

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ / Чобану Л.А./

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
учебной дисциплины
ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем
по специальности
11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение
квалификация
техник

Разработчик:
преподаватель
ОГАПОУ «Белгородский
индустриальный колледж»
Барышевская Е.Н.

Белгород 2020 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе дисциплины	3
1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ	3
1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ	4
2. Тематическое планирование лабораторных работ	6
3. Содержание лабораторных работ	8
Лабораторная работа №1 Изучение конструкции аккумуляторов	8
Лабораторная работа №2 Выпрямительные устройства. Расчет выпрямительного устройства.	9
Лабораторная работа №3 Исследование выпрямителей переменного однофазного тока.	12
Лабораторная работа №4 Исследование работы управляемого выпрямителя на тиристорах.	13
Лабораторная работа №5 Исследование свойств трехфазных выпрямителей	14
Лабораторная работа №6 Сглаживающие фильтры. Расчет сглаживающего фильтра.	15
Лабораторная работа №7 Исследование свойств сглаживающих фильтров на LC - элементах.	18
Лабораторная работа №8 Стабилизаторы напряжения и тока. Расчет стабилизаторов постоянного напряжения.	19
Лабораторная работа №9 Исследование свойств параметрических стабилизаторов переменного напряжения	21
Лабораторная работа №10 Исследование свойств стабилизатора с ШИМ регулированием	22
Лабораторная работа №11 Преобразователи постоянного напряжения. Расчет преобразователей постоянного напряжения	23
Лабораторная работа №12 Источники бесперебойного питания СВТ	24
4. Информационное обеспечение обучения	26
Приложение 1	27

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место лабораторных работ в курсе дисциплины.

Дисциплина ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем является частью рабочей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение.

Дисциплина изучается в IV семестре. В целом рабочей программой предусмотрено 30 часов на выполнение лабораторных работ, что составляет 41% от обязательной аудиторной нагрузки, которая составляет 74 часа, при этом максимальная нагрузка составляет 111 часов, из них 30 часов приходится на самостоятельную работу обучающихся.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по дисциплине ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем, качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания дисциплины и подготовиться к промежуточной аттестации в форме экзамена.

1.2. Организация и порядок проведения лабораторных работ

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение лабораторных работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении лабораторных работ задания, выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению лабораторных работ

Курс лабораторных работ по дисциплине ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем предусматривает проведение 12 работ, посвященных изучению:

- изучение конструкции аккумуляторов;
- выпрямительные устройства. Расчет выпрямительного устройства;
- исследование выпрямителей переменного однофазного тока;
- исследование работы управляемого выпрямителя на тиристорах;
- исследование свойств трехфазных выпрямителей;
- сглаживающие фильтры. Расчет сглаживающего фильтра;
- исследование свойств сглаживающих фильтров на LC-элементах;
- стабилизаторы напряжения и тока. Расчет стабилизаторов постоянного напряжения;
- исследование свойств параметрических стабилизаторов переменного напряжения;
- исследование свойств стабилизатора с ШИМ регулированием;
- преобразователи постоянного напряжения. Расчет преобразователей постоянного напряжения;
- источники бесперебойного питания СВТ.

При подготовке к проведению лабораторной работы необходимо:

- ознакомиться с лабораторным оборудованием;
- ознакомиться с порядком выполнения работы, значение уставок (по заданию).

После выполнения лабораторной работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название лабораторной работы, ее цель;
- краткие, общие сведения об изучаемом лабораторном оборудовании;

- необходимый графический материал, указанный преподавателем при выполнении лабораторной работы (принципиальная схема лабораторной установки, графики);
- данные, полученные непосредственно из проводимых опытов;
- результаты обработки данных опытов с необходимыми пояснениями;
- графический материал, отображающий полученные в ходе опытов значения измеряемых величин;
- оценку результатов испытаний.

При работе в лаборатории необходимо руководствоваться инструкциями по технике безопасности, учитывающими все специфические особенности лаборатории, такие как наличие высокого напряжения, легкодоступных для прикосновения токоведущих частей электрооборудования.

В лаборатории нельзя находиться в отсутствие преподавателя или лица, ответственного за технику безопасности.

При нахождении в лаборатории следует находиться в рабочей зоне, указанной преподавателем. С самого начала необходимо убедиться в том, что испытательный стенд находится в полностью обесточенном (отключенном) состоянии.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо получить вводные инструкции преподавателя и внимательно ознакомиться с описанием лабораторного стенда и оборудованием.

Внимание! Включать лабораторные установки и выполнять какие-либо действия с приборами допускается ТОЛЬКО с разрешения преподавателя!

При обнаружении признаков неисправности, таких как: появление искрения, дыма, специфического запаха, аномальных показаний измерительных приборов, следует немедленно отключить все источники электроэнергии и сообщить о случившемся преподавателю.

При возникновении реальной опасности травматизма для одного или нескольких присутствующих, участники испытания должны произвести срочное отключение лаборатории от всех источников электроэнергии выключением вводного автомата. Лаборатории должны иметь средства пожаротушения и оказания первой медицинской помощи. На первом занятии изучаются правила техники безопасности и проводится вводный инструктаж с последующей проверкой его усвоения, о чем свидетельствует запись в журнале по технике безопасности кабинета/лаборатории, подписываемый преподавателем, проводившем инструктаж, и всеми обучающимися.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения лабораторных работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

- уровень усвоения обучающимся учебного материала;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных и профессиональных компетенций:
 - ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
 - ОК 2 Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
 - ОК 3 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях;
 - ОК 4 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
 - ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности;
 - ОК 6 Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7 Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий;

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9 Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности;

ПК 2.1. Выполнять монтаж и первичную инсталляцию компьютерных сетей;

ПК 2.2. Инсталлировать и настраивать компьютерные платформы для организации услуг связи;

ПК 2.3. Производить администрирование сетевого оборудования;

ПК 2.4. Выполнять монтаж и производить настройку сетей проводного и беспроводного абонентского доступа;

ПК 2.5. Работать с сетевыми протоколами;

ПК 2.6. Обеспечивать работоспособность оборудования мультисервисных сетей;

– уровень оформления работы;

– анализ результатов.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование лабораторных работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Раздел 2	Источники электрической энергии постоянного тока		2
2.1.	Химические источники тока	Лабораторная работа №1 Изучение конструкции аккумуляторов	2
Раздел 3	Преобразование электрической энергии		10
3.3.	Выпрямление переменного трехфазного тока	Лабораторная работа №2 Выпрямительные устройства. Расчет выпрямительного устройства	4
		Лабораторная работа №3 Исследование выпрямителей переменного однофазного тока.	2
		Лабораторная работа №4 Исследование работы управляемых выпрямителей на тиристорах	2
		Лабораторная работа №5 Исследование свойств трехфазных выпрямителей	2
Раздел 4	Сглаживающие фильтры		6
4.2.	Многочастотные и резонансные фильтры	Лабораторная работа №6 Сглаживающие фильтры. Расчет сглаживающего фильтра	4
		Лабораторная работа №7 Исследование свойств сглаживающих фильтров на LC-элементах	2
Раздел 5	Стабилизаторы напряжения и тока		6
5.3.	Импульсные стабилизаторы.	Лабораторная работа №8 Стабилизаторы напряжения и тока. Расчет стабилизаторов постоянного напряжения	2
		Лабораторная работа №9 Исследование свойств параметрических стабилизаторов переменного напряжения	2
		Лабораторная работа №10 Исследование свойств стабилизатора с ШИМ регулированием	2

Раздел 6	Источники вторичного электропитания		2
6.2.	Тиристорные инверторы	Лабораторная работа №11 Преобразователи постоянного напряжения. Расчет преобразователей постоянного напряжения	2
Раздел 7	Устройство и работа БП конструктива АТ		4
7.2	Особенности ИП АТХ форм фактора. Средства улучшения качества электропитания	Лабораторная работа №12 Источники бесперебойного питания ИБП	4
		Итого:	30

3. Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа № 1

Тема работы: Изучение конструкции аккумуляторов

Цель работы:

1. Изучить конструкцию химических источников тока.
2. Изучить конструкцию различных типов аккумуляторов.
3. Изучить технологию приготовления электролита.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал (ОИ 1 стр. 23-36) и конструкцию аккумуляторов различных типов, представленных в лаборатории.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы, соответствующие вашему варианту (таблица 1).

