

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова»
(КБГУ)

Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта


УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ОПОП
Ашеник Р.Ш. Тешев
« 12 » февраля 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.09 «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Специальность

11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы

Профиль подготовки

Радиозлектронные системы передачи информации

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2025

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-5. Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов.	<p>ПК-5.1. Способен осуществлять эксплуатацию радиоэлектронных систем и комплексов.</p> <p>ПК-5.2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов.</p>	<p>Знать аппаратуру обслуживаемых радиоэлектронных систем и комплексов и её функционирование.</p> <p>Уметь осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов.</p> <p>Владеть навыками эксплуатации и технического обслуживания.</p>

2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

2.1 Текущий контроль

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

Таблица 2

Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Лабораторная работа №1 «Изучение технической документации. Составление регламента и графика технического обслуживания аппарата».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	3	3 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 2- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 1 - задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки.

					0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
2	Лабораторная работа №2 «Изучение принципов работы электрических схем приборов».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	3	3 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 2- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
3	Лабораторная работа №3 «Исследование резонанса в цепи с последовательно соединенными элементами R, L, C».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	3	3 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 2- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
4	Лабораторная работа №4 «Исследование резонанса при параллельном соединении катушки индуктивности и конденсатора».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 2 - задания выполнены частично, выводы содержат ошибки. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены

					неверно.
5	Лабораторная работа №5 «Изучение измерительных генераторов и поверка их основных параметров».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 2 - задания выполнены частично, выводы содержат ошибки. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
6	Лабораторная работа №6 «Исследование трехфазной цепи, соединенная звездой».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 2 - задания выполнены частично, выводы содержат ошибки. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
7	Лабораторная работа №7 «Исследование трехфазной цепи, соединенная треугольником».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 2 - задания выполнены частично, выводы содержат ошибки. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно,

					выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
8	Лабораторная работа №8 «Переходные процессы в R-L и R-C цепи».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	4	4 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 3- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 2 - задания выполнены частично, выводы содержат ошибки. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
9	Лабораторная работа №9 «Исследование нелинейных цепей».	письменная	Работа включает в себя два задания, выполняется студентами попарно.	3	3 - все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 2- все задания выполнены с ошибками или одно из заданий выполнено не верно. 1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно.
10	Тесты по 1 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
11	Тесты по 2 контрольной точке	с применением ДТ	Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС.	5	Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов
12	Коллоквиум по 1 контрольной точке	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	9	10– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 8 – ответы в основном правильные, но

					содержат незначительные ошибки; 6- ответы недостаточно полные; 4 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 2-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
13	Коллоквиум по 2 контрольной точке	письменная	Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума	9	10– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 8 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 6- ответы недостаточно полные; 4 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 2-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные.
	Итого:			60	

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации в 9 семестре

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Зачетная работа	Письменная	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов.	Критерии оценивания теоретических вопросов: 25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты, грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.

					<p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания.</p>
--	--	--	--	--	--

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации в 10 (А) семестре

№	Оценочное средство	Форма проведения	Порядок проведения	Максимальное количество баллов	Критерии оценивания
1	Экзаменационный билет	Устный опрос	Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно.	Теоретические вопросы – 30 баллов.	<p>Критерии оценивания теоретических вопросов:</p> <p>25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты,</p>

					<p>грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.</p> <p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания.</p>
--	--	--	--	--	--

3. Оценочные материалы для текущего и промежуточного контроля успеваемости

3.1. Оценочные материалы для текущего контроля

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. СОСТАВЛЕНИЕ РЕГЛАМЕНТА И ГРАФИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АППАРАТА

Цель работы: изучить порядок работы с технической документацией.

Краткая теория

В целях обеспечения эффективной деятельности нормоконтролер должен обладать такими **личными качествами** как:

- объективность, принципиальность, ответственность, беспристрастность;
- умение анализировать, логически обосновывать и аргументированно отстаивать свои выводы;
- способность принимать правильные решения на основании полученных объективных данных;
- способность четко, понятно, грамотно излагать свои мысли;
- умение тактично взаимодействовать с людьми;
- сдержанность, доброжелательность, коммуникабельность.

Нормоконтролер должен принять на себя следующие обязательства:

- проводить нормоконтроль в строгом соответствии с нормативным документом по методике (методу) нормоконтроля технической документации, имеющей статус стандарта организации в системе менеджмента качества, без каких-либо отступлений или упрощений;
- проявлять объективность и не поддаваться давлению в отношении внесения изменений в отчетную документацию по итогам нормоконтроля, если эти изменения не основаны на объективных данных;
- воздерживаться от действий, которые могли бы дискредитировать заявленные организацией миссию и цели в области качества;
- постоянно поддерживать профессиональный уровень, периодически повышая свою квалификацию.

Особые условия допуска нормоконтролера к работе:

- наличие базового высшего технического образования в области деятельности организации или в отсутствии такового, наличие диплома о дополнительной профессиональной переподготовке для этой области деятельности, а также документа о повышении квалификации по нормоконтролю технической документации, обновляемого не реже, чем каждые 5 лет;
- опыт работы не менее трех лет в должности инженера по стандартизации или на других технических должностях, замещаемых специалистами с высшим профессиональным образованием (инженера-конструктора, инженера-механика, инженера-технолога и др.);
- прохождение обучения, проверки знаний требований охраны труда в установленном законодательством Российской Федерации порядке;
- прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
- наличие приказа руководителя организации о назначении работника специалистом по нормоконтролю технической документации.

Нормоконтроль технической документации

Нормоконтролер предъявляет требования к технической документации в пределах, установленных нормативными документами. Объем и содержание контроля норм и требований в технической документации определены в РД 92-0115 (таблица 1).

Таблица 1 - Объем и содержание контроля норм и требований в технической документации

Вид контролируемого документа	Содержание контроля
1 Документы технического предложения и эскизного проекта	Правильность обозначения, присвоенного документу

	Комплектность документации, предъявляемой на нормоконтроль
	Соблюдение форм
	Правильность заполнения граф основной
	Правильность выполнения документа
	Правильность обозначения, присвоенного
2 Схема	Комплектность документации, предъявляемой на нормоконтроль, в пределах спецификации
	Соблюдение форматов
	Правильность заполнения граф основной
	Соответствие требованиям
	Правильность выполнения схем конкретных видов: - электрической; - кинематической;
	- гидравлической и пневматической; - электрических схем обмоток; - электрических схем цифровой вычислительной техники
	Наличие и правильность построения позиционных обозначений
	Правильность применения условно-графических обозначений
	Наличие записи соответствующих пояснений на поле схемы при применении нестандартизованных условных графических обозначений и буквенных позиционных обозначений
	Наличие и правильность наименований функциональных частей изделия, изображённых на схеме в виде прямоугольников, и позиционных обозначений элементов, изображённых условными графическими обозначениями
	Правильность выполнения линий связи

	Наличие и правильность обозначений адресов у мест обрывов
	Правильность выполнения перечней элементов, обозначений и наименований элементов перечня в соответствии с документами, на основании которых они применяются
	Однообразие применения шрифта
3 Чертежи всех видов	Правильность обозначения, присвоенного чертежу
	Комплектность документации, предъявляемой на нормоконтроль, в пределах спецификации
	Соблюдение форматов
	Правильность заполнения граф основной
	Правильность выполнения линий
	Рациональность выбранного масштаба
	Однообразие применения шрифта
	Наличие и правильность выполнения основных и дополнительных видов, разрезов, сечений, выносных элементов
	Наличие и правильность нанесения размеров и предельных отклонений
	Правильность указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей
	Соблюдение допусков и посадок предпочтительного применения
	Наличие и правильность обозначений шероховатости поверхностей
	Правильность условных изображений
	Правильность нанесения условных обозначений покрытий, термической и других видов обработки
	Соблюдение установленных номенклатур марок материалов, профилей проката и т.п.

	Правильность нанесения на чертеже указаний о маркировании и клеймении изделий
	Правильность выполнения групповых и базовых конструкторских документов
	Правильность выполнения чертежей с дополнительной обработкой или переделкой
	Правильность выполнения чертежей изделий, изготовленных в различных производственно-технологических вариантах
	Правильность выполнения чертежей печатных плат
	Правильность выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов
	Правильность выполнения конструкторской документации упаковки
	Правильность выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем
	Правильность размещения, краткость и логичность изложения технических требований
	Наличие и правильность ссылок на стандарты и другие нормативно-технические документы
	Правильность применённых сокращений слов
	Наличие в технических требованиях чертежей деталей сведений о массе заготовки и коэффициенте использования материала
	Соответствие требованиям
4 Сборочный чертёж, чертёж общего вида, габаритный и монтажный чертежи	Содержание контроля для документов вида 3
	Наличие и правильность нанесения номеров позиций (соответствие позиций на полках линий-выносок в чертежах позициям в спецификации или технических требованиях)

	Соблюдение правил изображения линий-выносок
	Правильность упрощённых и условных изображений элементов конструкции
5 Чертёж для электромонтажа	Содержание контроля для документов вида 3
	Правильность выполнения чертежей для электромонтажа
	Правильность записи номеров цепей в чертеже и таблице соединений
	Наличие и правильность надписей над проводами, указывающих номера цепей
	Наличие и правильность обозначений адресов у мест обрывов
6 Спецификация	Правильность обозначения, присвоенного спецификации
	Соблюдение форм
	Соответствие требованиям
	Правильность заполнения граф
	Правильность записи документов по разделам и внутри разделов
	Соответствие записи обозначений и наименований изделий обозначениям и наименованиям, указанным в основных конструкторских документах на эти изделия
	Правильность записи обозначений и наименований изделий в разделах «Стандартные изделия» и «Прочие изделия»
	Соответствие применяемых типоразмеров стандартных и покупных изделий установленным ограничительным номенклатурам
	Правильность записи регулировочного
Правильность оформления совмещённой спецификации	

7 Текстовые документы, в том числе разбитые на графы	Правильность обозначения, присвоенного документу
	Комплектность документации, предъявляемой на нормоконтроль, в пределах спецификации
	Соблюдение форм
	Правильность заполнения граф основной
	Правильность выполнения текстовых
	Правильность выполнения и построения технических условий
	Наличие требований безопасности труда
8 Эксплуатационные документы	Правильность обозначения, присвоенного документу
	Комплектность документации, предъявляемой на нормоконтроль
	Соблюдение форм
	Правильность заполнения граф основной надписи
	Соответствие требованиям микрофильмирования
	Правильность выполнения и построения эксплуатационных документов
9 Документы на перфоносителях	Правильность обозначения, присвоенного документу
	Правильность заполнения граф основной надписи
	Наличие и правильность заполнения таблицы регистрации изменений для документов на перфокартах
10 Технологические документы	Содержание контроля
11 Технические задания на стандарты (руководящие документы) и проекты	Правильность построения, изложения и оформления

стандартов (руководящих документов) всех категорий	Наличие разрешения на применение нормативно-технических документов, на которые имеются ссылки в проверяемом документе
12 Программные документы	Правильность обозначений, присвоенных программам и программным документам
	Правильность заполнения граф основной надписи
	Соответствие требованиям микрофильмирования
	Правильность выполнения программных документов
13 Схема алгоритмов и программ	Правильность выполнения схемы
14 Программа обеспечения надёжности и комплексная программа экспериментальной отработки	Правильность оформления в соответствии с требованиями, установленными на предприятии
	Наличие подписи представителя организации, выдавшей техническое задание на разработку изделия
15 Извещение об изменении, предварительное извещение и предложение об изменении	Соблюдение форм
	Правильность заполнения граф извещения
	Правильность указания причины изменения и шифра причины изменения
	Наличие указания о заделе и указания о внедрении изменения; при указании о доработке задела - наличие требований по доработке и, при необходимости, процесса доработки
	Согласованность указаний о заделе «Использовать», «Не использовать», «Доработать» с указанием о внедрении
	Правильность изложения содержания изменения в графе 15 извещения

	Соответствие содержания изменения причине изменения
	Соблюдение требований по комплектному выпуску извещений
	Возможность внесения изменений в подлинник без нарушения требований
16 Извещение об изменении программного документа	Содержание контроля для документов вида 15
	Правильность оформления извещения
17 Извещение об изменении нормативно-технического документа (изменение)	Правильность оформления и изложения
18 Бюллетени	Правильность выполнения бюллетеней на изменение эксплуатационных документов
	Правильность выполнения бюллетеней на доработку изделий
19 Техническое задание на доработку опытного изделия	Правильность выполнения технического задания
20 Электронные документы	Правильность выполнения

Ошибки, выявленные нормоконтролером, по степени влияния на качество технической документации подразделяют на три группы:

- ошибки, которые не привели бы к задержке производства и не вызвали бы доработку изделий;

- ошибки, которые привели бы к задержке производства, но не вызвали бы доработку изделий;

- ошибки, которые привели бы к задержке производства и (или) вызвали бы доработку изделий.

Порядок выполнения практической работы

1 Академическую группу обучающихся разделить на подгруппы по 3 - 4 человека. В каждой подгруппе выбрать руководителя подгруппы.

2 Выполнить задание 1:

2.1 Каждой подгруппе выбрать должностную инструкцию специалиста по нормоконтролю из предложенных преподавателем или самостоятельно на официальных сайтах организаций в информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Ознакомиться с содержанием должностной инструкции специалиста по нормоконтролю.

2.2 Составить перечень нормативных документов, в соответствии с которыми разработана должностная инструкция специалиста по нормоконтролю (<https://www.gost.ru/portal/gost>), включая профессиональные стандарты (<http://fgosvo.ru>). Оценить правильность используемых нормативных документов, включая профессиональных стандартов, при разработке должностной инструкции специалиста по нормоконтролю.

2.3 Проанализировать должностную инструкцию специалиста по нормоконтролю на соответствие требованиям нормативных документов, включая профессиональных стандартов. Анализ должностной инструкции специалиста по нормоконтролю выполнить в текстовой или табличной форме (таблица 2). Сделать соответствующие выводы.

3 Таблица 2 - Анализ должностной инструкции специалиста по нормоконтролю на соответствие требованиям нормативных документов, включая профессиональных стандартов

Структурные элементы должностной инструкции	Соответствие должностной инструкции требованиям нормативных документов, включая профессиональных стандартов
<i>Общие положения</i>	
<i>Квалификационные требования</i>	

<i>Структурные элементы должностной инструкции</i>	Соответствие должностной инструкции требованиям нормативных документов, включая профессиональных стандартов
<i>Должностные обязанности</i>	
<i>Права</i>	
<i>Ответственность</i>	

3 Выполнить задание 2:

3.1 Каждой подгруппе ознакомиться с выявленными в экспертном центре несоответствиями в проектной документации по системам пожарной автоматики:

а) организационные и технические ошибки:

1) отсутствие подписей ГИПа и руководителя организации, подписей исполнителя, печати организации;

2) использование при проектировании устаревших и отмененных нормативно-технических документов, отсутствие у проектировщиков полного объема действующих нормативно-технических документов, предъявляющих требования к объекту;

3) не представлены лицензии МЧС России;

4) несоответствие чертежей ГОСТам;

5) отсутствуют согласованные технические условия, отражающие специфику противопожарной защиты объектов;

6) отсутствуют технические условия на присоединение к системам коммунального водоснабжения, необходимые для подтверждения возможности отбора необходимого расхода воды от сетей коммунального водоснабжения и подтверждающие минимальный напор в них;

7) не представлено подписанное заказчиком техническое задание на проектирование;

б) нарушения при выборе исходных данных и порядка прохождения согласования технической документации:

1) отсутствует расчет категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с НПБ 105-03 или ссылка на расчет категории организацией, имеющей соответствующую лицензию;

2) отсутствует информация об основных пожарнотехнических характеристиках здания (площадь, этажность, высота, строительный объем, степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, количество людей и др.);

3) отсутствует информация о пожарной нагрузке, ее количестве и способах ее хранения, функциональном назначении помещений, особенностях технологического процесса;

4) отсутствует информация по подключению установки пожаротушения к наружным сетям с учетом требований СНиП 2.04.0284 и СНиП 2.04.01-85 по устройству узла учета расхода воды (в помещении водомера), согласованные с организацией, разработчиком раздела ВК;

5) отсутствует информация по максимальной температуре в помещениях, необходимая для выбора температуры срабатывания оросителей;

6) отсутствует экспликация помещений;

7) функциональное назначение зданий и сооружений выбирается произвольно, а должно в соответствии с распоряжением администрации города на строительство (реконструкцию);

8) отсутствует краткая характеристика складских объектов, не указаны важнейшие исходные параметры, необходимые для определения нормативных показателей водяного тушения на складах (группы помещения, интенсивности орошения, расчетной площади, времени работы АУПТ): характеристики пожарной нагрузки, высота склада, высота складирования, объем склада;

9) отсутствуют технические задания на электроснабжение, отключение вентиляции, строительную часть, канализацию;

в) нарушения нормативно-технических документов:

1) не обосновано отступление от пункта 12.59 НПБ 88 по применению для шлейфов сигнализации шнура ШВВП;

2) отсутствуют указания по размещению насосной установки пожаротушения с насосами под заливом с учетом требований СНиП 2.04.02-84;

3) расход воды, в соответствии с которым выбираются насосы не учитывает расход воды на одновременное действие спринклерной системы пожаротушения, дренчерных завес и внутреннего противопожарного водопровода, таким образом проект насосной пожаротушения и вводов в здание не соответствует требованиям существующих норм и не обеспечит требуемых параметров;

4) схема насосной станции выполнена с отступлениями от СНиПов;

5) имеются помещения, не защищенные автоматической установкой пожаротушения (защищенные только автономными модулями пожаротушения);

г) ошибки в расчетах, электрических схемах, спецификациях:

1) схема подключения модулей пожаротушения (порошковых, аэрозольных) к модулю пусковому прибором управления пожарных выполнена с нарушением технической документации на ППУ и не обеспечивает контроля цепей запуска модуля на обрыв;

2) оборудование, указанное в спецификации, не соответствует оборудованию, указанному в пояснительной записке и расчетах;

3) в спецификациях указывается оборудование без полного наименования и основных характеристик (например, задвижка ДУ200, без указания/вида присоединения, номинального рабочего давления, рабочей

среды, присоединительных размеров, класса герметичности и др.);

4) не представлены планы размещения электрооборудования (ППКП, ППУ, кабелей), схемы электрические структурные, схемы электрические принципиальные, кабельные журнала;

5) не представлены алгоритмы программирования, таблицы установок, значения порогов срабатывания электроконтактных манометров;

6) в спецификациях используется оборудование с просроченными сроками действия ССПБ, форма предоставления спецификаций не соответствует ГОСТ.

3.2 Соотнести выявленные типичные несоответствия в проектной документации по системам пожарной автоматики экспертного центра с содержанием нормоконтроля технической документации согласно РД 92-0115 (таблица 1).

4 Оформить отчет о практической работе. Отчет о практической работе должен содержать:

- тему и цель практической работы;
- перечень нормативных документов, в соответствии с которыми разработана должностная инструкция специалиста по нормоконтролю, включая профессиональных стандартов;
- оценка правильности используемых нормативных документов, включая профессиональных стандартов, при разработке должностной инструкции специалиста по нормоконтролю;
- анализ должностной инструкции специалиста по нормоконтролю на соответствие требованиям нормативных документов, включая профессиональных стандартов (таблица 2);
- сравнение типичных несоответствий в проектной документации с содержанием нормоконтроля технической документации согласно РД 92-0115;
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей

проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты практической работы

1 Что такое «нормоконтроль» и «нормоконтроль технологической документации»?

