

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматике и вычислительной техники

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

Факультет электроэнергетический

Направления бакалавриата:

220400.62 – Управление в технических системах

230100.62 – Информатика и вычислительная техника

Профили:

Управление и информатика в технических системах

Программное обеспечение средств вычислительной техники
и автоматизированных систем

Вологда
2013

УДК 621.38

Электронные устройства систем управления: рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов очной и заочной форм обучения.- Вологда: ВоГТУ, 2013 .- 24 с.

Рабочая программа и методические указания составлены в соответствии с рабочими учебными планами направлений 220400.62 и 230100.62, утвержденными в 2011 году.

За основу программы приняты требования Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения к минимуму содержания и уровню подготовки бакалавров по указанным направлениям.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ

Составитель Н.А. Сердюков, канд. техн. наук, доцент

Рецензент А.М. Водовозов, канд. техн. наук., профессор кафедры УиВС

Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – формирование общетехнических и профессиональных представлений о средствах и принципах построения базовых электронных устройств систем управления.

Требования к знаниям и умениям по дисциплине

После изучения дисциплины:

1. Студент должен иметь представление:
 - об основной элементной базе аналоговых и цифровых электронных устройств и интегральных микросхемах.
2. Студент должен знать:
 - принципы работы электронных устройств и типовые схемные реализации.
3. Студент должен уметь:
 - читать электронные схемы, рассчитывать простейшие электронные устройства с использованием типовых пакетов прикладных программ.

Требования к минимуму содержания дисциплины

Основной элементный базис аналоговых и цифровых электронных устройств и интегральных микросхем; усилители постоянного и переменного тока, генераторы, активные фильтры, стабилизаторы напряжения и тока и другие аналоговые электронные устройства как на базе дискретных элементов, так и на базе операционных усилителей и других интегральных схем; комбинационные схемы: кодовые преобразователи, шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультимплексоры, сумматоры, цифровые компараторы; последовательностные устройства: триггеры, счетчики, регистры; аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и другие элементы на базе цифровых интегральных микросхем; основы расчета и проектирования; энергетические аспекты электроники; особенности построения и расчета выходных каскадов, источников вторичного электропитания и других типовых электронных устройств.

Для направления подготовки 220400.62 – управление в технических системах общая трудоемкость дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов), в том числе в семестрах (часы указаны для студентов очной формы обучения):

Семестр	Трудоемкость					РПР, курсовая работа, курсовой проект	Форма промежуточной аттестации
	всего		аудитория	СРС	экз.		
	ЗЕТ	час.	час.	час.	час.		
5	6	216	Лекций – 32 Лабораторных работ – 32 Практических занятий - 16	100	36	кп	зачет экзамен

Для направления подготовки 230100.62 – информатика и вычислительная техника общая трудоемкость дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов), в том числе в семестрах (часы указаны для студентов очной формы обучения):

Семестр	Трудоемкость					РПР, курсовая работа, курсовой проект	Форма промежуточной аттестации
	всего		аудитория	СРС	экз.		
	ЗЕТ	час.	час.	час.	час.		
5	6	216	Лекций – 48 Лабораторных работ – 32	100	36	кп	зачет экзамен

Тематический план изучения дисциплины

Лекционные занятия

Тема 1. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

- 1.1. Виды проводимостей полупроводников, р-п переход, принцип его работы, основные свойства, вольтамперная характеристика ([1], 1.1).
- 1.2. Разновидности полупроводниковых диодов.([1], 1.1.6).
- 1.3. Четырехслойные приборы (тиристоры), их свойства, характеристики, применение ([1],1.4).
- 1.4. Биполярные транзисторы, принцип работы, основные характеристики, параметры, применение ([1],1.2).
- 1.5. Полевые транзисторы с управляющим переходом, основные свойства, параметры, характеристики, применение([1],1.2; [2],2.3).
- 1.6. МОП-транзисторы, основные свойства, параметры, характеристики, применение([1],1.2; [2],2.3).
- 1.7. Оптоэлектронные приборы-разновидности, основные характеристики, применение ([1], 1.5).