Контрольные вопросы:

1. Поясните особенности изготовления электролита в свинцовых аккумуляторах.
2. Особенности режима постоянного подзаряда.
3. Как зависит отдаваемая емкость от режима разряда и температуры?
4. Способы заряда аккумуляторных батарей.
5. Поясните особенности изготовления электролита в свинцовых аккумуляторах.
6. Особенности режима постоянного подзаряда.
7. Перечислите химические источники тока.
8. Дайте характеристику первичным источникам питания.
9. Дайте характеристику электрохимическим аккумуляторам.
10. Дайте характеристику батареи электропитания.
11. Поясните особенности элементов электропитания.
12. Охарактеризуйте кислотные свинцовые аккумуляторы.
13. Охарактеризуйте условные обозначения аккумуляторов типов С.
14. Охарактеризуйте условные обозначения аккумуляторов типов СК.
15. Охарактеризуйте условные обозначения аккумуляторов типов СН.
16. Поясните конструкцию свинцового аккумулятора.
17. Поясните правила эксплуатации кислотных (свинцовых) батарей.
18. Поясните конструкцию щелочного аккумулятора.
19. Поясните правила эксплуатации щелочного аккумулятора.
20. Охарактеризуйте аккумуляторные помещения и их оборудование.
21. Назовите указания по технике безопасности при работе с аккумуляторами.

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вопросы	1,7, 13,19	2,8, 14,20	3,9, 15,21	4,10, 16,19	5,11, 17,20	6,12, 18,21	2,7, 13,19	3,8, 14,20	4,9, 15,21	5,10, 16,19
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вопросы	3,11, 17,20	4,12, 18,21	5,9, 13,19	6,10, 14,20	1,11, 15,21	2,12, 16,19	3,7, 17,20	4,8, 18,21	5,9, 13,19	6,10, 14,20
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Вопросы	4,11, 15,21	5,12, 16,19	6,7, 18,20	1,8, 17,21	2,9, 14,19	3,10, 15,20	4,11, 16,21	5,12, 17,19	6,8, 13,20	3,9, 18,21

3. Сделать вывод.

Лабораторная работа № 2

Тема работы: Выпрямительные устройства. Расчет выпрямительного устройства.

Цель работы: Получить навыки расчета и сборки выпрямительных устройств.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы, соответствующие вашему варианту (таблица 1).

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию выпрямителей.
2. Поясните, что собой представляет электрический вентиль.
3. Приведите структурную схему выпрямительного устройства, поясните назначение функциональных элементов.
4. Приведите схему однополупериодного выпрямителя и диаграмму напряжения и тока в его цепях.
5. Перечислите преимущества и недостатки однополупериодного выпрямителя
6. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе однополупериодного выпрямителя.
7. Перечислите недостатки однофазной однополупериодной схемы выпрямления.
8. Приведите схему двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора и диаграмму напряжения и тока в его цепях.
9. Перечислите преимущества и недостатки двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора.
10. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе двухфазной двухполупериодной схемы выпрямления со средней точкой трансформатора.
11. Перечислите преимущества двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора.
12. Приведите мостовую схему однофазного выпрямителя и диаграммы напряжения и тока в его цепях.
13. Перечислите преимущества мостовой схемы однофазного выпрямителя.
14. Перечислите недостатки однофазной мостовой схемы выпрямителя.
15. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе мостовой схемы однофазного выпрямителя.
16. Поясните причины использования в схеме выпрямителя тиристоров.
17. Приведите двухполупериодную однофазную схему управляемого выпрямителя и диаграммы напряжения и тока в его цепях.
18. Поясните назначение умножителей напряжения.
19. Особенности умножителей напряжения.
20. Приведите классификацию умножителей напряжения.
21. Приведите схему трехфазного выпрямителя и диаграммы напряжения и тока в его цепях.
22. Поясните, какие меры предпринимаются для устранения подмагничивания в схеме трехфазного выпрямителя.
23. Назовите причину соединения вторичных обмоток трансформатора зигзагом в трехфазном выпрямителе.
24. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе схемы трехфазного выпрямителя.
25. Перечислите преимущества и недостатки схемы трехфазного выпрямителя.
26. Приведите схему трехфазного мостового выпрямителя и диаграммы напряжения и тока в его цепях.
27. Перечислите преимущества и недостатки схемы трехфазного мостового выпрямителя.
28. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе схемы трехфазного мостового выпрямителя.

29. Перечислите преимущества схемы трехфазного мостового выпрямителя.
30. Перечислите недостатки схемы трехфазного мостового выпрямителя.
31. Приведите схему трехфазного выпрямителя (схему Миткевича) и диаграммы напряжения и тока в его цепях.
32. Поясните, какие меры предпринимаются для устранения подмагничивания в схеме Миткевича.
33. Назовите причину соединения вторичных обмоток трансформатора зигзагом в в схеме Миткевича.
34. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе схемы Миткевича.
35. Перечислите преимущества и недостатки схемы Миткевича.
36. Приведите схему Ларионова и диаграммы напряжения и тока в ее цепях.
37. Перечислите преимущества и недостатки схемы Ларионова.
38. Назовите частоту основной гармоники переменного напряжения (частоту пульсаций) на выходе схемы Ларионова.
39. Перечислите преимущества схемы Ларионова.
40. Перечислите недостатки схемы Ларионова.

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вопросы	7,12,16,27,40	4,9,18,28,39	3,8,14,19,29	2,12,15,20,30	1,5,10,17,32	2,7,11,21,33	3,12,22,26,34	5,14,23,31,35,	3,6,17,24,36	3,8,13,25,37
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вопросы	3,15,22,26,34	5,16,23,31,35	3,6,18,24,36	8,13,19,25,37	7,12,16,27,39	4,9,18,28	5,8,14,19,29	6,12,15,20,30	1,10,17,23,32	2,6,11,21,33
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Вопросы	1,10,24,17,32	2,5,11,21,33	3,11,22,26,34	5,13,23,31,35,	3,6,14,24,36	3,8,13,25,37	7,12,16,27,34	4,9,15,18,28	5,8,14,19,29	3,12,15,20,30

3. Решить задачи 1.2,3,4 по данным вашего варианта (таблицы 2,3)

Задача 1.

Выпрямитель трехфазного напряжения построен по мостовой схеме. Выходные параметры выпрямителя: $U_0(B)$, $I_0(A)$ для вашего варианта смотрите в таблице 1.

