



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Учебно-методическая документация

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Специальность

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация выпускника:

Техник по компьютерным системам
(базовая подготовка)

Разработчик:

Петрушевская Светлана Геннадьевна, преподаватель

Методические рекомендации по учебной дисциплине «Основы электротехники» приняты на заседании предметной (цикловой) комиссии дисциплин профессионального цикла колледжа, протокол № 1 от 05. 09. 2016 г.

Председатель предметной (цикловой) комиссии  Л. Н. Цымбалюк

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Тематический план.....	5
Содержание лабораторных работ.....	9
Лабораторная работа № 1.....	9
Лабораторная работа № 2.....	12
Лабораторная работа № 3.....	16
Лабораторная работа № 4.....	21
Лабораторная работа № 5.....	25
Лабораторная работа № 6.....	33
Лабораторная работа № 7.....	37
Лабораторная работа № 8.....	44
Приложение А.....	47
Приложение Б.....	48
Приложение Д.....	49
Информационное обеспечение обучения.....	50
Лист регистрации изменений.....	51

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Основы электротехники» составлены в соответствии с:

1 Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 09.02.01 -Компьютерные системы и комплексы

2 Рабочей программой учебной дисциплины;

3. Положением о планировании, организации и проведении лабораторных работ и практических занятий студентов, осваивающих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования в колледжах НовГУ.

Методические рекомендации включают 8 лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины в объеме 16 часов.

В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен:

-знать/понимать:

-основные характеристики, параметры и элементы электрических цепей при гармоническом воздействии в установившемся режиме;

-свойства основных электрических RC и RLC- цепочек, цепей с взаимной индукцией;

-трехфазные электрические цепи;

-основные свойства фильтров;

-непрерывные и дискретные сигналы;

-методы расчета электрических цепей;

-спектр дискретного сигнала и его анализ;

-цифровые фильтры.

-уметь:

-применять основные определения и законы теории электрических цепей;

-учитывать на практике свойства цепей с распределенными параметрами и нелинейных электрических цепей;

-различать непрерывные и дискретные сигналы и их параметры;

-выполнять измерения электрических величин.

Критерии оценки

В конце лабораторной работы студент получает дифференцированную оценку, учитывающую качество проведенной работы.

Оценка «5» - самостоятельное и уверенное применение знаний в практической деятельности, выполнение заданий воспроизводящего характера, правильное и точное выполнение и оформление отчетов.

Оценка «4» - применение знаний в практической деятельности, самостоятельное выполнение заданий воспроизводящего характера, с незначительной помощью преподавателя, точное выполнение и оформление отчетов с тремя-четырьмя недочетами.

Оценка «3» - недостаточная самостоятельность (учащийся нуждается в наводящих вопросах преподавателя) при применении знаний в практической деятельности, выполнение заданий воспроизводящего характера с помощью преподавателя, небрежное оформление отчета.

Оценка «2» - неумение применять знания в практической деятельности, учащийся не может самостоятельно выполнить задания, допущение логических ошибок при оформлении отчета.

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины Основы электротехники

Наименование разделов и тем	лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1.	Электрические цепи постоянного тока	30	
Тема 1.1. Физические процессы в электрических цепях.	Электрический ток - понятие, направление, сила, плотность. Электрическая цепь: определение, основные элементы электрической цепи. Закон Ома для замкнутой цепи и для участка цепи. Баланс напряжений и баланс мощностей. КПД электрической цепи. Понятие об источнике ЭДС и источнике тока. Режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание, рабочий, номинальный. Электрическая ёмкость, конденсатор. Зарядка конденсатора от источника постоянного напряжения. Энергия заряженного конденсатора. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.	4	2
Тема 1.2. Расчёт электрических цепей постоянного тока.	Неразветвлённая электрическая цепь. Работа источника в режиме генератора и потребителя. Последовательное соединение резисторов. Разветвлённая электрическая цепь. Параллельное соединение резисторов. Расчёт электрических цепей постоянного тока с одним источником.	4	2
	Лабораторная работа «Ознакомление с оборудованием лаборатории».	2	
	Лабораторная работа «Исследование режимов работы электрической цепи».	2	
	Практическая работа «Расчёт электрических цепей постоянного тока».	4	
	Самостоятельная работа №1 Подготовка отчетов по лабораторной и практической работам. Самостоятельная работа №2 Решение задач по теме «Расчёт электрических цепей постоянного тока».	8 4	

Тема 1.3. Нелинейные электрические цепи постоянного тока.	Общие понятия, Расчет нелинейных цепей постоянного тока.	2	
Раздел 2	Электрические цепи переменного тока	67	
Тема 2.1. Однофазные электрические цепи синусоидального тока.	Получение синусоидальной ЭДС. Параметры синусоидального сигнала. Аналитическая запись и графическое изображение синусоидального сигнала. Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Разветвленная цепь. Метод проводимостей. Резонанс напряжений, резонанс токов: условия возникновения, параметры, применение в технике.	6	2.3
	Лабораторная работа «Исследование неразветвленной RLC цепи»	2	
	Лабораторная работа «Исследование резонанса в электрической цепи»	2	
	Практическая работа «Расчет параметров однофазной цепи синусоидального тока».	4	
	Самостоятельная работа №3 Подготовка отчетов по лабораторной и практической работам.	8	
	Самостоятельная работа №4 Решение задач по теме «Однофазные электрические цепи синусоидального тока».	4	
Тема 2.2. Электрические цепи с несинусоидальными периодическими токами и напряжениями.	Основные понятия и определения. Примеры несинусоидальных сигналов. Источники несинусоидальных сигналов. Разложение в ряд Фурье сигналов несинусоидальной формы. Понятие об амплитудном спектре несинусоидальных сигналов и полосе пропускания приемного устройства. Расчет цепи несинусоидального тока. Электрические фильтры.	8	2
	Лабораторная работа «Исследование спектрального состава прямоугольного импульса».	2	
	Практическая работа «Расчет тока в RLC-цепи несинусоидального напряжения».	4	
	Самостоятельная работа №5 Подготовка отчетов по лабораторной и практической работам.	5	

Тема 2.3. Трехфазные электрические цепи.	Трехфазные системы, простейший трехфазный генератор: устройство, работа, ЭДС генератора, способы соединения обмоток Соединение фаз источника и приемника звездой и треугольником. Мощность трехфазной цепи. Методы измерения мощности и энергии Смещение нейтрали и перекос фаз в схеме звезда. Роль нулевого провода. Расчет трехфазной цепи.	4	2
	Лабораторная работа «Исследование трехфазной цепи переменного тока при соединении нагрузок по схеме звезда с нулевым проводом».	2	
	Практическая работа «Расчет параметров трёхфазной цепи»	4	
	Самостоятельная работа №6 Подготовка отчетов по лабораторной и практической работам.	6	
Тема 2.4. Электрические цепи переменного тока с нелинейными элементами.	Основные понятия и определения. Нелинейные элементы. Нелинейный конденсатор в цепи переменного тока. Нелинейная индуктивность в цепях переменного тока.	5	2,3
	Контрольная работа по разделу «Электрические цепи переменного тока».	1	
Раздел 3	Переходные процессы в электрических цепях	21	
Тема 3.1. Переходные процессы и законы коммутации.	Начальные условия. Установившиеся и свободные составляющие переходного процесса. Классический метод расчета переходного процесса.	2	2
	Практическая работа «Расчет параметров переходного процесса»	4	
	Самостоятельная работа №7 Подготовка отчета по практической работе.	4	
Тема 3.2. Переходные процессы в RC-цепях.	Включение RC-цепи к источнику постоянного напряжения. короткое замыкание RC-цепи.	4	2,3
	Контрольная работа по разделу «Переходные процессы в электрических цепях»	1	
	Лабораторная работа «Исследование переходного процесса в RC-цепях».	4	

	Самостоятельная работа №8. Подготовка отчета по лабораторной работе.	2	
Раздел 4.	Электрические цепи с распределенными параметрами.	17	
Тема 4.1. Однородные линии.	Уравнение однородной линии. Установившийся режим. Линии без потерь и линии с потерями. Согласованная нагрузка в линии. Входное сопротивление линии.	4	2,3
	Практическая работа: «Расчет параметров однородной линии».	4	
	Самостоятельная работа №9. Подготовка отчета по практической работе.	4	
Тема 4.2. Переходные процессы в длинных линиях.	Основные характеристики переходных процессов. Переходный процесс при движении волн прямоугольной формы.	4	2
	Контрольная работа по разделу «Электрические цепи с распределенными параметрами».	1	
	Максимальная учебная нагрузка (всего по разделам)	135	
	Обязательная учебная нагрузка, часов	90	
	Лекции	50	
	Лабораторные работы	16	
	Практические занятия	24	
	Самостоятельная работа обучающихся	45	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

- 1.– ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
- 2.– репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
- 3.– продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

Содержание лабораторных работ

Раздел 1 Электрические цепи постоянного тока

Тема 1.2.Расчёт электрических цепей постоянного тока.

Лабораторная работа №1 «Ознакомление с оборудованием лаборатории»

Объем учебного времени – 2 часа

1.Цель работы

Ознакомиться с лабораторными, стендами ЛЭС-5; СОЭ-2. Научиться пользоваться электроизмерительными приборами и приобрести навыки в сборке электрических схем.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

знать:

- технику безопасности в лаборатории;
- определение электрической цепи;
- элементы электрической цепи;
- назначение и устройство лабораторных стендов;
- назначение и применение измерительных приборов.

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения работы используется:

- стенд лабораторный ЛЭС-5;
- стенд лабораторный СОЭ-2;
- измерительные приборы: амперметр, вольтметр, ваттметр.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

По литературе [1] изучить вопросы:

- определение погрешности измерений;
- определение абсолютной и относительной погрешности;
- виды измерительных приборов;
- условные обозначения измерительных приборов.

5.Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться с лабораторным стендом СОЭ-2.

Изучить:

- устройство стенда и расположение блоков;
- правила пользования автотрансформатором;

Задание 2

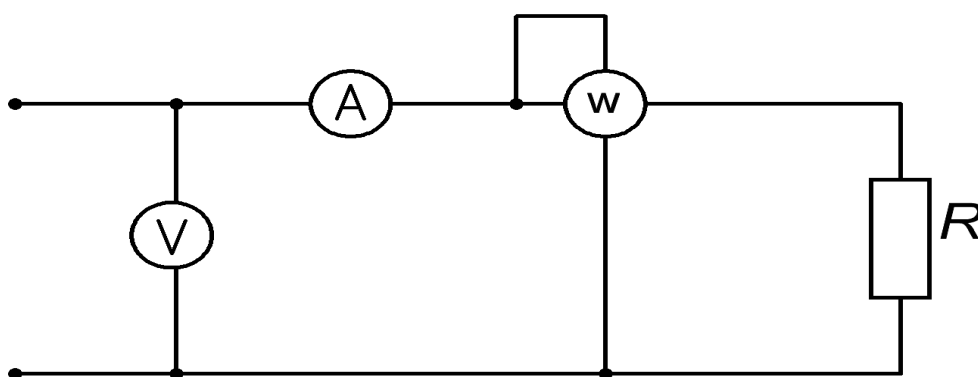
Заполнить технические данные измерительных приборов по заданному образцу Таблица1.

Таблица 1- Характеристики приборов.

Наименование приборов	Тип прибора	Номинальное значение или пределы измерения	Цена деления	Класс точности

Задание 3

Ознакомиться со схемой включения приборов (Рисунок1).



а).А- амперметр, б).V- вольтметр, в).W- ваттметр.