2 Кто такой «нормоконтролер технической документации»?

3 Какие нормативные документы содержат квалификационные требования к нормоконтролерам?

4 Перечислите основные профессиональные стандарты, обязательные к применению руководителями организаций в части требований к квалификации, необходимой нормоконтролерам для выполнения определенных трудовых функций.

5 Какие виды деятельности осуществляет нормоконтролер?

6 Перечислите основные знания, умения и навыки нормоконтролера.

7 Какой опыт работы должен иметь нормоконтролер?

8 Какими личными качествами должен обладать нормоконтролер для обеспечения эффективной деятельности?

9 Перечислите особые условия допуска нормоконтролера к работе.

10 Назовите основные права и обязанности нормоконтролера технической документации.

11 Какие структурные элементы включает должностная инструкция специалиста по нормоконтролю? Охарактеризуйте содержание каждого структурного элемента должностной инструкции специалиста по нормоконтролю.

12 Какова последовательность нормоконтроля технической документации?

13 Что подлежит контролю в эксплуатационных документах согласно РД 92-0115?

14 В соответствии с какими нормативными документами осуществляется нормоконтроль технологической документации?

15 На какие три группы подразделяются ошибки, выявленные нормоконтролером, по степени влияния на качество технической документации?

Задания для самостоятельной работы

Индивидуальное домашнее задание:

В соответствии с проведенным анализом должностной инструкции специалиста по нормоконтролю актуализировать раздел должностной инструкции: «Квалификационные требования» или «Должностные обязанности».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ПРИБОРОВ

Цель работы: Знакомство с электроизмерительными приборами стенда и проведение измерений, знакомство с понятием погрешности измерений.

Краткая теория

Электроизмерительные приборы - класс устройств, применяемых для измерения различных электрических величин. В группу электроизмерительных приборов входят также кроме собственно измерительных приборов и другие средства измерений - меры, преобразователи, комплексные установки.

Наиболее существенным признаком для классификации электроизмерительной аппаратуры является измеряемая или воспроизводимая физическая величина, в соответствии с этим приборы подразделяются на ряд видов:

- амперметры - для измерения силы электрического тока;
- вольтметры - для измерения электрического напряжения;
- омметры - для измерения электрического сопротивления;

- мультиметры - комбинированные приборы
- частотомеры - для измерения частоты колебаний электрического тока;
- магазины сопротивлений - для воспроизведения заданных сопротивлений;
- ваттметры и варметры - для измерения мощности электрического тока;
- электрические счётчики - для измерения потреблённой электроэнергии
- и множество других видов

В данном лабораторном стенде используются амперметры, вольтметры и ваттметр (измеритель мощности). Схема подключения приборов показана на рис. 1.

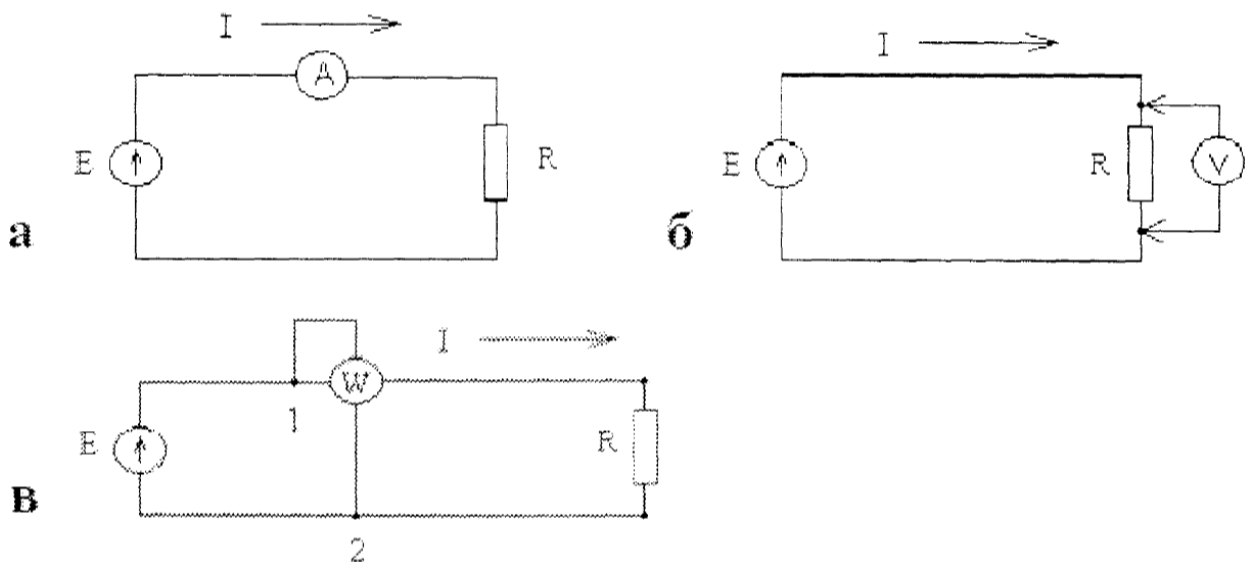


Рис. 1. Схема подключения приборов: а – амперметра, б – вольтметра, в – ваттметра

Особенностью измерений переменных токов и напряжений является то, что они изменяются во времени. В общем случае изменяющаяся во времени величина может быть полностью представлена мгновенными значениями в любой момент времени.

Переменные во времени величины могут быть также охарактеризованы своими отдельными параметрами (например, амплитудой) или интегральными параметрами.

К интегральным параметрам относятся:

действующее значение:

$$X_d = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt} ,$$

средневыпрямленное значение:

$$X_{св} = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)| dt ,$$

среднее значение:

$$X_c = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt ,$$

где $x(t)$ - изменяющаяся во времени величина.

Таким образом, при измерении переменных токов и напряжений могут измеряться их действующие, амплитудные, средневыпрямленные, средние и мгновенные значения. В практике электрических измерений чаще всего приходится измерять синусоидальные переменные токи и напряжения, которые обычно характеризуются действующим значением. Поэтому подавляющее большинство средств измерений переменных токов и напряжений градуируются в действующих значениях для синусоидальной формы кривой тока или напряжения.

Важнейшей характеристикой электроизмерительного прибора является его погрешность. В качестве действительного значения измеряемой величины принимается величина, измеренная образцовым прибором. Модуль разности между действительным значением измеряемой величины α_0 и показанием прибора α , которым определяется искомая величина, называется абсолютной погрешностью данного измерения $\Delta\alpha = |\alpha_0 - \alpha|$.

Точность измерения обычно характеризуются относительной погрешностью δ , то есть отношением абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины:

$$\delta = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_0}$$

В большинстве случаев для характеристики электроизмерительных приборов пользуются приведённой погрешностью δ_{max} . Приведённой

погрешностью называется отношение максимальной абсолютной погрешности к предельному значению измеряемой величины

$$\delta = \frac{\Delta\alpha_{max}}{\alpha_{max}}$$

Если прибор имеет двухстороннюю шкалу, то α_{max} определяется как $(\alpha_2 - \alpha_1)$, где α_1 и α_2 - значения максимального предела измерений слева и справа от нуля. Приведенная и относительная погрешность обычно выражаются в процентах.

Необходимость введения приведённой ошибки объясняется тем, что даже при постоянстве абсолютной погрешности по всей шкале прибора относительная погрешность не остается постоянной.

Пример. Прибор, предназначенный для измерения постоянного тока до 200 мА, имеет максимальную абсолютную погрешность прибора $\Delta I = 3$ мА. Причём эта погрешность условно принимается постоянной для каждой точки шкалы прибора. Относительная же погрешность прибора изменяется для различных измеренных токов.

$I = 50$ мА	$I = 100$ мА	$I = 200$ мА
$\delta = \frac{3}{50} \cdot 100\% = 6\%$	$\delta = \frac{3}{100} \cdot 100\% = 3\%$	$\delta = \frac{3}{200} \cdot 100\% = 1,5\%$

Таким образом, измерения рекомендуется проводить во второй половине шкалы прибора, то есть там, где относительная ошибка наименьшая.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и конструкцией стенда.
2. Собрать схему, рис. 2, где в качестве R используется сопротивление, E - источник постоянного напряжения, A и V - амперметр и вольтметр.

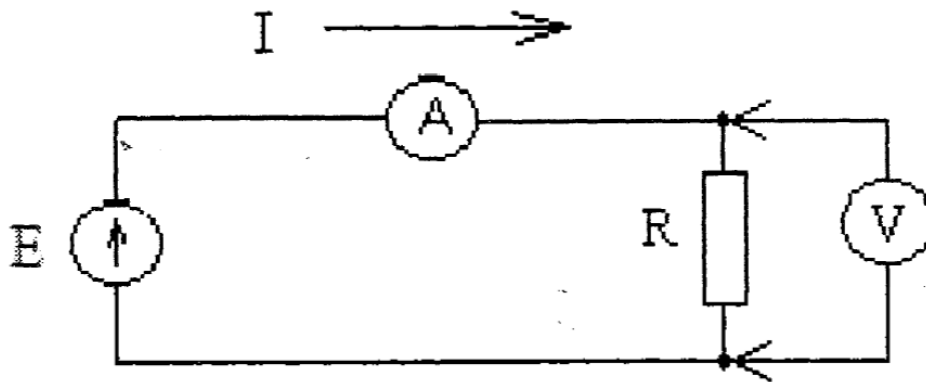


Рис. 2. Экспериментальная схема

3. Подключить стенд к сети, включить источник питания. Установить значение сопротивления $R = R_1$ Ом.

4. Занести в таблицу 1 значения силы тока I и напряжения U по показаниям приборов.

5. С помощью ручки регулировки изменить напряжение источника питания. Повторить пункт 4 для разных значений напряжения источника питания.

6. Установить сопротивление $R = R_2$ Ом. Повторить пункты 4-5.

7. Установить сопротивление $R = R_3$ Ом. Повторить пункты 4-5.

8. Выключить стенд. Вычислить $R_{изм} = \frac{U}{I}$. Вычислить $\Delta R = R - R_{изм}$;

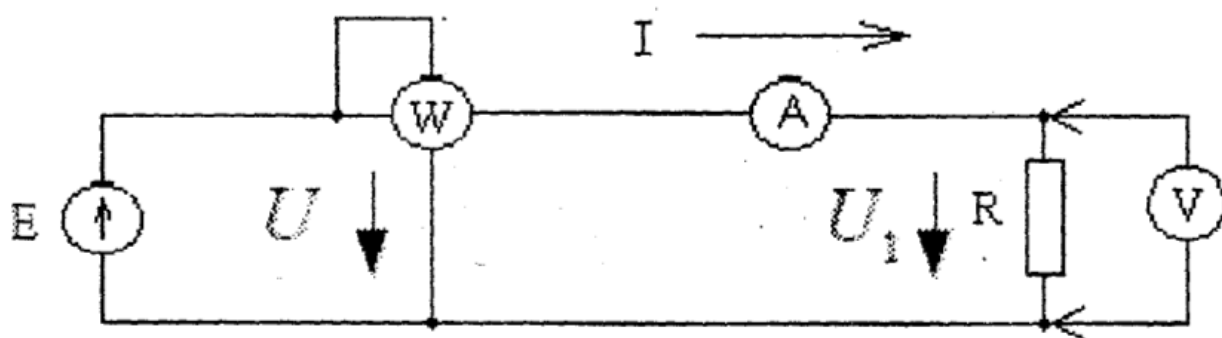
$$\delta_R = \frac{\Delta R}{R}$$

Занести результаты в таблицу 1.

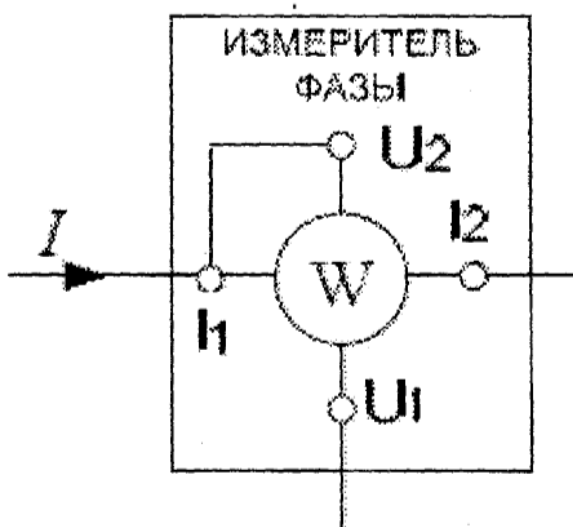
Таблица 1.

	U	I	$R_{изм}$	ΔR	δ_R
$R = R_1$ Ом					
$R = R_2$ Ом					
$R = R_3$ Ом					

9. Выключить источник питания. Собрать схему рис. 3а, где А и V - амперметр и вольтметр с модуля измерительного; W – ваттметр (измеритель фазы, рис. 3 б); E – источник переменного напряжения.



а)



б)

Рис. 3. Экспериментальная схема с ваттметром

10. Установить значение сопротивления $R = R_1$ Ом. Включить источник питания.

11. С помощью измерителя фазы измерить напряжение U , ток I , активную мощность P . Ток I также измерить амперметром А. Напряжение U_1 измерить вольтметром. Выключить источник питания, выключить питание стенда.

12. Вычислить значение сопротивления по закону Ома $R = \frac{U_1}{I}$

13. Рассчитать внутреннее сопротивление амперметра А: $R_A = \frac{U - U_1}{I}$

14. Проанализировать результаты, сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА В ЦЕПИ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ R, L, C

Цель работы: Исследование резонансных явлений и частотных характеристик электрической цепи, содержащей элементы R, L, C.

Краткая теория

Резонансом называется явление совпадения начальных фаз мгновенных значений синусоидального напряжения и тока на участке электрической цепи, содержащем элементы R, L, C.

В линейной электрической цепи режим резонанса можно получить путем изменения частоты f питающего напряжения $u(t)$ или величин параметров элементов R, L, C.

В работе исследуют контур с последовательным соединением участков R, L и C (рис. 1).

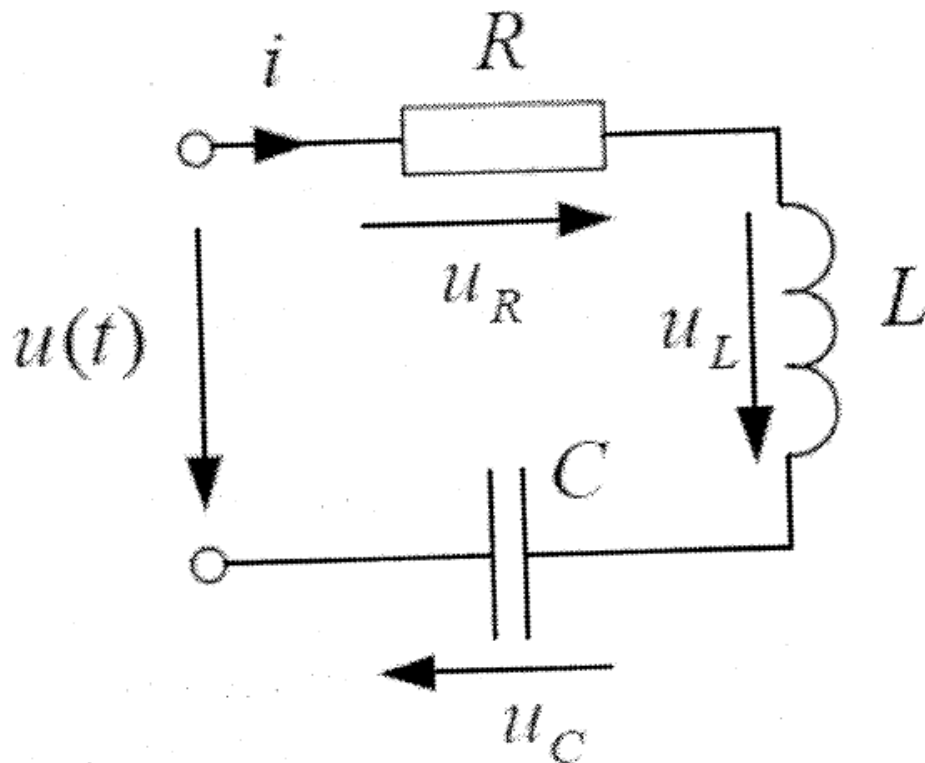


Рис. 1. Контур с последовательным соединением R, L и C

На частоте резонанса ω_0 эквивалентное реактивное сопротивление

$$X_0 = \omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C}, \quad (1)$$

откуда

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}. \quad (2)$$

Величина

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \rho \quad (3)$$

имеет размерность сопротивления и носит название волнового (характеристического) сопротивления контура.

Резонансные свойства контура характеризует добротность:

$$Q = \frac{U_{L0}}{U_{R0}} = \frac{U_{C0}}{U_{R0}} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R\omega_0 C} = \frac{\rho}{R}. \quad (4)$$

При резонансе напряжение на входе контура $U = U_{R0}$. Добротность Q показывает, во сколько раз напряжения на реактивных элементах $U_{L0} = U_{C0}$ отличаются от напряжения U . Такой резонанс называют резонансом напряжений.

Ток при резонансе достигает наибольшего значения

$$I = I_0 = \frac{U}{R}.$$

Зависимости

$$X_L(f); X_C(f); X(f) = X_L(f) - X_C(f); Z(f) = \sqrt{R^2 + (X(f))^2} = |R + jX(f)|$$

называются частотными характеристиками цепи (контура).

Зависимость

$$\varphi(f) = \arctg \frac{X(f)}{R}$$

называется фазочастотной характеристикой цепи (контура).

Зависимости от частоты действующих значений тока $I(f)$ и напряжений

$$U_R(f); U_L(f); U_C(f)$$

называются амплитудно-частотными характеристиками (АЧХ).

Диапазон частот, при котором выполняется отношение

$$\frac{I(f)}{I_0} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X(f))^2}} \geq \frac{1}{\sqrt{2}}$$

называется полосой пропускания. Записанное выше отношение выполняется точно на частотах f_1 и f_2 , где $|X(f)| = R$. На частоте f_1 меньше f_0 угол сдвига фаз $\varphi(f_1) = -45^\circ$, на частоте f_2 больше f_0 угол сдвига фаз $\varphi(f_2) = +45^\circ$. Частоты f_1 и f_2 называются нижней и верхней граничной частотой полосы пропускания. Выполнения условий $\varphi(f_1) = -45^\circ$ и $\varphi(f_2) = +45^\circ$ позволяет экспериментально определить граничные частоты, поэтому полосу пропускания можно определить по фазочастотной характеристике. Значения граничных частот определяется выражением:

$$f_{1,2} = \frac{f_0}{2Q} (\sqrt{1 + 4Q^2} \pm 1).$$

Избирательные частотные свойства контура характеризуются полосой пропускания

$$\Delta f = f_2 - f_1 = \frac{f_0}{Q}.$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с краткой теорией.
2. Собрать схему на рис. 2, предварительно измерив активное сопротивление катушки R_k (например, подключив ее к источнику постоянного тока и измерив падение напряжения на катушке U_k и проходящий через нее ток I_k : $R_k = U_k/I_k$).
3. Вычислить f_0 по формуле (2); ρ по формуле (3); Q по формуле (4); Δf по формуле (5).
4. Подключить стенд к сети, включить питание стенда. Включить функциональный генератор. Выбрать синусоидальную форму напряжения. Регулятором Частота установить на выходе модуля «функциональный генератор» частоту f_0 . Убедиться, что угол $\varphi \cong 0$.