Требуется: вычислить величины U_2 , $U_{m(1)}$, I_2 , I_a , $U_{обр}$, P_T для идеализированного выпрямителя; вычислить U_{0XX} и U_{2XX} , если учесть внутреннее сопротивление $R_{вн} = 1,2\text{Ом}$ и пороговое напряжение диода $U_{п} = 0,9\text{В}$.

Название схемы: трехфазная двухтактная, соединение обмоток: звезда – звезда.

Основные соотношения в схеме выпрямления:

$$U_2/U_0=0,748; U_{обр}/U_0=1,05; I_2/I_0=0,82; I_a/I_0=0,58; U_{m(1)}/U_0=0,057; P_T/P_0=1,05$$

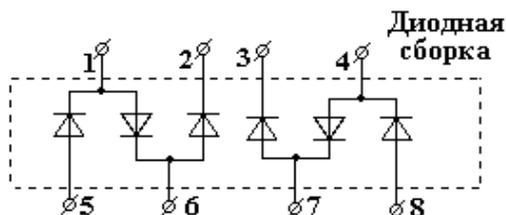
Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_0(B)$	36	24	48	60	36	24	48	60	36	24
$I_0(A)$	20	12	24	28	22	14	26	32	18	14
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_0(B)$	48	60	36	24	48	60	36	24	48	60
$I_0(A)$	28	34	18	14	24	26	21	13	25	33
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

$U_0(\text{В})$	60	36	24	48	60	36	24	48	60	36
$I_0(\text{А})$	35	19	15	30	34	21	17	25	35	16

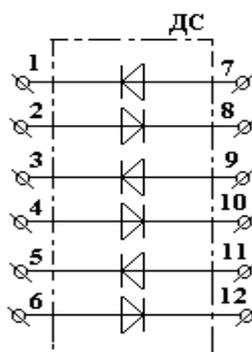
Задача 2

Собрать однофазный мостовой выпрямитель, используя диодную сборку, схема которой приведена на рисунке.



Задача 3

Собрать трехфазный мостовой выпрямитель, используя диодную сборку, схема которой приведена на рисунке.



Задача 4

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 157В. Значения U_0 для вашего варианта смотрите в таблице 2.

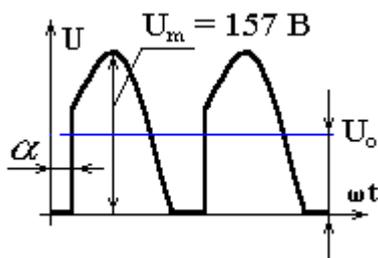


Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{01}(\text{В})$	20	26	34	36	22	28	30	32	20	26
$U_{02}(\text{В})$	70	78	92	94	74	80	88	90	78	92
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_{01}(\text{В})$	32	42	24	26	26	36	22	28	24	28
$U_{02}(\text{В})$	86	96	74	92	78	94	74	80	76	94
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$U_{01}(\text{В})$	30	32	20	26	32	38	32	42	24	26
$U_{02}(\text{В})$	88	90	78	92	92	98	86	96	74	92

4. Сделать выводы по работе.

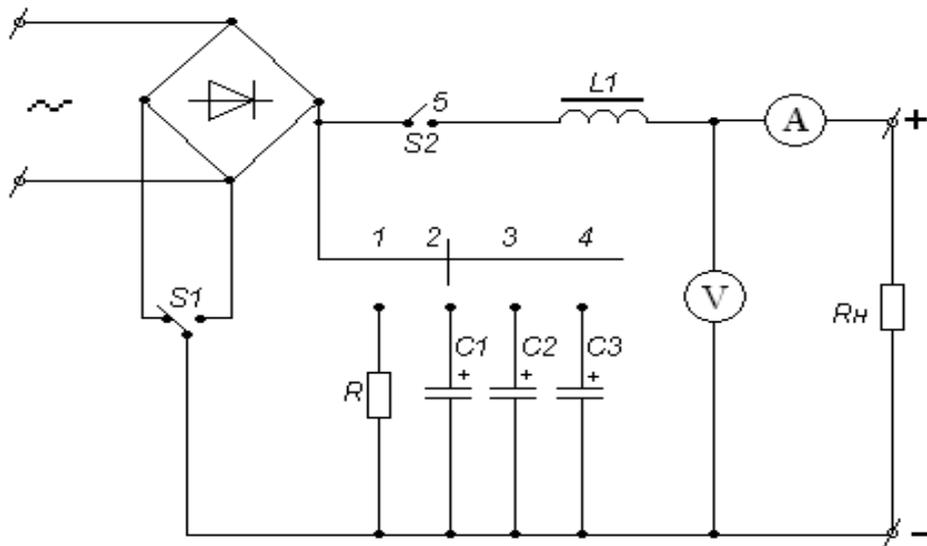
Лабораторная работа № 3

Тема работы: Исследование выпрямителей переменного однофазного тока.

Цель работы: Исследовать форму напряжения на входе и выходе однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя (при работе на активную нагрузку).

Приборы и оборудование:

1. Лабораторная установка;
2. Провода для подключения приборов;
3. Осциллограф.



Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему;
2. С помощью переключателя S_1 снять осциллограммы входного и выходного напряжения однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя;
3. Измерить величину напряжения на входе и выходе однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя;
4. Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа №4

Тема: Исследование работы управляемого выпрямителя на тиристорах.

Цель работы: Для однофазного мостового выпрямителя на тиристорах экспериментальным путем проверить зависимость величины напряжения на выходе выпрямителя от угла регулирования, снять внешнюю характеристику выпрямителя.

Приборы и оборудование:

1. Лабораторная установка;
2. Провода для подключения приборов;
3. Осциллограф.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему, для чего соединить вольтметр и осциллограф с гнездами «Rh». Переключатель угла управления установить на «0».
2. Снять регулировочную характеристику $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ с помощью переключателя угла. Данные измерений занести в таблицу 1.
3. Зарисовать осциллограммы выходных напряжений при изменении α от 0° до 180° .
4. Построить зависимость $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$
5. Снять внешнюю характеристику $U_{\text{н}} = f(I_{\text{н}})$ путем изменения Rh. Данные измерений занести в таблицу 2.
6. Построить зависимость $U_{\text{н}} = f(I_{\text{н}})$.
7. Сделать выводы по работе.

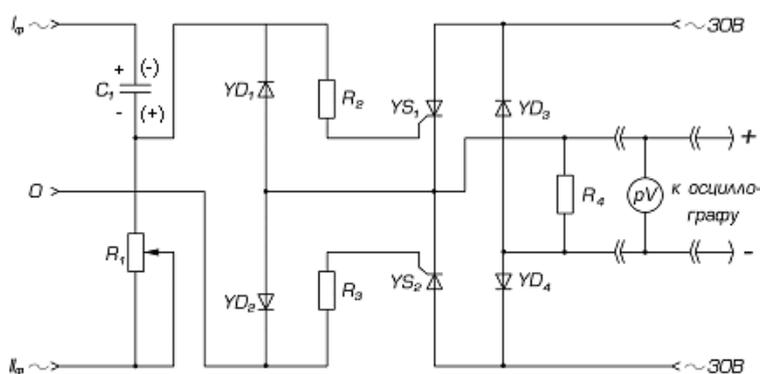


Таблица 1. Регулировочная характеристика $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$

U _{вых} (В)	0°	60°	90°	120°	180°
α (0°)					

Таблица 2. Внешняя характеристика $U_{\text{н}} = f(I_{\text{н}})$.

