

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ – НА – ДОНУ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

Методическая разработка лабораторного занятия

**Тема: «ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С
АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И ЕМКОСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ.
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ»**

**Дисциплина
«Электротехника и электроника»**

специальность:

23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»



Ростов–на–Дону

2022

Методическая разработка лабораторного занятия учебной дисциплины ОП.03 «Электротехника и электроника» по специальности среднего профессионального образования

23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей (базовый уровень)

Методическая разработка лабораторного занятия учебной дисциплины ОП.03 «Электротехника и электроника» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.12.2016 N 1568; Профессионального стандарта «Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре» утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 марта 2015 г. № 187 н; Технического описания компетенции WorldSkills «Ремонт и обслуживание легковых автомобилей».

Организация-разработчик: ГБПОУ РО «Ростовский – на - Дону автотранспортный колледж»

Разработчик:

Гурьянова Марина Викторовна, преподаватель ГБПОУ РО «Ростовский-на-Дону автотранспортный колледж»

Методическая разработка лабораторного занятия рассмотрена на заседании ПЦК «Общепрофессиональных дисциплин»

Протокол № __ от «__» _____ 202__ г.

Председатель ПЦК _____ /М.В. Гурьянова/

Рекомендована методическим советом ГБПОУ РО «Ростовский-на-Дону автотранспортный колледж»

Протокол заседания МС № __ от «__» _____ 202__ г.

«Утверждаю»:

Председатель МС _____ зам. директора по УМР С.А. Титова

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Аннотация..... | 3 |
| Введение..... | 4 |
| Организационная структура занятия..... | 7 |
| Технологическая карта занятия..... | 10 |
| Заключение..... | 15 |
| Библиографический список..... | 16 |
| Приложение 1 Кейс лабораторной работы № 2..... | 17 |
| Приложение 2 Организация и проведение лабораторных работ... | 40 |
| Приложение 3 Содержание отчета | 43 |
| Приложение 4 Техника безопасности при выполнении лабораторных работ..... | 44 |

АННОТАЦИЯ

Методическая разработка открытого урока предназначена для проведения лабораторного занятия по дисциплине «Электротехника и электроника» для специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»

Тема лабораторной работы №2: «Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями. Исследование резонанса напряжений»

Методическая разработка содержит подробный план урока и описание каждого этапа.

При выполнении данной лабораторной работы № 2 выявляются умения и навыки пользоваться измерительными приборами, а также умение производить подбор элементов электрических цепей, читать электрические схемы по профилю специальности. В ходе выполнения задания выявляются знания методов расчета и измерения основных параметров электрических цепей.

Для выполнения лабораторной работы студентам выдается кейс по выполнению лабораторной работы №2 (Приложение 1), в котором приводится алгоритм выполнения работы, приведены необходимые электрические схемы и таблицы данных, контрольные вопросы.

ВВЕДЕНИЕ

Исторически лабораторные занятия появились позже книжного и лекционного обучения. Они вошли в программу обучения, когда потребовалось усвоение накопленных предыдущими поколениями практических навыков.

В отличие от лекции, осуществляющей обучение на уровне общей ориентировки в предмете и методологии изучаемой науки и обеспечивающей усвоение материала в лучшем случае через его воспроизведение, лабораторный практикум обеспечивает усвоение на более высоком уровне.

Другое существенное отличие лабораторных занятий от лекционных заключается в преобладании собственной активной и познавательной деятельности студентов, которая в меньшей степени направляется преподавателем.

Необходимо выделить наиболее важные для лабораторного практикума вопросы:

1. Использование коллективных форм познавательной деятельности;
2. Выработка у преподавателя навыков организации и управления коллективной учебной деятельностью учащихся;
3. Совершенствование навыков профессионального обучения, способствующего мобилизации творческого мышления;
4. Реализация индивидуализации обучения в условиях группового взаимодействия с использованием продуманного подбора форм общения и учебных заданий;
5. Равномерное продвижение всех обучаемых независимо от исходного уровня их знаний.

Цель лабораторных работ – экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и навыков, необходимых ему для осуществления своей профессиональной деятельности и составляющих квалификационные требования к будущему специалисту.

Основные задачи лабораторных занятий:

- связать теорию с практикой – подтвердить опытом положения теории.
- ознакомить студентов с элементами устройств, измерительными приборами, машинами, установками и процессами, протекающими в них.
- привить навыки работы с перечисленной аппаратурой и научить технике эксперимента.
- научить оформлять и обобщать результаты исследований.
- привить навыки научно-исследовательской работы.
- использовать занятия в лаборатории для контроля самостоятельной работы студентов над теорией.
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

При проведении лабораторных работ по дисциплине «Электротехника и электроника» используются кейс-технология.

Эта технология представляет собой синтез проблемного обучения, информационно-коммуникативных технологий, метода проектов.

Практически весь экспериментальный материал можно рассматривать в рамках данного метода, поскольку он задает необходимую проблемность обучения, отрабатывает навыки умения работы с информацией, учит анализировать, находить наиболее рациональное решение, соотносить изученный материал с практикой.

В кейсе студентам предлагается рассмотреть проблемные эксперименты и объяснить происходящие явления, написать уравнения, произвести соответствующие расчеты и сделать выводы.

Содержание кейса отражает учебные цели. Кейс лабораторной работы включает в себя:

- основные теоретические положения;
- инструкцию по выполнению;
- бланк отчета по лабораторной работе;
- контрольные вопросы.

Лабораторные работы с использованием кейс-метода отличаются проблемным построением: требуется не традиционное репродуктивное исполнение, а исследовательский подход. Студенты заняты рефлексией, проявляют мыслительный и практический интерес. В процессе выполнения кейса особое внимание уделяется умению добывать знания, привитию потребности к самообразованию, к повышению познавательной и творческой активности, повышается мотивация и интерес к предмету

Работа с кейсами организуется непосредственно на занятии в аудитории.

Кейсы могут быть выданы каждому обучающемуся за неделю до занятий в электронном виде или на самом занятии в печатном виде. На ознакомление на занятии выделяется 5-7 минут в зависимости от сложности кейса. Преподаватель начинает занятие с контроля знания студентами содержания кейса. Далее студенты задают преподавателю вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.

Студентам предлагают осмыслить реальную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только проблему, обозначенную в инструкции, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при ее разрешении.

Работа над заданием и обсуждение ситуаций организована в малых группах по 2-4 человека, на которые делятся студенты при выполнении лабораторных работ по курсу «Электротехника и электроника».

. Это потребует от группы произвольного выделения лидера и распределение обязанностей среди членов группы: один студент предлагает свой ход проведения эксперимента, другие с ним не согласны и вносят свои предложения, один снимает показания приборов, кто-то записывает показания под диктовку другого, а кто-то на калькуляторе обрабатывает результаты. Коллективно обсуждаются проблемные ситуации, результаты эксперимента и делаются выводы.

При коллективной работе группы студенты находятся под постоянным влиянием познавательной стимуляции со стороны своих товарищей. Это позволяет каждому студенту получать исходящую от группы (и одновременно от преподавателя) обратную связь, которой контролируются результаты индивидуальных действий на фоне коллективной деятельности, и создается атмосфера взаимной ответственности обучаемых. Также работа в группе позволяет: развивать чувство солидарности, освобождение от неуверенности, веру в свои силы, решительность, самостоятельность.