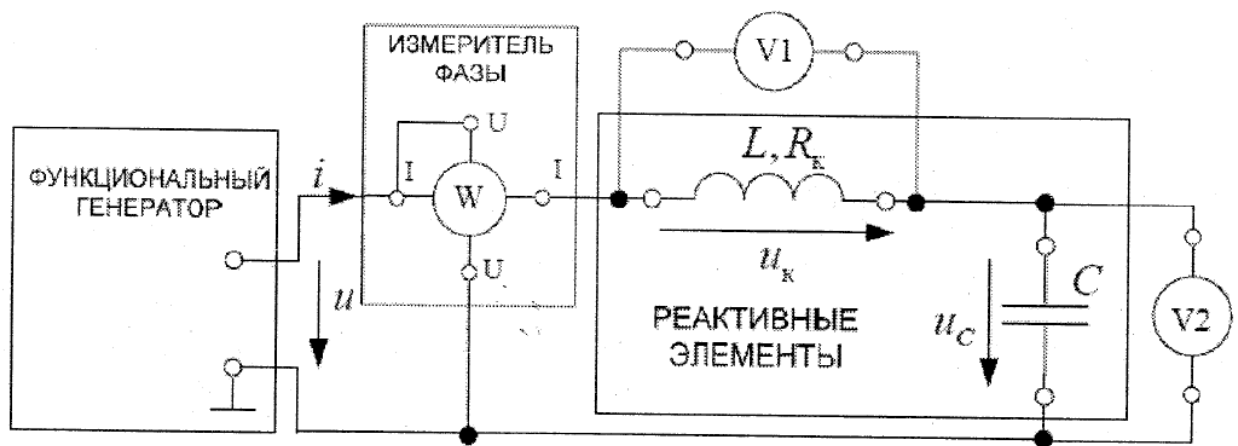


Рис. 2. Экспериментальная схема исследования

5. Измерить на частоте f_0 действующие значения тока I ; напряжений U , U_k , U_C ; активную мощность P и угол $\varphi = \psi_k - \psi_i$. Измеренные значения занести в табл. 1.

6. Уменьшая частоту, определить частоту f_1 – нижнюю граничную частоту полосы пропускания.

7. Измерить на частоте f_1 действующие значения тока I ; напряжений U , U_k , U_C ; активную мощность P и угол φ . Измеренные значения занести в табл. 1.

8. Увеличивая частоту, определить частоту f_2 – верхнюю граничную частоту полосы пропускания.

9. Измерить на частоте f_2 действующие значения тока I ; напряжений U , U_k , U_C ; активную мощность P и угол φ . Измеренные значения занести в табл. 1.

10. Изменяя частоту, выполнить аналогичные измерения для $f < f_1$; $f_1 < f < f_0$; $f_0 < f < f_2$; $f > f_2$. Измеренные значения занести в табл. 1.

11. По данным табл. 1 рассчитать и построить графики характеристик:

$$Z(f) = \frac{U}{I}(f); X_L(f) = \frac{U_L(f)}{I(f)}; X_C(f) = \frac{U_C(f)}{I(f)}; R(f) = R_k; X(f) = X_L(f) - X_C(f); \varphi(f) = \arctg \frac{X(f)}{R}.$$

Таблица 1.

f	U, B	U_k, B	U_C, B	I, A	$P, Вт$	φ	Примечание
							$f < f_1$
							f_1
							$f_1 < f < f_0$
							f_0
							$f_0 < f < f_2$
							f_2
							$f > f_2$

12. Проанализировать результаты, сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И КОНДЕНСАТОРА

Цель работы: Исследование режима резонанса при параллельном соединении катушки индуктивности и конденсатора.

Краткая теория

Рассмотрим резонансные явления в цепи рис. 1. Резонанс достигается изменением частоты $\omega = 2\pi f$ синусоидального напряжения.

На частоте резонанса ω_0 эквивалентная реактивная проводимость цепи $B_0 = 0$. Получаем:

$$L - C(R_k^2 + (\omega_0 L)^2) = 0 \quad (1)$$

или

$$(\omega_0 L)^2 = \rho^2 + R_k^2,$$

где

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

– волновое сопротивление контура.

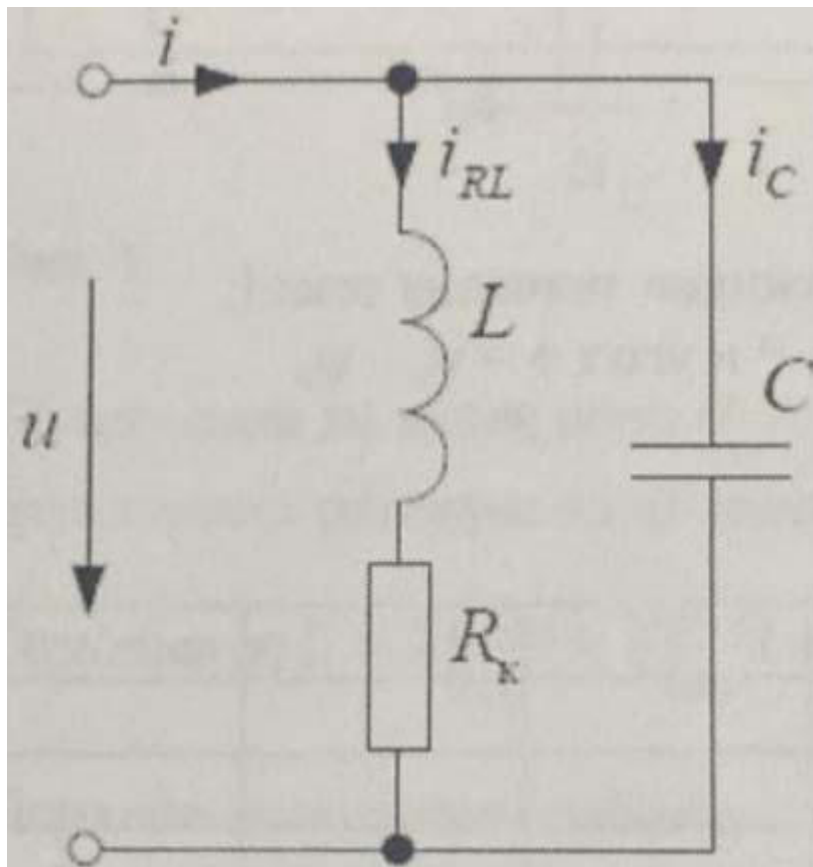


Рис. 1. Схема параллельного соединения катушки индуктивности и конденсатора

Тогда резонансная частота

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\rho^2 - R_k^2}{\rho^2}} \quad (3)$$

или

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\rho^2 - R_k^2}{\rho^2}}$$

При резонансе комплексная проводимость

$$Y = Y_0 = G_0 = \frac{R_k}{R_k^2 + (\omega_0 L)^2} \quad (4)$$

Реактивное сопротивление

$$\omega_0 L = \sqrt{\rho^2 - R_k^2}$$

Тогда

$$Y_0 = G_0 = \frac{R_k}{\rho^2}.$$

Ток при резонансе

$$I_0 = UG_0 = U \frac{R_k}{\rho^2}. \quad (5)$$

Реактивные проводимости катушки и конденсатора равны

$$B_{RL0} = B_{C0} = \frac{\sqrt{\rho^2 - R_k^2}}{\rho^2}. \quad (6)$$

Реактивные составляющие токов в ветвях катушки и конденсатора

$$UB_{RL0} = UB_{C0} = U \frac{\sqrt{\rho^2 - R_k^2}}{\rho^2}. \quad (7)$$

При выполнении условия $\rho > R_k$ реактивные токи могут существенно превышать ток $I_0 = UG_0$ и в цепи возникает резонанс токов.

Добротность контура

$$Q = \frac{I_{C0}}{I_{G0}} = \frac{B_{RL0}}{G_0} = \frac{B_{C0}}{G_0} = \frac{\sqrt{\rho^2 - R_k^2}}{\rho^2}. \quad (8)$$

Зависимости проводимостей

$G(f)$; $B(f)$; $G_{RL}(f)$; $B_{RL}(f)$;

$$Y(f) = \sqrt{(G(f))^2 + (B(f))^2};$$

$$Y_{RL}(f) = \sqrt{(G_{RL}(f))^2 + (B_{RL}(f))^2};$$

$$Y_C(f) = B_C(f)$$

и угла сдвига фаз $\varphi(f) = \arctg \frac{B(f)}{G(f)}$ называются частотными характеристиками цепи.

Зависимости от частоты действующих значений токов $I(f)$; $I_{RL}(f)$; $I_C(f)$ их активных и реактивных составляющих называют резонансными характеристиками.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией.
2. Собрать схему рис. 2, предварительно измерив активное сопротивление

катушки R_K (например, подключив ее к источнику постоянного тока и измерив падение напряжения на катушке U_K и проходящий через нее ток I_K ; $R_K = U_K / I_K$). Вычислить ρ по формуле (2); f_0 по формуле (3) (сопротивлением амперметров пренебречь). Вычислить Q по формуле (8).

3. Подключить стенд к сети, включить питание стенда. Включить функциональный генератор, выбрать синусоидальную форму напряжения. Регулятором Частота установить на выходе модуля «функциональный генератор» частоту f_0 . Убедиться, что на частотах $0,2f_0$ и $2f_0$ токовая защита модуля не срабатывает. Действующее значение напряжения U поддерживать постоянным во всех опытах.

4. Выполнить измерения I_{RL} , I_C , I , φ для указанных в табл. 1 относительных частот $\nu = f/f_0$

5. Построить графики резонансных характеристик $I(f)$; $I_{RL}(f)$; $I_C(f)$.

6. Проанализировать результаты, сделать выводы.

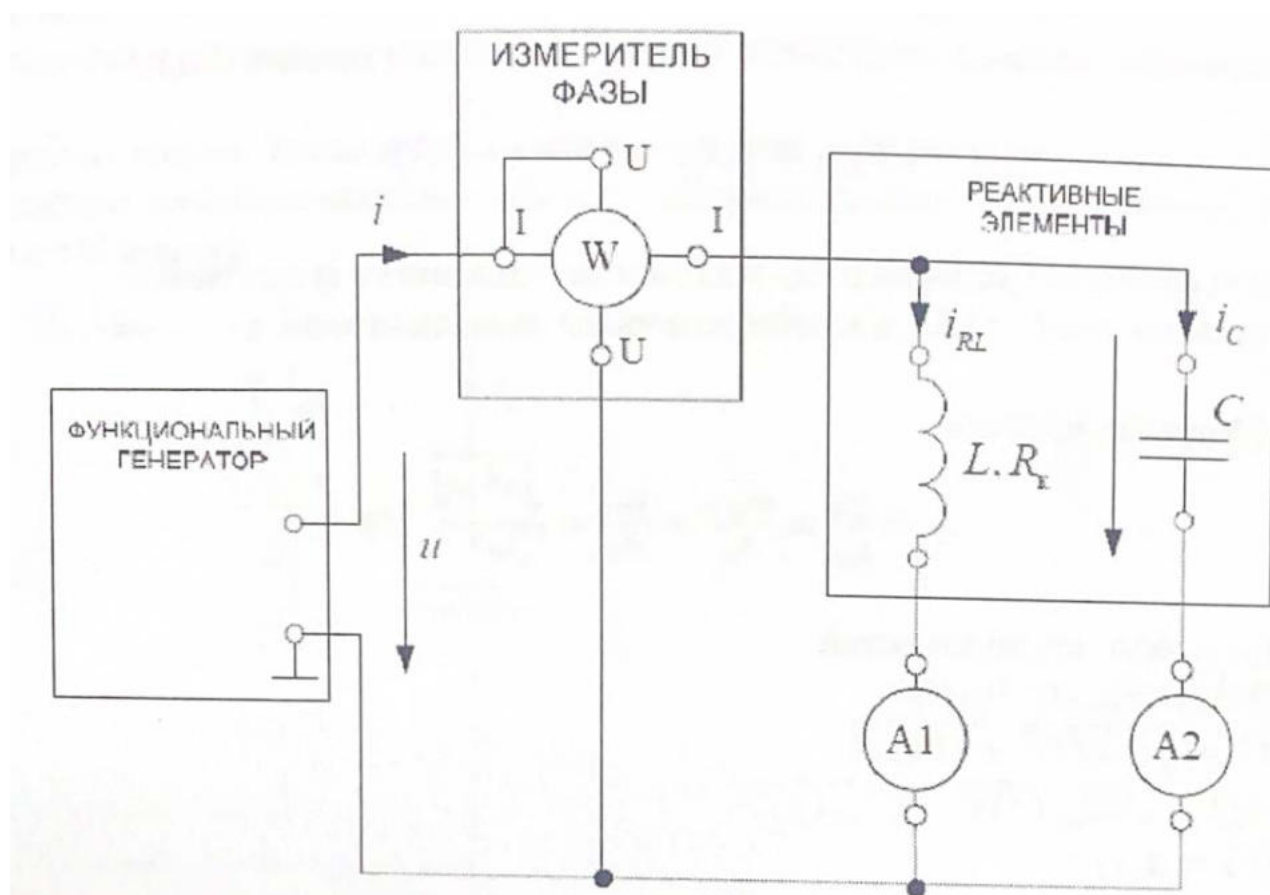


Рис. 2. Схема экспериментальной цепи

Таблица 1.

f	$\nu = \frac{f}{f_0}$	I_{RL}	I_C	I	φ
	0,2				
	0,4				
	0,6				
	0,8				
	1,0				
	1,2				
	1,4				
	1,6				
	1,8				
	2,0				

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ И ПОВЕРКА ИХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Цель работы: изучение измерительного генератора и поверка его основных параметров.

Краткая теория

Измерительный генератор - это источник электрических колебаний с заранее известными параметрами, предназначенный для исследования, настройки и проверки функционирования электрорадиоизмерительных цепей и устройств.

Подгруппы измерительных генераторов:

Г1 - установки для поверки измерительных генераторов;

Г2 - генератор шумовых сигналов;

Г3 - низкочастотный генератор;

Г4 - высокочастотный генератор;

Г5 - генератор импульсов;

Г6 - генератор сигналов специальной формы;

Г8 - генератор качающейся частоты (Swip).

Классификационные признаки измерительных генераторов:

а) по форме входного напряжения:

- синусоидальных сигналов (Г 3, Г4);
- импульсных сигналов;
- выходное напряжение в виде шума;
- специальной формы;

б) по диапазону частот:

- низкочастотные (от 20 Гц до 300 кГц);
- высокочастотные (от 0,1 до 100 МГц);
- СВЧ (от 1 до 40 ГГц);

в) от вида модуляции:

- амплитудная;
- частотная;
- комбинированная;
- фазовая.

Основные требования, предъявляемые к измерительным генераторам:

- к ширине диапазона частот;
- точности установки частоты и её стабильности;
- сохранению заданной формы выходного напряжения;
- пределам изменения выходного напряжения (выходной мощности);

- минимальному влиянию выходные параметры генератора;
- экранировке генератора.

Основные параметры и обобщенная структурная схема измерительных генераторов.

- а) частотные параметры (характеризуют диапазон частот генерируемых колебаний, точность установки частоты и ее стабильность);
- б) параметры выходного напряжения или мощности (определяют напряжение на входе аттенюатора - опорное; пределы плавного или ступенчатого изменения выходного напряжения; сопротивление нагрузки, а также точность и стабильность установленного уровня выходного напряжения).

Основными нормируемыми метрологическими характеристиками измерительных генераторов являются:

- пределы и диапазон частот;
- пределы и диапазон уровней воспроизводимых сигналов;
- погрешность установки частоты;
- нестабильность частоты;
- погрешность установки выходного напряжения;
- пределы искажения формы сигнала.

Обобщенная структурная схема измерительного генератора представлена на рисунке 1.

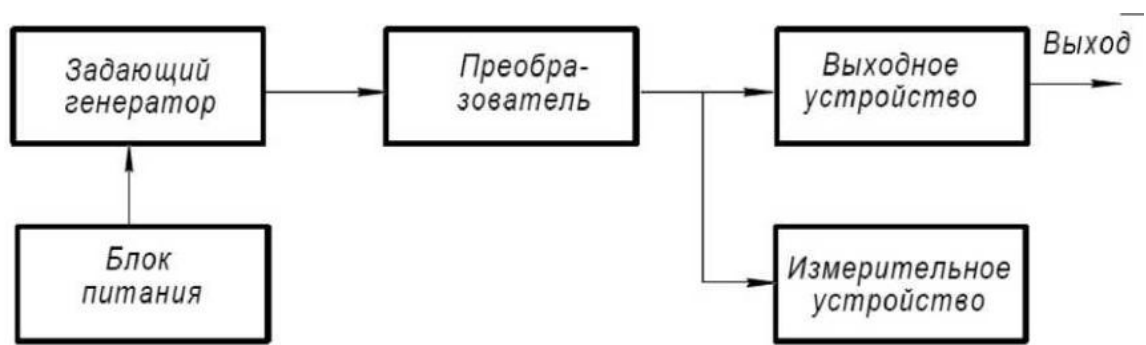


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема измерительного генератора

Задающий генератор это основной функциональный узел, определяющий частоту и форму генерируемых сигналов. В зависимости от вида измерительного генератора это может быть:

- генератор синусоидальных колебаний;
- генератор периодической последовательности импульсов;
- генератор шума.

Преобразователь в зависимости от вида измерительного генератора может выполнять следующие функции:

- повышение уровня сигнала (усилитель напряжения или мощности);
- придавать сигналу определенную форму (модулятор).

Выходное устройство позволяет регулировать уровень выходного сигнала и изменять его выходное сопротивление, а в случае генератора импульсов - изменять полярность выходных импульсов. В его составе может быть аттенюатор, повторитель или согласующий трансформатор.

Аттенюаторы измерительных генераторов калибруются в децибелах (см.таблицу 1). При этом общий коэффициент ослабления сигнала определяется как сумма коэффициентов ослабления всех включенных звеньев.

Затухание, дБ	Уменьшение напряжения
1	на 11%
10	в 3,16 раза
20	в 10 раз
40	в 100 раз
60	в 1000 раз

Таблица 1 - Соотношение затухания сигнала с уменьшением амплитуды напряжения

Одному децибелу соответствует значение напряжения 0,775 В.

Иногда применяют несколько последовательно соединенных аттенуаторов, каждый из которых позволяет ослабить напряжение различными ступенями.

Пример. При отсутствии ослабления установлено напряжение 1 В. Введение ослабления, равного 40 дБ, приводит к уменьшению напряжения на нагрузке в 100 раз, т.е. до 10 мВ.

Измерительное устройство предназначено для установки параметров генерируемых сигналов с нормированной погрешностью.

Погрешность установки частоты определяется неточностью градуировки, временной нестабильностью задающего генератора, дискретностью шкалы и конструкцией его отсчетного устройства.

Погрешность установки выходного напряжения определяется точностью контроля опорного уровня и погрешностью градуировки аттенуатора.

Паспортная точность гарантируется только при работе генератора на активную нагрузку, сопротивление которой равно выходному сопротивлению.

При работе с несогласованной нагрузкой появляется систематическая

погрешность установки выходного напряжения.

Так при подключении к генератору высокоомной нагрузки (вольтметра, осциллографа) выходное напряжение будет в 2 раза выше ожидаемого значения.