Рисунок 1-Схема включения приборов

Задание 4

Научиться определять цену деления приборов.

$$C_I = I_{\max} / \alpha_{\max} \quad (4.1.)$$

Где, - C_I -цена деления для амперметра;

- $I_{\max}$ - предел измерения прибора;

$\alpha_{\max}$ – максимальный размах шкалы в делениях.

$$C_V = U_{\max} / \alpha_{\max} \quad (4.2.)$$

Где- C_V -цена деления вольтметра;

- $U_{\max}$ - предел измерения прибора;

- $\alpha_{\max}$ - максимальный размах шкалы, в делениях.

$$C_W = I_{\max} * U_{\max} / \alpha_{\max} = P_{\max} / \alpha_{\max} \quad (4.3.)$$

где, - C_W -цена деления ваттметра;

- $P_{\max}$ - предел измерения прибора, Вт;

- $\alpha_{\max}$ - максимальный размах шкалы, в делениях.

Задание 5

Собрать электрическую цепь, как показано на Рисунке 2

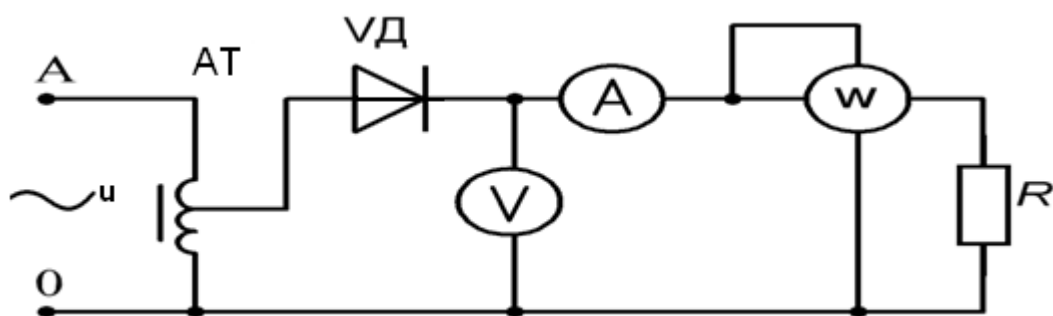


Рисунок 2- Схема метода измерений

Задание 6

Для нескольких значений напряжения снять показания приборов и записать в Таблицу 2. Определить величину сопротивления резистора R. За действительное значение R принять среднее арифметическое из трех опытов.

Таблица 2-Результаты измерений

Измерить			
№	U, В	I, А	P, Вт
1			
2			
3			

Задание 7

Представить полученные расчетные значения в виде Таблицы 3.

Таблица 3-Результаты расчета

Результаты вычислений			
$R=U/I$	$R_{ср1}$	$R=P/I^2$	$R_{ср2}$
1.	1.	1.	1.
2.		2.	
3.		3.	

5.Контрольные вопросы.

1. Назвать приборы, использующиеся для измерений.
2. Нарисовать их условные обозначения.
3. Определить цену деления прибора и значение измеряемой величины.
3. Назвать погрешности при измерениях.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет.

8. Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ. учреждений сред. проф. образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 1 Электрические цепи постоянного тока

Тема 1.2.Расчёт электрических цепей постоянного тока

Лабораторная работа № 2 Исследование режимов работы электрической цепи Объем учебного времени – 2 часа.

1.Цель работы

Исследовать на опыте режимы работы цепи: холостой ход, короткое замыкание и рабочий режим изменением сопротивления нагрузки.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- определение электрической цепи;
- элементы электрической цепи;
- режимы работы электрической цепи;
- законы для расчета электрической цепи;

уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы Ома для расчета параметров цепи;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения работы используется:

- стенд лабораторный ЛЭС-5;
- измерительные приборы: амперметр, вольтметр, ваттметр.
- переменной нагрузкой являются ламповые реостаты-«АХ», «ВУ», «СЗ», (Рисунок2).

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

Физические явления, происходящие в цепи (Рисунок 1), сопротивление которой изменяется от нуля до бесконечности, можно объяснить законом Ома для всей электрической цепи.

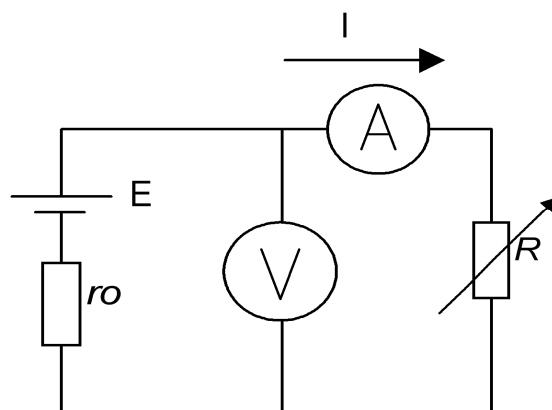


Рисунок 1- Схема электрической цепи с источником.

-Ток определяется по закону Ома для цепи с источником

$$I = E / (R + r_0) \quad (2.1)$$

-Напряжение на зажимах генератора

$$U = IR = E - Ir_0 \quad (2.2)$$

-Мощность потребителя энергии

$$P_2 = UI \quad (2.3)$$

-Коэффициент полезного действия

$$\eta = P_2 / P_1 \quad (2.4)$$

При холостом ходе, когда $R = \infty$, ток в цепи

$$I_{xx} = E / (r_0 + \infty) = 0 \quad (2.5)$$

напряжение на зажимах генератора имеет наибольшее значение, равное эдс

$$U_{xx} = E \quad (2.6)$$

При коротком замыкании, когда $R = 0$, ток имеет наибольшее значение

$$I = E / r_{в\tau} \quad (2.7)$$

Напряжение на зажимах генератора

$$U_{к.з.} = I_{к.з.} R \quad (2.8)$$

Характер графических зависимостей, получающихся в результате обработки данных, представлены на рисунке 2 и 3.

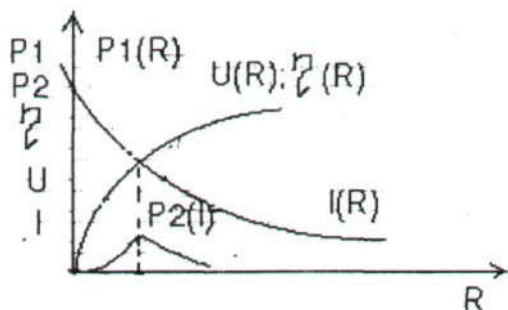


Рисунок 2

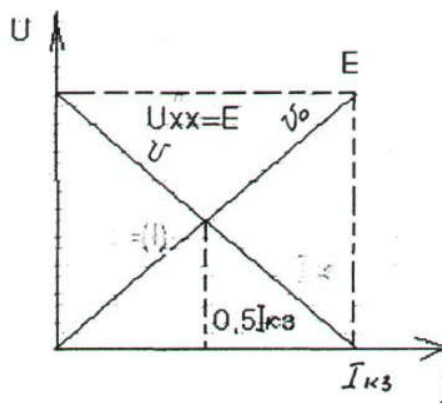


Рисунок 3

5. Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться со схемой метода измерения Рисунок 4.

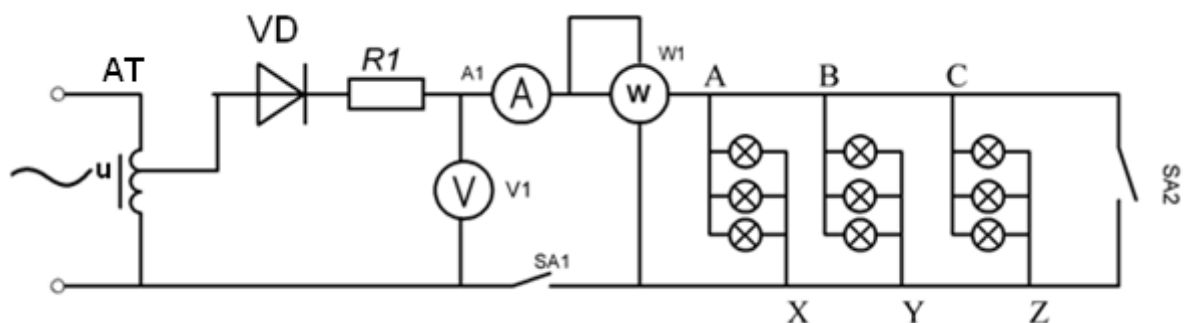


Рисунок 4- Схема метода измерения

Для этого необходимо:

- ознакомится с типами измерительных приборов;
- записать в Таблицу 1 технические данные приборов.

Задание 2

Выполнить измерения для разных режимов работы цепи:

- Для проведения опыта холостого хода:
 - разомкнуть выключатели SA1 и SA2;
 - автотрансформатором выставить напряжение на выходе генератора 100В. Это значение ЭДС нашего источника;
 - результаты измерений записать в Таблицу 1.
- Для проведения опыта рабочего режима:
 - выключатель SA1- замкнуть, SA2-разомкнуть;
 - сопротивление нагрузки изменять от ∞ до минимума, включая для этого каждый раз по одной лампе в нагрузку;
 - записать величину напряжения на выходе генератора U , тока в цепи I и мощности нагрузки P_2 в Таблицу 1 для каждого опыта.
- Для проведения опыта короткого замыкания:
 - замкнуть выключатели SA1 и SA2;
 - записать в Таблицу 1 показания всех приборов.

Таблица 1-Результаты измерений.

№	Технические характеристики приборов		Параметры холостого хода			Параметры рабочего режима			Параметры короткого замыкания		
	Марка прибора	Класс точности	I, А	U, В	P, Вт	I, А	U, В	P, Вт	I, А	U, В	P, Вт
1											
2											
3											
4											

Задание 3

Определить зависимость напряжения на зажимах генератора и потребляемой нагрузкой мощности от тока в цепи.

Построить графики зависимостей $U = f(I)$, $P = f(I)$.

Задание 4

Определить следующие параметры:

- потеря напряжения на внутреннем сопротивлении

$$U_0 = E - U \quad (3.1)$$

где E - напряжение на зажимах генератора в режиме холостого хода, В.

-мощность источника

$$P_1 = EI$$

(3.2)

-сопротивление нагрузки

$$R = U / I$$

(3.3)

-коэффициент полезного действия цепи

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

(3.4)

-представить результаты расчета в Таблице 2.

Таблица 2-Результаты расчета

опыт	Параметры				
1.	R, Ом	U ₀ , В	P ₁ , Вт	P ₂ , Вт	η, %
2.					
3.					
4.					
5.					
Среднее значение					

Задание 3

По полученным значениям построить графики зависимостей:

$$- P_1 = f(R); P_2 = f(R)$$

$$- \text{внешнюю характеристику генератора } U_0 = f(I) .$$

Задание 4

Написать вывод по результатам измерений и вычислений.

Задание 5

Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

6.Контрольные вопросы

1. Формулировка закона Ома
2. Назвать основные режимы работы цепи.
3. Способ изменения режимов работы цепи в заданной схеме.
4. Понятие ЭДС источника.
5. Назвать элементы на схеме по их условным обозначениям.
6. Какие параметры и элементы цепи определяют ее мощность.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ. учреждений сред. проф. образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 2 Электрические цепи переменного тока

Тема 2.1. Однофазные электрические цепи синусоидального тока

Лабораторная работа №3. Исследование неразветвленной RLC-цепи

Объем учебного времени -2час.