Тема 2. АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

- 2.1. Классификация усилителей электрических сигналов ([2],5.1.).
- 2.2. Статический режим активных элементов и его обеспечение([1], 2.3; [2], глава 6).
- 2.3. Схемы включения активных элементов в усилительных каскадах и их свойства ([2], глава 6; [1], 2.3, 2.4).
- 2.4. Малосигнальные параметры активных элементов и их использование для расчета качественных показателей линейных схем ([1], 1.2.6; [2], 2.2, 2.3).
- 2.5. Разновидности обратных связей в усилителях и их основные характеристики ([1], 2.2.; [2], глава 5).
- 2.6. Операционные усилители, принцип работы, основные свойства ([1], 1.6).
- 2.7. Инвертирующее, неинвертирующее и дифференциальное включение ОУ, схемотехника, основные свойства, применение ([1], 2.5).
- 2.8. Интеграторы, дифференциаторы и избирательные усилители на ОУ, схемотехника, свойства, применение ([2], глава 8).
- 2.9. Генераторы гармонических колебаний ([1],2.9).

Тема 3. ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1. Ключевой режим работы активных элементов, типовые ячейки ТТЛ, КМОПТЛ, принцип действия, свойства ([1], 3.1, 3.3).

3.2. Функционально полные системы логических элементов и их использование при проектировании цифровых устройств ([1], 3.; [2], глава 14).

3.3. Цифровые сумматоры, схемотехника, свойства, применение ([1], 3.4.3).

3.4. Дешифраторы, мультиплексоры и демультимплексоры, свойства, характеристики, применение ([1], 3.4.1, 3.4.2).

3.5. АЛУ, постоянные и оперативные запоминающие устройства ([1], 3.6; [2], глава 18).

3.6. RS-, T-, D- и JK-триггеры, свойства, схемотехника, применение ([1], 3.5.1).

3.7. Триггерные счетчики импульсов, свойства, схемотехника, применение ([1], 3.5.2).

3.8. Регистры, принцип работы, схемотехника, свойства, применение ([1], 3.5.3).

3.9. Компараторы, схемотехника, характеристики, применение ([2], глава 9; [1], 3.4.4).

3.10. ЦАП - принцип работы, схемотехника, параметры, применение ([1], 3.8.2).

3.11. АЦП - принцип работы, схемотехника, параметры, применение ([1], 3.8.3).

3.12. Формирователи импульсов и мультивибраторы. Схемотехника, основные характеристики, применение ([1], 3.9; [2], глава 20).

В программе курса после каждой темы указаны возможные источники для изучения этой темы, причем в квадратных скобках указан порядковый номер книжки из списка литературы в конце данного пособия, а далее номер раздела или параграфа в этой книжке.

Для углубленного изучения курса можно использовать книги [5, 9 - 14], в которых содержится большое количество материалов практического характера.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

В лабораторном практикуме предусмотрены следующие работы:

- исследование выпрямителей, сглаживающих фильтров и электронных стабилизаторов,
- исследование полупроводниковых усилителей электрических сигналов,
- исследование типового звена активного RC-фильтра,
- исследование релаксационных генераторов на операционном усилителе,
- исследование триггеров и триггерного счетчика,
- исследование арифметико-логического устройства,
- исследование цифро-аналогового преобразователя,
- исследование интегральной схемы сдвоенного одновибратора,
- исследование оптронов,
- исследование коммутаторов, дешифраторов и преобразователей кодов,
- исследование логических элементов и простейших комбинационных устройств,
- исследование генераторов гармонических колебаний.

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В курсовом проекте предусмотрена разработка типовых электронных устройств (стабилизированные источники вторичного электропитания, активные фильтры и т.п.).

Варианты заданий и порядок работы над проектом определяют методическими указаниями к курсовому проектированию.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

При заочной форме обучения по курсу выполняются две контрольные работы, причем в первой контрольной решаются задачи 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, и 1.5, а во второй 2.1, 2.2, 2.3, 2.4. Из таблицы вариантов, имеющейся в тексте задачи, нужно выбрать вариант так, чтобы его номер совпадал с последней цифрой шифра студента (номер его зачетной книжки).

В конце условия каждой задачи в круглых скобках приводятся источники информации, которые можно использовать для решения соответствующей задачи.

Контрольная работа № 1

Задача № 1.1.

Найдите в справочнике описания указанных в таблице 1 вариантов транзисторов, перерисуйте их вольтамперные характеристики и определите графически по этим характеристикам численные значения h -параметров для биполярных транзисторов, S и R_i полевых транзисторов. Объясните физический смысл этих параметров. Сравните полученные параметры с приведенными в справочнике. Сделайте выводы. Нарисуйте условные обозначения всех транзисторов, напишите названия их выводов и полные названия транзисторов. Если найти в справочнике характеристики указанных транзисторов не удалось, то допускается замена марки транзистора по выбору студента (можно выбрать те транзисторы, на которые удалось найти в справочнике как вольтамперные характеристики, так и параметры).

