

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления
210100.62 – Электроника и наноэлектроника

2014

Орликов Леонид Николаевич

Компоненты электронных схем : методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Л.Н. Орликов. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2014. – 13 с.

Методические указания содержат программу, перечень важнейших изучаемых тем учебного курса, для проверки знаний приведены вопросы для самопроверки, приведен перечень вопросов для самостоятельного изучения.

Предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению «Электроника и наноэлектроника» по курсу «Компоненты электронных схем».

© Орликов Леонид Николаевич, 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой ЭП
_____ С.М. Шандаров
«__» _____ 2014 г.

КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика»

Разработчик

_____ Л.Н. Орликов
«__» _____ 2014 г.

Содержание

Введение.....	5
1 Введение. Характеристики сигналов в электронных устройствах систем управления	6
2 Основной элементный базис электронных устройств. Компоненты оптоэлектроники и технические средства отображения информации.	6
3 Усилители электрических сигналов.....	7
4 Обратные связи (ОС) в усилителях.....	7
5 Транзисторные усилители.....	7
6 Статический режим однокаскадного усилителя переменного тока	7
7 Однокаскадный усилитель с общим эмиттером (ОЭ).....	7
8 Однокаскадный усилитель с общей базой (ОБ). Однокаскадный усилитель с общим коллектором (ОК) – эмиттерный повторитель (ЭП)	7
9 Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад с эмиттерной связью.	8
10 Транзисторные усилители с непосредственной связью (усилители постоянного тока). Дифференциальные (балансные) усилители (ДУ)	8
11 Лабораторные занятия.....	8
12 Практические занятия.....	9
13 Темы для самостоятельного изучения.....	10
14 Заключение	11
Список литературы	12

Введение

Основной целью дисциплины является формирование у студентов прочной теоретической базы по характеристикам и принципу действия основных компонентов электронных схем (резистор, конденсатор, индуктивность, диод, стабилитрон, биполярный и полевой транзисторы, тиристор), классификации и основным областям их применения в электронике, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электронных устройств.

Задачи дисциплины: ознакомление с основными видами полупроводниковых и оптоэлектронных приборов: их классификацией, принципами и режимами функционирования, основными характеристиками; изучение типовых схемотехнических решений схем усиления и фильтрации электрических сигналов, электронных схем коммутации, схем сравнения, схем источников вторичного питания, а также базовых логических элементов; овладение умениями и навыками выбирать по заданным критериям электронные компоненты для реализации электронных схем, анализировать работу электронных схем, работать с технической и справочной литературой.

Дисциплина «Компоненты электронных схем» относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла дисциплин (БЗ.В.ДВ.1.2) рабочего учебного плана для направления 210100.62 «Электроника и наноэлектроника»; предшествующая для дисциплин профессионального цикла: «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы». Изучение дисциплины «Компоненты электронных схем» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);

- способностью собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и наноэлектроники (ПК-18).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- о физических процессах и полупроводниковых приборах, знание их характеристик и областей применения;

- структуры, принципов построения, областей применения и методов расчета основных электронных схем аналогового и цифрового действия

уметь:

– анализировать физические процессы, происходящие в электронных приборах и схемах;

– выполнять расчетные работы по созданию аналоговых и цифровых электронных схем, обеспечивать их наладку, испытание и рациональное техническое обслуживание.

владеть: методами решения творческих, исследовательских задач за счет самостоятельного изучения и проработки технической литературы, анализа и синтеза электронных схем с учетом их назначения, требуемых характеристик и параметров, экспериментального исследования разработанных электронных схем.

1 Введение. Характеристики сигналов в электронных устройствах систем управления

Предметы и задачи дисциплины. Роль электроники в народном хозяйстве. Понятие об электронных элементах систем управления. История развития электроники, вклад российских ученых.

Понятие об электрических сигналах, их характеристиках, форме, временных и спектральных соотношениях. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы

2 Основной элементный базис электронных устройств. Компоненты оптоэлектроники и технические средства отображения информации.