1.Цель работы

Определить параметры цепи для различных вариантов включения. Определить угол сдвига по фазе между током и напряжением.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- определение однофазной электрической цепи;
- элементы однофазной электрической цепи;
- режимы работы однофазной электрической цепи;
- законы для расчета однофазной электрической цепи переменного тока;
- сдвиг по фазе между током и напряжением в цепях R, RC, RL, RLC.

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы для расчета параметров цепи;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения лабораторной работы используют:

- стенд электротехнический СОЭ-2;
- амперметр;
- прибор для измерения угла сдвига фаз между током и напряжением $\cos\varphi$ - фазометр(марка-Д-5781);
- катушка индуктивности марка Д39.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

Неразветвленная RLC цепь – это цепь в которой три элемента резистор-R, катушка индуктивности- L и конденсатор- C включены последовательно.

Временные диаграммы - зависимости тока от напряжения..

Угол сдвига по фазе – это разница колебаний силы тока и напряжения в цепи переменного тока.

5.Порядок выполнения работы

Задание 1.

- Ознакомиться со схемой метода измерения (Рисунок 1);
- Ознакомиться с типами измерительных приборов.

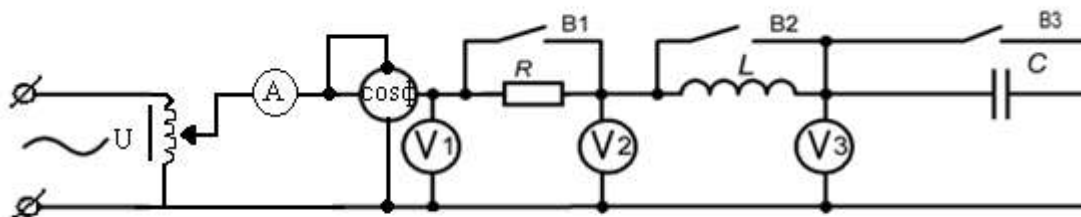


Рисунок 1-Схема метода измерений

Задание 2.

Выполнить измерения для схемы с активным сопротивлением и записать результаты в Таблицу 1. Для этого необходимо установить положение переключателей:

- B₁-разомкнут;
- B₂, B₃ –замкнуты;

Таблица 1 –параметры R – цепи

№	I, A	U, B	Cos φ
1			

Задание 3.

Выполнить измерения для схемы с активным сопротивлением и емкостью. Записать результаты в Таблицу 2. Для этого необходимо:

- установить величину емкости при помощи переключателей батареи конденсаторов на панели стенда и записать ее значение C= мкФ;
- положение переключателей:
 - B₁, B₃-разомкнуты;
 - B₂ –замкнут.

Таблица 2- параметры RC-цепь

№ опыта	U, B	U ₃ B	I, A	Cos φ
1				

Задание 4.

Выполнить измерения для схемы с активным сопротивлением и индуктивностью.

Записать результаты в Таблицу 3. Для этого необходимо:

- величину индуктивности определить из маркировки на корпусе прибора и записать ее значение L= Гн;
- положение переключателей:
 - B₁, B₂-разомкнуты;
 - B₃ –замкнут.

Таблица 3- параметры RL-цепи

№ опыта	U, B	U ₂ , B	I, A	Cos φ
1				

Задание 5.

Выполнить измерения для схемы с активным сопротивлением, индуктивностью, емкостью. Записать результаты в Таблицу 4. Для этого необходимо:

--установить величину емкости при помощи переключателей батареи конденсаторов на панели стенда, как в опыте2, и записать ее значение $C = \text{ мкФ}$;

-величину индуктивности определить из маркировки на корпусе прибора и записать ее значение $L = \text{ Гн}$;

-положение переключателей:

- B_1, B_2, B_3 –разомкнуты.

Таблица 4- параметры RLC-цепи

№ Опыта	U, В	U ₂ , В	U ₃ , В	I, А	Cos φ
1					

Задание 6.

Вычисление параметров для R – цепи:

- активное сопротивление

$$R = U/I[\text{Ом}] \quad (3.1)$$

- угол сдвига по фазе

$$\varphi = \arccos \varphi$$

Задание 7.

Вычисление параметров для RC – цепи:

-емкостное сопротивление

$$X_c = U_3/I \quad (3.2.)$$

$$X_c = 1/\omega C \quad (3.3)$$

$$X_c = 1/2\pi fC$$

$$C =$$

-полное сопротивление

$$Z = U/I \quad (3.4.)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad (3.5)$$

-активная мощность

$$P = I^2 R \quad (3.6)$$

-реактивная мощность

$$Q = I^2 X_c \quad (3.7)$$

-полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.8.)$$

Задание 8.

Вычисление параметров для RL – цепи:

-индуктивное сопротивление

$$X_L = U_2/I \quad (3.9.)$$

$$X_L = \omega L = 2\pi fL \quad (3.10.)$$

-полное сопротивление

$$Z = U/I \quad (3.11.)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (3.12)$$

угол сдвига

$$\varphi = \arccos \varphi$$

$$L =$$

-активная мощность

$$P = I^2 \cdot R \quad (3.13)$$

-реактивная мощность

$$Q = I^2 \cdot X_L \quad (3.14)$$

-полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.15)$$

Задание 9.

Вычисление параметров для RLC – цепи:

-индуктивное сопротивление $-X_L$ -принимает равным индуктивному сопротивлению из опыта 3, формула (3.9.).

-емкостное сопротивление $-X_C$ -принимает равным емкостному сопротивлению из опыта 2, формула (3.2.).

-полное сопротивление определяем по формулам

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (3.16.)$$

$$Z = U/I \quad (3.17)$$

-угол сдвига

$$\varphi = \arccos \varphi$$

-активная мощность

$$P = I^2 \cdot R \quad (3.18)$$

-реактивная мощность

$$Q = I^2 \cdot X_L \quad (3.19)$$

-полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.20)$$

Задание 10

Представить полученные результаты в виде Таблицы 4.

Таблица 4-результаты расчёта

№схемы	R, Ом	X_C , Ом	X_L , Ом	Z, Ом	U_R , В	U_C , В	U_L , В	Q, ВАР	P, Вт	S, ВА	φ , °
1.R											
2.RC											
3.RL											
4.RLC											

Задание 11

Написать вывод по проделанной работе:

- меняется ли величина сдвига по фазе для каждого опыта;
- чем объясняется изменение сдвига по фазе для каждого опыта;
- сравнить результаты вычислений по формулам (3.2.) и (3.3.);
- сравнить результаты вычислений по формулам (3.4.) и (3.5.);
- сравнить результаты вычислений по формулам (3.9.) и (3.10.);

- сравнить результаты вычислений по формулам (3.11.) и (3.12.);
- сравнить результаты вычислений по формулам (3.16.) и (3.17.);

Объяснить различие в данных результатах, если оно есть.

6.Контрольные вопросы

- 1.Объяснить сдвиг по фазе между током и напряжением в идеальных цепях с активным сопротивлением- R , индуктивностью $-L$, и емкостью $-C$.
- 2.Изобразить при помощи векторных диаграмм сдвиги по фазе для данных опытов.
- 3.Назвать условные обозначения всех элементов и параметров в исследуемой цепи.

7. Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

8. Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.-
Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 2 Электрические цепи переменного тока

Тема 2.1. Однофазные электрические цепи синусоидального тока

Лабораторная работа №4 «Исследование резонанса в электрической цепи».

Объем учебного времени -2час.

1.Цель работы

Изучение резонанса напряжений в RLC цепи и определение условия резонанса.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

-знать:

- определение однофазной электрической цепи;
- элементы однофазной электрической цепи;
- определение и условие резонанса напряжений;
- резонансный режим работы однофазной электрической цепи;
- законы для расчета однофазной электрической цепи переменного тока;

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы для расчета параметров цепи;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения лабораторной работы используют:

- стенд электротехнический СОЭ-2;
- амперметр марка-Э359;
- прибор для измерения угла сдвига фаз между током и напряжением $\cos \varphi$ (марка-Д-5781);
- катушка индуктивности марка-Д39.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

Электрическая цепь, содержащая индуктивность и емкость, может служить колебательным контуром, где возникает процесс колебаний электрической энергии, переходящей из индуктивности в емкость и обратно. В идеальном колебательном контуре эти колебания будут незатухающими. Резонанс в электрической цепи можно получить тремя способами:

- изменяя угловую частоту ω_0 источника переменного тока;
- изменяя индуктивность L ;
- изменяя емкость C .

Различают резонанс при последовательном соединении L и C — *резонанс напряжений* и при параллельном их соединении — *резонанс токов*. Угловая частота ω_0 , при которой наступает резонанс, называется *резонансной, или собственной частотой колебаний резонансного контура*. При резонансе напряжений Рисунок 1.а индуктивное сопротивление X_L равно емкостному X_C и полное сопротивление Z становится равным активному сопротивлению R

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

В этом случае напряжения на индуктивности U_L и емкости U_C равны и находятся в противофазе Рисунок 1.б, поэтому при сложении они компенсируют друг друга. Если

активное сопротивление цепи R невелико, ток в цепи резко возрастает, так как реактивное сопротивление цепи $X = X_L - X_C$ становится равным нулю. При этом ток I совпадает по фазе с напряжением U и $I = U/R$. Резкое возрастание тока в цепи при резонансе напряжений вызывает такое же возрастание напряжений U_L и U_C , причем их значения могут во много раз превышать напряжение U источника, питающего цепь.

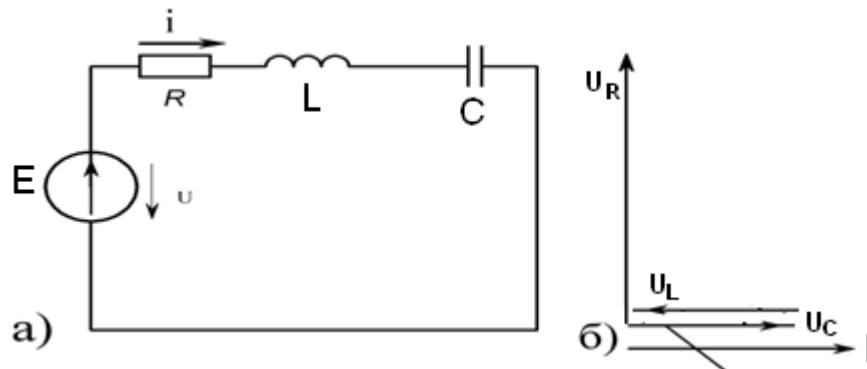


Рисунок1.-Схема- (а) и векторная диаграмма- (б) электрической цепи, содержащей R , L и C , при резонансе напряжений

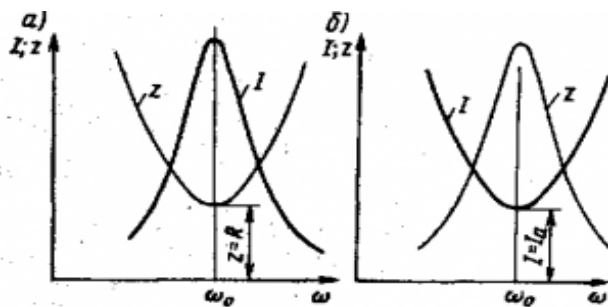


Рисунок2.-Зависимость тока I и полного сопротивления Z от ω для последовательной (а) и параллельной (б) цепей переменного тока.

Явления резонанса напряжения и тока и колебательный контур получили весьма широкое применение в радиотехнике и высокочастотных установках. При помощи колебательных контуров мы получаем токи высокой частоты в различных радиоустройствах и высокочастотных генераторах. Колебательный контур — важнейший элемент любого радиоприемника. Он обеспечивает его избирательность, т. е. способность выделять из радиосигналов с различной длиной волны (т. е. с различной частотой), посланных различными радиостанциями, сигналы определенной радиостанции.