Вариантом оценивания работы студентов может служить самооценка внутри группы, голосование за лучшего «аналитика», «организатора», «за неординарное решение» и др. В этом случае у обучающихся приобретаются социальные умения работы в коллективе, навыки контроля и самоконтроля.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ

Дисциплина: «Электротехника и электроника»

Курс: 2 курс

Специальность: 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»

Раздел дисциплины: Электрические цепи однофазного переменного тока

Тема: «Неразветвленная цепь переменного тока с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями»

Тип урока: лабораторное занятие

Вид урока: урок закрепления изучаемого материала, формирование умений опытного, экспериментального определения параметров электрической цепи однофазного синусоидального тока и выработки практических умений и навыков;

Цели урока:

| | |
|-------------------------|---|
| Образовательная: | <ol style="list-style-type: none">1. исследование режимов работы цепи однофазного переменного синусоидального тока с последовательным соединением конденсатора, индуктивной катушки, активного сопротивления (резистора). Определение основных параметров исследуемой цепи при изменении в ней ёмкости батареи конденсаторов;2. изучение явления резонанса напряжений в исследуемой цепи (в последовательном контуре);3. построение векторных диаграмм напряжений, тока при различных видах нагрузки;4. приобретение навыков сборки простых электрических цепей. |
| Развивающая: | <ol style="list-style-type: none">1. развивать инициативу студентов, мышление;2. формировать умения применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности.3. формировать исследовательские умения: наблюдать, сравнивать, оформлять результаты.4. пробуждать интерес к науке.5. прививать навыки научно-исследовательской работы. |

| | |
|------------------------|---|
| | <p>6. тренировать умение анализировать, сравнивать и рассуждать, умения оценивать свою деятельность</p> |
| Воспитательная: | <p>1. развивать ответственность за работу и выполнение задания;</p> <p>2. способствовать воспитанию чувства коллективизма и взаимопомощи</p> <p>3. развивать выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.</p> <p>4. Развивать коммуникативные умения слушать друг друга, высказывать свою точку зрения, аргументировать её, работать в паре, группе.</p> |
| Деятельностная: | <p>1. овладение умениями обращения с различными приборами, лабораторным оборудованием.</p> <p>2. привить навыки работы с перечисленной аппаратурой и научить технике эксперимента</p> <p>3. закрепить навыки пользования электроизмерительными приборами</p> <p>.</p> |

Формируемые и оцениваемые компетенции:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

ПК 1.1. Осуществлять диагностику систем, узлов и механизмов автомобильных двигателей.

ПК 2.1. Осуществлять диагностику электрооборудования и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и электронных систем автомобилей согласно технологической документации.

ПК 2.3. Проводить ремонт электрооборудования и электронных систем автомобилей в соответствии с технологической документацией.

Методическая цель занятия: использование принципа связи теории с практикой. Освоение общих и профессиональных компетенций, обеспечивающих готовность студентов к реализации основных видов профессиональной деятельности в соответствии с получаемой квалификацией специалиста среднего звена.

Методы и приемы обучения: словесный, наглядный (демонстрация, презентация и раздаточный материал), практический, метод контроля и коррекции, проблемные вопросы.

Используемые технологии: практикоориентированные технологии, развивающая, здоровьесберегающая, технология проблемного обучения, информационно – коммуникационная технология, кейс-технология

Оснащение урока:

- Мультимедиа проектор, компьютер, экран
- Дидактический материал по уроку: презентация POWERPOINT, кейс лабораторной работы
- Оборудование для практического этапа: лабораторный стенд

Межпредметные связи:

ЕН. 01 Математика; ОП.05 Метрология, стандартизация и сертификация; ОП. 06 Информационные технологии в профессиональной деятельности; МДК.01.02. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта;

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЗАНЯТИЯ

| Этапы занятия | Время | Деятельность преподавателя | Деятельность обучающихся |
|---|-------------|---|---|
| 1. Организа ционная часть | 2 мин. | <i>Слайд 1</i> Приветствие студентов, проверка отсутствующих. Объявление темы урока и его вида (запись её слайде презентации) | Проверяют готовность к занятию. |
| 2. Мотивация деятельност и | 3 мин. | <i>Слайд 2</i> <i>Сообщает цели занятия.</i> <i>Обосновывает профессиональную значимость занятия.</i> <i>Сообщает об основных этапах занятия и условий получения оценок.</i> Преподавателю необходимо рассказать о практическом значении данной работы для общего развития студентов, а также для дальнейшей их профессиональной деятельности. Правильно направить их на качественное выполнение лабораторной работы. Охарактеризовать критерии оценивания работы и способы получения лучших результатов. Рассказать о цели лабораторной работы и основных этапах её выполнения. Необходимо настроить студентов на то, чтобы они самостоятельно более подробно ознакомились с этапами лабораторной работы по инструкции | Слушают преподавателя. Фокусируют внимание на предстоящей работе на занятии. |
| 3. Актуализа ция опорных знаний и | 10 минут | <i>Опрашивает студентов по пройденному теоретическому материалу. Организует самостоятельное повторение теоретического материала студентами.</i> | Отвечают на поставленные вопросы. |

| | | |
|--|--|---|
| <p>способов деятельност и</p> | <p>С помощью вопросов отраженных в подготовленной презентации организовать опрос студентов, настроить их на получение новых знаний и на проверку на практике усвоенных теоретических знаний. Вопросы необходимо составлять так, чтобы они были связаны с конкретной задачей занятия, а также чтобы они находились в контрольных вопросах, указанных в инструкционной карте. Это позволяет студентам легче и лучше разобраться во всех моментах работы, и выполнять работу уже полностью подготовленными к ней.</p> <p>На данном этапе урока можно также повторить некоторые вопросы из лекции, например, те, которые конкретно связаны с целью данной лабораторной работы</p> <p>При проверке знаний и умений подгруппа разбивается на четыре команды по 4 человека.</p> <p>Слайд 3: определить вид сигнала источника</p> <p>Слайд 4: определить по графику период, амплитуду и действующее значение тока</p> <p>Слайд 5: определить частоту тока по графику изменения тока</p> <p>Слайд 6: Условие, признак и применение резонанса напряжений. В каком случае резонанс напряжений вреден? Почему?</p> <p>Слайд 7: Какими способами можно достичь резонанса напряжений?</p> <p>По каким приборам можно определить наступление резонанса? Как изменяется полное сопротивление при резонансе напряжений?</p> <p>Чему равен угол сдвига фаз между током и напряжением при резонансе?</p> <p>Слайд 8: Чему равен коэффициент мощности при резонансе? Чему равна реактивная мощность при резонансе?</p> | <p>Повторяют теоретический материал и отвечают на контрольные вопросы.</p> <p>Каждая команда выполняет задания коллективно, тем самым тренируется умение анализировать, сравнивать и рассуждать, умения оценивать свою деятельность, коммуникативные умения слушать друг друга, высказывать свою точку зрения, аргументировать её, работать в паре, группе; формируется умения брать на себя ответственность за результат выполненного задания.</p> |
|--|--|---|

| | | | |
|--|-----------------|---|---|
| | | <p>Написать формулу резонансной частоты.</p> <p>Слайд 9: критерии оценки</p> | |
| <p>4. Инструктаж по порядку выполнения работы</p> | <p>10 минут</p> | <p><i>Рассказывает о порядке выполнения работы.</i> <i>Проводит инструктаж по технике безопасности.</i> Обязательно после того, как объявлена тема и цель урока, и проведена проверка и актуализация знаний студентов, необходимо провести инструктаж по технике безопасности и роспись студентов в специальном журнале по технике безопасности. Проинструктировать по ходу выполнения работы.(Приложение 1) А также по оформлению отчета к работе (Приложение 2) Инструктаж по технике безопасности я провожу перед каждой лабораторной работой, потому что в каждой работе есть особенности, которые необходимо отметить, разъяснить и провести инструктаж по технике безопасности. Надо быть осторожным при сборке и работе с электрической цепью!!! При выполнении данной работы необходимо рассказать о правилах поведения в лаборатории и правилах поведения при сборке электрической цепи. Правила техники безопасности изложены в Приложении 4.</p> | <p>Слушают преподавателя. Расписываются в журнале по технике безопасности. Знакомятся с содержанием кейса, обсуждают содержание и технологию выполнения лабораторной работы</p> |
| <p>5. Самостоятельное групповое выполнение заданий</p> | <p>50 минут</p> | <p><i>Организует работу студентов по самостоятельному выполнению заданий. Проводит текущий инструктаж.</i> <i>Контролирует и корректирует деятельность обучающихся.</i> После инструктажа студенты приступают к выполнению лабораторной работы</p> | <p>Подготавливают место для работы. Работают самостоятельно. Собирают схему. Самостоятельно выполняют задания в соответствии с порядком проведения работы и</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>Преподаватель организует работу студентов по самостоятельному выполнению заданий. Подготовка к выполнению работы содержит в себе написание отчетного материала: темы, цель, оборудование, таблицы и схемы.</p> <p>Для удобства и быстроты выполнения этой работы, я использовала раздаточный материал в виде бланка отчета, который студенты используют как рабочую тетрадь. В этот бланк они вносят все свои измерения, расчеты, чертят схемы и графики. Содержание бланка отчета изложено в кейсе Приложение № 1</p> <p>Очень важно, чтобы ребята самостоятельно разбирались в схемах, умели собирать электрические цепи, и только потом задавали вопросы и просили проверить правильность сборки. Преподаватель проводит текущий инструктаж. Контролирует и корректирует деятельность обучающихся. После сборки схемы преподаватель подходит к каждой бригаде и проверяет правильность её сборки. Только после проверки разрешает студентам самостоятельно включить цепь в сеть. Ребята не должны бояться включать цепь, но осторожно с соблюдением всех требований техники безопасности. После подключения схемы к источнику питания, студенты начинают выполнять работу, ориентируясь на указания в инструкции. Но, при необходимости, помощь преподавателя должна присутствовать. Студенты измеряют электрические величины, меняют параметры цепи, заполняют таблицы данными. После проведенных измерений, они производят необходимые вычисления по формулам, указанным в инструкции и также заполняют таблицу. Когда все измерения и вычисления произведены, они переходят к построению характеристик. В</p> | <p>вносят результаты измерений и расчетов в таблицу.</p> <p>Обращаются за помощью к преподавателю</p> |
|--|--|---|