Для согласования выхода НЧ-генератора в таком случае предусматривают подключение внутреннего нагрузочного резистора .

Неидеальность формы синусоидального сигнала на выходе измерительного генератора проявляется в наличии высших гармонических составляющих.

Допустимый их уровень нормируется коэффициентом гармоник (НЧ-генераторы) либо относительным уровнем побочных составляющих.

Генераторы импульсов общего применения предназначены, как правило, для получения видеоимпульсов прямоугольной формы.

Они используются при исследовании импульсных и цифровых устройств, измерении переходных характеристик.

К эксплуатационным параметрам импульсного генератора относят диапазон регулирования частоты повторения, длительности и амплитуды импульсов, времени их задержки.

Метрологическими параметрами являются пределы допускаемой погрешности установки этих параметров и точность воспроизведения формы импульса.

В большинстве случаев требуется прямоугольная форма импульса.

Процедура контроля параметров измерительных генераторов и, в ряде случаев, их корректировки называется поверкой.

Результатом поверки является аттестация прибора на соответствие его паспортному классу точности.

Погрешность измерительной аппаратуры, используемой при поверке, не

должна превышать 0,1 .. . 0,3 от допустимой погрешности контролируемого параметра.

Документы, определяющие методы и средства поверки генераторов:

- а) ГОСТ 8.206-76 Государственная система обеспечения единства измерений. Генераторы импульсов измерительные. Методы и средства поверки;
- б) ГОСТ 8.314-78 Государственная система обеспечения единства измерений. Генераторы низкочастотные измерительные. Методы и средства поверки;
- в) ГОСТ 8.322-78 Государственная система обеспечения единства измерений. Генераторы сигналов измерительные. Методы и средства поверки в диапазоне частот 0,03 - 17,44 ГГц;
- д) ГОСТ 16863-71 Генераторы измерительные диапазона частот 0,1-35 МГц. Методы и средства поверки.

Порядок выполнения работы

Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого генератора следующим требованиям:

- а) комплектность прибора в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации и методику поверки;
- б) не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- в) все разъемы, клеммы и измерительные провода должны быть чистыми и не иметь повреждений.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

Опробование.

При опробовании проверяют работоспособность генератора в режиме генерации выходных сигналов (синусоидального, прямоугольного, треугольного и ТТЛ уровня).

К одному из выходов генератора подключают осциллографы и устанавливают поочередно требуемые режимы генерации выходных сигналов.

На экране осциллографа наблюдают возможность задания указанных выше форм сигналов во всем частотном диапазоне.

На частоте 1 кГц проверяют возможность уменьшения уровня выходного сигнала с помощью внутреннего аттенюатора -20 дБ.

Для этого необходимо установить на экране осциллографа размах изображения выходного сигнала 10 В, нажать кнопку - 20 дБ и убедиться в том, что уровень сигнала уменьшился в 10 раз .

Определение основной относительной погрешности установки частоты.

Определение основной относительной погрешности установки частоты проводят методом непосредственного измерения частоты выходного сигнала синусоидальной или прямоугольной формы частотомером ЧЗ-36, подключенным к основному выходу генератора (см. рисунок 2).

Уровень выходного напряжения устанавливают таким, чтобы обеспечить устойчивый запуск частотомера.

На выходе генератора устанавливают поочередно на каждом диапазоне значения частоты: 5Гц , 50Гц, 500Гц , 5кГц , 50кГц, 500кГц, 5МГц.

При измерении на первых трех диапазонах установки частоты генератора частотомером следует измерить период сигнала и рассчитать измеренное значение частоты по формуле:

$$f_{\text{из}} = \frac{1}{T_{\text{из}}},$$

где $T_{\text{из}}$ – значение периода сигнала, измеренное частотомером.

Погрешность измерения частоты в процентах рассчитывают по формуле:

$$\delta_f = \frac{f_r - f_{\text{из}}}{f_{\text{из}}} 100\%$$

где f_r - частота, установленная на генераторе;

$f_{\text{из}}$ - частота, отсчитанная по частотомеру.

Результаты измерений свести в таблицу 2.

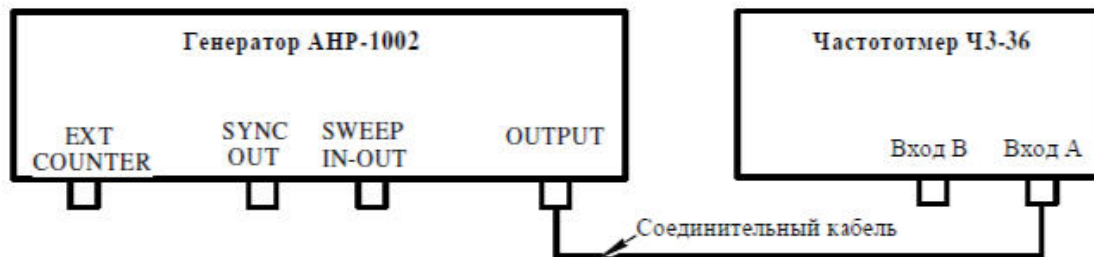


Рисунок 2- Схема соединений при определении основной относительной погрешности установки частоты

Таблица 2 - Результаты измерений при определении основной относительной погрешности установки частот

f_r , Гц	5	50	500	5000	50000	500000	5000000
$f_{\text{из}}$, Гц							
Δ , Гц							
δ_f , %							

Построить зависимость $\delta_f = F(f)$.

5.4 Определение максимального уровня выходного синусоидального сигнала, пределов регулировки выходного напряжения.

Схема соединений определения максимального уровня выходного синусоидального сигнала приведена на рисунке 3.

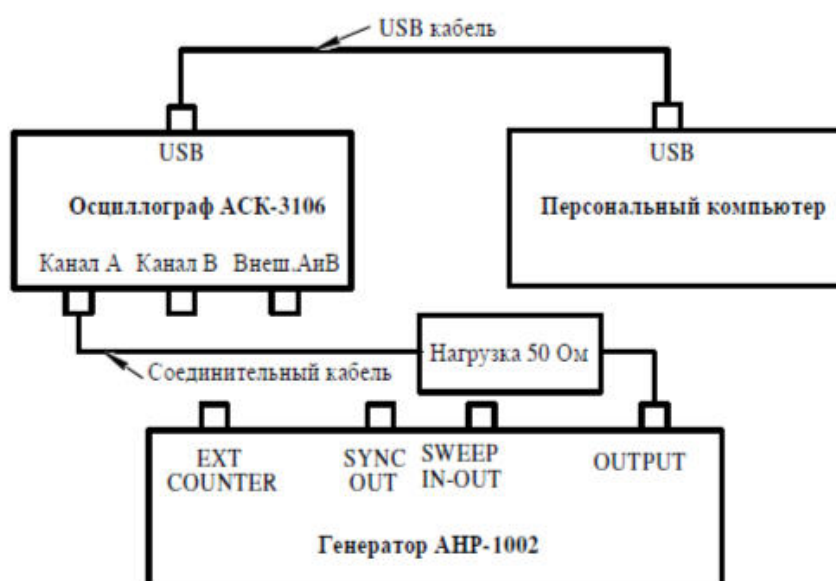


Рисунок 3 - Схема соединений при определении максимального уровня выходного синусоидального сигнала

Порядок измерений следующий:

а) подключить выход генератора соединительным кабелем ко входу осциллографа.

б) на выходе генератора устанавливают последовательно значения частоты 20 Гц, 200 Гц, 2 кГц, 20 кГц, 200 кГц, 2 МГц, ручкой "AMPLITUDE" устанавливают максимальный размах изображения на экране осциллографа.

в) измеряют максимальные уровни выходного синусоидального сигнала на нагрузке 50 Ом.

г) плавным регулятором уменьшают выходное напряжение до минимального значения и измеряют это значение.

Результаты измерений свести в таблицу 3.

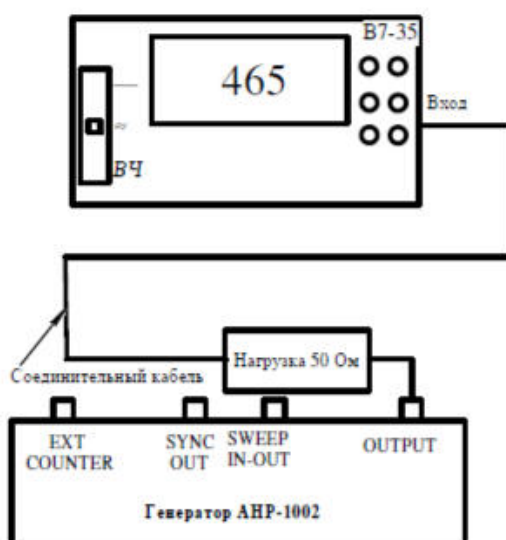
5.5 Определение неравномерности уровня выходного синусоидального напряжения.

Неравномерность уровня выходного синусоидального напряжения в диапазоне частот определяют на основном выходе генератора относительно частоты 1 кГц вольтметром ВЗ-35.

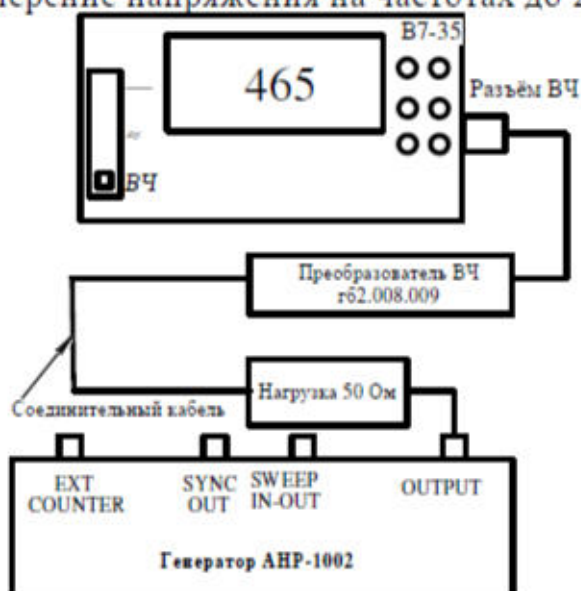
Схема соединений при определении неравномерности уровня выходного синусоидального напряжения приведена на рисунке 4.

Таблица 3 - Результаты измерений при определении максимального уровня выходного синусоидального сигнала

fг, Гц	20	200	2000	20000	200000	2000000
Uвых. макс, В						
Uвых. мин, В						



а) измерение напряжения на частотах до 20 кГц



б) измерение напряжения на частотах свыше 20 кГц

Рисунок 4 - Схема соединений при определении неравномерности уровня выходного синусоидального напряжения

На частоте 1 кГц устанавливают выходное напряжение 10 В. Не изменяя уровень выходного напряжения, измеряют вольтметром напряжение на выходе генератора на частотах 20 Гц, 200 Гц, 2кГц, 20 кГц, 200 кГц, 2 МГц.

Изменение выходного напряжения в процентах определяют по формуле:

$$\delta_u = \frac{U_0 - U}{U_0} 100\%,$$

где U_0 - выходное напряжение на частоте 1 кГц;

U - выходное напряжение на проверяемой частоте.

Результаты измерений свести в таблицу 4.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если изменения опорного значения напряжения генератора при перестройке частоты относительно уровня на частоте 1 кГц не превышает $\pm 12\%$ в диапазоне частот до 500 кГц и $\pm 30\%$ в диапазоне частот 0,5...2 МГц.

Таблица 4 - Результаты измерений определения неравномерности уровня выходного синусоидального напряжения

fг, Гц	20	200	2000	20000	200000	2000000
U _{вых.} макс, В						
Δ, В						
δ _u , %						

6 Содержание отчёта

6.1 Цель работы.

6.2 Приборы и оборудование с краткими техническими характеристиками и заводскими номерами.

6.3 Выполнение рабочего задания по пунктам.

6.3.1 В отчёте необходимо отразить:

а) наименование раздела;

б) схемы измерений;

в) таблицы измерений;

г) график зависимости $\delta_f = F(f)$.

6.4 Выводы о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ, СОЕДИНЕННАЯ ЗВЕЗДОЙ

Цель работы: Ознакомиться с трехфазной цепью, соединенной звездой.

Краткая теория

Трехфазная цепь является совокупностью трех электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС одинаковой частоты, сдвинутые относительно друг друга по фазе на 120° , создаваемые общим источником. Участок трехфазной системы, по которому протекает одинаковый ток, называется фазой.

Трехфазная цепь состоит из трехфазного генератора, соединительных проводов и приемников или нагрузки, которые могут быть однофазными или трехфазными. На схемах трехфазных цепей начала фаз обозначают первыми буквами латинского алфавита (А, В, С), а концы - последними буквами (Х, Y, Z). Направления ЭДС указывают от конца фазы обмотки генератора к ее началу. Каждая фаза нагрузки соединяется с фазой генератора двумя

проводами: прямым и обратным. Получается несвязанная трехфазная система, в которой имеется шесть соединительных проводов. Чтобы уменьшить количество соединительных проводов, используют трехфазные цепи, соединенные звездой или треугольником.

Соединение в звезду. Если концы всех фаз генератора соединить в общий узел, а начала фаз соединить с нагрузкой, образующей трехлучевую звезду сопротивлений, получится трехфазная цепь, соединенная звездой. При этом три обратных провода сливаются в один, называемый нулевым или нейтральным. Трехфазная цепь, соединенная звездой, изображена на рис. 1.

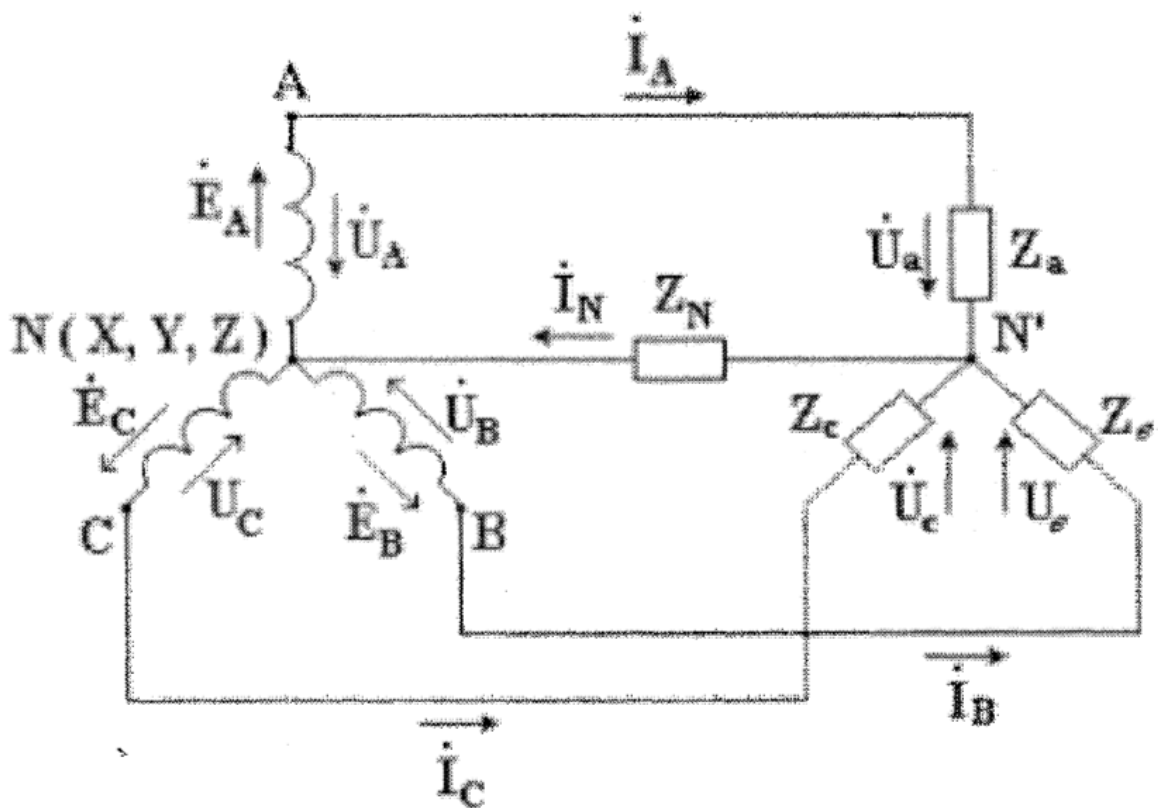


Рис. 1. Схема трехфазной цепи, соединенная звездой

Провода, идущие от источника к нагрузке называют линейными проводами, провод, соединяющий нейтральные точки источника N и приемника N' называют нейтральным (нулевым) проводом. Напряжения между началами фаз или между линейными проводами называют линейными напряжениями. Напряжения между началом и концом фазы или между линейным и нейтральным проводами называются фазными напряжениями.

Токи в фазах приемника или источника называют фазными токами, токи в линейных проводах - линейными токами. Так как линейные провода соединены последовательно с фазами источника и приемника, линейные токи при соединении звездой являются одновременно фазными токами.

$$I_L = I_\Phi$$

Z_N - сопротивление нейтрального провода.

Линейные напряжения равны геометрическим разностям соответствующих фазных напряжений.

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B, \dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C, \dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A$$

На рис. 2 изображена векторная диаграмма фазных и линейных напряжений симметричного источника.

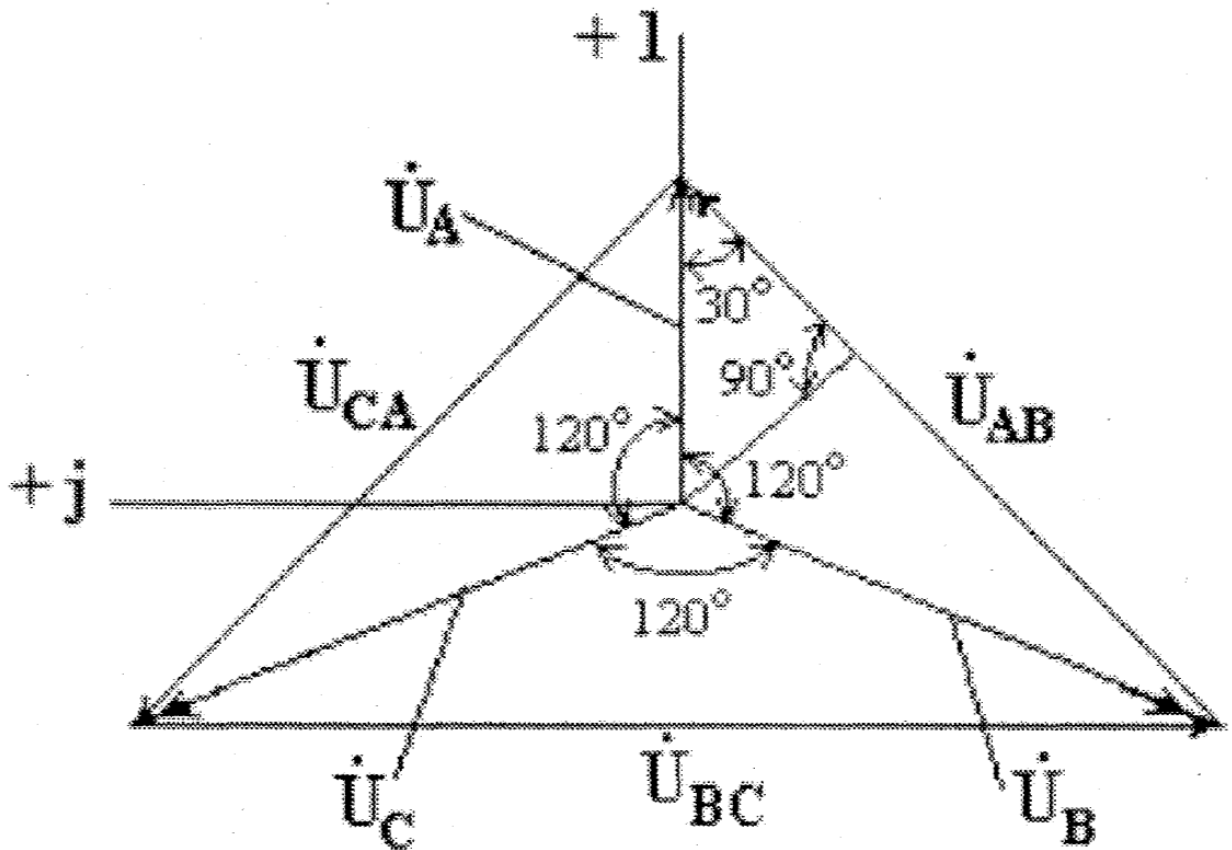


Рис. 2. Векторная диаграмма фазных и линейных напряжений симметричного источника

Из векторной диаграммы видно, что $U_L = U_{AB} = 2U_\Phi \cos 30^\circ = \sqrt{3}U_\Phi$

При симметричной системе ЭДС источника линейное напряжение больше фазного в $\sqrt{3}$ раз.