Полупроводниковые диоды. Основные параметры. Биполярные транзисторы. Принцип действия. Схемы включения. Статические вольтамперные характеристики транзистора, включенного по схеме с ОБ и с ОЭ. Основные параметры транзистора. Инерционные свойства. Полевые (униполярные) транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Статические ВАХ. Основные параметры. Особенности компонентов электронных устройств в микроминиатюрном исполнении. Классификация ИМС: аналоговые и цифровые. Пассивные и активные элементы ИМС.

Фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, фотоприемники матричного типа. Основные характеристики и параметры. Полупроводниковые и электролюминесцентные приборы.

3 Усилители электрических сигналов

Типы усилителей и схемы замещения. Параметры усилителя. Частотные характеристики идеального и реального усилителя. Линейные искажения входного сигнала. Переходная характеристика. Импульсная характеристика. Нелинейные искажения. Амплитудная характеристика. Динамический диапазон. Согласование усилителя с нагрузкой и с источником входных сигналов. Многокаскадные усилители и принципы их построения

4 Обратные связи (ОС) в усилителях

Виды ОС. Влияние ОС на передаточную, переходную и импульсную характеристику усилителя. Частотно-независимая и частотно-зависимая ОС, их влияние на параметры усилителя

5 Транзисторные усилители

Особенности построения. Типы усилительных каскадов. Характеристики. Соединение каскадов с источником сигналов, нагрузкой и между собой.

6 Статический режим однокаскадного усилителя переменного тока

Температурная нестабильность режима. Методы стабилизации параметров рабочей точки. Выбор и расчет режима по постоянному току.

7 Однокаскадный усилитель с общим эмиттером (ОЭ)

Общая эквивалентная схема. Эквивалентные схемы в области средних, низших и высших частот. Основные параметры и расчетные соотношения. Частотные и переходные характеристики. Коррекция характеристик

8 Однокаскадный усилитель с общей базой (ОБ). Однокаскадный усилитель с общим коллектором (ОК) – эмиттерный повторитель (ЭП)

Эквивалентные схемы в области средних, низших и высших частот. Основные параметры и расчетные соотношения. Частотные и переходные характеристики.

Замечательные свойства ЭП. Основные параметры и расчетные соотношения. Работа ЭП при малых и больших выходных сигналах. Сложные повторители

9 Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилительный каскад с эмиттерной связью.

Однокаскадный усилитель с общим истоком. Эквивалентная схема. Основные параметры и расчетные соотношения. Однокаскадный усилитель с общим стоком – истоковый повторитель. Основные параметры и расчетные соотношения.

Принцип работы. Коэффициент усиления по напряжению. Входное и выходное сопротивления

10 Транзисторные усилители с непосредственной связью (усилители постоянного тока). Дифференциальные (балансные) усилители (ДУ)

Особенности согласования источника сигналов, нагрузки и каскада. Дрейф нулевого отсчета (температурный и временной). Способы компенсации дрейфа.

Основные параметры и расчетные соотношения. Разновидности ДУ. Способы подавления синфазных сигналов. Усилительные каскады с каскадным включением транзисторов. ДУ на полевых транзисторах.

Операционные усилители (ОУ).

Назначение. Структура ОУ. Схемные решения. Параметры. ОУ как источник напряжения, управляемый напряжением. ОУ масштабирующие и суммирующие устройства: инвертирующие и неинвертирующие усилители, повторитель, суммирующее устройство нескольких входных сигналов, вычитающее устройство

Мощные выходные каскады.

Принципиальные схемы. Однотактные и двухтактные каскады. Усилители класса А, В, АВ, Д. Энергетические соотношения КПД. Нелинейные искажения. Бестрансформаторные усилители мощности

11 Лабораторные занятия

В процессе выполнения лабораторных занятий студент не только закрепляет теоретические знания, но и пополняет их. Вся работа при выполнении лабораторной работы разбивается на следующие этапы: вступительный, проведение эксперимента и обработка результатов.