Таблица 1

Вариант	Биполярный транзистор	Полевой транзистор	Примечание
1	КТ342	КП303	
2	КТ312	КП302	
3	КТ339	КП301	
4	КТ315	КП303	
5	КТ361	КП302	
6	КТ361	КП301	
7	КТ315	КП301	
8	КТ343	КП303	
9	КТ339	КП103	
0	КТ343	КП302	

([8], разделы 2.4 и 2.5; [8], стр.94; справочники).

Задача № 1.2.

Начертите принципиальную электрическую схему простейшего однофазного двухполупериодного выпрямителя на полупроводниковых диодах. В таблице 2 заданы:

- величина **постоянного** напряжения U на выходе выпрямителя,
- постоянный ток нагрузки I .

Входное **переменное** напряжение для всех вариантов – 220 вольт, 50 Герц.

Таблица 2

Вариант	U, Вольт	I, мА	Примечание
1	5	700	
2	9	500	
3	12	500	
4	15	400	
5	24	300	
6	27	800	
7	36	600	
8	110	50	
9	12	800	
0	15	600	

Определите амплитуду входного напряжения и амплитуду выходного напряжения.

Рассчитайте коэффициент трансформации трансформатора, обоснуйте выбор подходящих диодов.

Нарисуйте в числовой системе координат временные диаграммы (осциллограммы) входного и выходного напряжений, а также тока в диоде.

Нарисуйте схему выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром.

Нарисуйте эскиз осциллограмм выходного напряжения и тока в диоде для схемы с фильтром.

([1], 2.10.1, 2.10.2; [2], стр.465 – 484; [8], разделы 4.3 и 4.4; справочники).

Задача № 1.3.

Рассчитайте однокаскадный усилитель на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером. Марку транзистора следует взять из таблицы вариантов к задаче № 1.1 или ту марку, которую Вы исследовали в задаче № 1.1.

При расчете рекомендуется принять следующие допущения:

1) сопротивление нагрузки очень велико ($R_n \rightarrow \infty$) и поэтому не влияет на свойства усилителя (можно взять это сопротивление – 100 кОм);

2) внутреннее сопротивление источника входного сигнала стремится к нулю, т.е. этот источник является идеализированным источником напряжения.

В контрольной работе необходимо привести принципиальную электрическую схему усилителя с указанием **номинальных значений** резисторов и конденсаторов, обоснованно выбрать и указать рабочую точку транзистора (его статический режим), рассчитать и привести значения следующих качественных показателей:

- коэффициент усиления по напряжению;
- входное сопротивление усилителя;
- выходное сопротивление усилителя.

Задачу рекомендуется решать в следующем порядке:

- нарисовать принципиальную схему в общем виде (например, рис.2.18 в [1]);

- нарисовать вольтамперные характеристики заданного транзистора и записать параметры этого транзистора (из справочника и задачи № 1.1);

- выбрать рабочую точку транзистора (можно, например, в средней части нагрузочной линии), предварительно задавшись подходящим напряжением питания усилителя и постоянным коллекторным током транзистора;

- по выбранной рабочей точке рассчитать значения резисторов схемы, округлить их до ближайших номинальных значений, после чего проверить, удалось ли попасть в выбранную рабочую точку;

- после выполнения предыдущих пунктов с учетом характеристик транзистора рассчитать качественные показатели однокаскадного усилителя.

([1]), раздел 2.3.2; [2], 6.1.5).

Задача № 1.4.

Рассчитайте однокаскадный усилитель на полевом транзисторе, включенном по схеме с общим источником. Марку транзистора следует взять из таблицы вариантов к задаче № 1.1 или ту марку, которую Вы исследовали в задаче № 1.1.

При расчете рекомендуется принять следующие допущения:

1) сопротивление нагрузки очень велико ($R_n \rightarrow \infty$) и поэтому не влияет на свойства усилителя (можно взять это сопротивление – 100 кОм);

2) внутреннее сопротивление источника входного сигнала стремится к нулю, т.е. этот источник является идеализированным источником напряжения.

В контрольной работе необходимо привести принципиальную электрическую схему усилителя с указанием номинальных значений

резисторов и конденсаторов, обоснованно выбрать и указать рабочую точку транзистора (его статический режим), рассчитать и привести значения следующих качественных показателей:

коэффициент усиления по напряжению;

входное сопротивление усилителя;

выходное сопротивление усилителя.