| | | | |
|---|-----------------|---|---|
| | | <p>результате построения, студенты должны самостоятельно обнаружить необходимую зависимость и сделать вывод по проделанной работе. Здесь преподаватель может напомнить ребятам некоторые моменты, изученные на лекции или в начале занятия, напомнить о цели данной работы и привести их к правильной формулировке вывода.</p> <p>Постоянно наблюдает за обучающимися, оказывает помощь, корректирует их деятельность, контролирует правильность выполнения отдельных операций, контролирует темп выполнения заданий</p> | |
| <p>6. Оформление отчетного документа</p> | <p>10 минут</p> | <p><i>Инструктирует о форме и правилах оформления отчета. Приложение 3</i></p> <p>После всех измерений и вычислений, студенты, по указаниям преподавателя, оформляют отчетный документ, корректируют и дополняют его, приводят работу в порядок. Готовятся к ответам на контрольные вопросы (Приложение 1) и отвечают на них устно преподавателю.</p> | <p>Оформляют отчетный документ по выполненной работе.</p> |
| <p>7. Подведение итогов и рефлексия занятия</p> | <p>5 минут</p> | <p><i>Мобилизует студентов на рефлексию своего поведения и результатов выполнения заданий на практическую работу</i></p> <p><i>Подводит итоги и выставляет оценки.</i></p> <p><i>Задает домашнее задание к следующему занятию</i></p> <p>В конце лабораторного занятия преподаватель подводит итоги и выставляет оценки за проведенную работу. Рекомендуется похвалить тех, кто активно работал на занятии и сделать замечания тем, кто не совсем справился с работой. Также необходимо ещё раз озвучить цель и задачи работы и правильный вывод по работе. Преподаватель задает домашнее задание и оглашает оценки за занятие</p> | <p>Самостоятельно оценивают результаты проделанной на занятии работы.</p> <p>Записывают домашнее задание.</p> |

Заключение

В ходе проведения занятия мне хотелось бы отметить, то с каким интересом ребята выполняли лабораторную работу. Работа с оборудованием всегда вызывает у студентов больший интерес, чем сидеть на лекциях и конспектировать материал, ведь они могут проявить свои способности и на практике проверить какие-либо зависимости и законы.

Лабораторные работы необходимо проводить только после того, как студенты прослушают правила по технике безопасности и порядок выполнения работы. Необходимо расписать студентов в журнале по технике безопасности.

В итоге, можно сказать, что в результате проведенной лабораторной работы цели занятия достигнуты, оценки за урок выставлены.

Библиографический список

Основные источники:

1. С.М.Аполлонский «Электротехника» Москва, КноРус, 2020
ВООК.RU-электронная библиотечная система
2. Е.А.Москатов «Электронная техника» Москва, КноРус, 2021
ВООК.RU-электронная библиотечная система
3. Г.В.Ярочкина «Основы электротехники и электроники» Москва «Академия» 2018

Дополнительные источники:

1. И. А. Данилов, П.М. Иванов. «Общая электротехника с основами электроники» Москва, «Высшая школа». 2002
2. И. А. Данилов, П.М. Иванов. «Дидактические материалы по общей электротехнике с основами электроники» Москва, «Высшая школа». 2007.
3. Ф.Е.Евдокимов. «Общая электротехника» Москва, «Высшая школа», 1982 М.В.Немцов, М.Л.Немцова «Электротехника и электроника» Москва, «Академия» 2013
4. М.В.Немцов, М.Л.Немцова «Электротехника и электроника» Москва, «Академия» 2013
5. Ю.Г. Синдеев « Электротехника с основами электроники», Ростов-на-Дону «Феникс», 2001
6. В.И.Федотов «Основы электроники» Москва, «Высшая школа»,1990

Интернет-ресурсы

1. ВООК.RU-электронная библиотечная система от правообладателя
<https://www.book.ru/>
2. Электрикам <https://electrikam.com/>
3. Электрик Инфо - электротехника и электроника <http://electrik.info/>
4. RadioKOT <http://radiokot.ru/start/>
5. Диаграмма. Бесплатная техническая библиотека для любителей и профессионалов <http://www.diagram.com.ua/>
6. Школа для электрика <http://electricalschool.info/>
7. ЭлектроКласс <http://www.eleczon.ru/>

КЕЙС ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО
ТОКА С АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И ЕМКОСТНЫМ
СОПРОТИВЛЕНИЯМИ. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА
НАПРЯЖЕНИЙ**

I. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 2

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: а) исследование режимов работы цепи однофазного переменного синусоидального тока с последовательным соединением конденсатора, индуктивной катушки, активного сопротивления (резистора). Определение основных параметров исследуемой цепи при изменении в ней ёмкости батареи конденсаторов;

б) изучение явления резонанса напряжений в исследуемой цепи (в последовательном контуре);

в) построение векторных диаграмм напряжений, тока при различных видах нагрузки;

г) приобретение навыков сборки простых электрических цепей.

Основные элементы электрических цепей синусоидального тока:

- источники электрической энергии (источники ЭДС и источники тока);
- резистивные элементы (резисторы, реостаты, нагревательные элементы и т.д.);
- емкостные элементы (конденсаторы);
- индуктивные элементы (катушки индуктивности).

Резистивный элемент или активное сопротивление.

Активным называется сопротивление, в котором происходит преобразование электрической энергии в тепловую.

На рисунке 1,а изображено активное сопротивление, по которому течет ток $i = I_m \sin \omega t$.

По закону Ома напряжение: $u = i \cdot R = R \cdot I_m \sin \omega t = U_m \sin \omega t$,

где $U_m = R \cdot I_m$ - амплитуда этого напряжения, а действующее значение:

$$U = R \cdot I$$

Из формул тока и напряжения следует вывод: ток и напряжение в активном сопротивлении совпадают по фазе (рис. 1 б). Закон Ома выполняется

как для амплитудных значений тока и напряжения: $I_m = \frac{U_m}{R}$,

так и для действующих значений тока и напряжения: $I = \frac{U}{R}$,

Выразим мгновенную мощность p через мгновенные значения тока i и напряжения u : $p = u \cdot i = U_m \cdot I_m \sin \omega t \sin \omega t = \frac{U_m \cdot I_m}{2} (1 - \cos 2\omega t) = U \cdot I (1 - \cos 2\omega t)$.