В процессе домашней подготовки студент проверяет качество усвоения проработанного материала по вопросам для самоконтроля, относящимся к изучаемой теме. Без проведения такой предварительной подготовки к лабораторной работе студент не допускается к выполнению эксперимента.

Помимо домашней работы студенты готовятся к выполнению эксперимента также на рабочем месте: они знакомятся с установкой, уточняют порядок выполнения работы, распределяют рабочие функции

между членами бригады. В ходе аудиторной подготовки преподаватель путем собеседования выявляет и оценивает степень готовности каждого студента к проведению эксперимента и знание им теоретического материала. Студенты, не подготовленные к выполнению работы или не представившие отчеты по предыдущей работе, к выполнению новой работы могут быть не допущены и все отведенное время для лабораторной работы должны находиться в лаборатории, изучать по рекомендованной литературе тот материал, с которым они не познакомились дома. К выполнению работы они могут быть допущены только после собеседования и в часы сверх расписания по договоренности с преподавателем. Все пропущенные лабораторные работы по уважительным или неуважительным причинам могут быть выполнены в конце семестра на дополнительных занятиях.

Второй этап работы – проведение эксперимента в лаборатории. На этом этапе очень важно, чтобы студент выполнил самостоятельно и грамотно необходимые измерения и наблюдения, укладываясь в отведенное для этого время. При организации своей работы для проведения эксперимента целесообразно исходить из рекомендаций, изложенных в руководствах для выполняемой лабораторной работы.

На последнем этапе работы студент производит обработку данных измерений и анализ полученных результатов.

Отчет студента по работе должен быть индивидуальным. Анализ результатов является важной частью отчета.

Ниже приведены названия лабораторных работ.

1. Исследование полупроводниковых диодов
2. Исследование статических характеристик полевого транзистора
3. Исследование рабочих точек биполярного транзистора

12 Практические занятия

На практических занятиях студенты учатся анализировать физические процессы, происходящие в электронных приборах и схемах; выполнять расчетные работы по созданию аналоговых и цифровых электронных схем, обеспечивать их наладку, испытание и рациональное техническое обслуживание, а также решения творческих, исследовательских задач за счет самостоятельного изучения и проработки технической литературы, анализа и синтеза электронных схем с учетом их назначения, требуемых характеристик и параметров, экспериментального исследования разработанных электронных схем.

Перед практическими занятиями студент должен повторить лекционный материал, ответив на вопросы для самоконтроля по необходимой теме, а также просмотреть рекомендации по решению типичных задач этой темы.

Темы практических занятий приведены ниже:

1. Полупроводниковые диоды
2. Биполярные транзисторы
3. Усилительные каскады и режимы их работы
4. Операционные усилители

Для решения задач на практических занятиях и для самостоятельного решения рекомендуется использовать учебное пособие: Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Физические основы электроники: Учебное пособие. — 2е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 560 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5856

Для практического занятия 1. Полупроводниковые диоды - задачи и примеры решения представлены на стр 266-283.

Для практического занятия 2. Биполярные транзисторы - задачи и примеры решения представлены на стр.314-342.

Для практического занятия 3. Усилительные каскады и режимы их работы - задачи и примеры решения представлены на стр.470-510

Для практического занятия 4. Операционные усилители - задачи и примеры решения представлены на стр.534-558.

13 Темы для самостоятельного изучения

Темы для самостоятельного изучения обобщают приобретенные знания и позволяют студенту самостоятельно решать поставленные задачи. Тематика самостоятельных работ предполагает углубленное изучение нижепредложенных тем.

1. Причины отклонения реальной ВАХ диодов от идеальной.
2. Влияние объемного сопротивления базы; последовательное и параллельное включение.
3. Распределение неосновных носителей в базе для различных режимов работы транзистора.
4. Зависимость дифференциальных параметров от схемы включения транзистора, методы их определения по ВАХ транзистора.
5. Зависимость коэффициентов передачи тока эмиттера и базы от уровня инжекции.
6. Особенности конструкции мощных транзисторов.
7. Сравнительные параметры полевых и биполярных транзисторов.
8. Основные характеристики схем с полевыми приборами.
9. Особенность работы тиристоров на индуктивную и емкостную нагрузку.

