная работа №14

Тема: измерение сопротивления резистора

Резистор – один из основных элементов любой электрической цепи. Его основным предназначением является создание определенного сопротивления. Сопротивление можно измерить специальными приборами или определить по специальной маркировке, нанесенной на корпус резистора.

- Оборудование: — тестер;
- — калькулятор;
- — таблицы маркировок.



1

Возьмите тестер, который может работать в режиме омметра. Присоедините его к контактам **резистора** и произведите измерение. Поскольку сопротивление резисторов бывает самым разным, выставьте чувствительность прибора. Если тестер может измерить только силу тока и сопротивление, возьмите источник тока и соберите электрическую цепь, включив в нее резистор. При подключении цепи обязательно контролируйте ток, который проходит по ней, чтобы не вызвать короткого замыкания. После изменения силы тока в амперах, переключите тестер на измерение напряжения. Присоедините его параллельно резистору, и снимите показания в вольтах. Затем найдите сопротивление **резистора**, поделив значение напряжения U на силу тока I ($R=U/I$). Если используется источник постоянного тока, при подключении приборов

2

Если на резистор нанесена маркировка, найдите его сопротивление, не прибегая к дополнительным операциям. Резисторы маркируются или цифрами, или комбинацией цифр с буквами, или набором цветных полос.

3

Если на резисторе указывается три цифры, то по двум первым цифрам определите десятки и единицы число, а третья цифра – это степень числа 10, в которую его нужно возвести для получения правильного значения. Например, если на резистор нанесены числа 482, то это значит, что его сопротивление равно $48 \cdot 10^2 = 4800$ Ом.

4

Когда на резистор наносится маркировка SMD, то первые две цифры берутся как коэффициент, а буква соответствует степени числа 10, на которое его нужно умножить. Все значения коэффициентов и буквенных обозначений берите в таблице маркировки SMD резисторов EIA. На резисторе может быть и четвертая буква, обозначающая класс его точности. Например, если резистор имеет маркировку 21BF, то его сопротивление будет равно $162 \cdot 10 = 1620$ Ом $\pm 1\%$.

5

Если на резисторе нарисованы цветные полосы, используйте таблицу определения сопротивления **резистора** по цветной маркировке. Первые три метки соответствуют цифрам, из которых составляется коэффициент.

Д/З: Составить отчёт о работе по плану.

Лабораторная работа №15

Тема: измерение входного сопротивления

При подключении к входу усилителя источника усиливаемого сигнала для хорошего согласования следует знать величину входного сопротивления усилителя. В противном случае можете получить завал амплитудно-частотной характеристики сигнала, сильное уменьшение его амплитуды и появление различного типа нелинейных искажений. Измерить входное сопротивление можно несколькими способами. Часто одновременно требуется измерение величины выходного сопротивления.



- Оборудование:
 - генератор стандартных сигналов;
 - - мультиметр;
 - - соединительные провода;
 - - нагрузочный переменный резистор 100 кОм.

Ход работы

Включите мультиметр в положение измерения переменных токов. Включите генератор стандартных сигналов в режим, в котором на его выходе будет синусоидальное напряжение размахом меньше 250 мВ частотой 50–900 Гц. Подключите генератор к входу усилителя. В разрыв одного из проводов (последовательно) подключите мультиметр. Полярность подключения значения не имеет.

2

Увеличьте напряжение переменного тока на выходе генератора до 250 мВ. Если генератор не имеет собственного вольтметра, используйте еще один мультиметр. Его включите для измерения переменного напряжения в диапазоне 2 Вольта и подключите параллельно к выходу прибора.

3

Считайте показание мультиметра, включенного для измерения переменного тока. Если показания прибора нулевые, последовательно переключайте диапазоны измерений на нем

в направлении от большего к меньшему току. Если прибор показывает на дисплее цифру 1, наоборот, переключите его в больший диапазон измерения токов. По формуле Ома ($R=U/I$) вычислите входное сопротивление.

4

Второй способ

Включите генератор и установите на его выходе синусоидальный сигнал частотой 50–900 Гц с размахом напряжения, равным 250 мВ. Подключите генератор к входу усилителя. Параллельно к входу подключите переменный резистор (резистор установите в такое положение, когда его сопротивление максимально) и мультиметр, включенный в режим измерения переменного напряжения в диапазоне 2 Вольта.