Задачу рекомендуется решать в следующем порядке:

- нарисовать принципиальную схему в общем виде (например, рис.2.24 в [1]);

- нарисовать вольтамперные характеристики заданного транзистора и записать параметры этого транзистора (из справочника и задачи № 1.1);

- выбрать рабочую точку транзистора (можно, например, в средней части нагрузочной линии), предварительно задавшись подходящим напряжением питания усилителя и постоянным током стока транзистора;

- по выбранной рабочей точке рассчитать значения резисторов схемы, округлить их до ближайших номинальных значений, после чего проверить, удалось ли попасть в выбранную рабочую точку;

- после выполнения предыдущих пунктов с учетом характеристик транзистора рассчитать качественные показатели однокаскадного усилителя.

([1]), раздел 2.4; [2], 6.2; [8], 5.6).

Задача № 1.5.

Перечислите основные разновидности логических элементов. Приведите их условные графические обозначения и объясните выполняемые функции. Проведите сравнительный анализ различных видов (базисов) логики.

([1], 3.3; [2], глава 14).

Контрольная работа № 2

Задача № 2.1.

Рассчитайте мультивибратор на операционном усилителе. Частота импульсов на выходе мультивибратора задана в таблице вариантов (см. табл. 3).

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Частота (кГц)	0.5	1	0.8	2	1.5	1.2	0.3	0.4	3	2.5

Задачу рекомендуется решать в следующем порядке:

- выбрать принципиальную схему мультивибратора на операционном усилителе (например, рис. 3.166 в [1]);
- выбрать из справочника подходящую интегральную микросхему операционного усилителя;
- нарисовать **полную** принципиальную электрическую схему мультивибратора;
- произвести расчет резисторов и других элементов схемы (найти численные значения для выбора этих резисторов и элементов);
- округлить рассчитанные значения элементов до ближайших номинальных значений и **нанести их на принципиальную схему** мультивибратора;
- нарисовать временные диаграммы, поясняющие работу мультивибратора.

([1], 3.9).

Задача № 2.2.

Нарисуйте условные обозначения RS-, T-, D- и JK-триггеров.

Объясните принцип работы каждого из них.

Найдите в справочнике конкретные интегральные микросхемы, реализующие функции указанных выше триггеров, приведите их названия, графические обозначения. Выпишите из справочника параметры этих микросхем. Что описывают эти параметры?

Приведите схему включения подходящей интегральной схемы для обеспечения работы в режиме счетного триггера (Т-триггера). Нарисуйте временные диаграммы, иллюстрирующие работу предложен-

ной Вами схемы. Определите частоту появления импульсов на выходе счетного триггера, если на его входе частота равна 100Гц.

([1], 3.5; [2], глава 17).

Задача № 2.3.

Найдите в справочнике интегральные микросхемы цифровых запоминающих устройств, номер серии которых указан в таблице вариантов (таблица 4), нарисуйте их условные обозначения, напишите полное название микросхем, их функциональное назначение, опишите назначение выводов микросхем и приведите примеры использования различных видов запоминающих устройств в электронной аппаратуре.

Таблица 4

Вариант	серия ИМС	примечание
1	K573	
2	K1500	
3	K132	
4	K555	
5	K537	
6	K565	
7	K573	
8	K556	
9	K1601	
0	K561	

Допускается выбор серии ИМС, отличающейся от указанной в таблице вариантов.

([1], 3.6; [2], глава 21; справочники по ИМС).

Задача № 2.4.

Составьте принципиальную электрическую схему двоичного счетчика на интегральных микросхемах (подходящие, по Вашему мнению, интегральные микросхемы подберите из справочника).

Коэффициент пересчета счетчика (количество его состояний или же максимальное число импульсов, которое способен подсчитать счетчик) задается таблицей вариантов (табл. 5):

Таблица 5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коэффициент пересчета	25	30	50	18	20	44	35	40	22	48

Объясните принцип работы предложенной Вами схемы и составьте таблицу истинности (таблицу состояний) счетчика, отражающую все его состояния и последовательность перехода из одного состояния в другое.

([1], 3.5; [2], 17.9.2; справочники по ИМС).

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ (РЕЖИМ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)

Работа № 1. Построение и исследование вольтамперных характеристик (ВАХ) диода и стабилитрона

1. Выбрать из библиотеки системы моделирования диод по правилу: в названии диода должна содержаться цифра, соответствующая последней цифре в номере студента в списке группы.

2. Составить принципиальную электрическую схему для снятия вольтамперной характеристики диода.