5.Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться со схемой метода измерения (Рисунок 3).

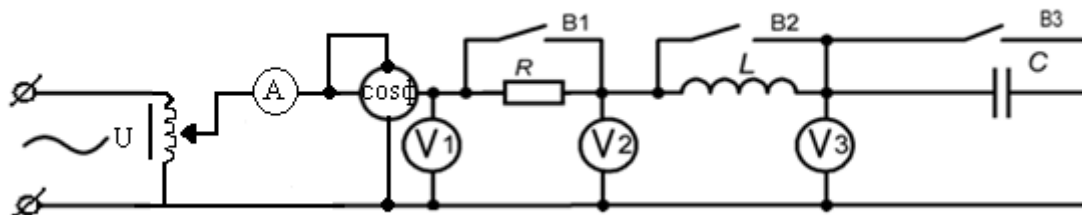


Рисунок3-Схема метода измерений

Задание 2

Подбирая значение емкости батареи конденсаторов на панели стенда, добиваемся установки стрелки прибора для измерения $\cos\varphi$ - фазометра в положение «0».

Задание 3

- Записать полученное значение емкости $C = \dots$ мкФ;
- Записать значение индуктивности катушки по маркировке дросселя Д39 $L = \dots$ Гн;
- Выполнить измерения параметров U , U_2 , U_3 , I , и записать результаты в Таблицу1.

Таблица1 -Результаты измерений при резонансе

№ опыта	C, мкФ	L,Гн	U,B	U ₂ ,B	U ₃ ,B	I,A	$\cos\varphi$
1							

Задание 4

Определить параметры в результате расчета в следующей последовательности:

- Полное сопротивление

$$Z = \frac{U}{I} \quad (2.1.)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (2.2.)$$

- Индуктивное сопротивление

$$X_L = 2 * \pi * f * L \quad (2.3.)$$

- Емкостное сопротивление

$$X_C = \frac{1}{2 * \pi * f * C} \quad (2.4.)$$

$$X_C = U_3 / I \quad (2.5.)$$

- Проверить условие резонанса

$$X_L = X_C - \text{условие резонанса} \quad (2.6.)$$

$$Z = R \quad (2.7.)$$

- определить резонансную частоту

$$f = 1 / 2\pi \sqrt{LC} \quad (2.8.)$$

$$W_p = 1 / \sqrt{L * C}$$

Задание 5

Написать вывод по проделанной работе:

- сравнить результаты по формулам (2.1.) и (2.2.);
- сравнить результаты по формулам (2.6.) и (2.7.);
- объяснить несовпадение в данных результатах, если оно есть;
- написать условие резонанса для данной цепи.

6.Контрольные вопросы

- 1.Какая цепь переменного тока называется неразветвленной.
- 2.Определение резонанса токов и напряжений.
- 3.Определение условия резонанса напряжений;
- 4.Нарисовать векторную диаграмму при резонансе напряжений.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.-
Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е
изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 2 Электрические цепи переменного тока

Тема 2.2. Электрические цепи с несинусоидальными периодическими токами и напряжениями.

Лабораторная работа № 5 Исследование спектрального состава прямоугольного импульса

1. Цель работы

Определить спектральный состав прямоугольного импульса.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

-знать:

- понятие спектрального состава импульса;
- основные виды спектров;
- определение несинусоидального сигнала;
- параметры несинусоидального сигнала.

-уметь:

- выполнять измерения при помощи осциллографа;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения лабораторной работы используют:

- стенд электротехнический СОЭ-2;
- генератор прямоугольных импульсов;
- схемы LC-фильтров;
- осциллограф марка-С1-81.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

Переменные токи и напряжения могут быть получены в виде осциллограмм и разложены в ряд Фурье на составляющие гармоники - спектральный состав. Периодическая кривая прямоугольной формы раскладывается в ряд Фурье:

$$f(\omega t) = 4A_m/\pi (\sin \omega t + 1/3 \sin 3\omega t + 1/5 \sin 5\omega t + 1/7 \sin 7\omega t + \dots + 1/k \sin k\omega t)$$



Рисунок 1- Периодическая кривая прямоугольной формы

5.Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться со схемой метода измерения (Рисунок 2).

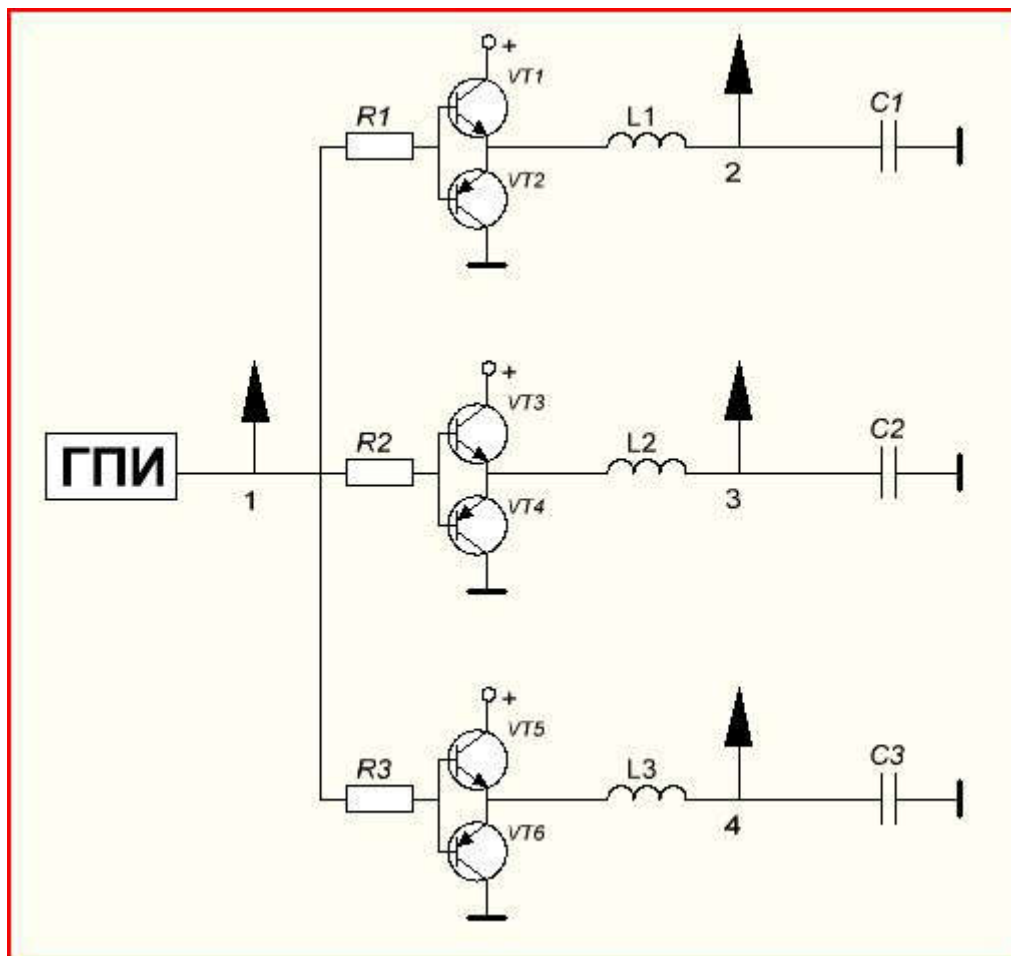


Рисунок 2-Схема метода измерения

Схема разложения прямоугольного импульса на составляющие его гармоники состоит из:
-микросхемы, которая выполняет функцию генератора прямоугольных импульсов – ГПИ;
-трех LC- фильтров, которые предназначены для выделения гармоник из прямоугольного импульса. Они состоят из катушек индуктивности- L_1, L_2, L_3 и конденсаторов- C_1, C_2, C_3 .

Задание 2

Подключить осциллограф к выходу 1 (Рисунок 2). Зарисовать форму сигнала с экрана осциллографа. Пример графического изображения прямоугольного импульса (Приложение А)

Задание 3

Подключить осциллограф к выходу 2 (Рисунок 2). Зарисовать форму сигнала с экрана осциллографа. Пример графического изображения гармоники (Приложение Б).

Задание 4

Подключить осциллограф к выходу 3 (Рисунок 2). Зарисовать форму сигнала с экрана осциллографа. Пример графического изображения гармоники (Приложение В).

Задание 5

Подключить осциллограф к выходу 4 (Рисунок 2). Зарисовать форму сигнала с экрана осциллографа. Пример графического изображения гармоники (Приложение Г).

Задание 6

По полученным осциллограммам определить амплитуду и частоту гармоник. Результаты записать в Таблицу 1.

Таблица 1- Параметры гармоник

№ опыта	Амплитуда Дел.	Амплитуда U, В.	Период Дел.	Период Т, с.	Частота, F, Гц.	Номер гармоники
1						
2						

Задание 7

Написать вывод, в котором представить аналитические выражения для полученных гармоник и для исследуемого прямоугольного импульса.

6.Контрольные вопросы

- 1.Определение несинусоидального сигнала.
- 2.Принцип определения состава прямоугольного импульса.
- 3.Тип фильтров, используемых в схеме.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

Приложение А.
(справочное)