Фазоимпульсный метод управления тиристорами.

По одной выбранной теме студент пишет реферат

14 Заключение

В итоге изучения тем студент должен твердо, как минимум знать следующие вопросы.

1. Как обозначается на схемах биполярный транзистор р-п-р и п-р-п типа.
2. Объяснить работу транзистора.
3. Назовите механизм переноса носителей в базе.
4. Нарисуйте три схемы включения транзистора.
5. Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общей базой.
6. Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общим эмиттером.
7. Нарисуйте и объясните зависимость коэффициента передачи транзистора от тока эмиттера.
8. Как обозначается на схемах полевые транзисторы с каналами п и р типа.
9. Нарисуйте схему включения полевого транзистора.
10. Расскажите о принципе работы полевого транзистора.
11. Как устроен полевой транзистор с управляющим р-п – переходом.
12. МДП транзисторы
13. Что такое напряжение насыщения.
14. Что такое напряжение отсечки.
15. Нарисуйте эквивалентную схему полевого транзистора.
16. Расскажите о преимуществах полевого транзистора по сравнению с биполярным.
17. Однопереходной транзистор, устройство и принцип его работы.
18. Расскажите принцип работы тиристора.
19. Устройство тиристора и обозначение его на схеме.
20. Вольт амперная характеристика тиристора.
21. Основные параметры тиристора.
22. Динистор, устройство и принцип его работы.
23. Симистор, устройство и принцип его работы.
24. Общие сведения о аналоговых интегральных микросхемах.
25. Структура электронного усилителя.
26. Частотные характеристики идеального и реального усилителя
27. Многокаскадные усилители и принципы их построения
28. Влияние ОС на передаточную, переходную и импульсную характеристику усилителя
29. Соединение каскадов с источником сигналов, нагрузкой и между собой.
30. Выбор и расчет режима по постоянному току.
31. Эквивалентные схемы в области средних, низших и высших частот.

32. Работа ЭП при малых и больших выходных сигналах
33. Усилительные каскады на полевых транзисторах.
34. Усилительный каскад с эмиттерной связью.
35. Дифференциальные (балансные) усилители (ДУ).
36. Операционные усилители (ОУ).
37. Принципиальные схемы мощных выходных каскадов
38. Бестрансформаторные усилители мощности.

Список литературы

1. Микросхемотехника и наноэлектроника / А.Н. Игнатов. – СПб, 2011. – 528 с. ISBN 978-5-8114-1161-0
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2035
2. Электротехника и электроника / Ермуратский П.В., Лычкина Г.П., Минкин Ю.Б. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 417 с ISBN 978-5-94074-688-1
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5856
3. Твердотельные приборы и устройства: учебное пособие / А.С. Шангин – Томск: ТУСУР, 2012. – 156 с.
<http://edu.tusur.ru/training/publications/2438>
4. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006. - 478[2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 468-474. - ISBN 5-8114-0368-2 Экз - 98
5. Основы микроэлектроники : Учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. - Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045-0 Экз – 212
6. Исследование полупроводниковых диодов: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. – 17 с <http://edu.tusur.ru/training/publications/2449>
7. Исследование статических характеристик полевого транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. – 16 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/2453>
8. Исследование рабочих точек биполярного транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. – 25 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/2454>
9. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Физические основы электроники: Учебное пособие. — 2е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 560 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5856 (для практических занятий: стр 266-283, стр.314-342, стр.470-510, стр.534-558.)
10. Компоненты электронных схем: методические указания к самостоятельной работе / Л.Н. Орликов – Томск: ТУСУР, 2012. – 15 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/2440>

Учебное пособие

Орликов Л.Н.

Компоненты электронных схем

Методические указания по самостоятельной работе

Усл. печ. л. Препринт
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40