

№ 203

А.Н. Душин
М.С. Анисимова
И.С. Попова

Электротехника и электроника

Электроника

Лабораторный практикум

№ 203

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра электротехники и микропроцессорной электроники

А.Н. Душин

М.С. Анисимова

И.С. Попова

Электротехника и электроника

Электроника

Лабораторный практикум

Рекомендовано редакционно-издательским
советом университета



Москва 2012

УДК 621.38:004.42
Д86

Рецензент
канд. физ.-мат. наук, доц. *С.Ю. Юрчук*

Душин, А.Н.
Д86 Электротехника и электроника : электроника : лаб. практикум / А.Н. Душин, М.С. Анисимова, И.С. Попова. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 107 с.

В лабораторный практикум включены описания лабораторных работ, выполняемых в среде Multisim и Electronic Workbench.

Описания лабораторных работ содержат краткое изложение вопросов теории, методику проведения экспериментов и обработки полученных данных, контрольные вопросы. В практикум включены работы по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, их использованию в аналоговой и цифровой технике.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлениям 011200, 150100, 150400, 151000, 210100, 220700, 221400, 221700, 222900, 261400, 280700 при выполнении лабораторных работ по курсу «Электротехника и электроника».

© А.Н. Душин,
М.С. Анисимова,
И.С. Попова, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Правила работы в компьютерном классе	5
Правила выполнения лабораторных работ	6
Содержание отчета о лабораторной работе	7
Лабораторная работа 1. Диоды.....	8
Лабораторная работа 2. Тринисторы	13
Лабораторная работа 3. Источники вторичного электропитания	21
Лабораторная работа 4. Биполярные транзисторы. Параметры и характеристики	31
Лабораторная работа 5. Полевые транзисторы. Параметры и характеристики	38
Лабораторная работа 6. Усилители на биполярных транзисторах	44
Лабораторная работа 7. Усилительные схемы на операционных усилителях	51
Лабораторная работа 8. Генераторы сигналов на операционных усилителях	64
Лабораторная работа 9. Применение операционных усилителей для решения дифференциальных уравнений.....	74
Лабораторная работа 10. Логические элементы. Комбинационная логика	80
Лабораторная работа 11. Триггеры	92
Библиографический список	103
Приложение. Электронные элементы и приборы	104

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий лабораторный практикум включает описание лабораторных работ по аналоговой электронике и цифровой электронике, разработанных для выполнения в компьютерном классе в среде Multisim 9 или Electronic Workbench. В разделе аналоговой электроники представлены материалы по принципу работы дискретных полупроводниковых приборов – диодов, биполярных и полевых транзисторов, триггеров, стабилитронов, их применению в схемах усиления и преобразования электрических сигналов.

В разделе цифровой электроники представлены материалы по свойствам полупроводниковых устройств, позволяющих производить действия с дискретными электрическими сигналами, арифметические и логические действия с числами. Показаны возможности применения цифровых электронных приборов для управления различными устройствами и контроля их режимов работы.

В ходе выполнения работ студенты получают дополнительно информацию по правилам составления электронных схем, обозначениям приборов, методам измерения.

ПРАВИЛА РАБОТЫ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ

1. Работающим в компьютерном классе не разрешается находиться в верхней одежде, иметь при себе продукты питания.
2. Во время работы в компьютерном классе должна соблюдаться тишина.
3. При работе в компьютерном классе категорически запрещается:
 - без разрешения преподавателя включать или выключать компьютер;
 - переключать шланги питания, соединительные кабели компьютера и монитора;
 - запускать программы, не используемые при выполнении лабораторной работы;
 - класть сумки, портфели на компьютерный стол;
 - записывать рабочие файлы в директории на жестком диске и на сменные диски;
 - перенастраивать параметры используемой программы;
 - синтезировать электрические схемы, не входящие в план лабораторной работы;
 - вводить собственный пароль входа в систему;
 - пользоваться папкой «Панель управления»;
 - открывать другие жесткие диски;
 - оставлять рабочее место без предупреждения об этом преподавателя;
 - загрязнять рабочее место.
4. По окончании работы в компьютерном классе студент должен оставить рабочее место в порядке.
5. При неполадках в работе компьютера студент должен сообщить об этом преподавателю, ведущему занятия.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе с применением интерактивной программы Multisim 9 (или Multisim 10) и Electronic Workbench (далее EWB5_12).

2. Для допуска к выполнению лабораторных работ студент обязан ознакомиться с правилами работы в компьютерном классе и правилами техники безопасности.

3. К началу лабораторной работы студенту необходимо ознакомиться с ее содержанием, изучить теоретические сведения по теме лабораторной работы, подготовить отчет для внесения экспериментальных данных и выполнения расчетов.

4. Полученные в ходе выполнения работы результаты студент должен занести в отчет о лабораторной работе.

5. При анализе результатов лабораторной работы полученные расчетные данные и характеристики необходимо прокомментировать (пояснить) с позиций известных теоретических положений.