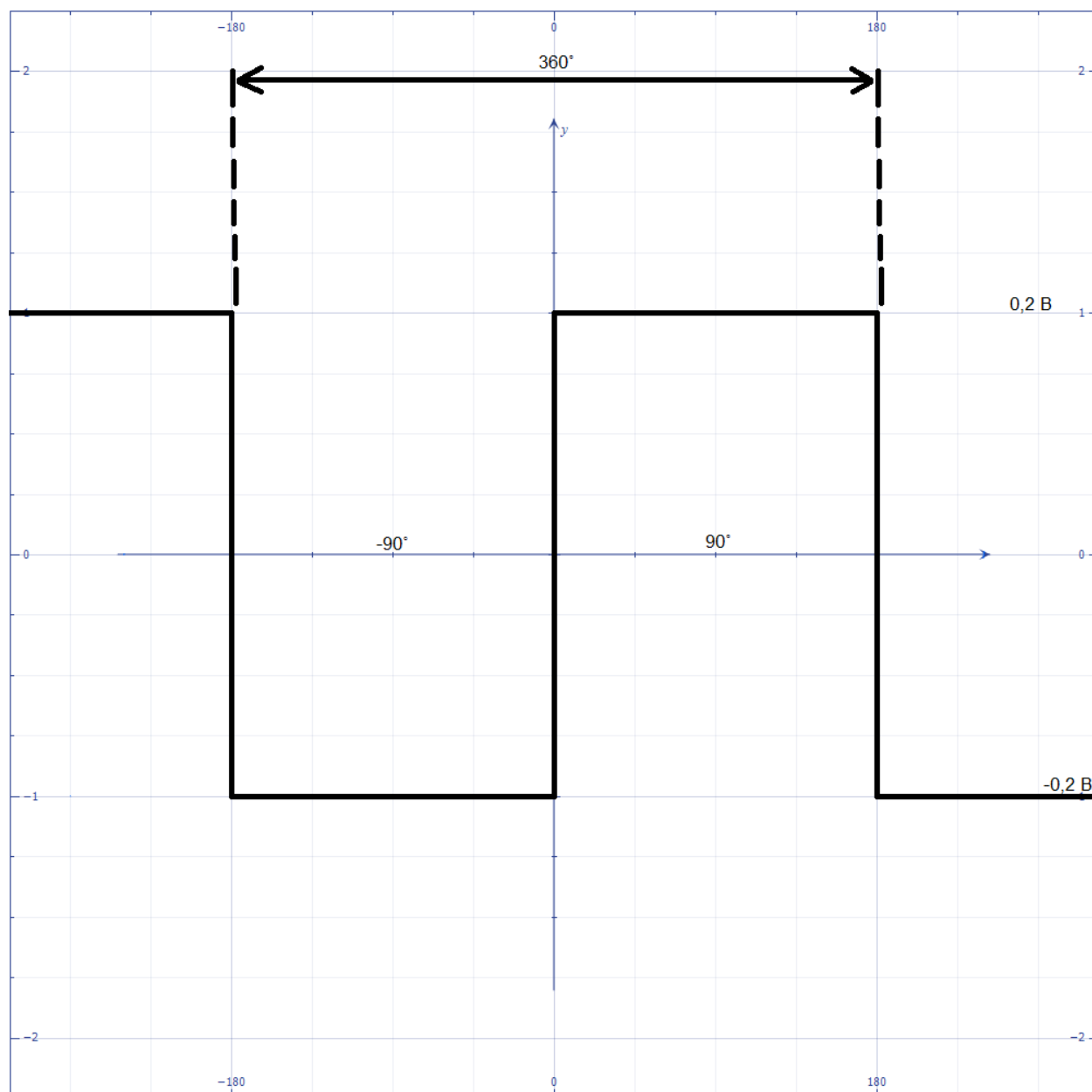


Рисунок А1-Прямоугольный импульс

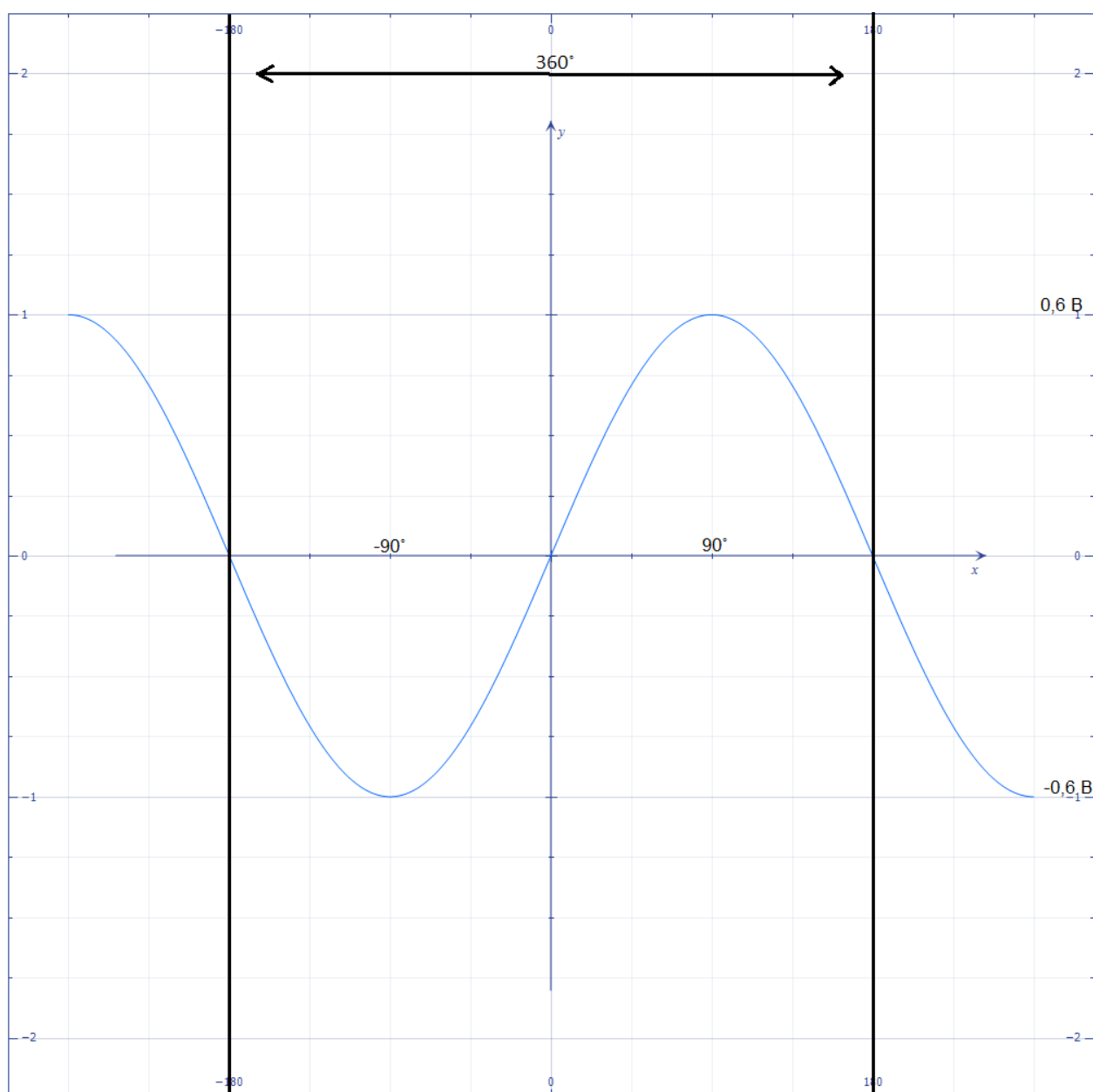


Рисунок Б1-Первая гармоника

Так как частота не меняется, а изменяется только амплитуда, то гармоника является первой.

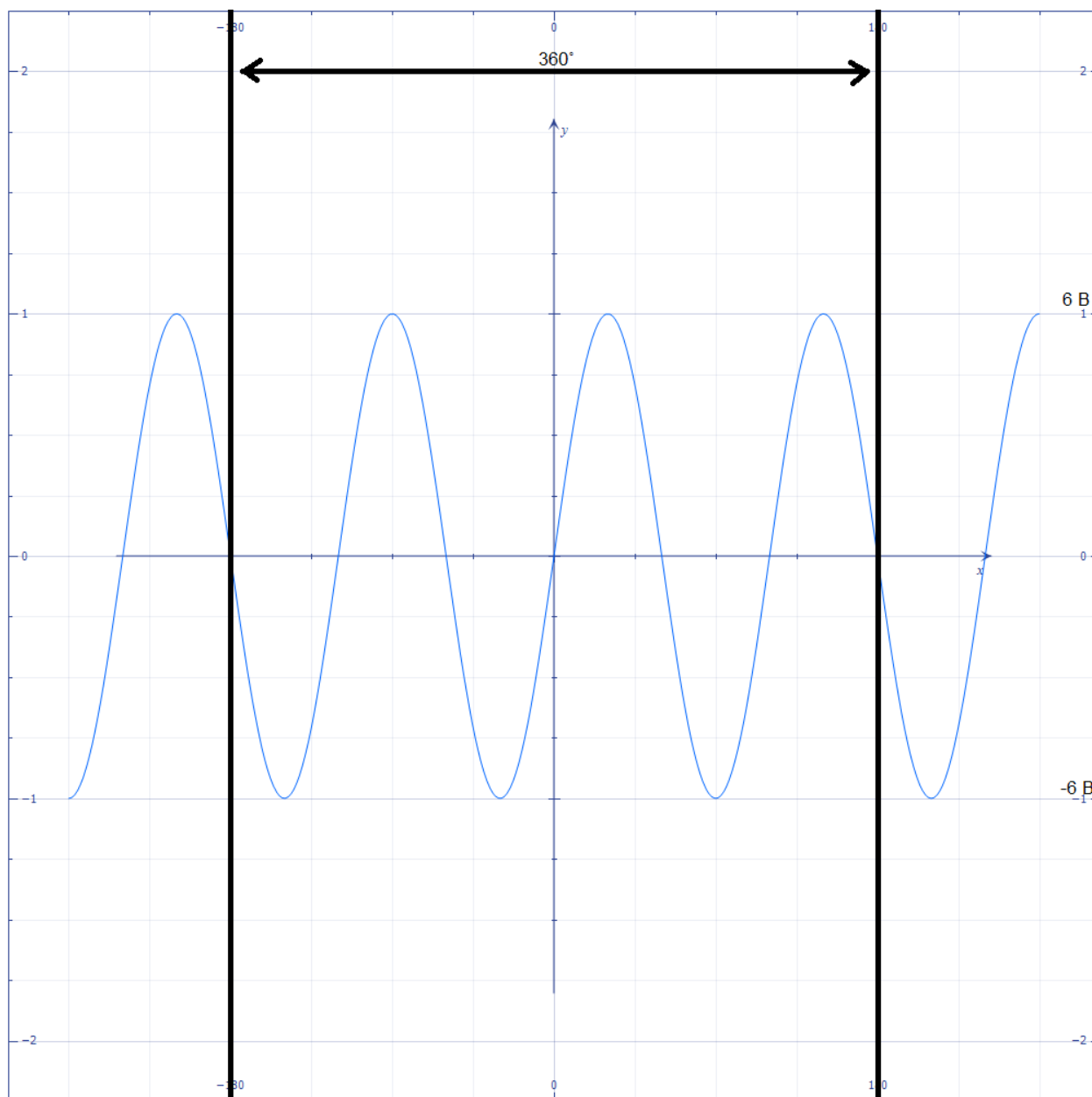


Рисунок В1-Третья гармоника

Так как частота данной гармоники в три раза выше основной гармоники, то данная гармоника является третьей.