Трехфазную цепь, соединенную звездой, удобнее всего рассчитать методом двух узлов. На рис. 3 изображена трехфазная цепь при соединении звездой. В общем случае сопротивления фаз нагрузки не одинаковы ($Z_A \neq Z_B \neq Z_C$).

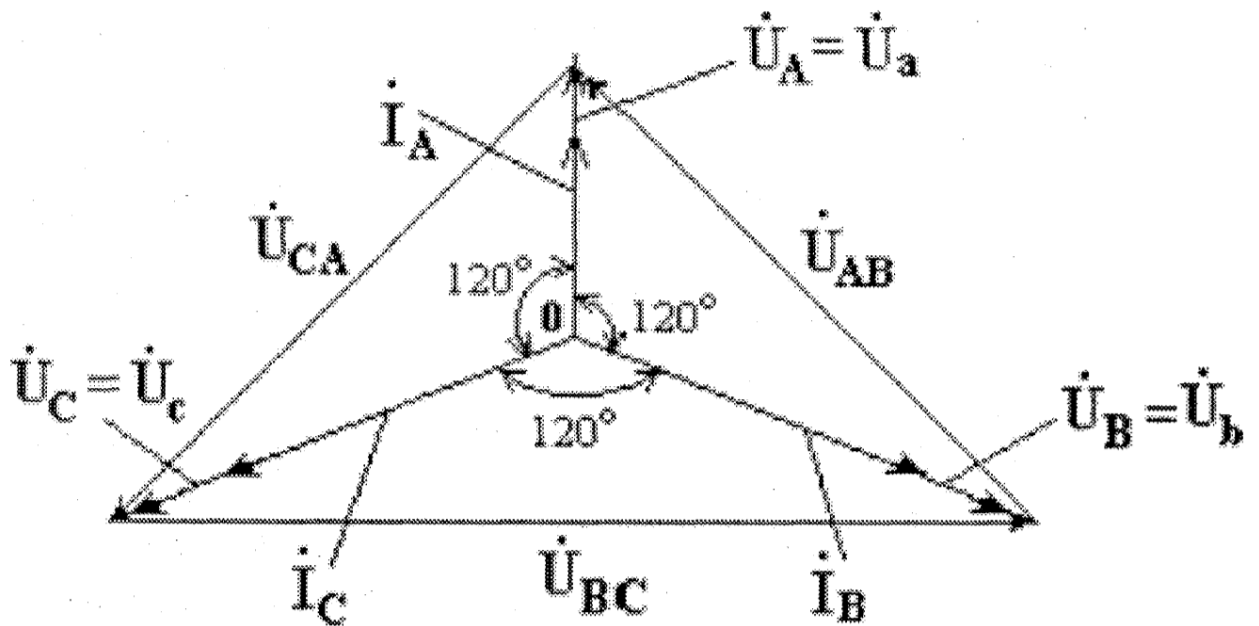


Рис. 3. Трехфазная цепь, соединенная звездой

Нейтральный провод имеет конечное сопротивление Z_N . В схеме между нейтральными точками источника и нагрузки возникает узловое напряжение или напряжение смещения нейтрали. Это напряжение определяется по формуле:

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{E}_A \frac{1}{Z_A} + \dot{E}_B \frac{1}{Z_B} + \dot{E}_C \frac{1}{Z_C}}{\frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_B} + \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_N}}$$

Фазные токи определяются по формулам (в соответствии с законом Ома для активной ветви):

$$\begin{aligned} \dot{i}_A &= \frac{\dot{E}_A - \dot{U}_{N'N}}{Z_A} = \frac{\dot{U}_A}{Z_A} \\ \dot{i}_B &= \frac{\dot{E}_B - \dot{U}_{N'N}}{Z_B} = \frac{\dot{U}_B}{Z_B} \\ \dot{i}_C &= \frac{\dot{E}_C - \dot{U}_{N'N}}{Z_C} = \frac{\dot{U}_C}{Z_C} \end{aligned}$$

Ток в нейтральном проводе $\dot{i}_N = \dot{i}_A + \dot{i}_B + \dot{i}_C = \frac{\dot{U}_{N'N}}{Z_N}$

Частные случаи.

1) Симметричная нагрузка.

Сопротивления фаз нагрузки одинаковы и равны некоторому активному сопротивлению $Z_A = Z_B = Z_C = R$.

Тогда узловое напряжение равно:

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{E}_A \cdot \frac{1}{R} + \dot{E}_B \cdot \frac{1}{R} + \dot{E}_C \cdot \frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{Z_N}} = \frac{\frac{1}{R} \cdot (\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C)}{\frac{3}{R} + \frac{1}{Z_N}} = 0$$

потому что трехфазная система ЭДС симметрична, $\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0$

Напряжения фаз нагрузки и генератора одинаковы: $\dot{U}_A = \dot{U}_a$, $\dot{U}_B = \dot{U}_b$, $\dot{U}_C = \dot{U}_c$

Фазные токи одинаковы по величине и совпадают по фазе со своими фазными напряжениями. Ток в нейтральном проводе отсутствует

$$\dot{I}_N = \frac{\dot{U}_{N'N}}{Z_N} = 0$$

В трехфазной системе, соединенной звездой, при симметричной нагрузке нейтральный провод не нужен.

2) Нагрузка несимметричная, $Z_A < Z_B = Z_C$, но сопротивление нейтрального провода равно нулю. Тогда напряжение смещения нейтрали равно:

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{E}_A \frac{1}{Z_A} + \dot{E}_B \frac{1}{Z_B} + \dot{E}_C \frac{1}{Z_C}}{\frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_B} + \frac{1}{Z_C} + \infty} = 0 \cdot \frac{1}{Z_N} = \infty$$

Фазные напряжения нагрузки и генератора одинаковы $\dot{U}_A = \dot{U}_a$, $\dot{U}_B = \dot{U}_b$, $\dot{U}_C = \dot{U}_c$

Фазные токи определяются по формулам $\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_A}$, $\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z_B}$, $\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z_C}$

Вектор тока в нейтральном проводе равен геометрической сумме векторов фазных токов. На рис. 4 приведена векторная диаграмма трехфазной цепи, соединенной звездой, с нейтральным проводом, имеющим нулевое сопротивление, нагрузкой которой являются неодинаковые по величине активные сопротивления.

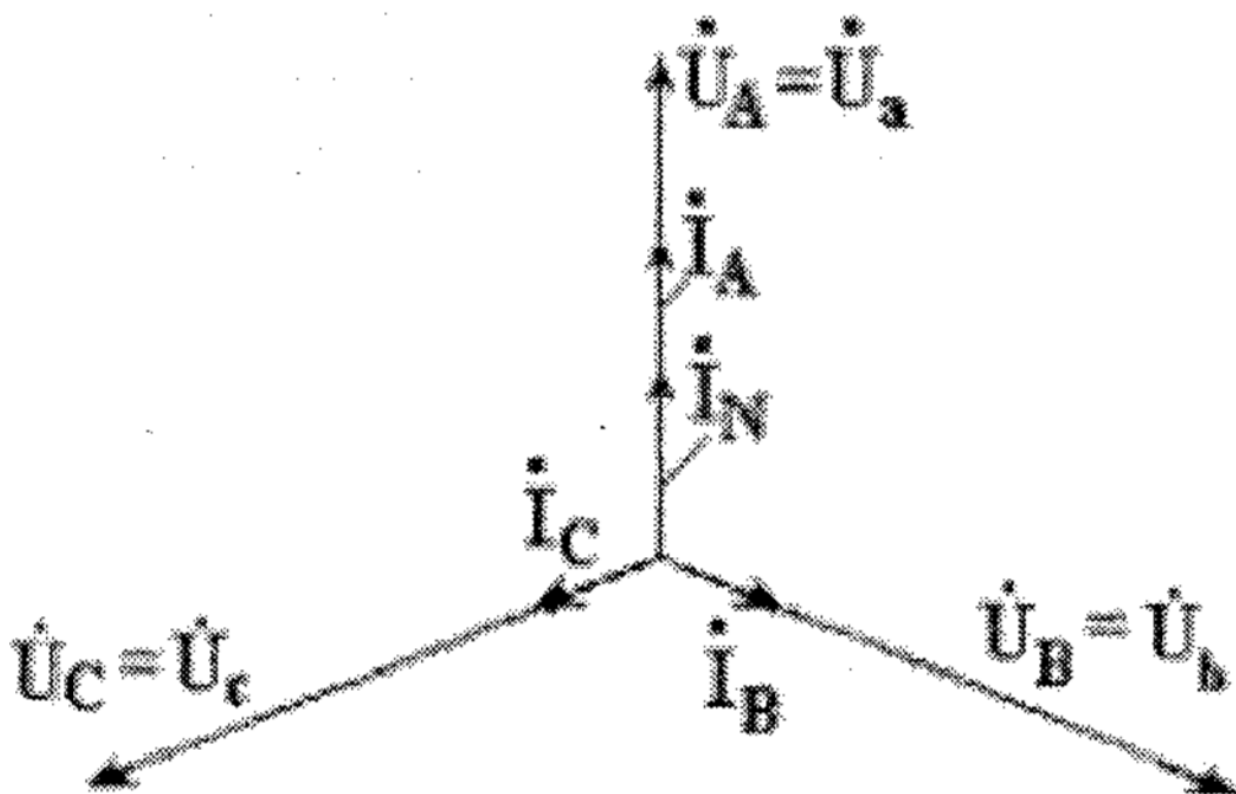


Рис. 4. Векторная диаграмма трехфазной цепи, соединенной звездой

3) Нагрузка несимметричная, $Z_A < Z_B = Z_C$, нейтральный провод отсутствует, $Z_N = \infty$, $\frac{1}{Z_N} = 0$.

В схеме появляется напряжение смещения нейтрали, вычисляемое по формуле:

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{E}_A \cdot \frac{1}{Z_A} + \dot{E}_B \cdot \frac{1}{Z_B} + \dot{E}_C \cdot \frac{1}{Z_C}}{\frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_B} + \frac{1}{Z_C}} = 0$$

Система фазных напряжений генератора остается симметричной. Это объясняется тем, что источник трехфазных ЭДС имеет практически бесконечно большую мощность. Несимметрия нагрузки не влияет на систему напряжений генератора.

Из-за напряжения смещения нейтрали фазные напряжения нагрузки становятся неодинаковыми.

Фазные напряжения генератора и нагрузки отличаются друг от друга. При отсутствии нейтрального провода геометрическая сумма фазных токов равна нулю.

На рис. 5 изображена векторная диаграмма трехфазной цепи с несимметричной нагрузкой и оборванным нейтральным проводом. Векторы фазных токов совпадают по направлению с векторами соответствующих фазных напряжений нагрузки. Нейтральный провод с нулевым сопротивлением в схеме с несимметричной нагрузкой выравнивает несимметрию фазных напряжений нагрузки, т.е. с включением данного нейтрального провода фазные напряжения нагрузки становятся одинаковыми.

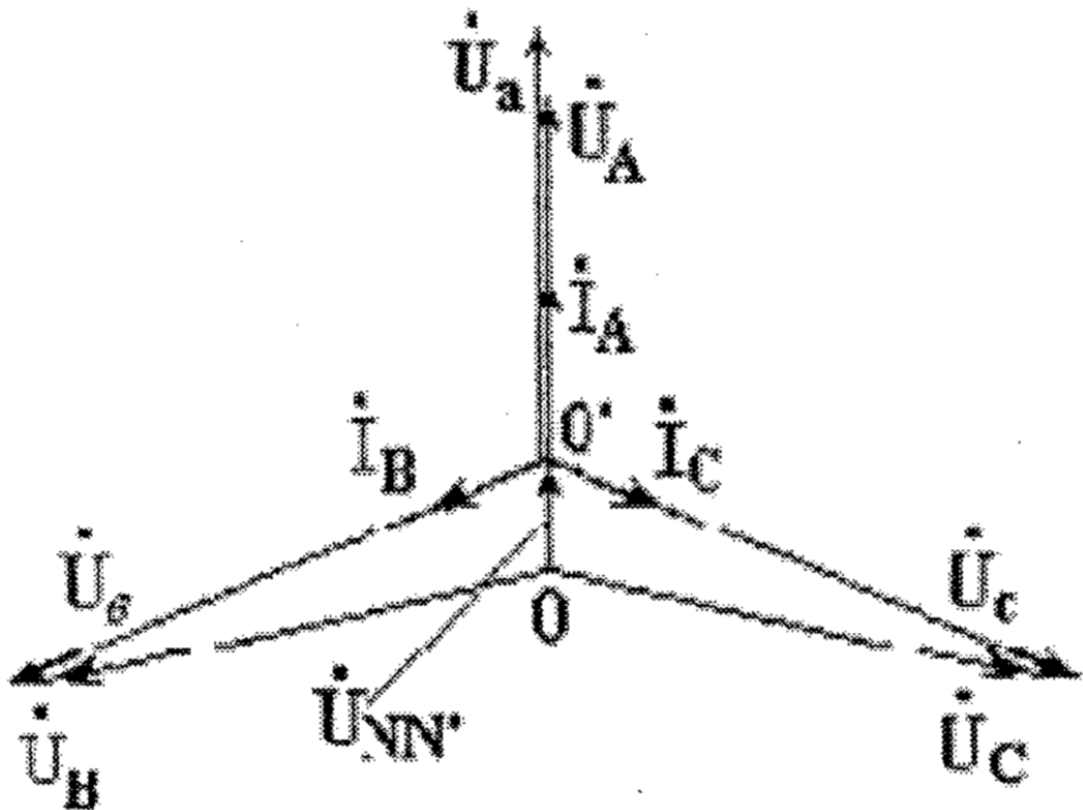


Рис. 5. Векторная диаграмма трехфазной цепи с несимметричной нагрузкой

Мощность в трехфазных цепях.

Трехфазная цепь является обычной цепью синусоидального тока с несколькими источниками. Активная мощность трехфазной цепи равна сумме активных мощностей фаз:

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

Формула используется для расчета активной мощности в трехфазной цепи при несимметричной нагрузке.

При симметричной нагрузке: $P = 3P_\Phi = 3U_\Phi I_\Phi \cos \varphi$

При соединении в треугольник симметричной нагрузки: $U_\Phi = U_\Delta, I_\Phi = \frac{I_\Delta}{\sqrt{3}}$

При соединении звездой: $I_\Phi = I_\Delta, U_\Phi = \frac{U_\Delta}{\sqrt{3}}$

В обоих случаях: $P = \sqrt{3} U_\Delta I_\Delta \cos \varphi$

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией.
2. Объяснить различия в функционировании цепи при симметричной и несимметричной нагрузке; при наличии и отсутствии нейтрального провода. Записать формулы для нахождения фазных токов в каждом из случаев. Записать формулы для нахождения мощности цепи в каждом из случаев.
3. Проанализировать результаты, сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ, СОЕДИНЕННАЯ ТРЕУГОЛЬНИКОМ

Цель работы: Ознакомиться с трехфазной цепью, соединенной треугольником.

Краткая теория

Если конец каждой фазы обмотки генератора соединить с началом следующей фазы, образуется соединение в треугольник. К точкам

соединений обмоток подключают три линейных провода, ведущие к нагрузке. На рис. 1 изображена трехфазная цепь, соединенная треугольником. Как видно из рисунка, в трехфазной цепи, соединенной треугольником, фазные и линейные напряжения одинаковы $U_{\phi} = U_{\Delta}$

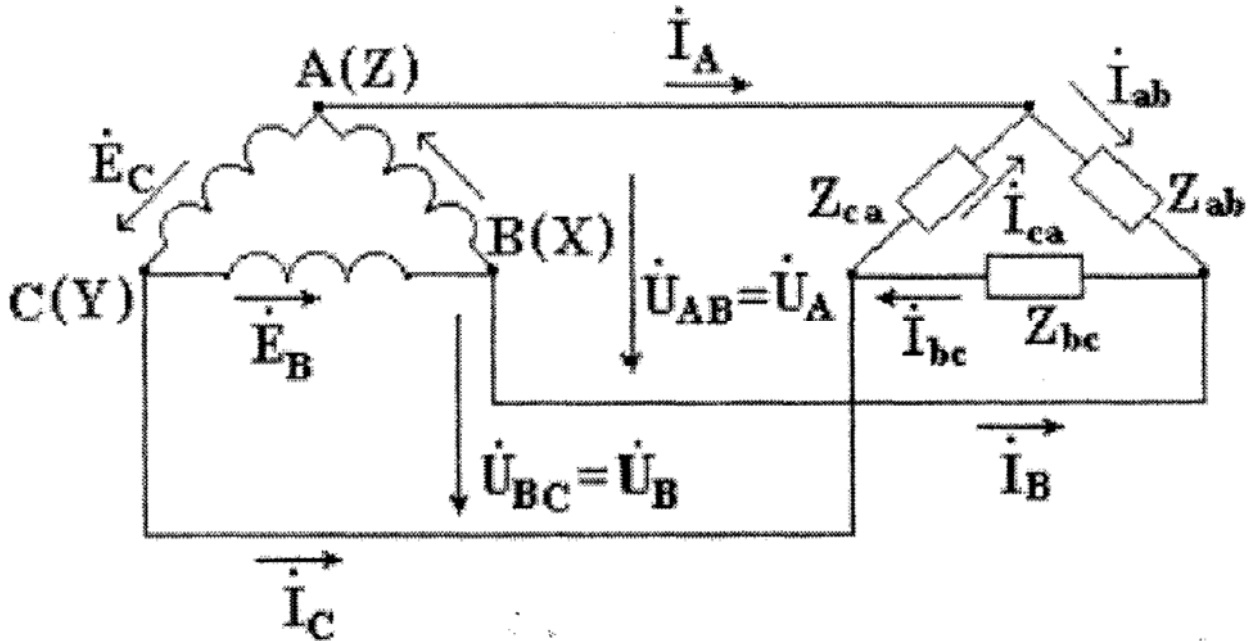


Рис. 1. Трехфазная цепь, соединенная треугольником

На схеме рис. 1 I_A, I_B, I_C – линейные токи, I_{ab}, I_{bc}, I_{ca} – фазные токи.