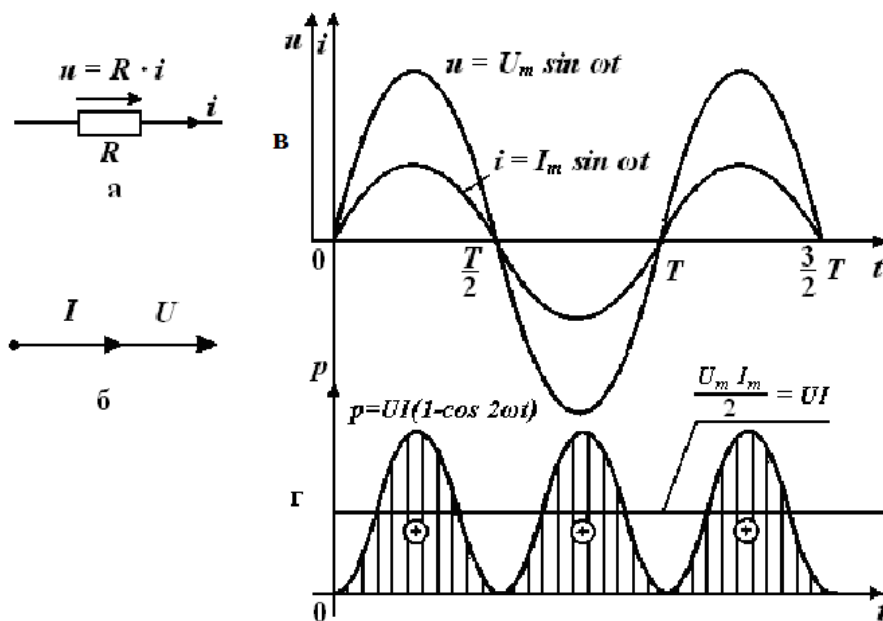


Рис. 1. Активное сопротивление:

- а) изображение на схеме; б) векторы тока и напряжения;
- в) графики тока и напряжения; г) график мгновенной мощности

График изменения мощности p со временем представлен на рис. 1,г. Анализ графика и формулы мгновенной мощности позволяют сделать следующие выводы:

- мгновенная мощность p имеет постоянную составляющую

$$\frac{U_m \cdot I_m}{2} = U \cdot I \quad \text{и} \quad \text{переменную} \quad \text{составляющую} \quad \left(\frac{U_m \cdot I_m}{2}\right) \cos 2\omega t,$$

изменяющуюся с частотой 2ω ;

- мощность в любой момент времени положительна ($p > 0$), т.е. в резистивном элементе происходит необратимое преобразование электрической энергии в другие виды энергии («потребление» энергии);

- постоянная составляющая есть среднее значение мгновенной мощности за промежуток времени равный периоду T .

Мощность, характеризующая необратимый процесс преобразования электрической энергии в тепловую называется активной мощностью.

Активная мощность для действующих значений:

$$P = I^2 \cdot R \text{ (Вт)}$$

Индуктивный элемент.

Классическим примером индуктивного элемента является катушка индуктивности – провод, намотанный на изоляционный каркас.

На рисунке 2а изображен индуктивный элемент, для которого $R=0$, по которому течет ток

$$i = I_m \sin \omega t.$$

При изменяющемся токе в катушке наводится ЭДС самоиндукции

$$e_L = -L \cdot \frac{di}{dt},$$

Приложенное к зажимам цепи напряжение уравнивает ЭДС самоиндукции:

$$u = -e_L = L \cdot \frac{di}{dt}, \text{ т.е.}$$

где L – индуктивность элемента (коэффициент пропорциональности между магнитным потоком и током в индуктивном элементе), для линейного индуктивного элемента индуктивность $L = \text{const}$.

$$u_L = \omega \cdot L \cdot I_m \cos \omega t = U_m \sin(\omega t + 90^\circ),$$

где $U_m = \omega \cdot L \cdot I_m = X_L \cdot I_m$ – амплитуда напряжения

Величина $X_L = \omega \cdot L$ называется индуктивным сопротивлением, измеряется в омах и зависит от частоты ω .

Таким образом, ток в цепи с индуктивностью отстает по фазе от напряжения на $\frac{\pi}{2}$ (90°).

Закон Ома для цепи с индуктивностью имеет вид:

$$I = \frac{U}{X_L}$$

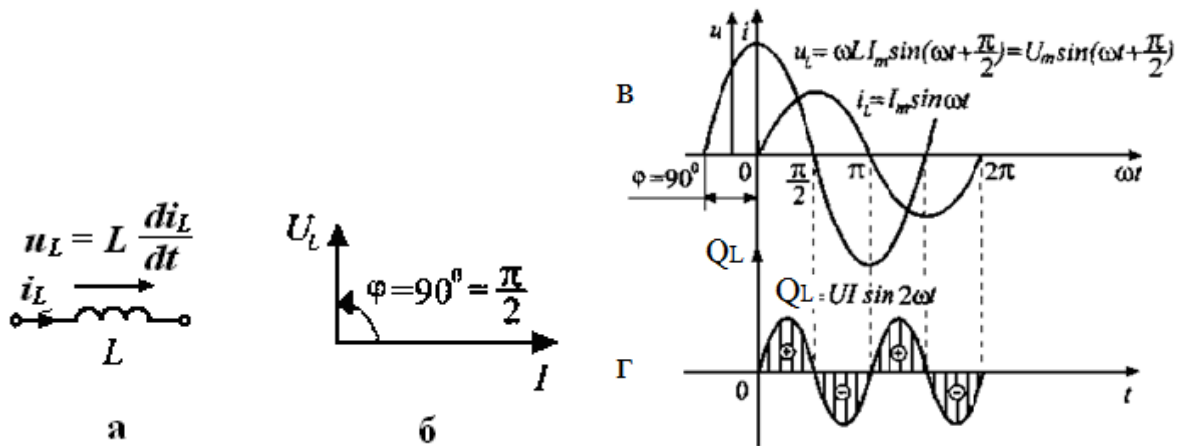


Рис. 2. Индуктивный элемент:

- а) изображение на схеме; б) векторы тока и напряжения;
- в) графики тока и напряжения; г) график мгновенной мощности

Перейдем к анализу энергетических процессов в цепи с индуктивностью. Мгновенная мощность индуктивного элемента изменяется по закону синуса с удвоенной частотой:

$$p = u \cdot i = U_m \cos \omega t \cdot I_m \sin \omega t = U \cdot I \sin 2\omega t.$$

График изменения мощности p со временем показан на рисунке 2 г.

Мощность периодически меняется по знаку, т.е. то положительна, то отрицательна. Это значит, что в течение одних полупериодов, когда $p > 0$, энергия запасается в магнитном поле катушки, а в течение других полупериодов, когда $p < 0$, энергия возвращается в электрическую цепь.

Активная мощность за период равна нулю.

Таким образом, в цепи с идеальным индуктивным элементом не совершается работа, происходит только периодический обмен энергией между источником и магнитным полем катушки.

Индуктивная реактивная мощность характеризует колебания энергии между магнитным полем катушки и источником:

$$Q_L = I^2 \cdot X_L \text{ (ВАр)}$$

Емкостный элемент.

Примером емкостного элемента является плоский конденсатор – две параллельные пластины, находящиеся на небольшом расстоянии друг от друга (рис. 3,а).

Пусть к емкостному элементу приложено напряжение (рис. 3, б)

$$u_c = U_m \sin \omega t.$$

На пластинах емкостного элемента появится заряд q , пропорциональный приложенному напряжению:

$$q = C \cdot u_c.$$

Тогда ток в емкостном элементе

$$i_c = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt} = \omega \cdot C \cdot U_m \cos \omega t = I_m \sin(\omega t + 90^\circ).$$

Таким образом, получим важные соотношения:

$$i_c = C \cdot \frac{du_c}{dt}.$$

$$I_m = \frac{U_m}{1/(\omega C)} = \frac{U_m}{X_c},$$

где $X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$ – емкостное сопротивление, измеряется в омах и зависит от частоты.

Анализируя формулу тока, приходим к выводу: ток в емкостном элементе опережает по фазе напряжение, приложенное к нему, на 90° .

Это положение иллюстрируется на рис. 3,в,г.