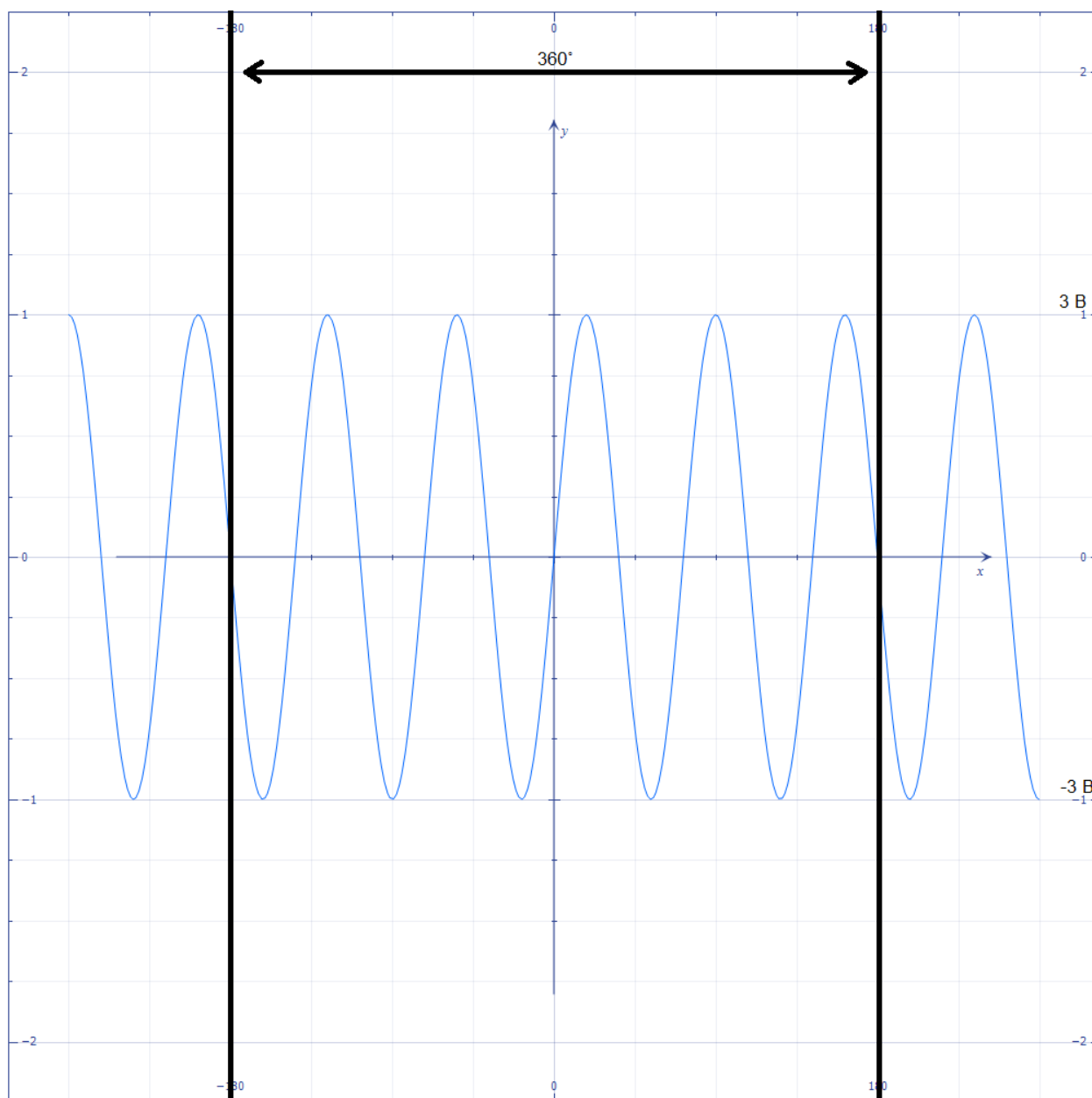


Рисунок Г1-Пятая гармоника

Так как частота данной гармоники в пять раз выше основной гармоники, то данная гармоника является пятой.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.-
Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е
изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 2 Электрические цепи переменного тока

Тема 2.3. Трехфазные электрические цепи

Лабораторная работа №6. Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузок по схеме «Звезда с нулевым проводом»

Объем учебного времени -2час.

1.Цель работы

Установить соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями при различной нагрузке фаз. Определить роль нулевого провода в цепи. Построить векторную диаграмму для определения тока в нулевом проводе.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- определение трехфазной электрической цепи;
- элементы трехфазной электрической цепи;
- способы соединения обмоток источника и потребителя в трехфазной электрической цепи;
- законы для расчета параметров трехфазной электрической цепи переменного тока;
- сдвиг по фазе между током и напряжением в цепях.

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы для расчета параметров цепи;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

При проведении работы используется:

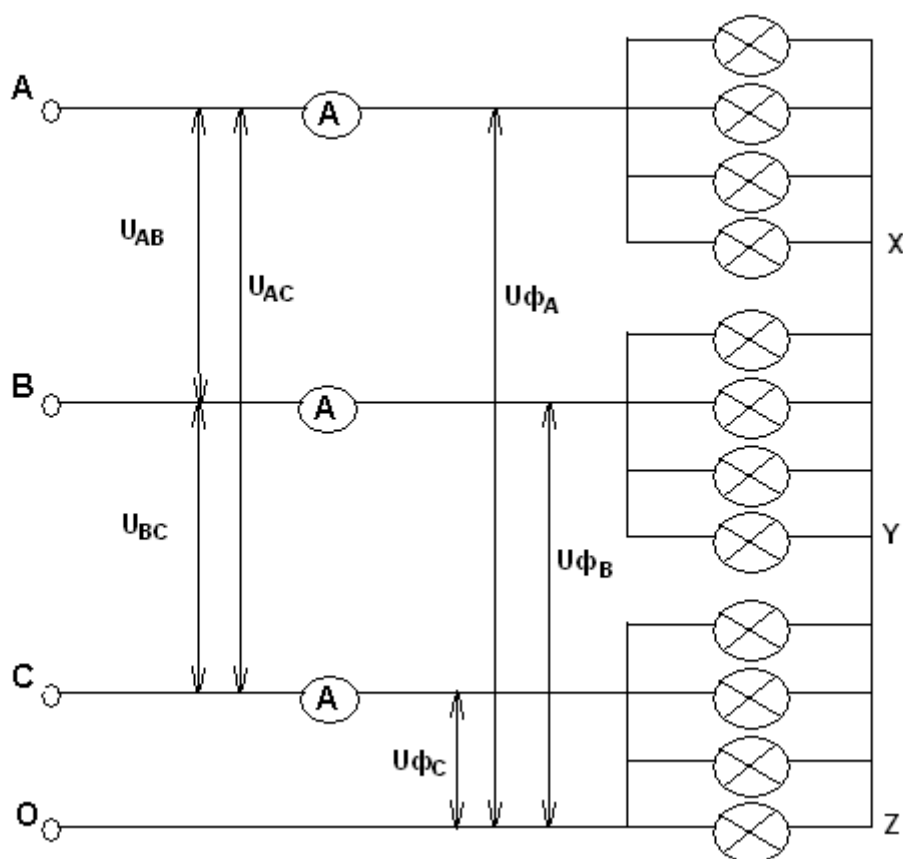
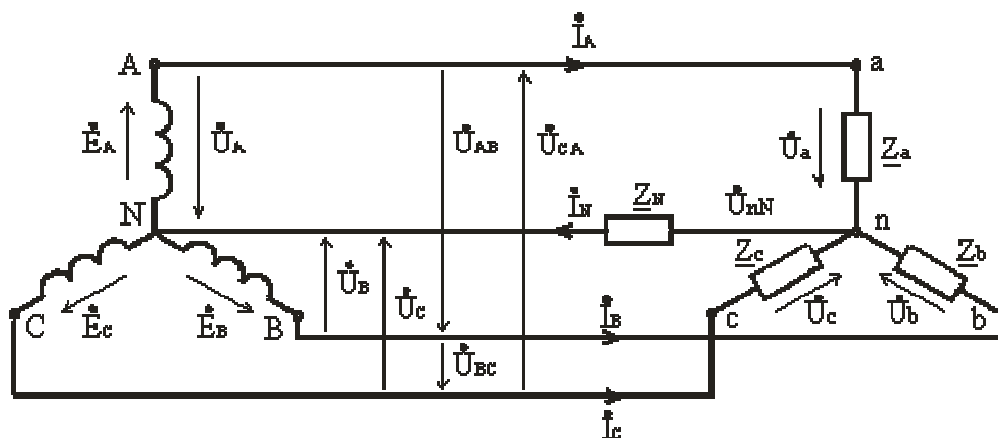
- стенд электротехнический СОЭ-2;
- амперметр Э8032.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения.

Трехфазная цепь является частным случаем многофазных систем электрических цепей, представляющих собой совокупность электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС одинаковой частоты, отличающиеся по фазе одна от другой и создаваемые общим источником энергии.

При соединении фаз обмотки генератора (или трансформатора) звездой их концы X , Y и Z соединяют в одну общую точку- N , называемую нейтральной точкой (или нейтралью). Концы фаз приемников (Z_a , Z_b , Z_c) также соединяют в одну точку- n . Такое соединение называется соединением звезда.



Задание 2.

Выполнить измерения для схемы с симметричной нагрузкой, для чего в каждой фазе должно гореть одинаковое количество ламп. Записать результаты в Таблицу 1, опыт 1.

Задание 3.

Выполнить измерения для схемы с несимметричной нагрузкой, для чего в двух фазах должно гореть одинаковое количество ламп, а в третьей разное. Записать результаты в Таблицу 1 опыт 2.

Задание 4.

Выполнить измерения для схемы с несимметричной нагрузкой, для чего во всех фазах должно гореть разное количество ламп. Записать результаты в Таблицу 1, опыт 3.

Таблица 1-Результаты измерений

№ опыта	I_A, A	I_B, A	I_C, A	I_0, mA	U_{Δ}/U_{Φ}
1 Симметричная нагрузка $R_A = R_B = R_C$					
2 Несимметричная нагрузка $R_A = R_B \neq R_C$					
3 Несимметричная нагрузка $R_A \neq R_B \neq R_C$					

Задание 5.

Вычислить параметры для исследуемой цепи:

-параметры при симметричной нагрузке:

Трехфазная цепь, в которой активное и реактивное сопротивления в фазе одинаковы, называется симметричной.

-фазное напряжение

$$U_{\Phi} = U_{\Delta} / \sqrt{3} \quad (2.1.)$$

-фазный ток

$$I_{\Phi} = U_{\Phi} / Z_{\Phi} \quad (2.2.)$$

-полное сопротивление

$$R_{\Phi} = \frac{U_{\Phi}}{I_{\Phi}} \quad (2.3.)$$

-активная мощность

$$P = I^2 * R ; \quad (2.4.)$$

$P_A = P_B = P_C$ т.к. нагрузка симметричная

-полная активная мощность цепи

$$P = P_A + P_B + P_C \quad (2.5.)$$

-параметры при несимметричной нагрузке:

-Фазное напряжение

$$U_{\Phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} \quad (2.6.)$$

-Фазное сопротивление

$$R_{\Phi} = \frac{U_{\Phi}}{I_{\Phi}} \quad (2.7.)$$

- активная мощность в фазах

$$P = I^2 * R \quad (2.8.)$$

-полная активная мощность в цепи

$$P = P_a + P_b + P_c \quad (2.9.)$$

Задание 6

Написать вывод по результатам измерений и вычислений. Построить векторные диаграммы, по которым определить ток в нулевом проводе. Сравнить значения токов в нулевом проводе, полученные в результате измерений и по векторным диаграммам.

6.Контрольные вопросы

1. Объяснить роль нулевого провода.
- 2.Нарисовать схему включения звезда и треугольник.
- 3.Написать выражения для линейных и фазных параметров цепи.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 3 Переходные процессы в электрических цепях

Тема 3.2. Переходные процессы в RC-цепях

Лабораторная работа №7 Исследование переходного процесса в RC-цепях.

Объем учебного времени -2час.

1.Цель работы

Исследовать переходные процессы заряда и разряда конденсатора в RC-цепи.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

знать:

- определение переходного процесса;
- работа конденсатора в цепях постоянного тока;
- особенности работы конденсатора в цепях переменного тока;
- понятие свободного и установившегося процесса.

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы для расчета параметров цепи;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

При проведении работы используется:

- стенд лабораторный, марка ЛЭС-5;
- цифровой мультиметр GDM8135.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения.

Под переходным (динамическим, нестационарным) процессом или режимом в электрических цепях понимается процесс перехода цепи из одного установившегося состояния (режима) в другое. При установившихся, или стационарных, режимах в цепях постоянного тока напряжения и токи неизменны во времени, а в цепях переменного тока они представляют собой периодические функции времени. Установившиеся режимы при заданных и неизменных параметрах цепи полностью определяются только источником энергии. Следовательно, источники постоянного напряжения (или тока) создают в цепи постоянный ток, а источники переменного напряжения (или тока) – переменный ток той же частоты, что и частота источника энергии.

В общем случае в электрической цепи переходные процессы могут возникать, если в цепи имеются индуктивные и емкостные элементы, обладающие способностью накапливать или отдавать энергию магнитного или электрического поля. В момент коммутации, когда начинается переходный процесс, происходит перераспределение энергии между индуктивными, емкостными элементами цепи и внешними источниками энергии, подключенными к цепи. При этом часть энергии безвозвратно преобразуется в другие виды энергий (например, в тепловую на активном сопротивлении).