Линейные и фазные токи нагрузки связаны между собой первым законом Кирхгофа для узлов a, b, c:

$$i_A = i_{ab} - i_{ca}, i_B = i_{bc} - i_{ab}, i_C = i_{ca} - i_{bc}.$$

Линейный ток равен геометрической разности соответствующих фазных токов. На рис. 2 изображена векторная диаграмма трехфазной цепи, соединенной треугольником при симметричной нагрузке. Нагрузка является симметричной, если сопротивления фаз одинаковы. Векторы фазных токов совпадают по направлению с векторами соответствующих фазных напряжений, так как нагрузка состоит из активных сопротивлений.

Из векторной диаграммы видно, что при симметричной нагрузке

$$I_{\Delta} = 2I_{\phi} \cos 30^{\circ} = \sqrt{3}I_{\phi}$$

Фазные токи I_{ab} , I_{bc} , I_{ca} в общем случае могут быть найдены по следующим соотношениям:

$$I_{ab} = \frac{U_{ab}}{Z_{ab}}; I_{bc} = \frac{U_{bc}}{Z_{bc}}; I_{ca} = \frac{U_{ca}}{Z_{ca}}$$

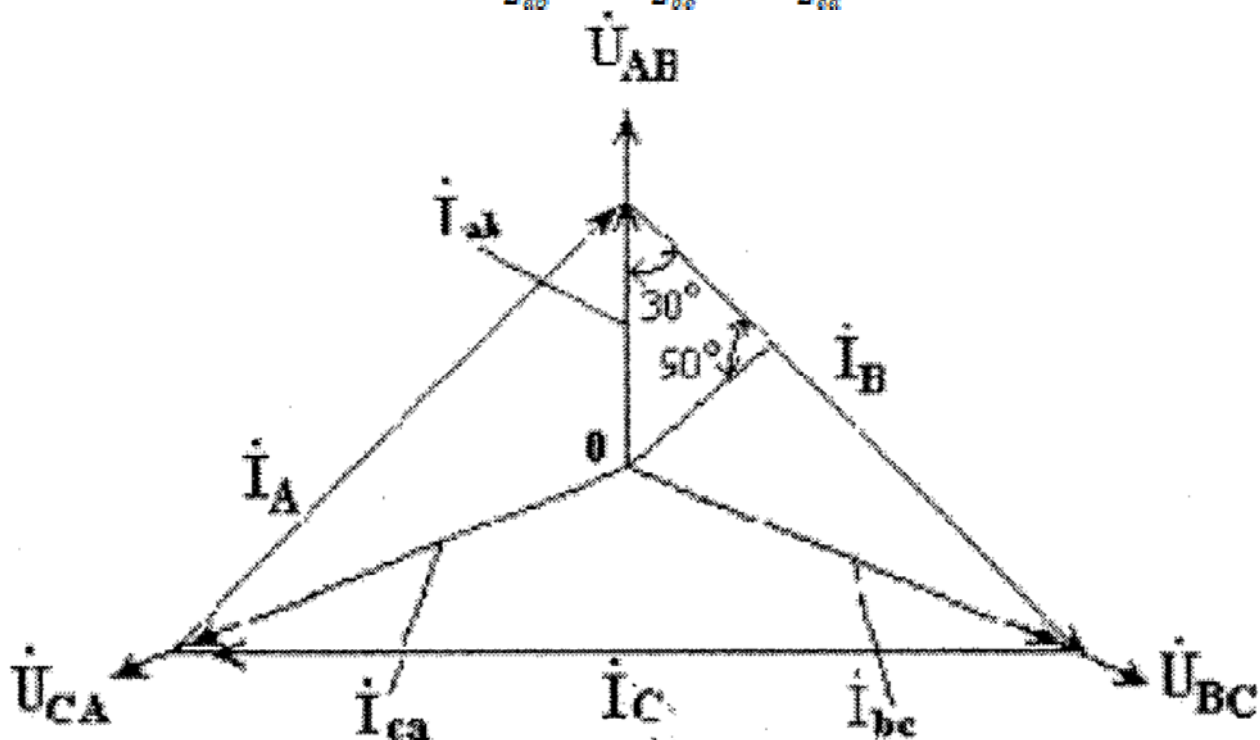


Рис. 2. Трехфазная цепь, соединенная треугольником

Трехфазные цепи, соединенные звездой, получили большее распространение, чем трехфазные цепи, соединенные треугольником. Это объясняется тем, что, во-первых, в цепи, соединенной звездой, можно получить два напряжения: линейное и фазное. Во-вторых, если фазы обмотки электрической машины, соединенной треугольником, находятся в неодинаковых условиях, в обмотке появляются дополнительные токи, нагружающие ее. Такие токи отсутствуют в фазах электрической машины, соединенных по схеме "звезда". Поэтому на практике избегают соединять обмотки трехфазных электрических машин в треугольник.

Мощность в трехфазных цепях.

Трехфазная цепь является обычной цепью синусоидального тока с несколькими источниками. Активная мощность трехфазной цепи равна сумме активных мощностей фаз

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

Формула используется для расчета активной мощности в трехфазной цепи при несимметричной нагрузке.

При симметричной нагрузке: $P = 3P_\Phi = 3U_\Phi I_\Phi \cos \varphi$

При соединении в треугольник симметричной нагрузки: $U_\Phi = U_{л.} I_\Phi = \frac{I_\Delta}{\sqrt{3}}$

При соединении звездой: $I_\Phi = I_\Delta, U_\Phi = \frac{U_\Delta}{\sqrt{3}}$

В обоих случаях: $P = \sqrt{3} U_\Delta I_\Delta \cos \varphi$

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией.
2. Объяснить различия в функционировании цепи при симметричной и несимметричной нагрузке. Записать формулы для нахождения фазных токов в каждом из случаев. Записать формулы для нахождения мощности цепи в каждом из случаев. Объяснить отличия от цепи, соединенной звездой.
3. Проанализировать результаты, сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В R-L И R-C-ЦЕПИ

Цель работы: изучение переходных процессов в R-L и R-C-цепи.

Краткая теория

Переходными, в электрической цепи, принято называть процессы возникающие в результате различных воздействий (например: включений или отключений цепи от источника питания, обрывах или коротких замыканиях, импульсных возмущающих воздействий и так далее) и

переводящих её из одного стационарного (установившегося) состояния в новое (другое) стационарное состояние.

Рассмотрим переходный процесс в RC-цепи (рис. 1), в состав которой входят резистор R , конденсатор C , ключ K и источник питания, на зажимах которого поддерживается постоянное напряжение $E=U$.

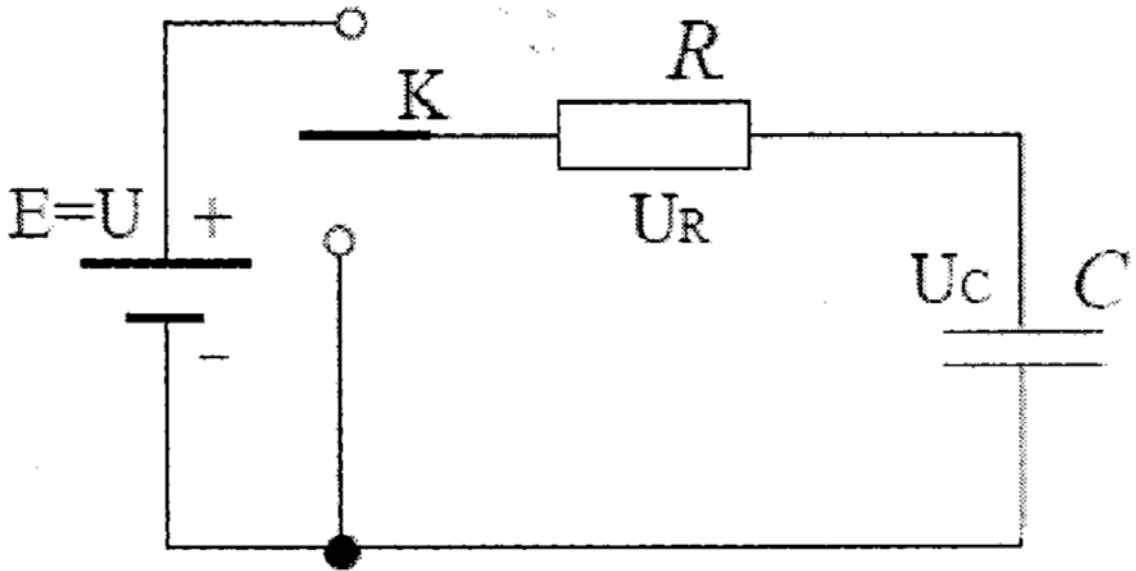


Рис. 1. Схема R-C-цепи

Если установить ключ K в положение 1 (рис. 1), то начнётся процесс заряда конденсатора C через резистор R (рис. 2, а). Для образовавшейся цепи будет справедливо соотношение:

$$U = U_C + U_R.$$

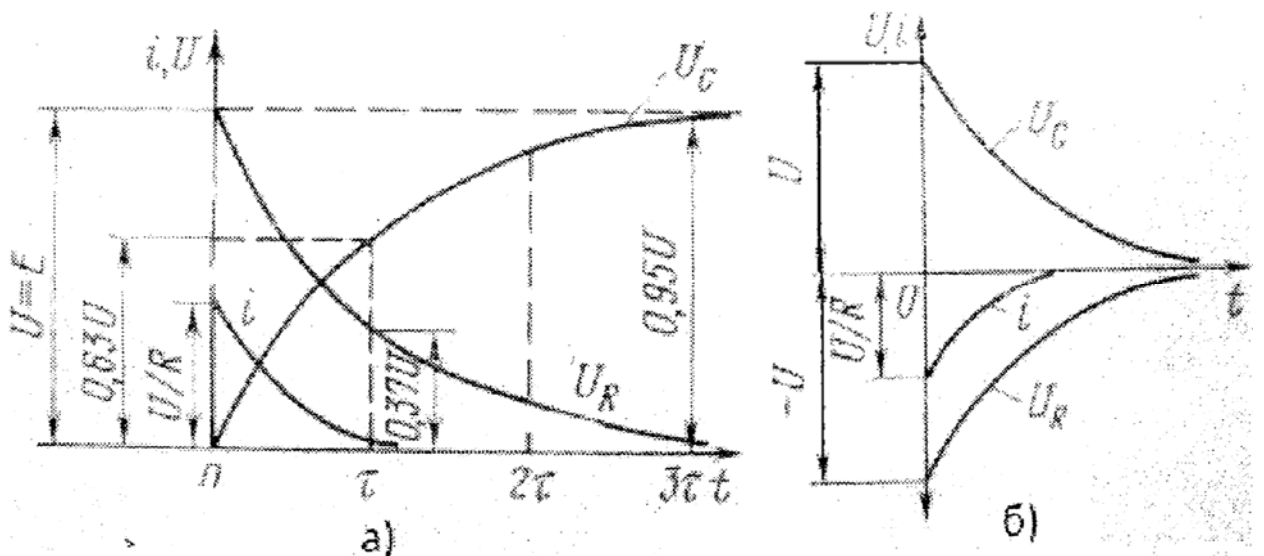


Рис. 2. Процесс заряда (а) и разряда (б) конденсатора

Так как на конденсаторе напряжение скачком изменяться не может, то в момент ($t = 0$) подключения цепи к источнику питания всё напряжение источника окажется на резисторе R , то есть $U_R = U$, $u_c = 0$.

В начальный момент времени заряда конденсатора, ток в RC -цепи будет иметь наибольшее значение: $i = U/R$. Конденсатор начнёт заряжаться, напряжение на нём “постепенно” повышается, что, в свою очередь, приведёт к уменьшению падения напряжения на резисторе $U_R = U - U_c$, а, следовательно, и уменьшению тока в RC -цепи, вплоть до его «полного» прекращения. Напряжение на конденсаторе, во время заряда, нарастает по экспоненциальной зависимости согласно формуле:

$$u_c = U \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

где t – любой момент времени, τ – постоянная времени заряда конденсатора в секундах:

$$\tau = R \cdot C.$$

Значения напряжения на резисторе и общего тока RC -цепи уменьшаются также по экспоненциальному закону:

$$U_R = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Из приведенных выше математических выражений, а также изображений на рис. 2а можно сделать вывод что, величина τ характеризует скорость заряда конденсатора или скорость затухания переходного процесса. Через время $t = \tau$, после подключения RC -цепи к источнику постоянного напряжения, напряжение на конденсаторе достигнет значения $u_c = U \cdot (1 - e^{-1}) = 0,63U$, а напряжение на резисторе уменьшится до значения $U_R = U - U_c = 0,37U$. Процесс заряда конденсатора будет продолжаться до тех пор, пока напряжения на его выводах не достигнет значения равного напряжению источника питания U . Когда заряд конденсатора закончится — ток в RC -цепи становится равным нулю. Теоретически, для “полного” заряда конденсатора, потребуется бесконечно большое время.

Поэтому, принято считать, что процесс заряда конденсатора заканчивается, когда напряжение на нём достигает значений 90,95 или 99% величины напряжения источника питания $U = E$.

U_C	$0,9U$	$0,95U$	$0,99U$
t	$2,2\tau$	3τ	$4,6\tau$

В подавляющем большинстве случаев, как на практике, так и в теоретических расчётах, время t в течение которого конденсатор считается полностью заряженным, принимают равным 3τ . Также это можно отнести ко всем электрическим цепям, где токи меняются по экспоненциальному закону.

Если установить ключ K в положение 2 (рис. 1) то начнётся новый переходный процесс — разряд конденсатора C через резистор R (рисунок 2б). В этом случае предварительно заряженный конденсатор становится фактическим источником напряжения, т.к. источник внешнего напряжения $E=U$ перестаёт действовать и для любого момента времени становится действительным соотношение $u_C + u_R = 0$, то есть $U_C = -U_R$.

Ток в начальный момент ($t=0$) разряда конденсатора будет иметь максимальное значение: $i = U_R/R = -U/R$.

Но по мере разряда конденсатора (превращения накопленной в его электрическом поле энергии в тепловую на резисторе R) напряжение на нём будет уменьшаться и, как следствие, будут уменьшаться по экспоненциальному закону ток в цепи и напряжение на резисторе:

$$u_C = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}; u_R = -U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}; i = -\frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Через некоторое время, например $t=3\tau$, на конденсаторе останется примерно 5% напряжения от начального значения, что условно можно считать окончанием переходного процесса и возвратом схемы в исходное состояние когда: $u_C = 0$, $u_R = 0$, $i = 0$.

Теперь рассмотрим переходной процесс в RL -цепи (рис. 3), в состав которой входят резистор R , катушка индуктивности L , ключ K и источник питания, на зажимах которого поддерживается постоянное напряжение $E=U$.

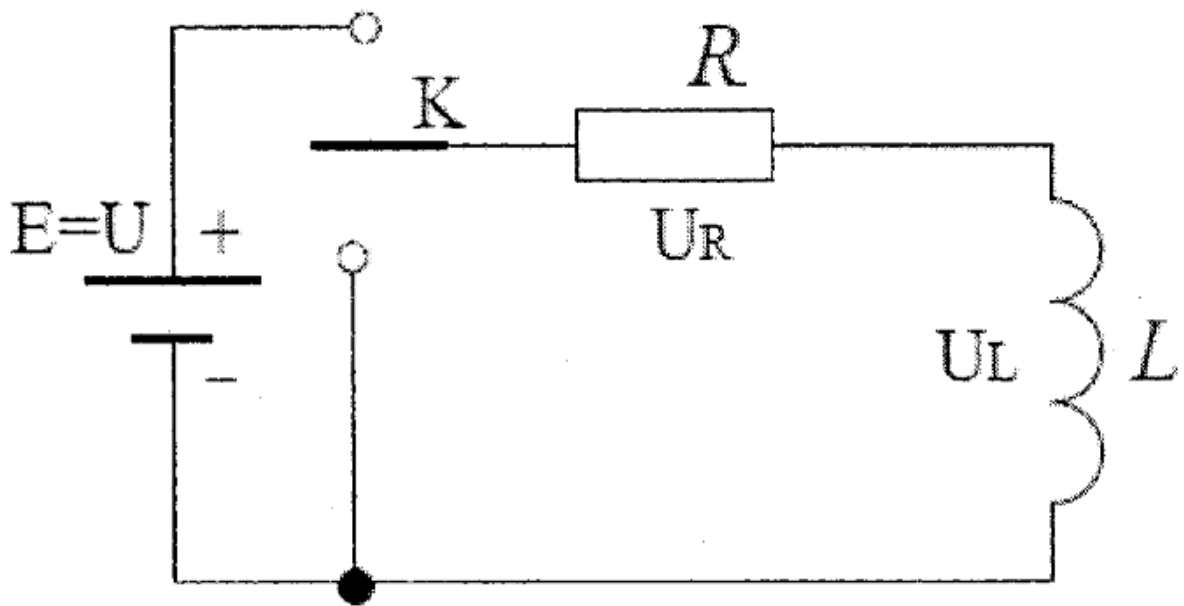


Рис. 3. Переходный процесс в RL-цепи

При подключении к источнику $E=U$, переводом ключа “К” в положение 1, ток в RL-цепи не сразу достигнет значения $i=U/R$, а будет нарастать по экспоненциальному закону (см. рис. 4а). Это связано с тем, что кроме источника $E=U$, в цепи с индуктивностью L начинает действовать ЭДС самоиндукции e_L препятствующая нарастанию тока. В момент включения, когда $t=0$, ЭДС самоиндукции максимальна и принимает значение $e_L = -U$, при этом все напряжения выделяются на катушке индуктивности L : $u_L = U - u_R = U - iR = U$, так как при $t=0$ ток в цепи $i = 0$, следовательно $i_R = 0$. С течением времени напряжение на катушке u_L уменьшается, а ток i и напряжение на резисторе u_R экспоненциально возрастают:

$$i = -\frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}; u_R = iR = U \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right); u_L = U e^{-\frac{t}{\tau}}$$

где τ – постоянная времени RL-цепи, $\tau = \frac{L}{R}$, с

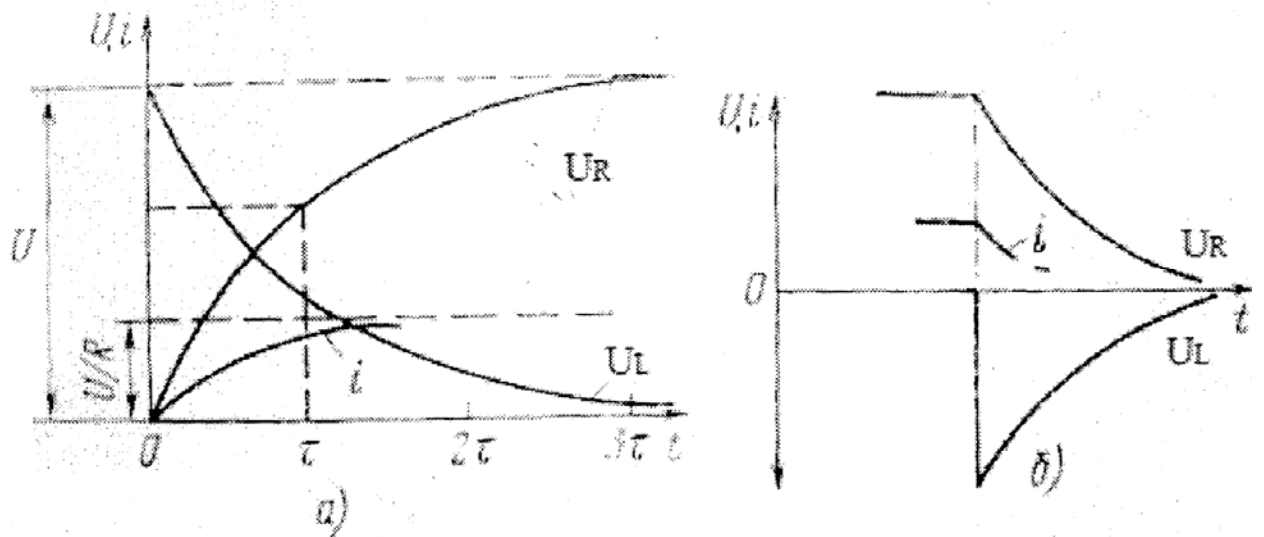


Рис. 4.