6. Выводы по результатам лабораторной работы следует занести в отчет.

7. Студент должен защитить оформленную лабораторную работу. К защите допускаются студенты, получившие допуск, выполнившие лабораторную работу в полном объеме задания и оформившие ее в соответствии с настоящими правилами.

8. Для защиты лабораторной работы необходимо представить расчетно-графический экспериментальный результат и уметь объяснить его, а также ответить на вопросы преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа оформляется в виде отчета на скрепленных листах формата А4 (или в лабораторной тетради) с титульным листом. Схемы, графики и таблицы должны быть начерчены карандашом с использованием трафарета или линейки либо с применением графических средств персонального компьютера с соблюдением принятых стандартных условных обозначений.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

2. Наименование лабораторной работы.
3. Цель работы.
4. Краткое теоретическое введение и расчетные формулы.
5. Электрические схемы цепей с измерительными приборами.
6. Таблицы с расчетными и экспериментальными данными.
7. Графики, временные диаграммы, вольт-амперные характеристики (ВАХ).

Выводы по результатам лабораторной работы.

Лабораторная работа 1

ДИОДЫ

1.1. Цель работы

Изучить вольт-амперные характеристики диодов, их применение для управления мощностью, реализации управляемых выпрямителей.

1.2. Теоретическое введение

Полупроводниковый диод – электронный прибор с двумя выводами от p - n перехода анодом и катодом. Идеальный диод имеет сопротивление, равное нулю при «прямой» полярности напряжения (плюс на аноде, минус на катоде) и бесконечно большое сопротивление при обратной полярности. Условное обозначение диода и вольт-амперная характеристика идеального диода приведены на рис. 1.1.

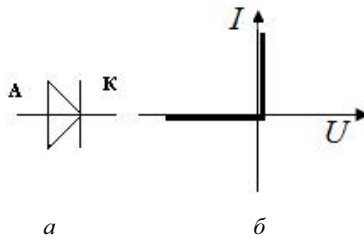


Рис. 1.1. Обозначение (а) и идеализированная вольт-амперная характеристика диода (б)

Реальная вольт-амперная характеристика германиевых и кремниевых диодов при положительных напряжениях аппроксимируется экспоненциальной функцией вида

$$I = I_s \left(\exp \frac{U}{mU_T} - 1 \right),$$

где I_s – обратный ток (100 нА для германиевых диодов, 10 нА для кремниевых диодов);

m – поправочный коэффициент (от 1 до 2);

U_T – термический потенциал,

$U_T = kT/e = 0,863 \cdot 10^{-4} T$ (примерно 25 мВ при комнатной температуре),
здесь k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; e – заряд электрона.

Значения прямого напряжения при токе $I_{\max}/10$ составляют около 0,35 В для германиевых и 0,62 В для кремниевых диодов. Изменение прямого напряжения на 60...120 мВ приводит к изменению тока в 10 раз, т.е. при напряжении 0,5 В ток через кремниевый диод составит лишь $1/100 I_{\max}$. Изменение температуры при фиксированном токе приводит к изменению напряжения приблизительно на -2 мВ на градус.

К основным параметрам диодов относятся:

- средний прямой ток $I_{\text{пр.ср}}$;
- допустимое обратное напряжение $U_{\text{обр max}}$;
- среднее прямое напряжение $U_{\text{пр.ср}}$;
- средний обратный ток $I_{\text{обр}}$ при $U_{\text{обр max}}$;
- f_m – верхнее значение частоты, при которой сохраняются основные параметры.

На рис. 1.2 приведено условное обозначение стабилитрона, идеальная вольт-амперная характеристика и ВАХ с идеальной характеристикой в первом квадранте и линейризованной реальной характеристикой в третьем квадранте.

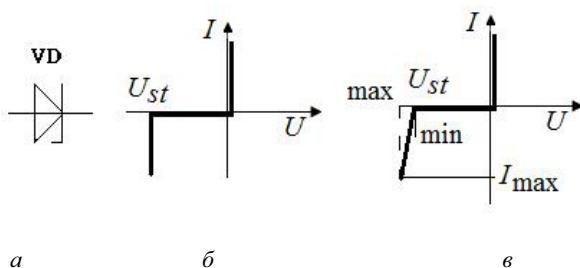


Рис. 1.2. Обозначение (а) и вольт-амперные характеристики (б, в) стабилитрона

Для стабилитронов в справочниках приводят следующие параметры:

- номинальное напряжение стабилизации $U_{\text{ст.ном}}$;
- разброс напряжения стабилизации при номинальном токе ($U_{\text{ст min}}$, $U_{\text{ст max}}$);
- дифференциальное сопротивление $R_{\text{диф}}$;
- минимальный и максимальный ток стабилитрона $I_{\text{ст min}}$, $I_{\text{ст max}}$;
- допустимая рассеиваемая мощность P_{\max} .