5

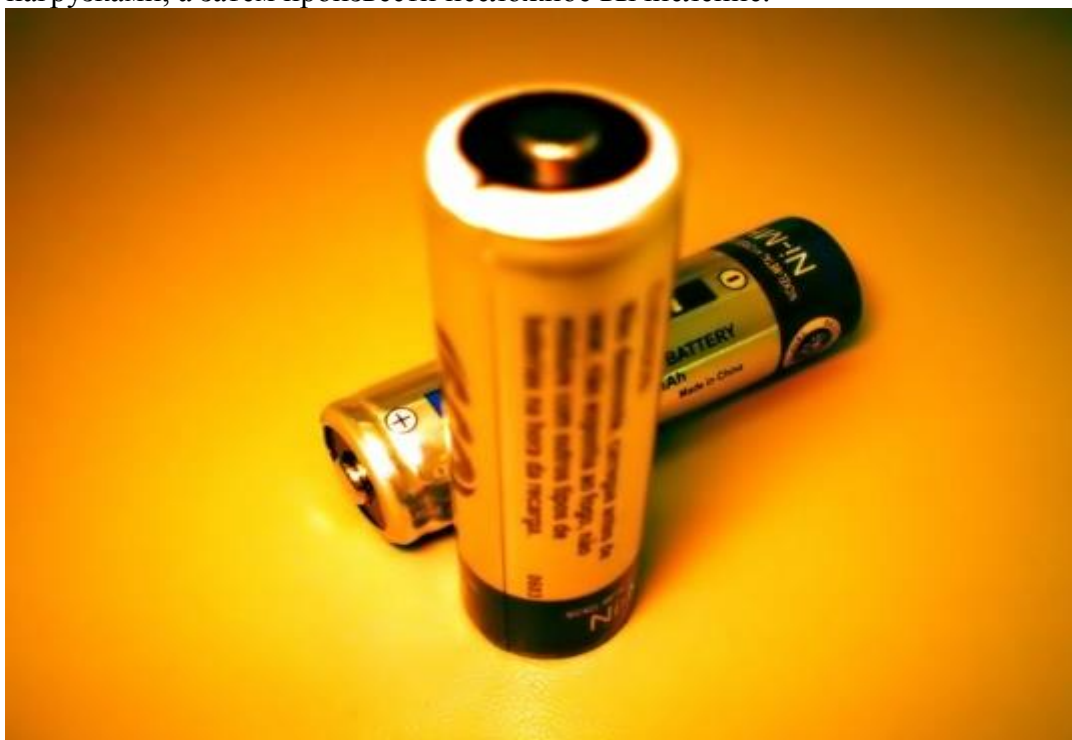
Плавно уменьшайте сопротивление резистора до тех пор, пока напряжение на входе усилителя не упадет до 125 мВ. Выключите генератор. Отключите переменный резистор от схемы. Включите мультиметр в положение измерения сопротивлений. Измерьте величину сопротивления переменного резистора. Эта величина и будет равна величине входного сопротивления измеряемого устройства.

Д/З: Составить отчёт о работе по плану.

Лабораторная работа № 15.

Измерение внутреннего сопротивления аккумулятора.

Любой источник тока имеет определенное внутреннее сопротивление. Оно участвует в ограничении тока через нагрузку наряду с сопротивлением самой нагрузки. Для того чтобы его узнать, придется измерить напряжение на источнике под различными нагрузками, а затем произвести несложное вычисление.



Ход работы

1

Полностью зарядите батарею.

2

Возьмите две нагрузки. Каждая из них должна нагружать аккумулятор таким током, чтобы он не превышал максимально допустимый для него. Одна из нагрузок должна потреблять ток, составляющий примерно 30 процентов от максимально допустимого продолжительного (не кратковременного!) для аккумулятора, а другая - порядка 70 процентов от него. Очень удобно использовать низковольтные лампы накаливания. Они должны быть рассчитаны на напряжение, несколько превышающее ЭДС аккумулятора (напряжение на его клеммах при отсутствии нагрузки). Если используются мощные лампы, закрепите их таким образом, чтобы было исключено соприкосновение с ними любых частей тела, а также легковоспламеняющихся предметов.

3

Подключите к аккумулятору первую нагрузку через амперметр, а параллельно самой батарее присоедините вольтметр. Оба прибора подключайте в правильной полярности. Дождитесь завершения переходных процессов, длящихся несколько секунд. Измерьте ток через нагрузку и напряжение на батарее. Запишите их.

4

Разберите цепь, после чего аналогичным образом подключите к батарее вместо первой нагрузки вторую. Также запишите результаты. В обоих случаях измерения проводите быстро (за исключением времени, требуемого для завершения переходных процессов), чтобы батарея не успела разрядиться.

5

Если результаты измерений выражены не в единицах системы СИ (например, батарея является маломощной и токи через нагрузку выражены в миллиамперах), переведите их в эту систему.

6

Вычтите первое напряжение из второго, а также второй ток из первого. Результат первого вычитания поделите на результат второго вычитания. Получится внутреннее сопротивление аккумулятора, выраженное в омах.

7

Учтите, что внутреннее сопротивление аккумулятора повышается по мере его разряда и износа. Специально изнашивать его, пожалуй, не стоит. А вот один цикл разряда (до напряжения, слегка превышающего минимальное безопасное для него) проведите. В нескольких точках этого цикла, кратковременно отключая батарею от основной разрядной цепи, измерьте ее внутреннее сопротивление, пользуясь указанной выше методикой. Составьте кривую зависимости внутри

Д/З: Составить отчёт о работе по плану.

Лабораторная работа № 17

замер сопротивления изоляции.