Закон Ома для цепи с емкостью имеет вид:

$$I = \frac{U}{X_c}$$

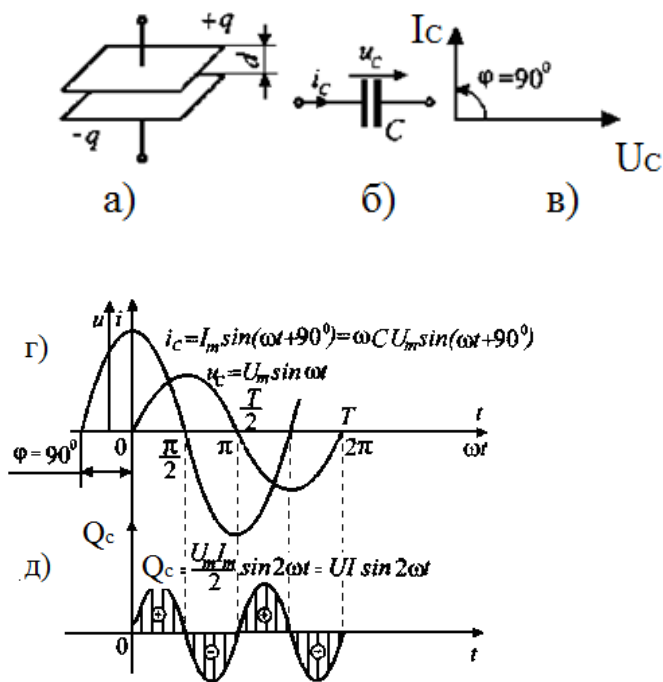


Рис. 3 Емкостный элемент:

- а) схема конструкции плоского конденсатора;
- б) изображение емкостного элемента на схеме; в) векторы тока и напряжения; г) графики мгновенных значений тока и напряжения; д) график мгновенной мощности

Перейдем к анализу энергетических процессов в цепи с емкостью. Мгновенная мощность емкостного элемента изменяется по закону синуса с удвоенной частотой: $p = u \cdot i = U_m \sin \omega t \cdot I_m \cos \omega t = \frac{U_m \cdot I_m}{2} \sin 2\omega t = U \cdot I \sin 2\omega t$.

График изменения мощности p со временем показан на рисунке 3 д.

Мощность периодически меняется по знаку, т.е. бывает то положительна, то отрицательна. Это значит, что в течение одних четвертей периодов, когда $p > 0$, энергия запасается в емкостном элементе (в виде энергии электрического поля), а в течение других четверть периодов, когда $p < 0$, энергия возвращается в электрическую цепь. Активная мощность за период равна нулю.

Таким образом, в цепи с идеальным емкостным элементом не совершается работа, происходит только периодический обмен энергией между источником и электрическим полем конденсатора.

Емкостная реактивная мощность характеризует колебания энергии между электрическим полем конденсатора и источником:

$$Q_C = I^2 \cdot (-X_C) \text{ (ВАр)}$$

Схема цепи с последовательным соединением индуктивной катушки, активного сопротивления и конденсатора представлена на рис. 4.

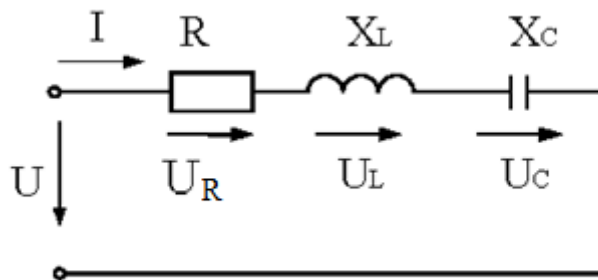


Рис. 4

Если неразветвленная цепь с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью в соответствии с рис. 4 присоединить к генератору синусоидального напряжения, то в ней установится синусоидальный ток.

Выберем начало отсчета времени ($t=0$) в момент, когда ток проходит через нулевое значение, т.е. примем:

$$i = I_m \sin \omega t.$$

На активном сопротивлении R создается активное напряжение, совпадающее по фазе с током: $u_R = U_m \cdot \sin \omega t$.

На индуктивном сопротивлении X_L создается индуктивное реактивное напряжение, опережающее ток по фазе на 90° : $u_L = U_m \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$.

На емкостном сопротивлении X_C создается емкостное реактивное напряжение, отстающее по фазе от тока на 90° : $u_C = U_m \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$.

Действующие значения этих напряжений:

$$U_R = R \cdot I, \quad U_L = X_L \cdot I, \quad U_C = X_C \cdot I,$$

где $X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$ – индуктивное сопротивление катушки,

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ – емкостное сопротивление конденсатора,}$$

где ω – угловая частота, а f – циклическая частота входного напряжения.

Полное напряжение на клеммах цепи в любой момент времени равно сумме мгновенных значений активного, индуктивного и емкостного напряжений.

$$u = u_R + u_L + u_C$$

Значение полного напряжения определяется как геометрическая сумма соответствующих напряжений на векторной диаграмме.

В данной цепи возможны три режима:

1) индуктивное сопротивление больше емкостного, т.е. $X_L > X_C$ $U_L > U_C$ $\varphi > 0$, ток в цепи отстает от приложенного к ней напряжения; цепь носит индуктивный характер; векторная диаграмма для данного режима представлена на рис. 5,

2) индуктивное сопротивление меньше емкостного, т.е. $X_L < X_C$ $U_L < U_C$ $\varphi < 0$, ток в цепи опережает приложенное к ней напряжение; цепь носит емкостный характер, векторная диаграмма для данного режима представлена на рис. 6.

3) индуктивное сопротивление равно емкостному, т.е. $X_L = X_C$ $U_L = U_C$ $\varphi = 0$, напряжение на входе цепи совпадает по фазе с током; цепь носит активный характер, векторная диаграмма для данного режима представлена на рис.7.

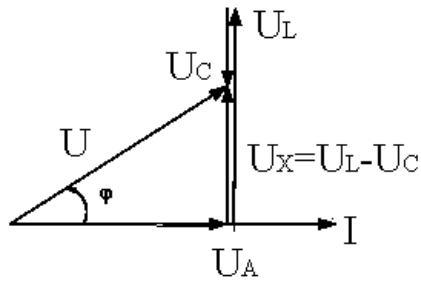


Рис. 5

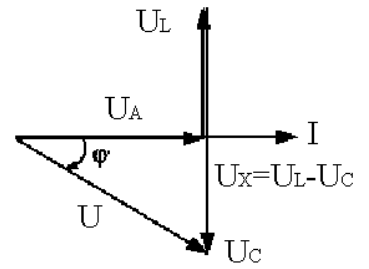
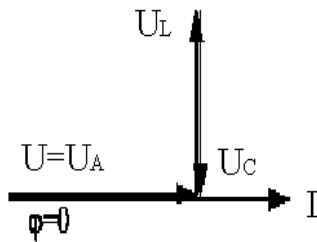


Рис.6

Рис. 7



Выделяем из векторной диаграммы (рис. 5) треугольник напряжений и определяем по теореме Пифагора напряжение, приложенное к цепи (рис. 8).

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2}$$

Векторы индуктивного и емкостного напряжений находятся в противофазе, поэтому действующее значение реактивного напряжения:

$$U_X = U_L - U_C;$$

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

Угол сдвига фаз:

$$\cos\varphi = \frac{U_R}{U} \quad \sin\varphi = \frac{U_X}{U} \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{U_X}{U_R}$$

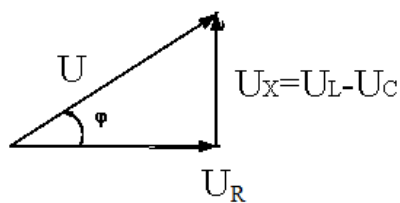


Рис. 8

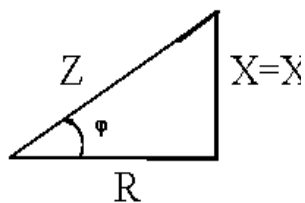


Рис. 9

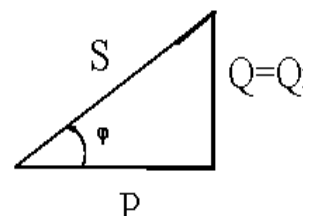


Рис. 10

Разделив все стороны треугольника напряжений на силу тока, переходим к подобному ему треугольнику сопротивлений (рис. 9)

Из треугольника сопротивлений по теореме Пифагора определяем полное сопротивление цепи Z :

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

Угол сдвига фаз:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \quad \sin\varphi = \frac{X}{Z} \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{X}{R}$$

Закон Ома для данной цепи

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

Энергетические процессы в цепи характеризуется активной, реактивной и полной мощностями.

