

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 «Фотоника и оптоинформатика»

2012

Орликов Леонид Николаевич

Компоненты электронных схем : методические указания по самостоятельной работе для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» / 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, 2012. – 15 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 «Фотоника и оптоинформатика» по курсу «Компоненты электронных схем».

© Орликов Леонид Николаевич, 2012

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
«__» _____ 2012 г.

КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

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

Разработчик

_____ Л.Н. Орликов
«__» _____ 2012 г.

Содержание

| | |
|---|--|
| Введение..... | 5 |
| 1 Основы физики полупроводников. Ошибка! Закладка не определена. | |
| 1.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 1.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2 Полупроводниковые диоды | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 3 Биполярные транзисторы | Ошибка! Закладка не определена. |
| 3.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 3.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4 Полевые транзисторы | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5 Приборы с «S» - образной характеристикой Ошибка! Закладка не определена. | |
| 5.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 6 Аналоговые интегральные микросхемы Ошибка! Закладка не определена. | |
| 6.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 6.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 7 Цифровые интегральные микросхемы Ошибка! Закладка не определена. | |
| 7.1 Содержание раздела | Ошибка! Закладка не определена. |
| 7.2 Вопросы для самопроверки | Ошибка! Закладка не определена. |
| 8 Лабораторные занятия | 9 |
| 9 Темы для самостоятельного изучения | 10 |
| 10 Заключение | 10 |
| Список литературы | 11 |

Введение

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

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.

Основные знания, получаемые при изучении дисциплины заключаются в:

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

- знании структур, принципов построения, областей применения и методов расчета основных электронных схем аналогового и цифрового действия.

Основные умения, приобретаемые студентами при изучении дисциплины:

- умение анализировать физические процессы, происходящие в электронных приборах и схемах;

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

Основные навыки, получаемые студентами в процессе изучения дисциплины:

- способность 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

Предметы и задачи дисциплины. Роль электроники в народном хозяйстве. Дальнейшее развитие электроники и систем управления. Понятие об электронных элементах систем управления. Система, элемент и взаимосвязь между ними. История развития электроники, вклад российских ученых.

2 Характеристики сигналов в электронных устройствах систем управления

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

3 Основной элементный базис электронных устройств

Полупроводниковые диоды. Основные параметры. Инерционные свойства. Разновидность полупроводниковых диодов. Биполярные транзисторы. Принцип действия. Схемы включения. Статические вольтамперные характеристики транзистора, включенного по схеме с ОБ и с ОЭ. Основные параметры транзистора. Инерционные свойства. Эквивалентные схемы. Полевые (униполярные) транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Статические ВАХ. Основные параметры. Эквивалентная схема. Инерционные свойства. МДП-транзисторы. Статические ВАХ. Основные параметры. Эквивалентная схема. Инерционные свойства. Особенности компонентов электронных устройств в микроминиатюрном исполнении. Основные технологические процессы при изготовлении полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС). Внешние характеристики ИМС. Классификация ИМС: аналоговые и цифровые. Пассивные и активные элементы ИМС. Изоляция элементов. Степень интеграции ИМС, БИС, СБИС, ССБИС.

4 Компоненты оптоэлектроники и технические средства отображения информации

Общие сведения. Управляемые источники света. Фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, фотоприемники матричного типа. Основные характеристики и параметры. Световоды. Простейшие оптроны. Жидкокристаллические приборы. Газонаполненные и вакуумные приборы. Полупроводниковые и электролюминесцентные приборы.

5 Усилители электрических сигналов

Общие сведения. Структура электронного усилителя. Основные определения. 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. Чувствительность и стабильность. Многокаскадные усилители и принципы их построения. Понятие об устойчивости усилителей.

6 Обратные связи (ОС) в усилителях

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

7 Транзисторные усилители

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

8 Статический режим однокаскадного усилителя переменного тока

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

9 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

10 Однокаскадный усилитель с общей базой (ОБ)

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

11 Однокаскадный усилитель с общим коллектором (ОК) – эмиттерный повторитель (ЭП)

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

12 Усилительные каскады на полевых транзисторах

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

13 Усилительный каскад с эмиттерной связью

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

14 Транзисторные усилители с непосредственной связью (усилители постоянного тока)

Особенности согласования источника сигналов, нагрузки и каскада. Дрейф нулевого отсчета (температурный и временной). Способы компенсации дрейфа. Усилители с термокомпенсацией. Модуляторы и демодуляторы.

15 Дифференциальные (балансные) усилители (ДУ)

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

16 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.

17 Мощные выходные каскады

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

18 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 полупроводниковых стабилитронов
3. Исследование статических характеристик транзистора
4. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора
5. Исследование статических характеристик полевого транзистора
6. Исследование рабочих точек биполярного транзистора

19 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

20 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_cid=25&pl1_id=908
3. 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
4. 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

5. Исследование полупроводниковых диодов: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

6. Исследование полупроводникового стабилизатора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

7. Исследование статических характеристик транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

8. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

9. Исследование статических характеристик полевого транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

10. Исследование рабочих точек биполярного транзистора: методические указания к лабораторным занятиям / А.С. Шангин. – Томск: ТУСУР, 2012. <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

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