U _н (В)					
I _н (мА)					

Лабораторная работа № 5

Тема: Исследование свойств трехфазных выпрямителей

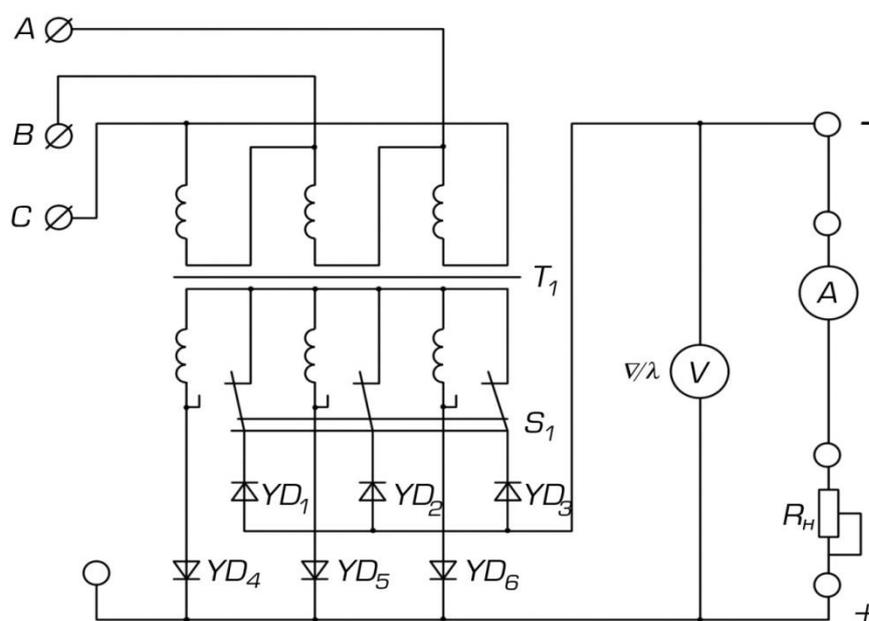
Цель работы: Для схемы Ларионова и Миткевича проверить экспериментальным путем основные соотношения электрических величин, форму напряжения на входе и выходе выпрямителя.

Приборы и оборудование:

1. Лабораторная установка;
2. Провода для подключения приборов;
3. Осциллограф.

Порядок выполнения работы:

1. Снять внешние характеристики $U_H = f(I_H)$ выпрямителей, собранных по схеме Ларионова и Миткевича при активной нагрузке. Данные записать в табл. 1 и 2.
2. Построить зависимость $U_H = f(I_H)$ для схем Ларионова и Миткевича в одних координатах.



Принципиальная схема Миткевича и Ларионова.

Таблица 1. Схема Миткевича

U _{ВЫХ} (В)						
I _Н (мА)						

Таблица 2. Схема Ларионова.

U _{ВЫХ} (В)						
I _Н (мА)						

3. Измерить выходное напряжение в схеме Ларионова и Миткевича.
4. Зарисовать осциллограммы выходных напряжений для схем Ларионова и Миткевича.
5. Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа № 6

Тема работы: Сглаживающие фильтры. Расчет сглаживающего фильтра.

Цель работы: Получить навыки расчета параметров сглаживающих фильтров и их сборки.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы, соответствующие вашему варианту (таблица 1).

Контрольные вопросы:

1. Обоснуйте необходимость установки на выходе выпрямителя сглаживающего фильтра.
2. Назначение сглаживающего фильтра.
3. Приведите формулу коэффициента пульсаций сглаживающего фильтра.
4. Приведите формулу коэффициента сглаживания.
5. Поясните, на какие группы подразделяются сглаживающие фильтры.
6. Перечислите требования, предъявляемые к сглаживающим фильтрам.
7. Приведите схему и дайте краткую характеристику индуктивного фильтра.
8. Перечислите преимущества индуктивного фильтра.
9. Перечислите недостатки индуктивного фильтра.
10. Поясните, как необходимо подбирать элементы для получения достаточно высокого коэффициента сглаживания индуктивного фильтра.
11. Назовите область применения индуктивного фильтра.
12. Приведите схему и дайте краткую характеристику емкостного фильтра.
13. Перечислите преимущества и недостатки емкостного фильтра.
14. Назовите область применения емкостного фильтра.
15. Приведите схему и дайте краткую характеристику RC- фильтров.
16. Перечислите преимущества и недостатки RC- фильтров.
17. Приведите схему и дайте краткую характеристику сглаживающих LC-фильтров.
18. Перечислите недостатки сглаживающих LC-фильтров.
19. Назовите область применения резонансных сглаживающих фильтров.
20. Приведите схему и дайте краткую характеристику резонансных сглаживающих фильтров.
21. Приведите схему и дайте краткую характеристику резонансного сглаживающего фильтра типа «фильтр-пробка».
22. Приведите схему и дайте краткую характеристику резонансного сглаживающего фильтра типа «режекторный фильтр».
23. Перечислите преимущества и недостатки резонансных сглаживающих фильтров.
24. Перечислите недостатки резонансных сглаживающих фильтров.
25. Перечислите преимущества и недостатки транзисторных фильтров

Таблица 1

Вариант	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
Вопросы	1,6,12, 15,20	2,7,13, 16,21	3,8,14, 17,22	4,9,13, 17,23	5,10,15, 18,24	6,11,16, 19,25	3,6,12, 16,21	1,7,13, 17,23	5,9,15, 19,25	6,11,13, 18,24

3. Решить задачи 1.2,3,4,5 по данным вашего варианта (таблицы 2,3,4,5)

Задача 1.

Сглаживающий фильтр источника электропитания собран по схеме рисунка 1 и имеет коэффициент сглаживания S_1 .

Значения S_1 для вашего варианта смотрите в таблице 2. Определите коэффициент сглаживания S_2 для новой схемы (рисунка 2).

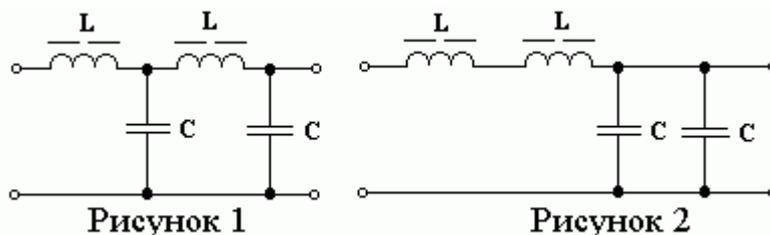


Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_1	160	184	194	162	186	192	164	188	166	182
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S_1	192	165	180	178	184	194	162	186	192	164
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S_1	186	192	164	188	166	182	160	184	194	162

Задача 2.

Определить коэффициент сглаживания фильтра, если известны U_0 и U_{1m} . Значения U_0 и U_{1m} для вашего варианта смотрите в таблице 3. На входе фильтра однофазная мостовая схема.