Умножив стороны треугольника напряжений на силу тока, переходим к подобному ему треугольнику мощностей (рис.10).

Из треугольника мощностей по теореме Пифагора определяем полную мощность S :

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

Полная мощность S учитывает как потери энергии в цепи, так и колебания избыточной энергии между цепью и источником.

$$S = U \cdot I \text{ [ВА]}$$

Активная мощность P характеризует необратимый процесс преобразования электрической энергии в тепло.

$$P = I^2 \cdot R \text{ [Вт]}$$

Реактивная мощность Q характеризует колебания энергии между катушкой, конденсатором и источником. В то время, когда катушка потребляет энергию, конденсатор возвращает ее и, наоборот.

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) \text{ [ВАр]}$$

Угол сдвига фаз:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad \sin\varphi = \frac{Q}{S} \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P}$$

$\cos\varphi$ – называется коэффициентом мощности и показывает какая часть полной мощности используется потребителем.

Резонанс напряжений

Условием возникновения резонанса напряжений является равенство индуктивного и емкостного сопротивлений $X_L = X_C$ или $\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$.

Явления, возникающие в последовательном контуре при равенстве частоты источника частоте свободных колебаний контура, называют последовательным резонансом или резонансом напряжений. При резонансе напряжений амплитуда электрических колебаний в контуре достигает максимума.

Свойства контура при резонансе

1. Так как реактивные напряжения U_L и U_C равны, но противоположны по знаку, то приложенное напряжение преодолевает только активное сопротивление цепи.

$$U_X = U_L - U_C = 0$$

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

Векторная диаграмма напряжений при резонансе представлена на рис. 7.

Так как в колебательных контурах $R \ll X_L = X_C$, то напряжение на конденсаторе и катушке превышает во много раз приложенное напряжение. Важнейшей особенностью резонанса напряжений является усиление напряжения $U_L = U_C \gg U_R = U$, отсюда и название этого явления. Поэтому внезапное возникновение резонансного режима в цепях большой мощности может вызвать аварийную ситуацию, привести к пробое изоляции проводов и кабелей и создать опасность для обслуживающего персонала.

2. Индуктивное и емкостное сопротивление равны по величине, но взаимно компенсируются. Реактивное сопротивление цепи равно нулю.

$$X = X_L - X_C = 0.$$

Следовательно, полное сопротивление при резонансе минимально и равно активному сопротивлению

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = R$$

3. Сила тока в этом случае достигает максимальной величины и будет определяться формулой закона Ома для цепи только с активным сопротивлением

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

4. Так как цепь в целом представляет собой активное сопротивление, то ток и напряжение совпадают по фазе $\varphi = 0$.

5. Коэффициент мощности $\cos \varphi$ увеличивается и становится максимальным, $\cos \varphi = 1$.

6. Между магнитным полем катушки и электрическим полем конденсатора происходит полный обмен энергией. Колебаний энергии между контуром и источником нет, реактивная мощность цепи при резонансе напряжений равна нулю ($\varphi = 0$, $\sin \varphi = 0$).

$$Q_L = -Q_C$$

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) = 0$$

7. Генератор при включении сообщает контуру начальный запас энергии, а в дальнейшем восполняет потери энергии. Активная мощность цепи $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = R \cdot I^2$ максимальная и равна полной мощности S .

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = P$$

8. Частота, при которой общее реактивное сопротивление цепи X равно нулю, называется резонансной частотой цепи.

$$f_p = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Настройку контура в резонанс можно осуществлять изменением индуктивности либо емкости контура. Это явление используется во входных цепях радиоприемников (рис.11). В выпрямительных устройствах применяются электрические фильтры, в которых используется резонанс напряжений для

выделения на нагрузке напряжения определенной полосы частот, вследствие чего их называют полосовыми.

В измерительной технике существует резонансный метод измерения параметров индуктивной катушки R_K и L_K .

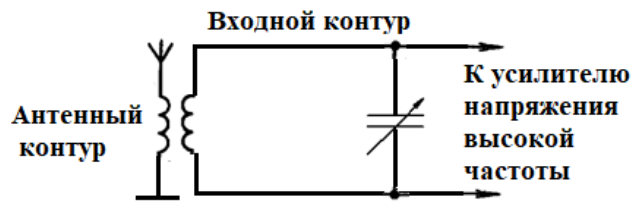


Рис. 11

II. ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И ЕМКОСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: а) исследование режимов работы цепи однофазного переменного синусоидального тока с последовательным соединением конденсатора, индуктивной катушки, активного сопротивления (резистора). Определение основных параметров исследуемой цепи при изменении в ней ёмкости батареи конденсаторов;

б) изучение явления резонанса напряжений в исследуемой цепи (в последовательном контуре);

в) построение векторных диаграмм напряжений, тока при различных видах нагрузки;

г) приобретение навыков сборки простых электрических цепей.

ХОД РАБОТЫ

1. Ознакомиться с описанием работы
2. Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием.
3. Собрать электрическую цепь, используя лабораторную карту № 2, схему № 1, блок резисторов, блок конденсаторов, катушку индуктивности. Установить сопротивление резистора $R=51$ Ом, и емкости конденсатора. Подключение отдельных ветвей осуществлять с помощью соответствующих проводников.

Схема электрическая принципиальная представлена на рис. 1, монтажная схема представлена на рис. 2

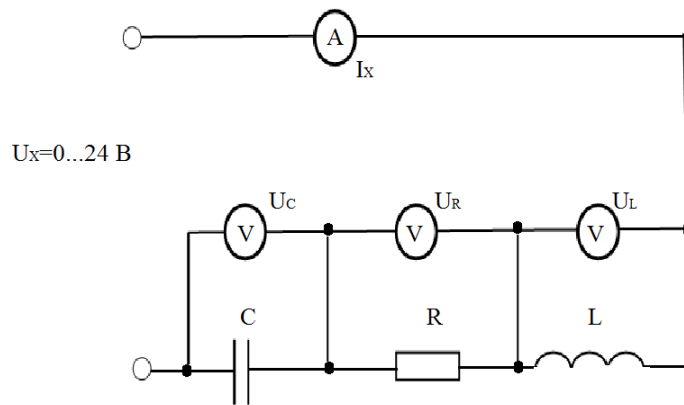


Рис. 1

4. Проверить правильность сборки цепи в присутствии преподавателя или лаборанта.

5. Измерение № 1 произвести, предварительно отключив катушку индуктивности и конденсатор (цепь состоит только из резистора). Включить питание. Установить напряжение на входе $U_x=24\text{ В}$. Исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи U_x , напряжение резисторе U_R , ток в цепи I . Выключить питание.

6. Измерение № 2 произвести, предварительно отключив резистор и конденсатор (цепь состоит только из катушки индуктивности). Включить питание. Установить напряжение на входе $U_x=24\text{ В}$. Исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи U_x , напряжение на катушке индуктивности U_L и ток в цепи I . Выключить питание.

7. Измерение №3 произвести, предварительно отключив резистор и катушку индуктивности (цепь состоит только из конденсатора). Включить питание. Установить напряжение на входе $U_x=24\text{ В}$. Исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи U_x , напряжение на конденсаторе U_C , ток в цепи I . Выключить питание.

8. Измерение №4. Включить в цепь резистор, конденсатор и катушку индуктивности. Включить питание. Установить напряжение на входе $U_x=24\text{ В}$. Исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи U_x , напряжения на катушке индуктивности U_L , резисторе U_R , конденсаторе U_C и ток в цепи I . Выключить питание.

9. Изменяя по указанию преподавателя величину емкости конденсатора при постоянных значениях сопротивления резистора и индуктивности произвести измерения №5 и №6 аналогично пункту 8.

10. Показания приборов для каждого режима занести в табл. 1.

11. По данным измерения табл. 1 рассчитайте параметры всех элементов цепи. Данные вычислений занести в табл. 1.

12. Построить в масштабе по данным таблицы 1 векторные диаграммы напряжений и тока для всех режимов.