Обратите внимание на то, что участки характеристики, на которых ток меняется незначительно, следует снимать, подавая необходимое напряжение и контролируя величину тока, а участки, на которых наблюдается незначительное изменение напряжения, следует снимать, подавая необходимый ток (**от источника тока!**) и контролируя величину напряжения.

Обе схемы можно объединить в одну, снабдив схему управляемым с клавиатуры переключателем.

3. Снять ВАХ, соответствующую "прямому" включению диода. При этом диапазон изменения прямого тока следует установить от 0 до 20 миллиАмпер. Количество точек на этом участке должно быть не менее 12.

4. Снять ВАХ, соответствующую "обратному" включению диода. При этом диапазон изменения обратного напряжения следует установить от 0 до 30 Вольт (особенно тщательно следует снимать на-

чальный участок характеристики при напряжениях до 1 Вольта). Количество точек на этом участке должно быть не менее 15.

5. Построить ВАХ диода на листах формата А4, выбрав подходящие (но обязательно **разные!**) масштабы для "прямой" и "обратной" ветвей ВАХ.

6. Рассчитать динамическое сопротивление диода в указанных преподавателем точках ВАХ.

7. Выбрать из библиотеки стабилитрон с напряжением стабилизации, которое определяется по правилу: 4 Вольта плюс последняя цифра в номере студента в списке группы.

8. Повторить пункты 2-5, но в пункте 4 необходимо **экспериментально** определить напряжение пробоя и после пробоя тщательно снять рабочий участок стабилитрона, изменяя **обратный** ток до величины 20 миллиАмпер.

9. Рассчитать динамическое сопротивление стабилитрона на рабочем участке.

В отчете привести цель работы, схемы проведения экспериментов, ВАХ диода и стабилитрона, расчеты и выводы по работе.

Работа № 2. Исследование простейших выпрямителей и фильтров

1. Начертить схему **однополупериодного** выпрямителя на диоде, исследованном в работе №1 (сеть 220 Вольт, 50 Герц, на выходе выпрямителя должно быть **постоянное** напряжение 10 Вольт плюс последняя цифра в номере студента в списке группы). Нагрузка выпрямителя 20 килоОм. Рассчитать необходимый коэффициент трансформации трансформатора.

2. Собрать рассчитанную схему выпрямителя и сравнить полученное на выходе напряжение с заданным. Объяснить причины расхождения. Снять осциллограммы напряжений на входе и выходе выпрямителя, осциллограмму тока диода и построить их **в связанной числовой** системе координат.

3. Начертить схему **мостового двухполупериодного выпрямителя** на диодах, исследованных в работе 1 (сеть 220 Вольт, 50 Герц, на выходе выпрямителя должно быть **постоянное** напряжение 10 Вольт плюс последняя цифра в номере студента в списке группы). Нагрузка выпрямителя 20 килоОм. Рассчитать необходимый коэффициент трансформации трансформатора.

4. Собрать рассчитанную схему выпрямителя и сравнить полученное на выходе напряжение с заданным. Объяснить причины расхождения. Снять осциллограммы напряжений на входе и выходе выпрямителя, осциллограмму тока в диоде моста и построить их в связанной числовой системе координат.

5. Снять **внешнюю** характеристику (зависимость **напряжения** на выходе выпрямителя от **тока** нагрузки выпрямителя) обоих выпрямителей, изменяя ток нагрузки от 0 до 100 миллиАмпер (количество точек не менее 15), построить их в одной системе координат, сравнить между собой и сделать выводы.

6. Подключить к однополупериодному выпрямителю емкостной фильтр (10 микроФарад). Нагрузка 20 килоОм. Измерить полученное на выходе напряжение. Сравнить его с расчетным значением. Снять осциллограммы напряжений на входе и выходе выпрямителя, осциллограмму тока диода и построить их в связанной числовой системе координат.

7. Подключить к двухполупериодному выпрямителю емкостной фильтр (10 микроФарад). Нагрузка 20 килоОм. Измерить полученное на выходе напряжение. Сравнить его с расчетным значением. Снять осциллограммы напряжений на входе (сеть) и выходе выпрямителя, осциллограмму тока диода моста и построить их в связанной числовой системе координат.

8. Снять внешнюю характеристику обоих выпрямителей с **фильтром**, изменяя ток нагрузки от 0 до 100 миллиАмпер (количество точек не менее 15), построить их в одной системе координат, сравнить между собой и сделать выводы.

В отчете привести цель работы, расчеты, схемы проведения экспериментов, осциллограммы, графики внешних характеристик обоих выпрямителей с фильтром и без фильтра, выводы по работе.