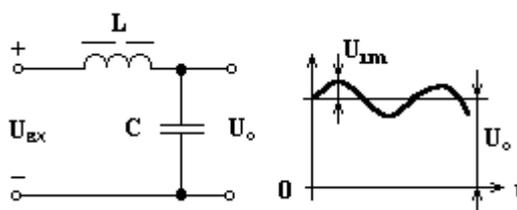


Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_0 (В)	22	30	40	44	33	10	20	35	41	31
U_{1m} (В)	0,22	0,3	0,4	0,44	0,33	0,1	0,1	0,35	0,41	0,31
$K_{ПВХ}$	0,66	0,59	0,56	0,69	0,58	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U_0 (В)	44	33	10	20	30	40	44	33	40	44
U_{1m} (В)	0,4	0,44	0,33	0,1	0,1	0,35	0,41	0,31	0,41	0,31
$K_{ПВХ}$	0,61	0,65	0,60	0,66	0,59	0,56	0,69	0,58	0,67	0,66
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
U_0 (В)	10	20	35	41	31	22	30	40	44	33
U_{1m} (В)	0,41	0,31	0,4	0,44	0,33	0,1	0,1	0,35	0,41	0,31
$K_{ПВХ}$	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63	0,66	0,59	0,56	0,69	0,58

Задача 3.

Во сколько раз измениться сглаживающее действие LC фильтра, если величина L возрастет в 2 раза и C тоже, а частота пульсаций уменьшится в 2 раза?

Задача 4.

Определите коэффициент сглаживания цепи, если известны C , R , R_H . Значения C , R , R_H для вашего варианта смотрите в таблице 4

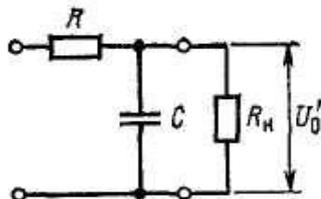


Таблица 4

Вариант	1,11,2 1	2,12,2 2	3,13,2 3	4,14,2 4	5,15,2 5	6,16,2 6	7,17,2 7	8,18,2 8	9,19,2 9	10,20,3 0
C (мкФ)	1000	900	800	1100	1200	1300	700	1400	1000	1200
R (кОм)	0,55	0,5	0,48	0,51	0,52	0,53	0,47	0,65	0,57	0,58
R_H (кОм)	1,1	1,05	0,95	1,12	1,15	0,05	1,0	1,2	1,15	1,1
ω_n рад/с	385	400	380	410	415	420	360	430	405	420

Задача 5.

Определите коэффициент сглаживания цепи, если известны ω_n , β , C_B , R_1 , R_H . Значения β , C_B , R_1 , R_H для вашего варианта смотрите в таблице 5.

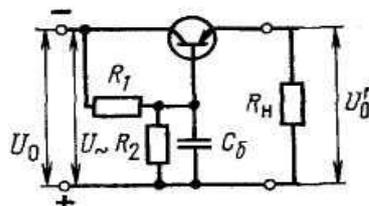


Таблица 5

Вариант	1,11,2 1	2,12,2 2	3,13,2 3	4,14,2 4	5,15,2 5	6,16,2 6	7,17,2 7	8,18,2 8	9,19,2 9	10,20,3 0
C_B (мкФ)	1000	900	800	1100	1200	1300	700	1400	1000	1200
R (кОм)	0,55	0,5	0,48	0,51	0,52	0,53	0,47	0,65	0,57	0,58
R_H (кОм)	1,1	1,05	0,95	1,12	1,15	0,05	1,0	1,2	1,15	1,1
ω_n рад/с	385	400	380	410	415	420	360	430	405	420
β	14	15	13	14	16	15	13	17	14	16

4. Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа № 7

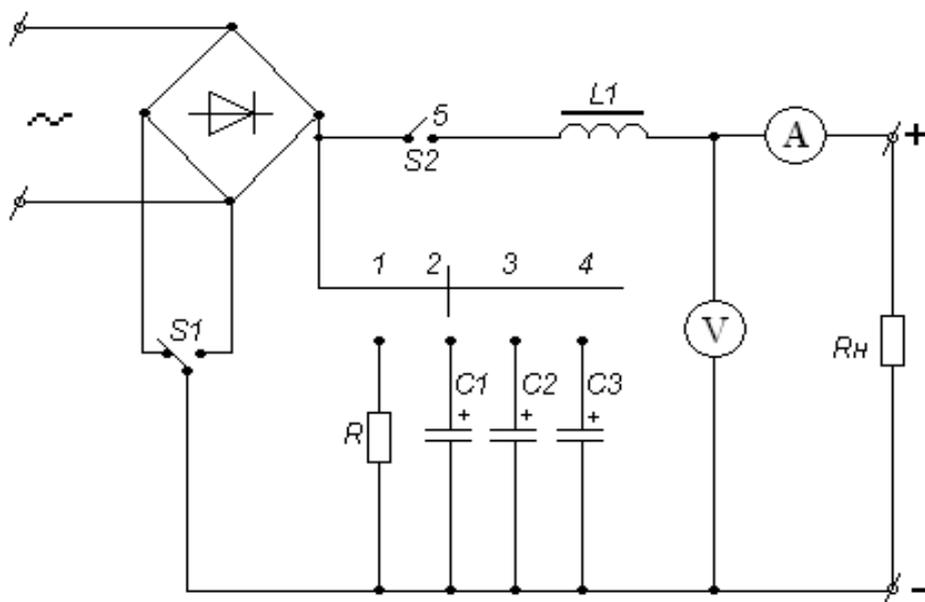
Тема работы: Исследование свойств сглаживающих фильтров на LC - элементах.

Цель работы: Практически изучить работу различных схем сглаживающих фильтров. Экспериментальным путем определить форму напряжения на входе и выходе фильтра.

Приборы и оборудование:

1. Лабораторная установка;
2. Провода для подключения приборов;
3. Осциллограф.

Порядок выполнения работы:



1. Собрать схему;
2. С помощью переключателя S_1 снять осциллограммы входного и выходного напряжения однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя;
3. Исследовать работу емкостного фильтра:
 - Подключить параллельно нагрузочному сопротивлению конденсатор $C_1 = 50$ мкФ.
 - Подключить осциллограф к клеммам нагрузочного сопротивления.
 - Зарисовать форму напряжения на нагрузке.
 - Подключить к нагрузке конденсатор $C_2 = 100$ мкФ и $C_3 = 200$ мкФ и повторить указанное.
 - Сделать вывод о влиянии величины ёмкости на форму выпрямленного напряжения.
4. Исследовать работу индуктивного фильтра:
 - Подключить последовательно с активным сопротивлением дроссель L_1 .
 - Подключить осциллограф к клеммам нагрузочного сопротивления.
 - Зарисовать форму напряжения на нагрузке.
 - Сделать вывод о влиянии индуктивного фильтра на форму выпрямленного напряжения.
5. Исследовать работу LC – фильтра:
 - Подключить параллельно нагрузочному сопротивлению конденсатор C_3 последовательно с активным сопротивлением дроссель L .
 - Подключить осциллограф к клеммам нагрузочного сопротивления.
 - Зарисовать форму напряжения на нагрузке.
6. Сделать вывод о влиянии LC - фильтра на форму выпрямленного напряжения.

Лабораторная работа №8

Тема работы: Стабилизаторы напряжения и тока. Расчет стабилизаторов постоянного напряжения.

Цель работы: Получить навыки расчета параметров стабилизаторов постоянного напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы, соответствующие вашему варианту (таблица 1).