После окончания переходного процесса устанавливается новый установившийся режим, который определяется только внешними источниками энергии. При отключении внешних источников энергии переходный процесс может возникать за счет энергии электромагнитного поля, накопленной до начала переходного режима в индуктивных и емкостных элементах цепи.

4.1.Разряд конденсатора на резистор

Рассмотрим переходный процесс при коротком замыкании в цепи с конденсатором и резистором (рисунок1), если предварительно конденсатор был заряжен до напряжения

$$u_C(0_+) = U_0 = E.$$

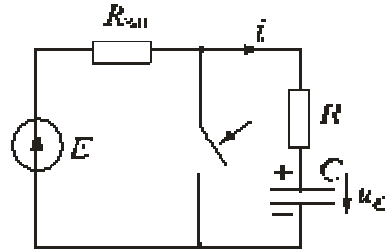


Рисунок 1-Схема RC-цепи.

Установившийся ток через конденсатор и установившееся напряжение на конденсаторе равны нулю. Для построения характеристического уравнения запишем по второму закону Кирхгофа уравнение для вновь образованного контура

$$R i + u_C = 0.$$

При расчете переходных процессов в цепях с конденсатором часто удобнее отыскать

сначала не ток, а напряжение на конденсаторе u_C , а затем учитывая, что $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$, найти ток через конденсатор. Поэтому запишем уравнение по второму закону Кирхгофа в виде:

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

Характеристическое уравнение имеет вид:

$$RCp + 1 = 0.$$

Общее решение для свободной составляющей напряжения:

$$u_{C\text{св}} = A e^{pt} = A e^{-t/\tau},$$

где, $A = U_0$ – постоянная интегрирования;

$p = -1/(RC)$ – корень характеристического уравнения;

$\tau = RC$ – постоянная времени цепи.

С учетом нулевого значения установившегося напряжения получим напряжение на конденсаторе:

$$u_C = U_0 e^{-t/\tau}.$$

Переходный ток в цепи:

$$i = C \frac{du_C}{dt} = -\frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

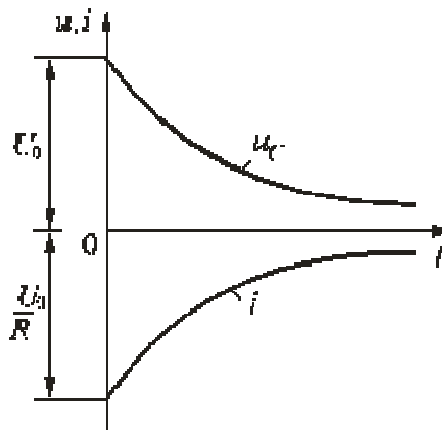


Рисунок 2-Графики тока и напряжения.

Кривые изменения напряжения на конденсаторе и тока в цепи во времени имеют вид экспонент (Рисунок. 2).

С энергетической точки зрения переходный процесс характеризуется переходом энергии электрического поля конденсатора в тепловую энергию в резисторе. Следует отметить; что сопротивление резистора влияет не на количество выделенной теплоты, а на начальное значение тока и длительность разряда. В самом деле

$$W = \int_0^{\infty} i^2 R dt = \frac{U_0^2}{R} \int_0^{\infty} e^{-\frac{2t}{RC}} dt = \frac{CU_0^2}{2}.$$

4.2. Включение цепи с резистором и конденсатором на постоянное напряжение (заряд конденсатора)

Из схемы, приведенной на Рисунке 3, следует, что установившаяся составляющая напряжения на конденсаторе $u_{Cy} = U$, а свободная составляющая, очевидно, равна $u_{Ccb} = A e^{-t/\tau}$, $\tau = RC$.

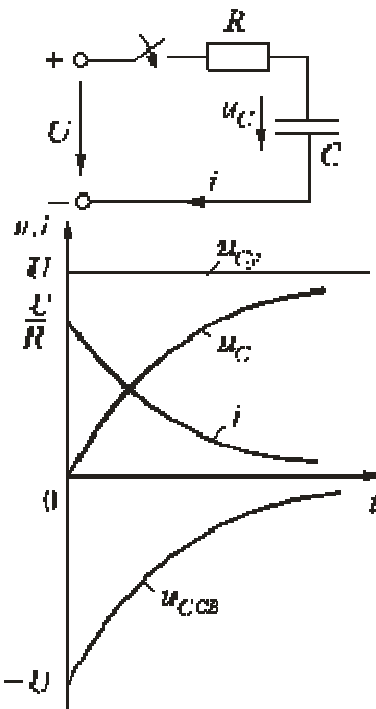


Рисунок 3-Графики тока и напряжения.

Полагаем, что до замыкания ключа конденсатор не был заряжен ($U_C(0_-)=0$). На основании законов коммутации $u_C(0_-)=u_C(0_+)=0$, при $t=0$; следовательно:

$$u_C(0) = u_{Cy}(0) + u_{Ccb}(0) \text{ или } 0 = U + A, \text{ откуда } A = -U.$$

Тогда переходное напряжение на конденсаторе

$$u_C = U (1 - e^{-t/\tau}),$$

а переходный ток в цепи

$$i = C \frac{du_C}{dt} = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

Зависимости напряжений и токов от времени показаны на рисунке 3. Из них видно, что напряжение на конденсаторе возрастает по экспоненциальному закону от нуля до напряжения источника, а ток уменьшается от начального значения до нуля также по экспоненте. Длительность их изменения определяется постоянной времени $\tau = RC$. Здесь время переходного процесса принимается равным $t \approx (3 \div 5)\tau$.

5. Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться с приборами и порядком их включения в цепь.

Собрать электрическую схему (Рисунок 4).

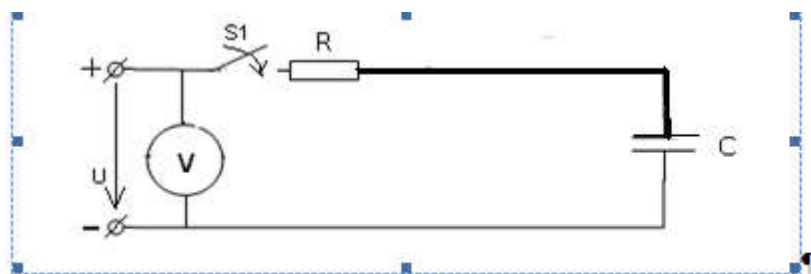


Рисунок4-Схема метода измерения

Задание 2

-Записать значение сопротивления резистора - $R=470\text{кОм}$;

-Записать значение емкости конденсатор - $C=100\text{мкФ}$.

Задание 3

Выполнить измерения напряжения при заряде конденсатора и занести показания приборов в Таблицу 1. Интервал времени выбрать самостоятельно, в зависимости от скорости процесса.

Таблица 1. Результат измерений при заряде конденсатора.

№ опыта.	$U, (В)$	$t, (с)$
1		0
n		n

Задание 4

Выполнить измерения параметров при заряде конденсатора и занести показания приборов в Таблицу 2. Интервал времени выбрать самостоятельно, в зависимости от скорости процесса.

Таблица 2. Результат измерений при разряде конденсатора.

№ опыта.	U,(В)	t,(с)
1		0
n		n

Задание 5

Вычислить параметры переходного процесса:

-постоянная времени цепи

$$\tau = R C \quad (5.1.)$$

-токи при заряде конденсатора

$$I_{\max} = \frac{U}{R}; \quad (5.2.)$$

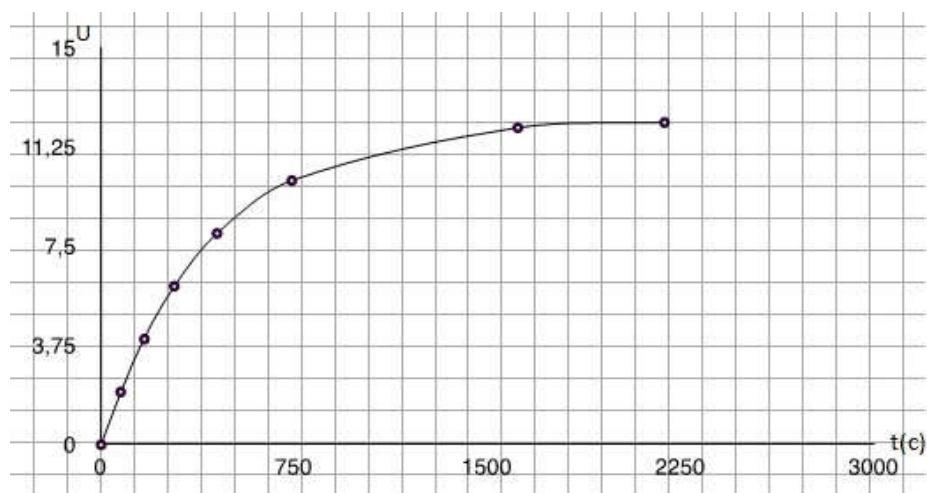
$$i = \frac{U}{R} * (e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (5.3.)$$

-токи при разряде конденсатора

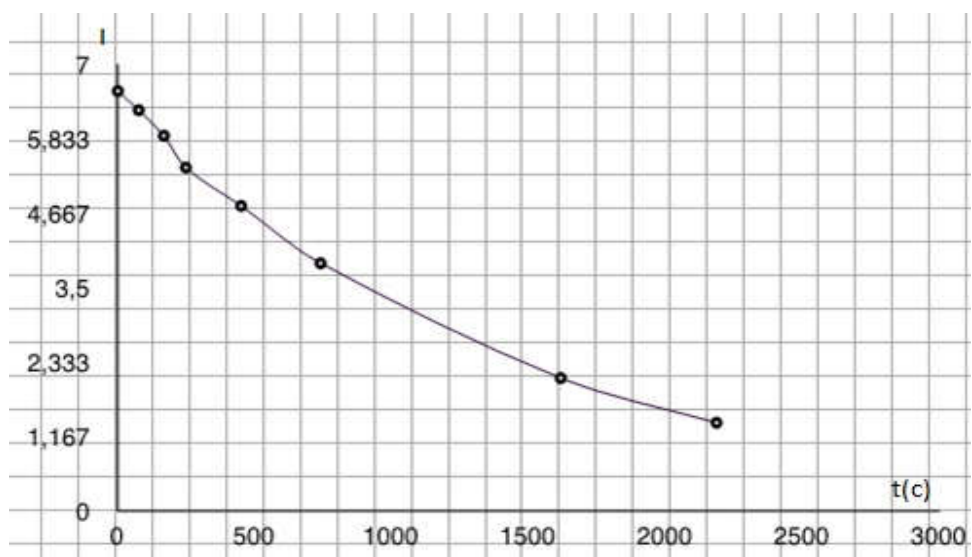
$$i = \frac{U}{R} * (e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (5.4.)$$

Задание 6

По результатам расчетов представить графики. Пример выполнения графиков (Рисунок 5).