На рис. 4а показано что ток в цепи, особенно в начале подключения к источнику, нарастает с наибольшей скоростью, но уже при $t = \tau$ его рост значительно замедляется, а при $t=3\tau$ практически прекращается и можно считать, что его величина достигла установившегося значения $i=U/R$. При этом, с ростом тока, ЭДС самоиндукции уменьшается до нуля, переходной процесс заканчивается.

Переведём ключ К в положение 2 (рис. 3) - начнётся обратный переходной процесс, «разряда» накопленной катушкой индуктивности «энергии магнитного поля» и превращения её в тепловую на резисторе R.

В самом начале этого переходного процесса (рис. 4 б) напряжение на катушке возрастает скачком от нуля до $u_L = -U$. В дальнейшем, начинается процесс уменьшения по экспоненциальному закону тока и напряжения на элементах R-L цепи:

$$i = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}; u_R = Ue^{-\frac{t}{\tau}}; u_L = -Ue^{-\frac{t}{\tau}}$$

Таким образом:

- переходные процессы в обеих цепях, как RC так и RL, происходят в соответствии с экспоненциальным законом;
- в момент подключения RC-цепи к постоянному источнику питания напряжение на конденсаторе «минимальное» и практически равняется нулю

$i_c = 0$ (если он был разряжен), но при этом по цепи протекает максимальный ток $i=U/R$, значение которого постепенно уменьшается по мере заряда конденсатора (рис. 2а);

- в момент подключения RL-цепи к постоянному источнику питания напряжение на катушке индуктивности принимает максимальное значение и приравнивается к величине напряжения источника, а ток имеет минимальное значение и практически равен нулю $i=0$, но с течением времени, по мере уменьшения ЭДС самоиндукции катушки, принимает значение $i=U/R$ (рис. 4 а);

- величина τ характеризует скорость затухания переходного процесса:

постоянная времени RC-цепи $\tau = R \cdot C$

постоянная времени RL-цепи, $\tau = L/R$

В реальном масштабе переходные процессы заканчиваются практически мгновенно, так как постоянная времени τ порядка 1-10 миллисекунд. Наблюдение на экране осциллографа однократного переходного процесса невозможно. Если изменять входное воздействие периодически, то на экране осциллографа можно наблюдать многократно повторяющиеся и чередующиеся два переходных процесса. Источником напряжения в форме знакопеременных импульсов может служить функциональный генератор.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией.
2. По заданным преподавателем величинам U , R , C , L построить графики зависимости напряжения и тока от времени в R-L и R-C цепях.
3. Проанализировать результаты, сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ

Цель работы: Знакомство с нелинейными цепями; получение вольт-амперной характеристики нелинейного резистора и нелинейной цепи.

Краткая теория

В теории линейных цепей предполагалось, что параметры всех элементов цепи являются постоянными величинами, не зависящих от токов и напряжений. Каждому идеальному элементу цепи приписывалось определенное значение его параметра: резистору - сопротивление R , катушке - индуктивность L , конденсатору - емкость C . Физические характеристики таких элементов ($u=R*i$ - для резистора, $\psi =L*i$ - для катушки, $q=C*u$ - для конденсатора) описываются уравнением прямой линии $y = ax$, поэтому такие элементы получили общее название линейных, а электрические цепи, состоящие из таких элементов, также называются линейными.

Идеальных линейных элементов в природе не существует. В действительности параметры всех элементов в той или иной мере зависят от их физического состояния, т.е. от тока, напряжения, температуры. Если эта зависимость выражена незначительно, то ею при расчете цепей пренебрегают и элементы считают линейными.

Однако существует обширный класс элементов электрических цепей, параметры которых существенно зависят от тока и напряжения и эту зависимость необходимо учитывать при расчете электрических цепей. Такие элементы получили название нелинейных, так как их физические характеристики не могут быть описаны уравнением прямой линии. Таким элементам нельзя придать определенное значение параметра сопротивления R , индуктивности L и емкости C . С целью отличия нелинейных элементов от линейных на электрических схемах на обозначение элемента наносятся дополнительный знак “клюшка” (рис. 1):



Рис. 1. Схема обозначения нелинейных элементов

При расчете электрических цепей нелинейные элементы задаются их физическими характеристиками в исследуемом диапазоне значений физических параметров. Эти характеристики получили следующие названия: а) для нелинейного резистора $u=f(i)$ или $i=f(u)$ - вольт-амперная характеристика или сокращенно ВАХ; б) для нелинейной катушки $\psi=f(i)$ или $i=f(\psi)$ - вебер-амперная характеристика или сокращенно ВАХ; в) для нелинейного конденсатора $q=f(u)$ или $u=f(q)$ - кулон-вольтная характеристика или сокращенно КВХ.

Физические характеристики нелинейных элементов могут быть заданы тремя способами:

- 1) графической диаграммой функции $y=f(x)$ с указанием масштабов физических величин по координатным осям, например, ВАХ $u=f(i)$ для нелинейного резистора показана на рис. 2;
- 2) таблицей координат точек функции $y=f(x)$ в исследуемом диапазоне значений физических величин;
- 3) в виде нелинейного математического уравнения $y=f(x)$, которое приближенно описывает функцию в исследуемом диапазоне значений физических величин.

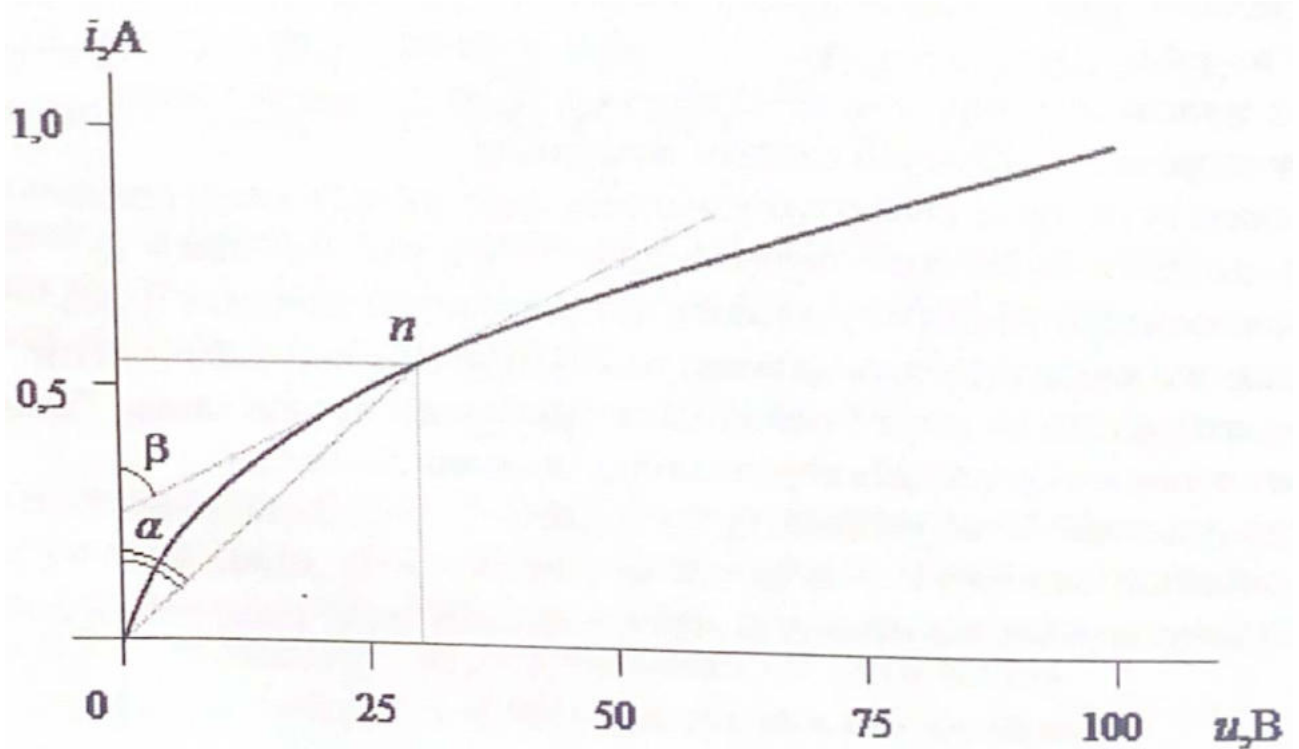


Рис. 2. ВАХ нелинейного резистора

Для каждой точки характеристики нелинейного элемента могут быть определены статические и дифференциальные параметры.

Например, для нелинейного резистора (рис. 2) в каждой точке характеристики $u=f(i)$ могут быть определены статическое и дифференциальное сопротивления:

Статическое сопротивление характеризует поведение нелинейного резистора (НР) в режиме неизменного тока. Оно равно отношению напряжения на НР к протекающему по нему току:

$$R_{ст} = \frac{u}{i} = \frac{m_u}{m_i} \operatorname{tg} \alpha; \quad (1)$$

где $\frac{m_u}{m_i}$ отношение масштабов по осям; α - угол между осью ординат и прямой, идущей в точку n .

Под дифференциальным сопротивлением принято понимать отношение малого (теоретически бесконечно малого) приращения напряжения на НР к соответствующему приращению тока.

$$R_{д} = \frac{du}{di} = \frac{m_u}{m_i} \operatorname{tg} \beta; \quad (2)$$

β - угол наклона касательной к ВАХ в рабочей точке (см. рис. 2).

Рассмотрим цепь рис. 3.

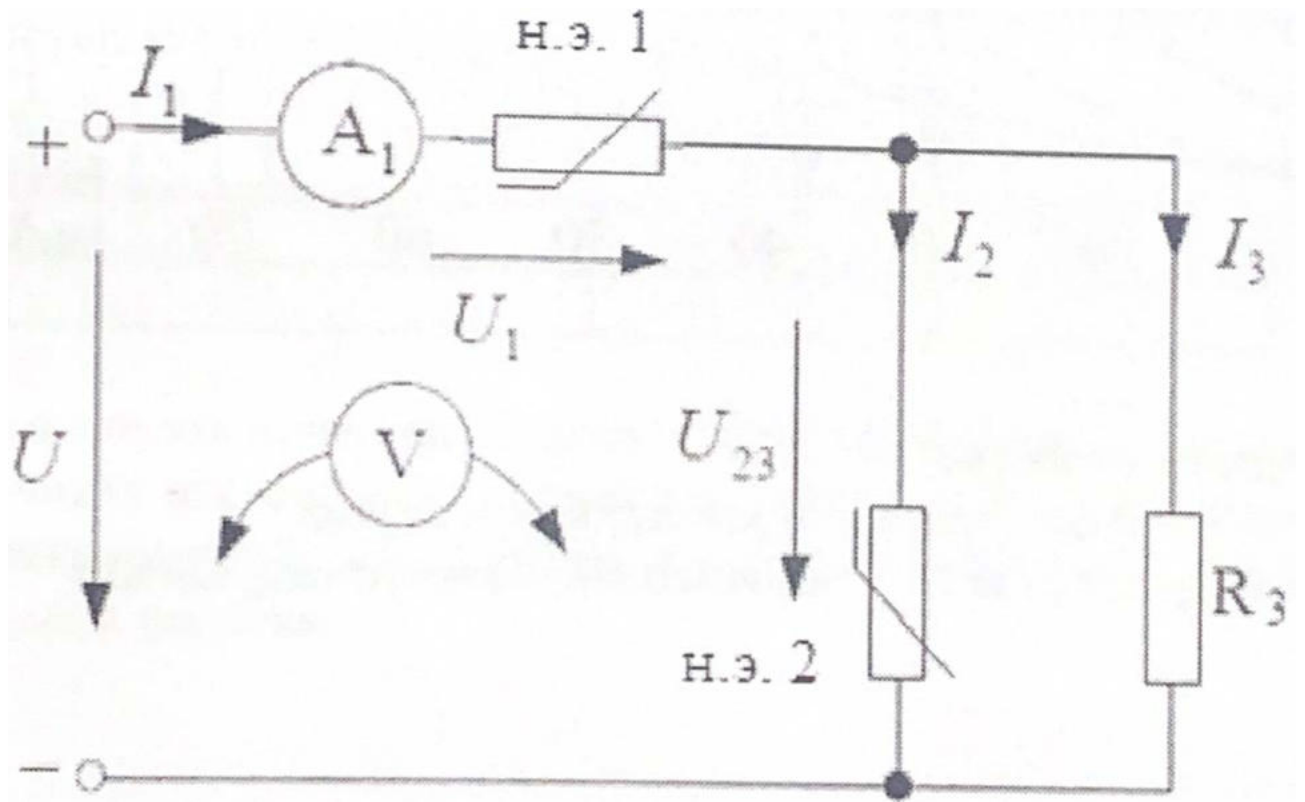


Рис. 3. Цепь с нелинейным элементом (нелинейным сопротивлением)

Уравнения Кирхгофа для этой цепи имеют вид:

$$I_1 = I_2 + I_3,$$

$$U_1(I_1) + U_{23}(I_1) = U(I_1),$$

$$U_2(I_2) = U_3(I_3) = U_{23}(I_1).$$

Уравнение Кирхгофа решают графически. Участки с токами I_2 и I_3 соединены параллельно. Характеристика $U_{23}(I_1)$ при графическом методе решения получается в результате суммирования характеристик нелинейного элемента 2 и резистивного R при одинаковых значениях напряжения. Участки с напряжениями U_1 и U_{23} соединены последовательно.

Характеристика $U(I_1)$ – сумма характеристик $U_1(I_1)$ и $U_{23}(I_1)$ при одинаковых значениях тока (рис. 4). ВАХ линейного сопротивления R_3 представляют собой прямую линию $U(I)=IR$.

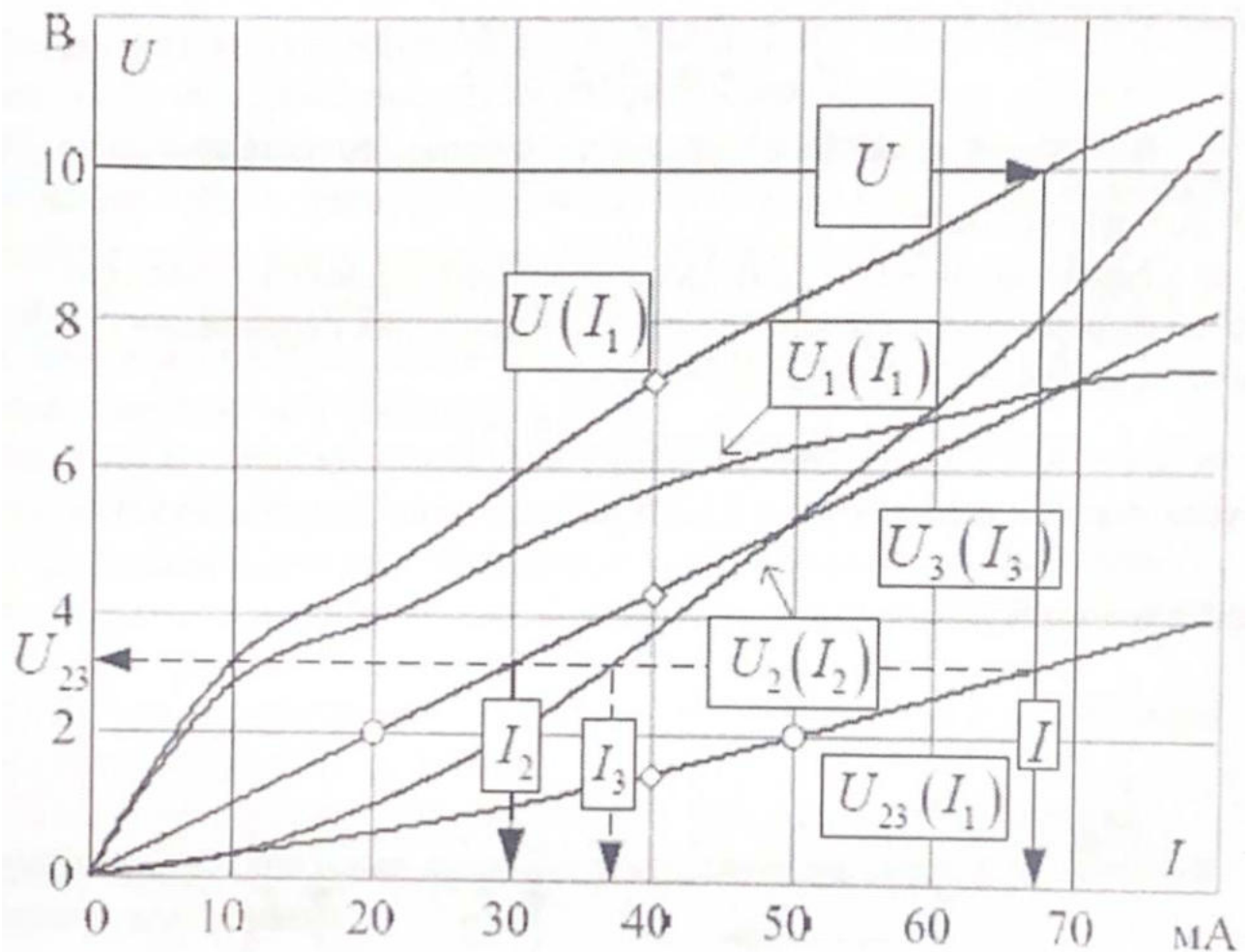


Рис. 4. ВАХ при одинаковых значениях тока

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией и конструкцией стенда.
2. Собрать схему на рис. 5, где $E1$ – источник постоянного напряжения.