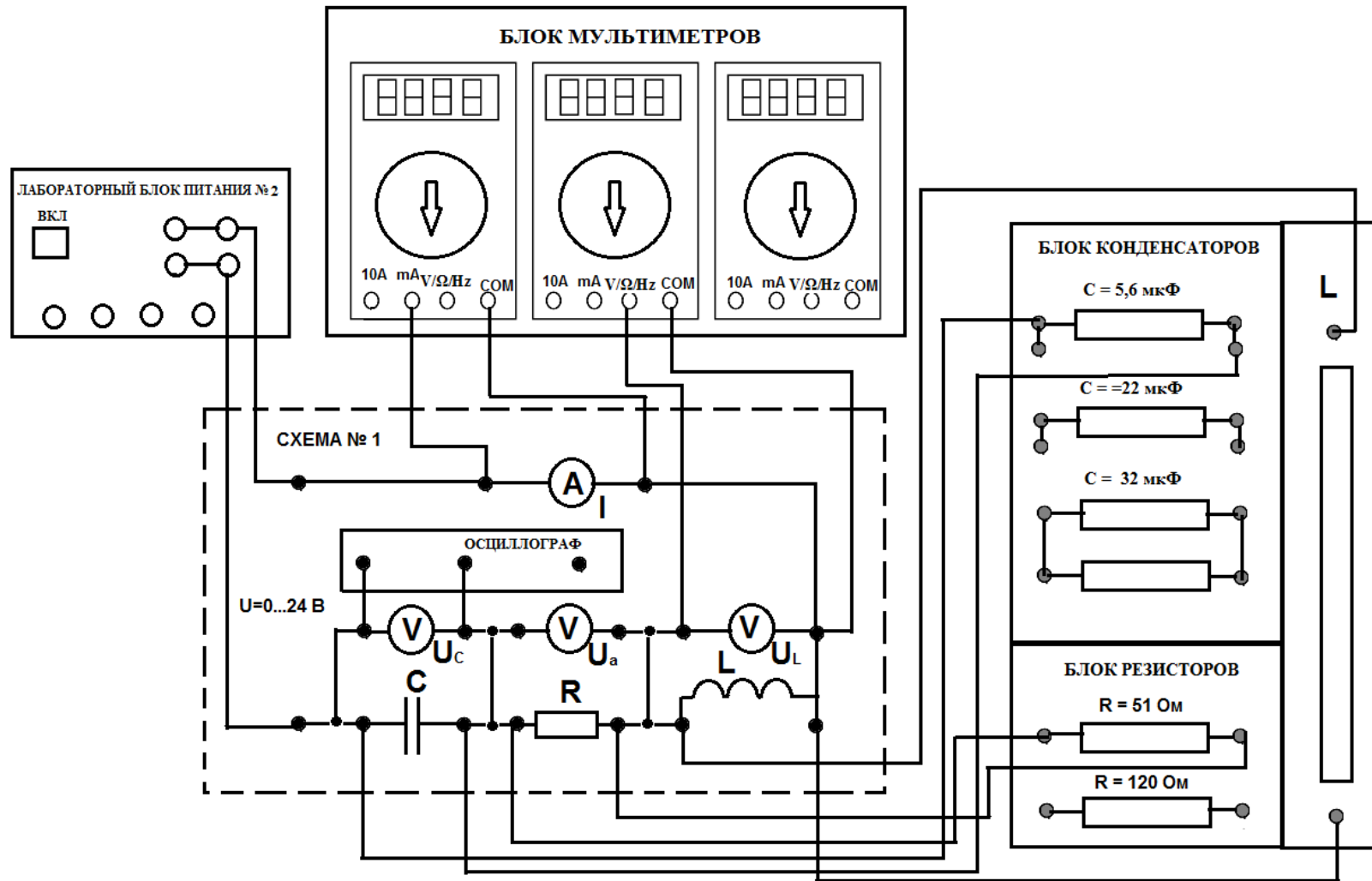


Рис. 2

Таблица 1

| № измерения | Режимы работы | Измеренные величины | | | | | Вычисленные величины | | | | | | | | | |
|-------------|---------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----|----|-----|----|------|--------|--|
| | | I | U _X | U _R | U _L | U _C | R | X _L | X _C | Z | P | Q | S | cosφ | φ град | |
| | | A | B | B | B | B | Ом | Ом | Ом | Ом | Вт | ВАр | ВА | | | |
| 1 | R | | | | - | - | | - | - | | | | | | | |
| 2 | L | | | - | | - | - | | - | | | | | | | |
| 3 | C | | | - | - | | - | - | | | | | | | | |
| 4 | RLC1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | RLC2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | RLC3 | | | | | | | | | | | | | | | |

Исследование резонанса напряжений

13. Выключить активное сопротивление из схемы (цепь состоит из катушки и конденсатора). Включить питание. Установить напряжение на входе $U_X = 24$ В. Исследовать цепь. Для этого измерить напряжение на входе цепи U_X , напряжения на катушке индуктивности U_L и конденсаторе U_C , ток в цепи I . Выключить питание (измерение №1).

14. Произвести измерения основных параметров исследуемой цепи для двух других значений емкости (измерения №2, №3).

15. Показания приборов занести в табл. 2.

16. Произвести необходимые вычисления. Данные вычислений занести в табл. 3.

17. Выделить резонанс напряжений.

Таблица 2

| № измерения | Режимы работы | Измеренные величины | | | | Вычисленные величины | | | | | | | | | |
|-------------|---------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----|-----|-----|----|-----|----|------|--------|
| | | I | U _X | U _L | U _C | X _L | X _C | Z | C | L | P | Q | S | cosφ | φ град |
| | | A | B | B | B | Ом | Ом | Ом | мкФ | мГн | Вт | ВАр | ВА | | |
| 1 | LC1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | LC2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | LC3 | | | | | | | | | | | | | | |

18. Сделать выводы о проделанной работе

19. Ответить на контрольные вопросы

III. ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 2

Дата выполнения _____

Дата защиты _____

Оценка _____

Подпись преподавателя _____

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНЫМ, ИНДУКТИВНЫМ И ЕМКОСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: а) исследование режимов работы цепи однофазного переменного синусоидального тока с последовательным соединением конденсатора, индуктивной катушки, активного сопротивления (резистора). Определение основных параметров исследуемой цепи при изменении в ней ёмкости батареи конденсаторов;

б) изучение явления резонанса напряжений в исследуемой цепи

(в последовательном контуре);

в) построение векторных диаграмм напряжений, тока при различных видах нагрузки;

г) приобретение навыков сборки простых электрических цепей.

ХОД РАБОТЫ

1. Собираем электрическую цепь (рис.1), используя лабораторную карту № 2, схему № 1, блок резисторов, блок конденсаторов, катушку индуктивности.

3. Записать расчетные формулы:

- 1) $R =$
- 2) $X_L =$
- 3) $X_C =$
- 4) $Z =$
- 5) $P =$
- 6) $Q =$
- 7) $S =$
- 8) $\cos\varphi =$

4. Построить в масштабе по данным таблицы 1 векторные диаграммы напряжений и тока для всех режимов.

5. Сделать выводы о проделанной работе.

6. Ответить на контрольные вопросы.

IV. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2

1. Какое сопротивление называется активным?
2. Чему равен угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи с активным сопротивлением?
3. Какая мощность называется активной? Единицы измерения и формулы?
4. Чему равен угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи с индуктивностью?
5. Причина сдвига фаз в цепи с индуктивностью?
6. Индуктивное сопротивление. Формула. Единицы измерения.
7. Что характеризует индуктивная реактивная мощность. Формула. Единица измерения.
8. Чему равен угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи с емкостью?
9. Емкостное сопротивление. Формула. Единицы измерения.
10. Что характеризует емкостная реактивная мощность? Формула. Единицы измерения.
11. Записать выражение закона Ома для цепи с последовательным соединением конденсатора, резистора и индуктивной катушки.
12. Условие, признак и применение резонанса напряжений. В каком случае резонанс напряжений вреден? Почему?
13. Какими способами можно достичь резонанса напряжений?
14. Какова особенность резонанса напряжений? Объяснить ее.
15. Объяснить построение векторных диаграмм.
16. По каким приборам можно определить наступление резонанса?
17. Как изменяется полное сопротивление при резонансе напряжений?