Работа № 3. Построение и исследование вольтамперных характеристик биполярного транзистора

1. Выбрать из библиотеки системы моделирования биполярный транзистор по правилу: в названии транзистора должна содержаться цифра, соответствующая последней цифре в номере студента в списке группы. (Для студентов заочной формы обучения транзистор следует выбирать в соответствии с заданием в контрольной работе).

2. Составить принципиальную электрическую схему для снятия входной (базовой) вольтамперной характеристики транзистора. Обратите внимание, что участки характеристики, на которых ток меняется незначительно, следует снимать, подавая необходимое напряжение и контролируя величину тока, а участки, на которых наблюдается незначительное изменение напряжения, следует снимать, подавая необходимый ток (**от источника тока!**) и контролируя величину напряжения. Обе схемы можно объединить в одну, снабдив схему управляемым с клавиатуры переключателем. Снять ВАХ при коллекторном напряжении 5 Вольт. Диапазон изменения тока базы от 0 до 20 микроАмпер. Количество точек должно быть не менее 12.

3. Снять семейство выходных (коллекторных) ВАХ при **четырёх** фиксированных значениях тока базы (от 0 до 20 микроАмпер). При этом диапазон изменения коллекторного напряжения следует установить от 0 до 20 Вольт (особенно тщательно следует снимать начальный участок характеристики при напряжениях до 1 Вольта). Количество точек на одной характеристике должно быть не менее 15.

4. Построить ВАХ транзистора в числовой системе координат на листах формата А4, выбрав подходящие масштабы для входной и выходных ВАХ.

5. Рассчитать по **экспериментально** снятой ВАХ в заданной преподавателем рабочей точке основные **h-параметры** транзистора (входное сопротивление, коэффициент усиления, выходное сопротивление).

В отчете привести цель работы, схемы проведения экспериментов, ВАХ транзистора, расчеты и выводы по работе.

Работа № 4. Построение и исследование вольтамперных характеристик полевого транзистора

1. Выбрать из библиотеки системы моделирования полевой транзистор по правилу: в названии транзистора должна содержаться цифра, соответствующая последней цифре в номере студента в списке группы. (Для студентов заочной формы обучения транзистор следует выбирать в соответствии с заданием в контрольной работе).

2. Составить принципиальную электрическую схему для снятия входной (стоко-затворной) вольтамперной характеристики транзистора. Снять ВАХ при напряжении на стоке транзистора 10 Вольт. Количество точек должно быть не менее 12.

3. Снять семейство выходных (стоковых) ВАХ при **четырёх** фиксированных значениях напряжения на затворе. При этом диапазон изменения напряжения на стоке следует установить от 0 до 20 Вольт (особенно тщательно следует снимать начальный участок характеристики при напряжениях до 3 Вольт). Количество точек на одной характеристике должно быть не менее 15.

4. Построить ВАХ транзистора в числовой системе координат на листах формата А4, выбрав подходящие масштабы для входной и выходных ВАХ.

5. Рассчитать по ВАХ в заданной преподавателем рабочей точке основные параметры транзистора (крутизна, выходное сопротивление, коэффициент усиления).

В отчете привести цель работы, схемы проведения экспериментов, ВАХ транзистора, расчеты и выводы по работе.

Работа № 5. Экспериментальное исследование простейших усилителей низкой частоты на биполярном транзисторе

1. Составить принципиальную электрическую схему усилителя низкой частоты **с указанием номинальных значений** всех элементов. Эта схема должна быть предварительно рассчитана (транзистор включить по схеме с общим эмиттером). На принципиальной схеме необходимо указать подключаемые к усилителю приборы и изобразить схему их подключения.

2. С помощью системы компьютерного моделирования Workbench или аналогичной смоделировать Вашу принципиальную схему, содержащую Ваш усилитель и подключенные к нему приборы.

3. Экспериментально проверить положение рабочей точки транзистора. При несоответствии рабочей точки выбранной Вами – подогнать её под требуемые координаты. Получить у преподавателя задание по перемещению рабочей точки.

4. Экспериментально по осциллографу и приборам переменного тока определить качественные показатели усилителя – входное и выходное сопротивления, коэффициент усиления по напряжению на частоте 1 кГц, сравнить их с расчетными значениями (рекомендуется установить величину входного переменного напряжения 1 миллиВольт). Начертить осциллограммы входного и выходного напряжений в числовой системе координат.

Если соответствие имеется, получите у преподавателя контрольное задание по данной лабораторной работе.