Контрольные вопросы:

1. Перечислите причины изменения напряжения питающей сети.
2. Охарактеризуйте понятие «стабилизатор напряжения».
3. Поясните, как подразделяются стабилизаторы напряжения по способу включения регулирующего элемента.
4. Поясните, как подразделяются стабилизаторы напряжения по принципу действия.
5. Охарактеризуйте параметрические стабилизаторы.
6. Охарактеризуйте компенсационные стабилизаторы.
7. Приведите классификацию стабилизаторов.
8. Приведите формулу коэффициента стабилизации по напряжению.
9. Приведите формулу коэффициента стабилизации по току.
10. Дайте характеристику коэффициента стабилизации.
11. Перечислите параметры, характеризующие работу стабилизаторов.
12. Приведите формулу температурного коэффициента по напряжению.
13. Дайте характеристику и приведите формулу коэффициента сглаживания пульсаций.
14. Приведите формулу КПД стабилизаторов.
15. Приведите структурную схему параметрического стабилизатора напряжения и его вольт-амперные характеристики, поясните принцип действия.
16. Приведите схему параметрического стабилизатора напряжения на опорном диоде, поясните принцип действия.
17. Приведите схемы параметрических стабилизаторов напряжения с термокомпенсацией, поясните принцип действия.
18. Приведите схему параметрического стабилизатора тока и его вольт-амперную характеристику, поясните принцип действия.
19. Приведите схему феррорезонансного стабилизатора и его вольт-амперную характеристику, поясните принцип действия.
20. Приведите структурную схему стабилизатора компенсационного типа, поясните принцип действия.
21. Приведите схему транзисторного стабилизатора компенсационного типа, поясните принцип действия.
22. Проведите сравнительный анализ стабилизаторов непрерывного действия и импульсных (ключевых) стабилизаторов.
23. Охарактеризуйте стабилизаторы с ШИМ.
24. Охарактеризуйте стабилизаторы с ЧИМ.
25. Приведите структурную схему импульсного стабилизатора напряжения, поясните принцип действия.
26. Приведите схему импульсного стабилизатора релейного типа, поясните принцип действия.

Таблица 1

Вариант	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
Вопросы	1,5,11, 15,20	2,6,12, 16,22	3,7,13, 17,23	4,8,14, 18,24	5,9,11, 19,22	6,10,12, 20,24	1,7,13, 21,23	2,8,14, 22,25	3,9,11, 22,26	4,10,12, 15,25

3. Решить задачи 1,2 по данным вашего варианта (таблица 2)

Задача 1.

Значения E_1 ; E_2 ; T для вашего варианта смотрите в таблице 1. $t_H/T=0,5$. Построить диаграмму напряжения в нагрузке. Определить среднее значение напряжения на нагрузке U_0 .

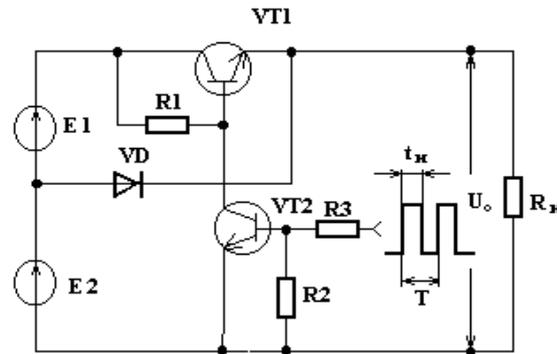
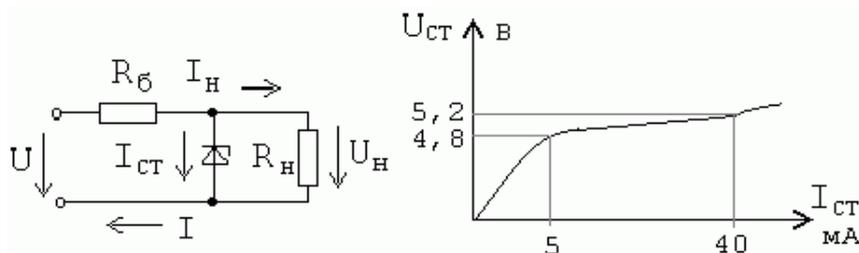


Таблица 2

Вариант	1,11,2 1	2,12,2 2	3,13,2 3	4,14,2 4	5,15,2 5	6,16,2 6	7,17,2 7	8,18,2 8	9,19,2 9	10,20,3 0
E_1 (В)	24	6	12	18	20	25	24	6	12	18
E_2 (В)	48	12	24	36	40	50	48	12	24	36
T (мс)	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1

Задача 2.

Для получения стабилизированного напряжения $U_H=5В$ на нагрузке $R_H=1кОм$ параллельно ей подключен стабилитрон, вольт-амперная характеристика которого приведена на рисунке. Определить величину балластного сопротивления R_B и его мощность, если напряжение источника питания $U=12В$.



4. Сделать выводы по работе.

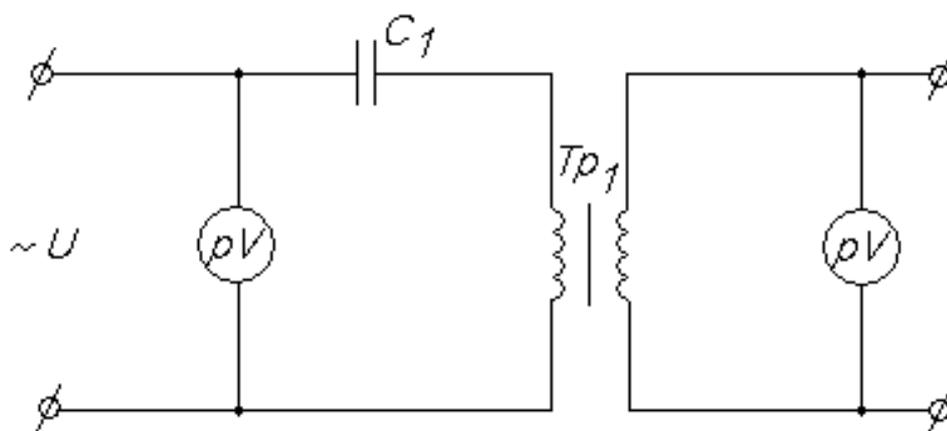
Лабораторная работа №9

Тема работы: Исследование свойств параметрических стабилизаторов переменного напряжения

Цель работы: Экспериментальным путем определить зависимость между напряжением на входе и выходе феррорезонансного стабилизатора напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и схемой феррорезонансного стабилизатора.
2. Снять зависимость выходного напряжения от входного: $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$.
3. Снять внешнюю характеристику феррорезонансного стабилизатора: $U_{\text{вых}} = f(I_{\text{наг}})$.
4. Снять осциллограмму входного и выходного напряжения.
5. Данные занести в таблицы 1 и 2.



Феррорезонансный стабилизатор

Таблица 1 Зависимость выходного напряжения от входного

$U_{\text{вых}}$ (В)					
$U_{\text{вх}}$ (В)					

Таблица 2 Внешняя характеристика феррорезонансного стабилизатора

$U_{\text{вых}}$ (В)					
$I_{\text{наг}}$ (В)					

5. Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа №10

Тема работы: Исследование свойств стабилизатора с ШИМ регулированием

Цель работы: Экспериментальным путем определить коэффициент стабилизации и коэффициент пульсации, снять внешнюю характеристику и зависимость между напряжением на входе и выходе стабилизатора.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и схемой импульсного стабилизатора.
2. Снять зависимость выходного напряжения от входного напряжения $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$.
3. Снять внешнюю характеристику импульсного стабилизатора $U_{\text{вых}} = f(I_{\text{наг}})$.
4. Данные занести в таблицы 1 и 2
5. Нарисовать графики $U_{\text{вых.}}=f(U_{\text{вх.}})$; $U_{\text{вых.}}=f(I_{\text{н}})$.