18. Чему равен угол сдвига фаз между током и напряжением при резонансе?
19. Чему равен коэффициент мощности при резонансе?
20. Чему равна реактивная мощность при резонансе?
21. Написать формулу резонансной частоты.
22. Написать формулу полного напряжения.
23. Написать формулу полного сопротивления.
24. Что характеризует полная мощность, и в каких единицах она измеряется?

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Общие сведения

1.1. Лабораторные работы проводятся в лаборатории 308 «Электротехника и электроника».

1.2. По каждой лабораторной работе разработаны кейсы по их проведению.

1.3. Форма организации занятий при проведении лабораторных работ – групповая. Работы выполняются бригадами по 2-4 человека. При проведении лабораторных работ используется маршрутный способ выполнения комплекса лабораторных работ. Данный способ состоит в том, что студенты выполняют отдельные задания по графику (маршруту), переходя от одного рабочего места к другому. Маршрутное выполнение лабораторных работ позволяет оборудовать лабораторию одиночными, современными приборами, однако работа с ними и освоение новых методов научного исследования не могут проходить синхронно с лекционным курсом и требуют усиленной самостоятельной подготовки.

2. Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные работы в группах проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий в колледже и в течение определенного времени. Поэтому для выполнения лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими положениями:

2.1. Предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ.

2.2. Внимательно ознакомиться с кейсом соответствующей лабораторной работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы.

2.3. Прежде чем приступить к выполнению работы студент должен изучить соответствующий раздел теоретического курса, относящуюся к

данной лабораторной работе; ознакомиться с устройством и назначением используемого в работе оборудования, уяснить цель работы и методику эксперимента. Теоретическая часть готовит студента к выполнению экспериментальной части лабораторной работы.

2.4. До проведения лабораторной работы подготовить в рабочей тетради соответствующие схемы, миллиметровку для построения графиков, таблицы наблюдений и расчетные формулы.

2.5. Неподготовленные к работе студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

2.6. Выполнению лабораторной работы предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению заданий. Хорошая подготовка к лабораторной работе — неременное условие ее эффективности, так как проведение любого эксперимента имеет смысл только в том случае, если экспериментатор отчетливо представляет себе цель эксперимента и характер ожидаемых результатов.

2.7. Преподавателем перед проведением работ проводится инструктаж по выполнению лабораторных работ и технике безопасности.

2.8. После проведения инструктажа и проверки знаний каждая бригада приступает непосредственно к работе.

3. Выполнение лабораторных работ

3.1. Перед сборкой электрической цепи студенты должны предварительно ознакомиться с электрическим оборудованием и его номинальными данными, а также с измерительными приборами, предназначенными для проведения соответствующей лабораторной работы.

3.2. Сборку электрической цепи необходимо производить в точном соответствии с заданием. Целесообразно вначале соединить все элементы цепи, включаемые последовательно, а затем — параллельно. Электрические цепи, включаемые параллельно, рекомендуется соединять проводами другого цвета.

3.3. После окончания сборки электрическая цепь должна быть

предъявлена для проверки. Включать цепь под напряжением можно только после разрешения преподавателя .

3.4. Запись показаний всех приборов в процессе выполнения лабораторной работы следует производить по возможности одновременно и быстро.

3.5. Результаты измерений заносятся студентом в свою рабочую тетрадь.

3.6. После выполнения отдельного этапа лабораторной работы результаты опыта вместе с простейшими контрольными расчетами предъявляются для проверки преподавателю до разборки электрической цепи.

3.7. Разбирать электрическую цепь, а также переходить к сборке новой можно только по разрешению преподавателя.

3.8. После окончания работы в лаборатории рабочее место должно быть приведено в порядок.

3.9. В течение всего времени занятий в лаборатории студенты обязаны находиться на своих рабочих местах. Выходить из помещения лаборатории во время занятий можно только с разрешения преподавателя.

3.10. После снятия замеров и произведенных расчетов оформляется на специальном бланке отчет о проделанной работе.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать: наименование и цель работы, перечень используемого оборудования и измерительных приборов, их технические характеристики, схемы, таблицы с данными наблюдений и результатами вычислений, графики, векторные диаграммы, расчетные формулы, выводы.

Векторные диаграммы и графики строятся с соблюдением масштаба. Для выполнения графиков лучше использовать миллиметровую бумагу. Вычерчивая графики, необходимо на осях координат написать обозначения величин, единицы их измерения. При построении графиков важно выполнить масштаб таким образом, чтобы точки не сливались друг с другом. Лучше брать такой масштаб, когда, например, одной, десяти или ста единицам измеренной величины соответствует 1 см. Построив на координатной плоскости экспериментальные точки, иногда полезно между этими точками провести плавную кривую.

На следующем занятии студент должен представить преподавателю оформленный отчет о проделанной работе и защитить ее.

Выполнение лабораторной работы оценивается – «зачет» или «незачет» и учитывается как показатель текущей успеваемости студентов.

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Лабораторные стенды в лаборатории «Электротехника и электроника» являются действующими электроустановками и при определенных условиях могут стать источником опасности поражения электрическим током.

1. Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ только после инструктажа по технике безопасности. Инструктаж проводится преподавателем и подтверждается личной подписью студента в специальном журнале.

2. Студенты, нарушающие правила техники безопасности или допускающие их нарушение в отношении других лиц, от работы отстраняются, привлекаются к ответственности и, при необходимости, проходят дополнительный инструктаж по правилам техники безопасности.

3. Выполнение лабораторных работ в лаборатории без преподавателя запрещается.

4. Включение лабораторных установок производится только с разрешения преподавателя.

5. Приступая к работе, помните об опасности поражения электрическим током и будьте осторожны.

6. Перед сборкой схемы убедитесь, что автоматические выключатели и источники питания отключены, а указатель лабораторного автотрансформатора находится в позиции "0".

7. Во время сборки электрических схем необходимо следить за тем, чтобы провода были плотно зажаты зажимами. Соединения проводов без зажимов должны быть изолированы. По возможности следует избегать пересечений монтажных проводов.

8. Электропитание к собранной схеме можно подключать только после разрешения преподавателя.

9. Категорически запрещается прикасаться голыми руками к металлическим зажимам, деталям, неизолированным проводам, когда цепь находится под напряжением.

10. Запрещается переключать без необходимости переключатели, кнопки и ручки настройки, регулировки и пределов измерения.

11. Наличие напряжения на зажимах приборов или элементов схем следует проверять измерительным прибором, имеющим соединительные провода со щупами и изолированными ручками.

12. Запрещается производить какие-либо переключения цепи, когда она находится под напряжением. Всякие изменения в схеме производятся только с разрешения преподавателя, и после различных переключений она проверяется преподавателем.

13. Необходимо следить за тем, чтобы во время работы случайно не коснуться вращающихся частей электрических машин.

14. Нельзя производить пересоединения в цепях машин до полной остановки ротора. Следует проявлять осторожность при работе с обесточенными цепями, в которых включены конденсаторы и конденсаторные батареи. Помните, что отключенный конденсатор может сохранить опасный остаточный заряд, его следует разрядить до включения в цепь.

15. При возникновении во время работы неисправностей в учебной установке, оборудовании или приборах, следует немедленно выключить напряжение питания и сообщить о неисправности преподавателю.

16. Запрещается оставлять под напряжением учебную схему и приборы без наблюдения.

17. Замену плавкой вставки предохранителя производить только при отключении автоматического выключателя и с разрешения руководителя лабораторного занятия.

18. Запрещается загромождать рабочее место одеждой, сумками и

другими вещами, не относящимися к выполняемой работе.

19. Запрещается ходить без дела в лаборатории и отвлекать товарищей разговорами, не относящимися к выполняемой работе.

Пострадавшим от тока должна быть оказана немедленная помощь.

Необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от тока, для чего следует отключить установку, дать полный покой, расстегнуть пояс и одежду, обеспечить приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт оказать первую медицинскую помощь пострадавшему. Если пострадавший не подает признаков жизни, следует применять приемы искусственного дыхания.

Во всех случаях поражения током следует вызвать по телефону 03 скорую помощь.