5. Включить транзистор по схеме с общей базой и повторить пункт 4. Сравнить результаты с предыдущими. Сделать выводы.

6. Включить транзистор по схеме с общим коллектором и повторить пункт 4. Сравнить результаты с предыдущими. Сделать выводы.

В отчете привести цель работы, схемы усилителей с номиналами, расчеты рабочей точки и качественных показателей, результаты моделирования и выводы.

Работа № 6. Экспериментальное исследование простейших усилителей низкой частоты на полевом транзисторе

1. Составить принципиальную электрическую схему усилителя низкой частоты с указанием номинальных значений всех элементов. Эта схема должна быть предварительно рассчитана (транзистор включить по схеме с общим истоком). На принципиальной схеме необходимо указать подключаемые к усилителю приборы и изобразить схему их подключения.

2. С помощью системы компьютерного моделирования Workbench или аналогичной смоделировать Вашу принципиальную схему, содержащую Ваш усилитель и подключенные к нему приборы.

3. Экспериментально проверить положение рабочей точки транзистора. При несоответствии рабочей точки выбранной Вами – подогнать её под требуемые координаты. Получить у преподавателя задание по перемещению рабочей точки.

4. Экспериментально по осциллографу и приборам переменного тока определить качественные показатели усилителя – входное и выходное сопротивления, коэффициент усиления по напряжению на час-

тоте 1 кГц, сравнить их с расчетными значениями (рекомендуется установить величину входного переменного напряжения 1 миллиВольт). Начертить осциллограммы входного и выходного напряжений в числовой системе координат.

5. Если соответствие имеется, получите у преподавателя контрольное задание по данной лабораторной работе.

Включить транзистор по схеме с общим затвором и повторить пункт 4. Сравнить результаты с предыдущими. Сделать выводы.

В отчете привести цель работы, схемы усилителей с номиналами, расчеты рабочей точки и качественных показателей, результаты моделирования и выводы.

Работа № 7. Исследование мультивибратора на операционном усилителе

1. Составить принципиальную электрическую схему мультивибратора на операционном усилителе **с указанием номинальных значений всех элементов**. Эта схема должна быть предварительно рассчитана. На принципиальной схеме необходимо указать подключаемые к усилителю приборы и изобразить схему их подключения.

2. С помощью системы компьютерного моделирования Workbench или аналогичной смоделировать Вашу принципиальную схему, содержащую Ваш мультивибратор и подключенные к нему приборы.

3. Экспериментально проверить работу мультивибратора при помощи осциллографа. При несоответствии параметров мультивибратора заданным в Вашем варианте – подстроить мультивибратор. Начертить осциллограммы напряжений в различных точках схемы **в связанной числовой** системе координат.

4. Экспериментально проверить влияние номиналов компонентов мультивибратора на его параметры (прежде всего, на частоту выходных импульсов). По результатам построить графики управляемости мультивибратора, т. е. зависимости частоты импульсов от значения тех или иных компонентов схемы (при построении каждой зависимости необходимо сделать не менее **пяти** измерений). Сделать выводы.

5. Получите у преподавателя контрольное задание по данной лабораторной работе.

В отчете привести цель работы, схему мультивибратора с номиналами, осциллограммы его работы в различных точках схемы, графики по п.4, результаты моделирования и выводы.

Работа № 8. Исследование активного фильтра

1. Нарисовать принципиальную электрическую схему активного фильтра на операционных усилителях с указанием номинальных значений всех элементов. Эта схема должна соответствовать схеме из **Вашего** курсового проекта или схеме из методических указаний к курсовому проектированию. На принципиальной схеме необходимо указать подключаемые к усилителю приборы и изобразить схему их подключения.

2. С помощью системы компьютерного моделирования Workbench или аналогичной смоделировать Вашу принципиальную схему, содержащую Ваш активный фильтр и подключенные к нему приборы.

3. Экспериментально проверить работу активного фильтра при помощи осциллографа. Подключить к фильтру графопостроитель и снять частотную характеристику. Проверить соответствие полученной частотной характеристики заданной.

4. Экспериментально проверить влияние номиналов компонентов фильтра на его частотную характеристику. По результатам построить графики АЧХ фильтра в полулогарифмической системе координат. Сделать выводы.

5. Получите у преподавателя контрольное задание по данной лабораторной работе.

В отчете привести цель работы, схему фильтра с номиналами, таблицу, отображающую изменение номинальных значений компонентов фильтра по п.4, графики по п.3 и п.4, результаты моделирования и выводы.