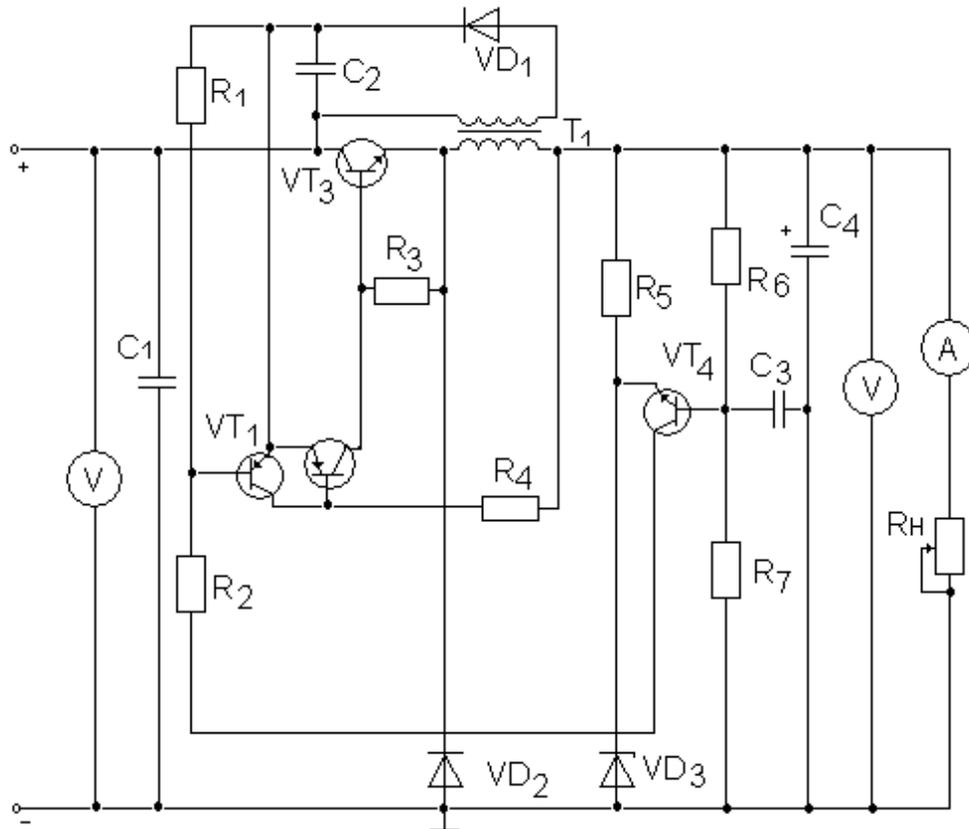


Таблица 1 Зависимость выходного напряжения от входного

$U_{\text{вых}} (В)$					
$U_{\text{вх}} (В)$					

Таблица 2 Внешняя характеристика феррорезонансного стабилизатора

$U_{\text{вых}} (В)$					
$I_{\text{наг}} (В)$					

6. Сделать выводы по работе.

Лабораторная работа №11

Тема работы: Преобразователи постоянного напряжения. Расчет преобразователей постоянного напряжения

Цель работы: Получить навыки расчета параметров преобразователей постоянного напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы, соответствующие вашему варианту (таблица 1).

Контрольные вопросы:

1. Назначение ППН.
2. Поясните понятия «инвертирование» и «конвертирование».
3. Приведите и поясните работу структурной схемы конвертора.
4. Приведите классификацию инверторов.
5. Приведите схему однотактного транзисторного преобразователя напряжения, поясните ее работу.
6. Приведите схему двухтактного преобразователя с самовозбуждением, поясните ее работу.
7. Поясните применение автономных тиристорных инверторов.
8. Приведите схему мостового инвертора тока, поясните ее работу.
9. Приведите схему двухтактного инвертора с обратными диодами, поясните ее работу.

Таблица 1

Вариант	1,11,21	2,12,22	3,13,23	4,14,24	5,15,25	6,16,26	7,17,27	8,18,28	9,19,29	10,20,30
Вопросы	1,3,5	2,4,6	3,7,8	1,4,9	2,7,5	1,4,6	1,2,8	3,4,9	2,4,6	1,7,9

3. Решить задачи 1,2 по данным вашего варианта (таблица 2)

Задача 1.

Инвертор с самовозбуждением имеет следующие параметры трансформатора: W_K , B_m , S_{mag} . Определить частоту преобразования инвертора при напряжении U_1 . Значения W_K , B_m , S_{mag} , U_1 для вашего варианта смотрите в таблице 2.

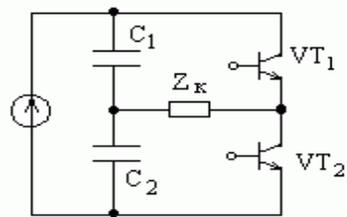
Таблица 2

Вариант	1,11,21	2,12,22	3,13,23	4,14,24	5,15,25	6,16,26	7,17,27	8,18,28	9,19,29	10,20,30
W_K (вит)	50	100	50	100	100	50	100	50	100	100
B_m (Тл)	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5
S_{mag} (см ²)	2	1	2	2	1	1	2	4	3	3
U_1 (В)	15	20	40	30	25	15	20	40	30	60

Задача 2.

Транзисторный инвертор напряжения с внешним управлением выполнен по полумостовой схеме:

1. Показать интервал времени и цепь разряда конденсатора C_1 .
2. Показать интервал времени и цепь заряда конденсатора C_1 .



4. Сделать выводы по работе.



Лабораторная работа № 12

Тема работы: Источники бесперебойного питания ИБП

Цель работы: Изучить схемы источников бесперебойного питания ИБП.

Получить навыки выбора ИПБ

Порядок выполнения работы:

1. Письменно ответить на вопросы вашего варианта (см. таблицу 1)

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
вопросы	1,8,13, 17,23, 31	2,7,14, 21,24, 32	3,9,15, 25,28, 33	4,10,16, 22,26, 35	6,12,18, 30,34, 37	5,11,20, 26,36, 38	2,8,13, 21,24, 31	1,7,14, 17,23, 32	4,9,15, 22,25, 33	3,10,16, 26,28, 35
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
вопросы	5,11,18, 27,34, 37	6,12,19, 30,36, 38	2,9,17, 20,23, 31	1,10,15, 21,24, 33	3,8,13, 25,28, 32	5,11,14, 22,26, 35	4,7,18, 30,34, 37	6,12,16, 27,36, 38	3,10,19, 21,25, 35	2,9,17, 20,24, 31
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
вопросы	1,8,13, 22,26, 32	6,7,14, 23,28, 33	5,10,15, 27,34, 35	4,11,16, 30,36, 38	5,9,17, 20,30, 37	6,12,18, 21,24, 33	1,8,19, 23,28, 35	4,9,15, 22,25, 32	2,7,16, 26,34, 37	3,12,20, 30,36, 38

Вопросы:

1. Назовите простейшие устройства для подавления выбросов напряжения.
2. Перечислите элементы, на которых реализуются схемы фильтров-ограничителей.
3. Назовите основное устройство, на котором реализуются схемы сетевых фильтров.
4. Как подразделяются устройства защиты?
5. Назначение и место включения ограничителя выбросов.
6. Перечислите достоинства ограничителей выбросов.
7. Перечислите недостатки ограничителей выбросов.
8. Охарактеризуйте ограничители выбросов в телефонной линии.
9. Перечислите типовые элементы, которые входят в схему сетевого фильтра.
10. Назначение сетевого фильтра.
11. Назначение фильтра - стабилизатора.
12. Укажите на основные отличия фильтра - стабилизатора от сетевого фильтра.
13. Назначение источников бесперебойного питания ИБП.
14. Приведите классификацию ИБП по принципу действия.
15. Поясните, почему ИБП UPS считаются лучшими из всех сетевых буферных устройств?
16. Назовите момент включения источника резервного питания SPS.
17. Поясните работу источника резервного питания SPS.
18. Перечислите недостатки источника резервного питания SPS.
19. Перечислите пассивные источники резервного питания.
20. Назовите активные источники резервного питания.
21. Приведите схему и поясните работу источника резервного питания типа Off-Line.
22. Поясните когда и как работают две параллельные ветви ИБП типа Off-Line.
23. Назовите время переключения на батарейное питание в ИБП типа Off-Line.
24. Назовите время, в течение которого способны поддержать работу персонального компьютера ИБП типа Off-Line.
25. Перечислите недостатки ИБП типа Off-Line.
26. Назовите основное рекомендуемое использование ИБП типа Off-Line.
27. Назовите основное отличие ИБП линейно-интерактивного типа от ИБП типа Off-Line.
28. Приведите схему и поясните работу ИБП линейно-интерактивного типа.
29. Назовите типовое время переключения в режим питания от батарей или обратно ИБП линейно-интерактивного типа.
30. Назовите основное использование ИБП линейно-интерактивного типа.
31. Назовите функции, которые выполняет источник бесперебойного питания UPS.

32. Укажите основное отличие конструкции UPS от конструкции SPS.
 33. Поясните, в какой конструкции (UPS или SPS) питание компьютера всегда осуществляется от аккумулятора.
 34. Поясните работу источника бесперебойного питания UPS.
 35. Назовите самый надежный тип ИБП.
 36. Приведите схему и поясните работу ИБП типа On-Line.
 37. Перечислите достоинства ИБП типа On-Line.
 38. Перечислите недостатки ИБП типа On-Line.
2. Опираясь на сравнительные характеристики ИБП (таблица 3) сделать выбор ИБП, если необходимо обеспечить следующие параметры (см. таблицу 2 вашего варианта).

Таблица 2

Параметры	1,6,11,16 21,26	2,7,12,17 22,27	3,8,13,18 23,28	4,9,14,19 24,29	5,10,15,20 25,30
Диапазон мощностей, кВА	1-2	0,5-3	2-10	0,6-4	1000
Защита от пропадания Uвх	да	да	да	да	да
Защита от импульсных и ВЧ помех	нет	нет	нет	нет	да
Защита оборудования от грозových разрядов	нет	нет	да	нет	да
Защита от длительного повышенного / пониженного напряжения	нет	да	нет	да	да
Стабилизация частоты Uвых	нет	нет	да	нет	да
Коррекция входного напряжения, В	нет	да	нет	нет	да
Время переключения, мс	менее 3	менее 4	менее 1	2	0,5
Наличие интерфейса	да	нет	да	да	да
Возможность длительной работы при отсутствии входного напряжения	нет	нет	нет	да	нет
Холодный старт	да	да	да	да	да
Работа от нестабильных источников электроэнергии (дизель генераторов)	нет	нет	нет	нет	да
Вносимые во внешнюю сеть искажения	нет	нет	нет	нет	да
Гальваническая развязка между входом и выходом	нет	нет	да	да	да

Таблица 3 Сравнительная характеристика источников бесперебойного питания

Модель	Off-Line	Line-Interactive	On-Line
Диапазон мощностей, кВА	0,25-2	0,25-4	0,6-3000
Защита от пропадания входного напряжения	да	да	да
Защита от импульсных и высокочастотных помех	нет	нет	да
Защита оборудования от грозových разрядов	нет	нет	да
Защита от длительного повышенного / пониженного напряжения	нет	да	да
Стабилизация частоты выходного напряжения	нет	нет	да
Коррекция входного напряжения, В	нет	нет / есть	есть
Время переключения, мс	менее 4	2-4	0
Наличие интерфейса	да / нет	есть	есть
Возможность длительной работы при отсутствии входного напряжения	нет	нет	есть
Холодный старт	да- нет	есть	есть
Работа от нестабильных источников электроэнергии (дизель генераторов)	нет	нет	есть
Вносимые во внешнюю сеть искажения	нет	нет	да
Гальваническая развязка между входом и выходом	нет	возможна	есть
Форма выходного напряжения	псевдо синус	синус	синус
Максимальный КПД, %	99	99	93

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Хрусталева З.А., Парфенов С.В. Источники питания радиоаппаратуры. М.: ОИЦ «Академия», 2016;
2. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. М.: ОИЦ «Академия», 2015;
3. В. М. Бушуев, В. А. Деминский и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций. «Академия», 2016;
4. Прокофьев О.А. Системы бесперебойного электропитания. «Вестник связи» №11, 2015г.
5. Асташин Е.В., Пожарская Г.Т. Российский опыт разработки систем бесперебойного электропитания. «Вестник связи» №10, 2015г.
6. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. М.: «Три Л» 2015.
8. ГОСТ 13109-87. Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.
9. Готтлиб И.М. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. Москва: Постмаркет, 2016.
10. Правила технической эксплуатации первичных сетей взаимосвязанной сети связи Российской Федерации. Книга 6. «Правила технической эксплуатации электроустановок предприятий первичных сетей». М.: Госкомсвязь, -2015г.
11. Захаров Л.Ф. Электропитание устройств связи. М.: УМЦ ЖДТ, 2015
12. Ходасевич О.Р. Устройства гарантированного электропитания: на пути к интеллектуальности. «Вестник связи» №11, 2016г.

Дополнительные источники:

1. Артамонова О.М. Выпрямители. Информационно - справочный сборник. ПГАТИ, Самара, 2015г.
2. Артамонова О.М. Аккумуляторы. Информационно - справочный сборник. ПГАТИ, Самара, 2015г.
3. Артамонова О.М. Инверторы. Информационно - справочный сборник. ПГАТИ, Самара, 2015г.
4. В.Я. Хорольский, Г.Е. Камышенков, Зиновьев «Электропитание устройств и систем связи», ООО «Печатный двор КП» 2016.

Интернет- ресурсы:

1. Электропитание устройств связи:
http://www.do.sibstutis.ru/bakalavr/sem7/course83/tema_13.htm
2. Головки В.В. Некоторые аспекты оптимизации систем электропитания постоянного тока для телекоммуникаций. <http://www/electrosystems/ru>
3. <http://www.cpk-energo.ru/>

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Группа 31 РРТк

ЖУРНАЛ ОТЧЕТОВ
по выполнению лабораторных работ
учебной дисциплины
ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем
по специальности
11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение

ВЫПОЛНИЛ _____ / _____ /

ПРИНЯЛ _____ /Барышевская Е.Н./

Белгород 2020 г.