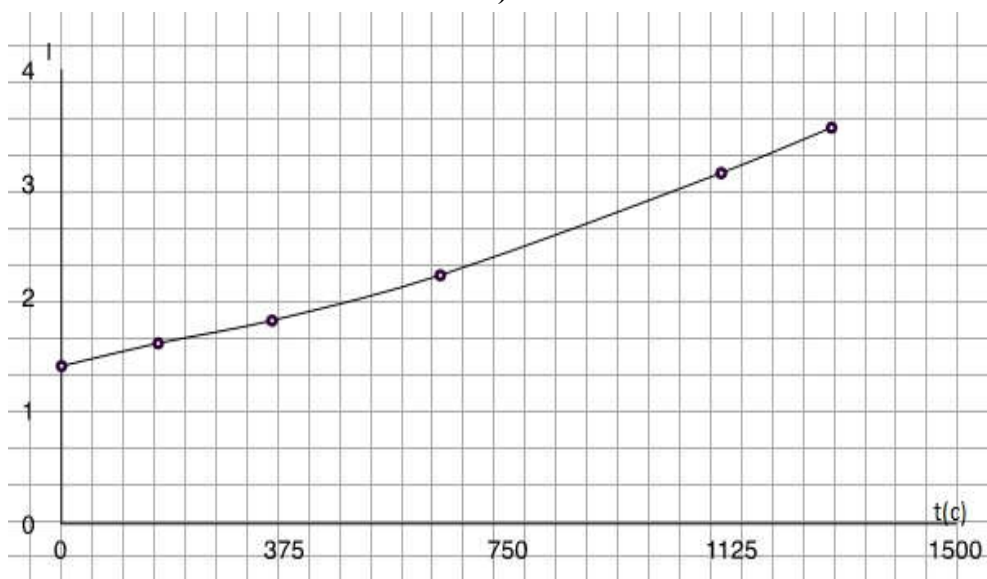
а).



б).



в).



г)

а) - напряжение при заряде конденсатора; б) -ток при заряде конденсатора;
в)- напряжение при разряде конденсатора; г)-ток при разряде конденсатора.

Рисунок 5-Пример графиков переходного процесса.

Задание 5

Написать вывод по результатам измерений и вычислений. Результаты расчета оформить в виде Таблицы 3.

Таблица 3- Параметры переходного процесса

Параметры	Заряд конденсатора			Разряд конденсатора		
	$\tau, \text{с}$	$I_{\max}, \text{А.}$	$i, \text{А}$	$\tau, \text{с}$	$I_{\max}, \text{А.}$	$i, \text{А}$
1.						
n						

6.Контрольные вопросы

1. Определение конденсатора.
2. Определение переходного процесса.
3. Формула тока при переходном процессе в конденсаторе.
4. Физический смысл постоянной времени цепи.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

Раздел 4 Электрические цепи с распределенными параметрами

Тема 4.1. Однородные линии.

Лабораторная работа №8. Определение потери напряжения в длинных линиях

Объем учебного времени -2час.

1.Цель работы

Исследовать модель линии электропередач и установить основные закономерности потери напряжения в проводах при передаче электроэнергии постоянным током на расстояние, т.е. выяснить от каких факторов зависит величина потери напряжения в длинных линиях.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

знать:

- определение потери напряжения;
- определение длинной линии;
- устройства для защиты от перегрузок и перегрева в электрических сетях;
- схему энергоснабжения и роль каждого элемента схемы.

-уметь:

- собирать электрическую цепь;
- пользоваться измерительными приборами;
- применять законы для расчета параметров;
- делать выводы по полученным результатам.

2.Оборудование

Для проведения измерений используется:

- стенд лабораторный СОЭ-2;
- амперметр Э59;
- вольтметр Э59;
- цифровой мультиметр GDM8135.

3.Правила техники безопасности (Приложение Д).

4.Основные теоретические положения

Потребитель и источник электрической энергии соединены проводами или линией передач. На линии происходит потеря напряжения:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (4.1.)$$

Где, $-U_1$ - напряжение на зажимах источника, В;

$-U_2$ - напряжение на потребителе, В.

- потеря напряжения выражается в процентах

$$\Delta U / U_2 \cdot 100\% \quad (4.2.)$$

Площадь поперечного сечения провода в зависимости от допустимой потери напряжения

$$S = 200 P L \rho / U_{\text{ном}}^2 \quad U\% \quad (4.3.)$$

Сопротивление провода линии

$$R = \rho L / S \quad (4.4.)$$

где- L - длина линии, т.е. расстояние от источника до потребителя, м;

S- площадь сечения провода, мм²;

Кроме потерь напряжения в линии происходят потери мощности. Провода нагреваются бесполезно и мощность потерь

$$\Delta P = \Delta U \cdot I = P_1 - P_2 \quad (4.5.)$$

Где, -P₁ - мощность генератора, Вт;

-P₂ – мощность потребителя, Вт.

Тогда коэффициент полезного действия линии составляет 90 – 96 %.

$$\eta = P_2 / P_1 = U_2 / U_1 = \frac{U_1 - \Delta U}{U_1} = 1 - \frac{\Delta U}{U_1} \quad (4.6.)$$

Изменение сопротивления потребителя вызывает изменение напряжения. Действительно, при увеличении количества включенных потребителей, увеличивается сила тока, отсюда увеличивается ток в линии, а напряжение U₂ уменьшается, а потери напряжения увеличиваются.

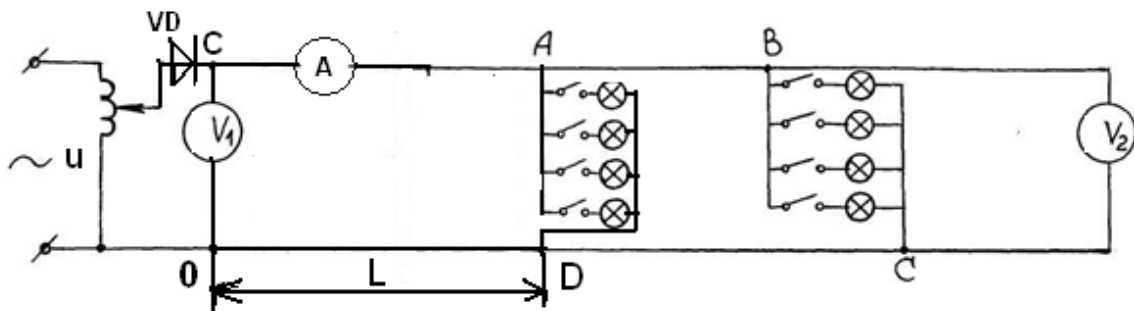
5.Порядок выполнения работы

Задание 1

Ознакомиться с принципом измерения параметров при помощи цифрового мультиметра GDM8135.

Задание 2

Ознакомиться со схемой метода измерения (Рисунок 1)



V1 – вольтметр на входе длинной линии;

V2 - вольтметр на нагрузке;

С-О-А-Д - модель длинной линии;

А-В-С-Д - ламповый реостат.

Рисунок1-Схема метода измерений

Задание 3

Включить цепь, установить напряжение-U₁ по вольтметру V₁. Результат записать в Таблицу 1.

Задание 4

Подключая мультиметр к соответствующим точкам «А-Д» измерить значение напряжения-U₂. Результат записать в Таблицу 1.

Задание 5

Подключая мультиметр к соответствующим точкам «О-Д» измерить значение сопротивления линии-R. Результат записать в Таблицу 1

Таблица1- Результаты измерений

	дано			Измерить			
линия	материал	ρ , Ом м.	L, м.	I, А.	U ₁ , В.	U ₂ ,В	R, Ом.

Задание 6

Определение параметров по формулам:

- потери напряжения в линии по (4.1.) и (4.2.) в абсолютных значениях и процентах;
- мощности потерь по (4.5.);
- КПД линии передач по (4.6.);
- площадь сечения провода линии по допустимой потере напряжения –S₁ по (4.3.) и S₂ по (4.4.).

Задание 7

Написать вывод по проделанной работе и результаты вычислений представить в виде Таблицы 2.

Таблица 2- результаты вычислений

1	2	Вычислить							
линия	материал	U, В	U, %	P ₁ , Вт	P ₂ , Вт	P, Вт	η , %	S ₁ , мм ²	S ₂ , мм ²

6.Контрольные вопросы

- 1.Определение длинной линии.
- 2.Определение потери напряжения.
- 3.Факторы, влияющие на потери напряжения.
- 4.Меры по уменьшению потерь.
- 5.Формула электрического сопротивления проводника.
- 6.Как площадь сечения проводника влияет на потери напряжения.

7.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

8.Список рекомендуемой литературы

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ.учреждений сред. проф.образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический колледж

Название работы

отчет
По лабораторной работе

Преподаватель

_____/

Студент гр.

_____/

« «_____2013г.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет о работе выполняется каждым студентом самостоятельно на листе формата А4 машинописным способом. При оформлении отчета необходимо соблюдать требования ГОСТ к оформлению текстовых документов.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- оборудование и приборы, используемые в работе;
- схему, таблицы, графики;
- обработку результатов измерений, результаты расчетов, заполняемые таблицы;
- выводы по результатам проведенной работы;
- ответы на контрольные вопросы.

Титульный лист отчета оформляется в соответствии с Приложением А.

Схемы, графики, таблицы необходимо выполнять карандашом аккуратно с помощью линейки или машинописным способом.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. До начала выполнения лабораторной работы проверьте наличие и исправность оборудования. Если обнаружили неисправное оборудование, сообщите об этом преподавателю.
2. Не включайте источники электропитания без разрешения преподавателя.
3. Производите сборку электрических цепей, ремонт и монтаж электроустройств только при отключенном источнике электропитания.
4. Проверяйте наличие напряжения на источнике электропитания вольтметром.
5. Обнаружив неисправность в электроустройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом преподавателю.
6. Собранный схема до включения должна быть проверена преподавателем.
7. По окончании работы или очередного наблюдения отключите источник электропитания.
8. Закончив лабораторную работу, наведите порядок на рабочем столе и доложите об этом преподавателю.

Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М.- Электротехника и электроника учебник для студ. учреждений сред. проф. образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.
2. Фуфаева Л.И. Сборник практических задач по электротехнике : учеб. пособие. -М.: Академия, 2010.-288с.
3. Петленко Б.И. Электротехника и электроника /ред. Б.И.Петленко.- М.:Академия,2008.- 320с.
4. Немцов М.В. Электротехника и электроника (2-е изд., стер.) учебник - М.:Академия,2009.- 432с.
5. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учеб. пособие для сред. проф. образования.- М.:Академия,2009.-160с
6. Полещук В.И. Задачник по электротехнике и электронике: учебное пособие- (6-е изд., перераб. и доп).- М.:Академия,2010.-256с

Дополнительные источники

1. Евдокимов Ф.Б. Теоретические основы электротехники.- М.:Высш.шк.,1987.- 495с.
2. Данилов И.А. П.М. Иванов, Дидактический материал по общей электротехнике с основами электроники: Учеб. пособие. М.: Высш.шк.,1987.-319с.:
3. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники.- М.:Высш.шк.,2000.- 752с.
4. Кацман М.М. Электрические машины.- М.:Академия,2008.- 492с.
5. Кацман М.М. Электрический привод: учеб. для сред. проф. образования.- М.:Академия,2010.- 384с.
6. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: учеб. пособие для сред. проф. образования.- М.:Академия,2005.- 48 с.
7. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу.-М.:Академия,2010.- 251с.
8. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций.- М.:Академия,2009.-448с.
9. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов.- М.:Академия,2009.-320с.
10. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники.- Ростов-н/Д.:Феникс,2006.- 416с.
11. Жаворонков М.А. Электротехника и электроника: учебное пособие- М.:Академия,2005.- 400с.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.engindoc.com/>
2. <http://www.news.elteh.ru/>информационно-справочный журнал «Новости электротехники»

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изме- нения	Номер листа				Всего листов в документе	ФИО и подпись ответственного за внесение изменения	Дата внесения изменения	Дата введения изменения
	измененного	замененного	нового	изъятого				