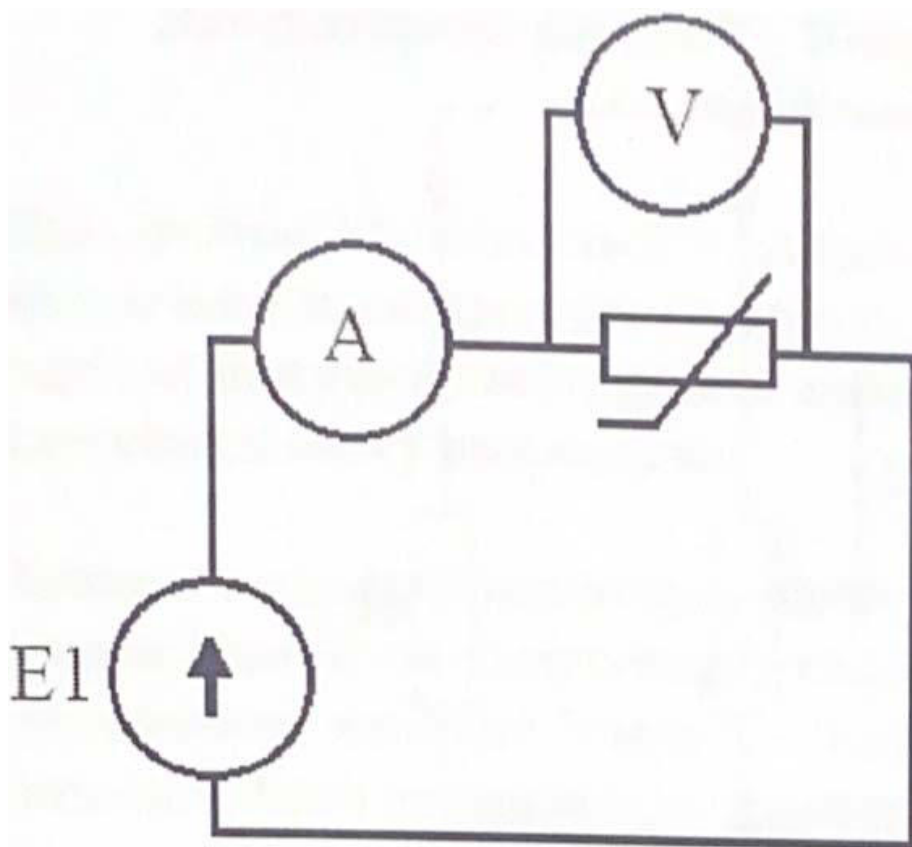


Рис. 5. Электрическая цепь

3. Подключить стенд к сети, включить источник питания.
4. Занести в таблицу 1 показания вольтметра U и амперметра I .
5. Изменить с помощью ручки регулировки значение напряжения источника питания. Повторить пункт 4.
6. Повторить пункт 5 для разных значений напряжения источника питания.
7. Построить ВАХ $I=f(U)$ нелинейного элемента. Вычислить для какой-либо точки ВАХ значения статического и дифференциального сопротивления по формулам (1) и (2).

Таблица 1.

I, A				
U, B				

8. Выключить источник питания. Собрать схему на рис. 6, подключить ее к источнику постоянного напряжения. Построить ВАХ линейных

сопротивлений R_1 и R_3 . Графически построить ВАХ сети. Включить источник питания.

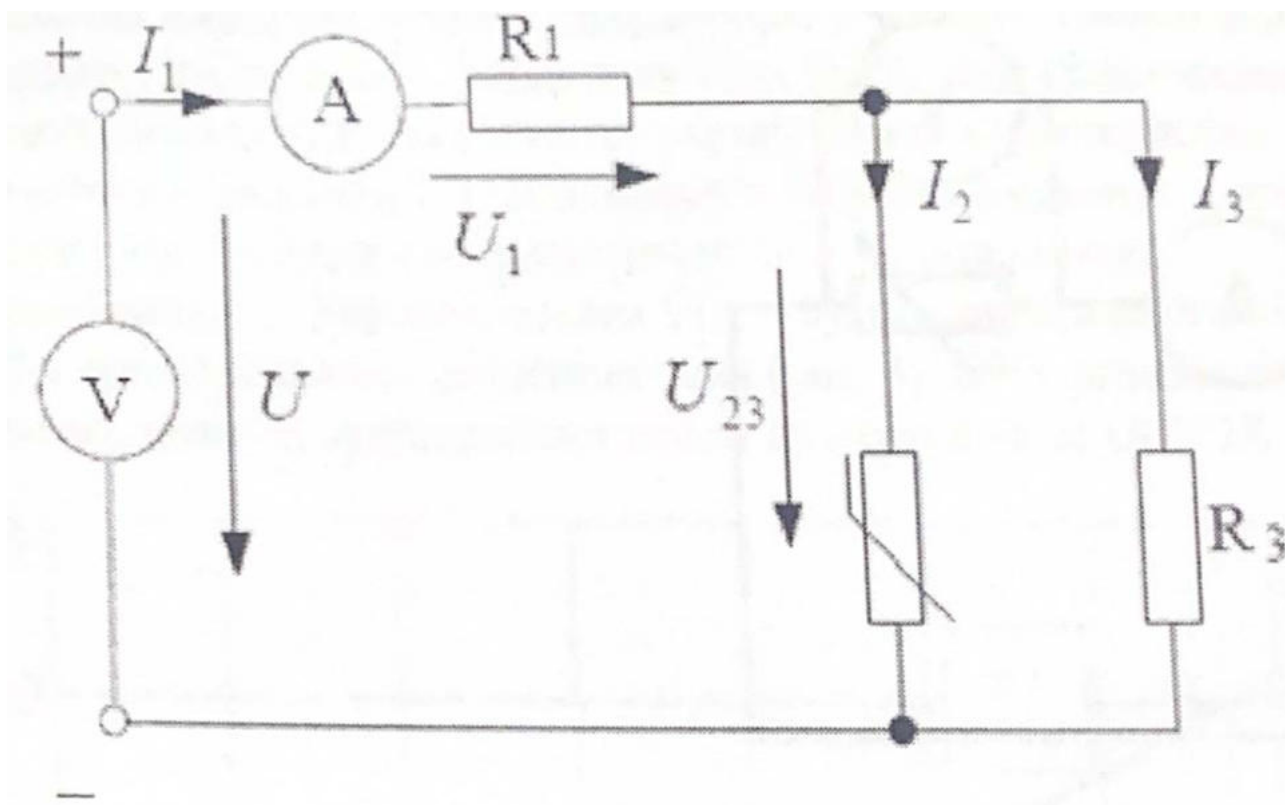


Рис. 6. Экспериментальная схема

9. занести в таблицу 2 показания вольтметра U и амперметра I .

10. Изменить с помощью ручки регулировки значение напряжения источника питания. Повторить пункт 9.

Таблица 2.

I, A				
U, B				

11. По данным таблицы 2 построить ВАХ цепи. Сравнить ее с ВАХ, полученной в пункте 8. Проанализировать результаты, сделать выводы.

Вопросы для тестирования

I:

S: Сопротивление полупроводника при повышении температуры

-: увеличивается

+: уменьшается

-: не изменяется

I:

S: При увеличении расстояния между обкладками конденсатора его электрическая емкость

+: уменьшается

-: увеличивается

-: не изменяется

I:

S: Конденсатор не проводит

+: постоянный ток

-: переменный ток

-: оба варианта верны

-: оба варианта неверны

I:

S: Емкостное сопротивление конденсатора находится по формуле:

-: $X_c = 2\pi f$

-: $X_c = \omega C$

+: $X_c = 1/(2\pi f C)$

-: $X_c = 1/(2\pi \omega C)$

I:

S: При последовательном соединении конденсаторов их суммарная емкость

-: увеличивается

+: уменьшается

-: не изменяется

I:

S: Токи в биполярном p-n-p транзисторе связаны выражением

-: $I_b = I_e + I_c$

-: $I_c = I_b + I_e$

+: $I_e = I_b + I_c$

-: $I_c = I_b - I_e$

I:

S: У каких веществ на энергетической диаграмме валентная зона примыкает к зоне проводимости?

+: проводники

-: диэлектрики

-: полупроводники

I:

S: Устройство, состоящее из двух проводников любой формы, разделенных диэлектриком

-: резистор

-: источник

+: конденсатор

-: разрядник

I:

S: Определите сопротивление нити электрической лампы мощностью 100 Вт, если лампа рассчитана на напряжение 220 В.

-: 570 Ом

+: 484 Ом

-: 523 Ом

-: 454 Ом

I:

S: Преобразуют энергию топлива в электрическую энергию

-: атомные электростанции

-: тепловые электростанции

-: механические электростанции

+: все вышеуказанные

I:

S: Устройство, состоящее из катушки и железного сердечника внутри ее:

-: реостат

+: электромагнит

-: аккумулятор

-: колебательный контур

I:

S: При параллельном соединении суммарная емкость

-: не изменится

+: увеличится

-: уменьшится

I:

S: Вращающаяся часть электрогенератора

+: ротор

-: статор

-: трансформатор

-: перфоратор

I:

S: Совокупность витков, образующих электрическую цепь, в которой суммируются ЭДС, наведенные в витках:

-: магнитная система

-: плоская магнитная система

+: обмотка

-: электрическая система

I:

S: Что такое потенциал точки?

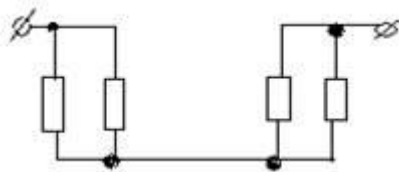
+: работа по перемещению единичного заряда из точки поля в бесконечность

-: величина, равная отношению заряда одной из обкладок конденсатора к напряжению между ними

-: это разность потенциалов двух точек электрического поля.

I:

S: Сколько в схеме узлов и ветвей?



-: узлов 4, ветвей 4

+: узлов 2, ветвей 4

-: узлов 3, ветвей 5

I:

S: Величина, обратная сопротивлению

+: проводимость

-: удельное сопротивление

-: период

I:

S: Будет ли проходить в цепи постоянный ток, если вместо источника ЭДС включить заряженный конденсатор?

-: не будет

-: будет

+: будет, но недолго

I:

S: Трансформатор, предназначенный для преобразования импульсных сигналов с длительностью импульса до десятков микросекунд с минимальным искажением формы импульса

-: трансформатор тока

-: автотрансформатор

+: импульсный трансформатор

I:

S: Диэлектрики применяют для изготовления

-: магнитопроводов

-: обмоток катушек индуктивности

+: корпусов штепсельных вилок

I:

S: К полупроводниковым материалам относятся

-: алюминий

+: кремний

-: железо

I:

S: Выберите правильное утверждение:

+: ток в замкнутой цепи прямо пропорционален электродвижущей силе и обратно пропорционален сопротивлению всей цепи

-: ток в замкнутой цепи прямо пропорционален сопротивлению всей цепи и обратно пропорционален электродвижущей силе

-: сопротивление в замкнутой цепи прямо пропорционально току всей цепи и обратно пропорционально электродвижущей силе

I:

S: Элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрического сопротивления, называется

-: клеммы

-: ключ

+: резистор

I:

S: Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления.

Какой из источников имеет больший КПД?

-: КПД источников равны

+: источник с меньшим внутренним сопротивлением

-: источник с большим внутренним сопротивлением

I:

S: Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?

-: напряжение на всех ветвях схемы одинаковы

-: отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы

+: общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы.

I:

S: Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?

+: последовательное соединение

-: параллельное соединение

-: смешанное соединение

I:

S: Заданы ток и напряжение: $i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t)$ и $u = U_{\max} \cdot \sin(\omega t + 30^\circ)$. Определите угол сдвига фаз.

-: 0

+: 30

-: 60

I:

S: Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза $\varphi = -60^\circ$, частота 50 Гц. Записать уравнение мгновенного значения этого напряжения.

-: $u = 100 \cdot \cos(-60^\circ - t)$

+: $u = 100 \cdot \sin(50t - 60^\circ)$

-: $u = 100 \cdot \sin(314t - 60^\circ)$

I:

S: При каком напряжении выгоднее передавать электрическую энергию в линии электропередач при заданной мощности?

-: при пониженном

+: при повышенном

-: безразлично

I:

S: Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону: $u = 100 \cdot \sin(314t + 60^\circ)$. Определите закон изменения тока в цепи, если $R = 20 \text{ Ом}$.

-: $I = 5 \cdot \sin(314t)$

+: $I = 5 \cdot \sin(314t + 30^\circ)$

-: $I = 3,55 \cdot \sin(314t + 30^\circ)$

I:

S: В электрической цепи переменного тока, содержащей только активное сопротивление R , электрический ток

+: совпадает по фазе с напряжением

-: отстает по фазе от напряжения на 90°

-: опережает по фазе напряжение на 90°

I:

S: Обычно векторные диаграммы строят для

-: амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов

+: действующих значений ЭДС, напряжений и токов

-: действующих и амплитудных значений

I:

S: В цепи синусоидального тока с резистивным элементом энергия источника преобразуется в энергию

+: тепловую

-: магнитного поля

-: электрического поля

I:

S: Укажите параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.

-: действующее значение тока

-: начальная фаза тока

+: период переменного тока

I:

S: Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в 3 раза?

-: период не изменится

+: период увеличится в 3 раза

-: период уменьшится в 3 раза

I:

S: Какой прибор нельзя подключить к измерительной обмотке трансформатора тока?

-: амперметр

+: вольтметр

-: омметр

I:

S: У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе 6000 В, на выходе 100 В. Определить коэффициент трансформации.

+: 60

-: 6

-: 600

I:

S: Выпрямитель – это:

+: устройство, преобразующее переменный ток в постоянный

-: устройство, преобразующее постоянный ток в переменный

-: устройство, преобразующее постоянную энергию в переменную

I:

S: Основными элементами структурной схемы компенсационного стабилизатора постоянного напряжения являются (выберите один или несколько правильных ответов):

+: источник напряжения

-: резистор

+: усилительный элемент

+: регулирующий элемент

+: сравнивающий элемент

-: ничего из вышперечисленного

I:

S: Преобразователи постоянного напряжения используются как экономичные и компактные источники

-: постоянного тока

+: высокого напряжения

-: высокой мощности

I:

S: Коэффициент стабилизации

-: отношение относительного изменения силы тока на входе к относительному изменению силы тока на выходе стабилизатора

+: отношение относительного изменения напряжения на входе к относительному изменению напряжения на выходе стабилизатора

-: ничего из вышперечисленного

I:

S: Условно-графическое обозначение какого элемента представлено на рисунке



-: выпрямительного диода

+: стабилитрона

-: тиристора

-: биполярного транзистора

I:

S: Электронные устройства, которые используют для приема и передачи информации с помощью радиочастотных сигналов под цифровым или аналоговым управлением, называются

+: радиоэлектронные

-: электронные

-: интегрирующие

I:

S: Генераторы синусоидальных электромагнитных колебаний составляют основу

-: аппаратов для гальванизации

+: аппаратов для УВЧ-терапии

-: аппаратов для электрофореза

Вопросы, выносимые на коллоквиум

9 семестр

Коллоквиум 1

1. Первичные и вторичные источники питания.
2. Характеристики гальванических элементов.
3. Основные параметры гальванических элементов.
4. Аккумуляторы и их характеристики.
5. Фотоэлектрические источники питания.
6. Характеристики трансформаторов.
7. Конструкция трансформаторов.

8. Расчет параметров трансформаторов.
9. Конструктивный и тепловой расчет трансформаторов.
10. Расчет для преобразователей напряжения.
11. Общая характеристика полупроводниковых приборов.
12. Диоды полупроводниковые: классификация и свойства.
13. Туннельные диоды: свойства и применение.

Коллоквиум 2

1. Транзисторы: основные параметры и назначение.
2. Тиристоры: основные параметры и назначение.
3. Интегральные микросхемы.
4. Микроконтроллеры и программирование.
5. Перспективы развития микроэлектроники.
6. Новые функциональные материалы для электроники.
7. Выпрямители: параметры и назначение.
8. Однофазные выпрямители: структурная схема и применение.
9. Временные диаграммы напряжения и токов нагрузки.
10. Временные диаграммы для выпрямительного диода.
11. Фильтры: параметры и назначение.
12. Классификация фильтров.
13. Принцип работы фильтров и области их применения.
14. Данные и основы расчета фильтров.

10 (А) семестр

Коллоквиум 1

1. Стабилизаторы: основные характеристики и назначение.
2. Понятие и характеристики параметрических стабилизаторов.
3. Структурные схемы параметрических стабилизаторов.
4. Принципиальные электрические схемы параметрических стабилизаторов.

5. Области применения стабилизаторов.
6. Стабилитроны: характеристики и назначение.
7. Импульсные стабилизаторы: основные параметры и назначение.
8. Электрическая структурная и принципиальная схемы импульсных стабилизаторов.
9. Области применения импульсных стабилизаторов.
10. Общая характеристика импульсных источников питания.
11. Схемы включения и назначение импульсных источников питания.
12. Схемы функциональных устройств преобразователей.
13. Схемы защиты от перегрузок.

Коллоквиум 2

1. Порядок проверки функционирования.
2. Неисправности и методы их обнаружения.
3. Меры по устранению неисправностей.
4. Генераторы стабильного тока.
5. Применение генераторов стабильного тока.
6. Генераторы стабильного напряжения.
7. Принципиальная схема простого интегрального операционного усилителя.
8. Интегрирующий усилитель: параметры и назначение.
9. Дифференцирующий усилитель: параметры и назначение.
10. Логарифмический усилитель: параметры и назначение.
11. Активные выпрямители.
12. Принципы АЦП и ЦАП.
13. Схемы устройств АЦП и ЦАП различных типов.
14. Сравнительная характеристика АЦП и ЦАП.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам в 9 семестре. В каждом билете 2 теоретических вопроса.

1. Первичные и вторичные источники питания
2. Характеристики гальванических элементов.
3. Основные параметры гальванических элементов.
4. Аккумуляторы и их характеристики.
5. Фотоэлектрические источники питания.
6. Характеристики трансформаторов.
7. Конструкция трансформаторов.
8. Расчет параметров трансформаторов.
9. Конструктивный и тепловой расчет трансформаторов.
10. Расчет для преобразователей напряжения.
11. Общая характеристика полупроводниковых приборов.
12. Диоды полупроводниковые: классификация и свойства.
13. Туннельные диоды: свойства и применение.
14. Транзисторы: основные параметры и назначение.
15. Тиристоры: основные параметры и назначение.
16. Интегральные микросхемы.
17. Микроконтроллеры и программаторы.
18. Перспективы развития микроэлектроники.
19. Новые функциональные материалы для электроники.
20. Выпрямители: параметры и назначение.
21. Однофазные выпрямители: структурная схема и применение.
22. Временные диаграммы напряжения и токов нагрузки.
23. Временные диаграммы для выпрямительного диода.
24. Фильтры: параметры и назначение.
25. Классификация фильтров.
26. Принцип работы фильтров и области их применения.
27. Данные и основы расчета фильтров.

Экзамен проводится по билетам в 10 (А) семестре. В каждом билете 2 теоретических вопроса.

1. Стабилизаторы: основные характеристики и назначение.
2. Понятие и характеристики параметрических стабилизаторов.
3. Структурные схемы параметрических стабилизаторов.
4. Принципиальные электрические схемы параметрических стабилизаторов.
5. Области применения стабилизаторов.
6. Стабилитроны: характеристики и назначение.
7. Импульсные стабилизаторы: основные параметры и назначение.
8. Электрическая структурная и принципиальная схемы импульсных стабилизаторов.
9. Области применения импульсных стабилизаторов.
10. Общая характеристика импульсных источников питания.
11. Схемы включения и назначение импульсных источников питания.
12. Схемы функциональных устройств преобразователей.
13. Схемы защиты от перегрузок.
14. Порядок проверки функционирования.
15. Неисправности и методы их обнаружения.
16. Меры по устранению неисправностей.
17. Генераторы стабильного тока.
18. Применение генераторов стабильного тока.
19. Генераторы стабильного напряжения.
20. Принципиальная схема простого интегрального операционного усилителя.
21. Интегрирующий усилитель: параметры и назначение.
22. Дифференцирующий усилитель: параметры и назначение.
23. Логарифмический усилитель: параметры и назначение.

24. Активные выпрямители.
25. Принципы АЦП и ЦАП.
26. Схемы устройств АЦП и ЦАП различных типов.
27. Сравнительная характеристика АЦП и ЦАП.