Для измерения сопротивления **изоляции** используйте мегаомметр. Очистите изоляцию и снимите с нее остаточный заряд заземлением. Проверьте мегаомметр, замыкая его

провода, после чего подключите его контакты к прибору и снимите показания сопротивления **изоляции**. В некоторых случаях можно использовать вольтметр с большим внутренним **сопротивлением**



Оборудование: мегаомметр, вольтметр

Ход работы

1

Отключите испытываемый объект от источников электрического тока. После очистки **изоляции** от грязи заземлите объект для того, чтобы снять с него остаточный заряд. В зависимости от рабочего напряжения прибора выберите оборудование, рассчитанное на 1000, или 2500 В. Для испытания прибора убедитесь, что при разомкнутых проводах он показывает бесконечность, а при коротко замкнутых 0. Для прибора используйте провода с большим **сопротивлением изоляции**, которое составляет не меньше 10 МОм. Заземлите токоведущие кабели прибора, на которых будет производиться измерение.

2

Присоедините зажимы прибора к токопроводящим кабелям прибора или сети и начинайте вращать генератор для получения устойчивого напряжения. Чтобы достигнуть этого, вращайте рукоятку ручного генератора с частотой 2 оборота в секунду. В течение некоторого времени показания прибора будут нарастать, поэтому подавайте напряжение в течение 1 минуты, когда показания прибора стабилизируются.

3

Чтобы на показания мегаомметра не оказывал влияние ток утечки по изоляционной поверхности, прибор подключается со специальным экранирующим зажимом. Тогда этот ток отводится непосредственно в землю, минуя прибор.

4

Обратите внимание на то, что замеры нужно производить при температуре не ниже +5 градусов Цельсия. Нестабильная влажность при более низких температурах не позволяет получить истинные показания сопротивления **изоляции**.

5

Работая с мегаомметром, обязательно используйте зажимы с изолированными рукоятками. Если напряжение на приборе превышает 1 кВ, дополнительно наденьте диэлектрические перчатки. Не прикасайтесь при проведении испытания к токоведущим частям прибора.

6

При исследовании сопротивления **изоляции** на генераторах постоянного тока или аккумуляторах, используйте вольтметры с внутренним **сопротивлением** 30-50 кОм. Для этого замерьте напряжение между полюсами источника, затем между каждым из полюсов и землей.

Лабораторная работа № 18.

Тема: Проверка изоляции проводов.

Время от времени **изоляцию** кабелей и **проводов** нужно проверять, так как качество защитной оболочки с годами ухудшается из-за периодического нагрева, воздействия атмосферных явлений, неправильной разводки и пайки и др. Если не обнаружить проблему вовремя, можно неожиданно оказаться перед фактом выхода из строя всей системы.



Требования и оборудование-мегаомметр;- электрик с группой безопасности III или IV.

Ход работы

1

Для того чтобы проверить **изоляцию проводов**, найдите опытных специалистов-электриков с группой по электробезопасности не ниже III или IV. При проведении всех работ руководствуйтесь Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП).

2

Подберите подходящий прибор. Для измерения сопротивления изоляции кабеля сечением менее 16 кв. мм возьмите мегаомметр на 1000 В, для более толстого или бронированного кабеля – на 2500 В. Изоляцию любого провода можно измерить мегаомметром на 1000 В.

3

Чтобы проверить **изоляцию** электропроводки с сопротивлением изоляции менее 1 МОм, испытайте их переменным током напряжением 1 кВ промышленной частоты. Для того чтобы результаты измерений носили официальный характер, приборы должны пройти ежегодную поверку в органах Госстандарта РФ.

4

Обратите внимание, измерения должны проводиться при температуре изоляции выше +5⁰С и при низкой степени увлажненности. Чтобы узнать степень увлажненности, рассчитайте коэффициент абсорбции, разделив измеренное сопротивление изоляции через минуту после приложения напряжения прибора на сопротивление изоляции через 15 секунд. Этот коэффициент не должен отличаться от заводских данных более, чем на 20%.

5

Подсоединяйте мегаомметр к проводу при помощи гибких **проводов** с ограничительными кольцами перед щупами контакта и рукоятками на концах для изоляции. Чем меньше будут соединительные провода, тем точнее будут измерения, сопротивление их изоляции не должно быть менее 10 МОм.

6

Перед началом измерений проверьте испытываемый объект, на нем должно отсутствовать напряжение. Если есть необходимость, проведите заземление (после подключения прибора).

7

В месте подсоединения прибора очистите **изоляцию** от грязи и пыли. Подсоедините провод к гнездам мегаомметра. Выберите выходное напряжение, которое будет соответствовать испытываемому проводу или кабелю.

8

Если вы измеряете сопротивление изоляции при помощи прибора генераторного типа, вращайте рукоятку генератора со скоростью 120-140 оборотов в минуту. Для начала работы цифрового измерителя достаточно нажать кнопку.

9

Снимите показания прибора и запишите. Если измерений несколько, после каждого снимайте емкостной заряд, заземляя те части объекта, на которые подавалось напряжение.