Работа № 9. Исследование источников вторичного электропитания

1. Нарисовать принципиальную электрическую схему источника питания с указанием номинальных значений всех элементов. Эта схема должна соответствовать схеме из **Вашего** курсового проекта или схеме из методических указаний к курсовому проектированию. На принципиальной схеме необходимо указать подключаемые к источнику приборы и изобразить схему их подключения.

2. С помощью системы компьютерного моделирования Workbench или аналогичной смоделировать Вашу принципиальную схему, содержащую источник питания и подключенные к нему приборы.

3. Экспериментально проверить работу источника питания при помощи осциллографа и других измерительных приборов. Повторить

все эксперименты, описанные в методических указаниях. Проверить соответствие полученных характеристик расчетным или приведенным в методических указаниях.

4. Экспериментально проверить влияние номиналов компонентов источника на его свойства. Сделать выводы.

5. Получите у преподавателя контрольное задание по данной лабораторной работе.

В отчете привести цель работы, схему источника питания, схемы его испытаний, осциллограммы в основных точках схемы, таблицу, отображающую влияние изменения номинальных значений компонентов источника на его свойства по п.4, результаты моделирования и выводы.

Библиографический список

Основная литература:

1. Лачин, В. И. Электроника : учеб. пособие для вузов по направлению "Автоматизация и упр." / В. И. Лачин, Н. С. Савелов . - Изд. 8-е . - Ростов н/Д : Феникс , 2010 . - 703 с.
2. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника : полный курс: учебник по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин; А. И. Гуков . - М. : Горячая линия-Телеком , 2005 . - 768 с.
Дополнительная литература:
3. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника : учеб. пособие по специальностям "Компьютерная безопасность" и "Комплексное обеспечение информац. безопасности автоматизир. систем" / А. И. Кучумов . - 2-е изд., перераб. и доп. . - М. : Гелиос АРВ , 2004 . - 335 с.
4. Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учеб. пособие для вузов / В. Н. Павлов . - М. : Academia , 2008 . - 287, [1] с.
5. Алексенко, А. Г. Основы микросхемотехники / А. Г. Алексенко . - 3-е изд. . - М. : Лаборатория Базовых Знаний и др. , 2002 . - 448 с.
6. Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в" / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков . - Изд. 3-е, стер. . - М. : Высш. шк. , 2006 . - 287, [1] с.
7. Игумнов, Д. В. Основы полупроводниковой электроники : учеб. пособие по специальности "Прикладная информатика" / Д. В. Игумнов, Г. П. Костюнина . - М. : Горячая линия-Телеком , 2005 . - 391 с.
8. Горошков, Б. И. Электронная техника : учеб. пособие по специальностям: "Приборостроение", "Электроника и микроэлектроника, радиотехника и телекоммуникации" / Б. И. Горошков, А. Б. Горошков . - М. : Academia , 2005 . - 314 с.
9. Прянишников, В. А. Электроника : полный курс лекций / В. А. Прянишников . - 5-е изд. . - СПб. : КОРОНА принт ; М.: Бинном-Пресс , 2006 . - 415 с.

10. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: в 2 т. Т. 1 / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. под ред. М. В. Гальперина . - Изд. 3-е, стер. . - М. : Мир , 1986 . - 598 с.
11. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: в 2 т. Т. 2 / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. под ред. М. В. Гальперина . - Изд. 3-е, стер. . - М. : Мир , 1986 . - 590 с.
12. Кауфман, М. Практическое руководство по расчетам схем в электронике: справочник: в 2 т. Т. 1 / М. Кауфман, А. Сидман; под ред. Ф. Н. Покровского . - М. : Энергоатомиздат , 1991 . - 365 с.
13. Кауфман, М. Практическое руководство по расчетам схем в электронике : справочник: в 2 т. Т. 2 / М. Кауфман, А. Сидман; под ред. Ф. Н. Покровского . - М. : Энергоатомиздат , 1993 . - 287 с.
14. Маркировка электронных компонентов . - 9-е изд., стер. . - М. : Додэка-XXI , 2004 . - 208 с.
15. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович . - 2-е изд. . - М. : Додэка-XXI , 2007 . - 527, [1] с.
16. Бабарушкин, В. А. Оформление дипломных и курсовых проектов : метод. пособие / В. А. Бабарушкин, Н. Н. Тюкин . - Вологда : ВоГТУ , 2005 . - 59 с.

Подписано в печать 29.04.2013. Усл. печ. л. . Тираж .
Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ № _____

Отпечатано: РИО ВоГТУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15