

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИНК

_____ В.Н. Бориков
« ___ » _____ 2016 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Электроника 1.1», «Электроника 1.2», «Электроника 1.3»
для студентов направлений 12.03.01 «Приборостроение» и
12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» и др.

Авторы-составители **В.В. Гребенников, Ю.В. Мутовин**

Издательство
Томского политехнического университета
2016

УДК 681.2(076.5)

ББК 34.9я7

Г79

Гребенников В.В.

Г79 Исследование полупроводниковых диодов : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Электроника 1.1», «Электроника 1.2», «Электроника 1.3» для студентов II курса, обучающихся по направлениям 12.03.01 «Приборостроение», 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» и др. / авторы-сост. В.В. Гребенников, Ю.В. Мутовин ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 24 с.

УДК 681.2(076.5)

ББК 34.9я7

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
промышленной и медицинской электроники ИНК
«__»_____ 2016 г.

Зав. кафедрой ПМЭ, кандидат физико-
математических наук _____

Ф.А. Губарев

Председатель учебно-методической
комиссии _____

Ф.А. Губарев

Рецензент

доцент кафедры ПМЭ ТПУ

Д.Н. Огородников

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2016

© Гребенников В.В., Мутовин Ю.В.,

Составление, 2016

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение характеристик и параметров диодов: выпрямительного, Шоттки, стабилитрона и светодиода; исследование работы в диодов в схемах однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.

2. ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Предварительное домашнее задание:

а) изучить темы курса “*p-n*-переход”, “Полупроводниковые диоды” и содержание данной работы, быть готовым ответить на все контрольные вопросы;

б) пользуясь принципиальными схемами, приведенных в данном руководстве, начертить схемы соединений для проведения экспериментов, перечисленных в лабораторной работе.

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

4.1. Экспериментальное исследование выпрямительного диода

а) собрать схему для исследования выпрямительного диода на постоянном токе в соответствии с принципиальной схемой рис. 4.1. Для измерения анодного тока включить миллиамперметр постоянного тока с пределом 100 мА. Для измерения анодного напряжения использовать встроенный мультиметр. Последовательно с диодом включить токоограничивающий резистор R_n , предварительно установив его ручку в крайнее левое положение.

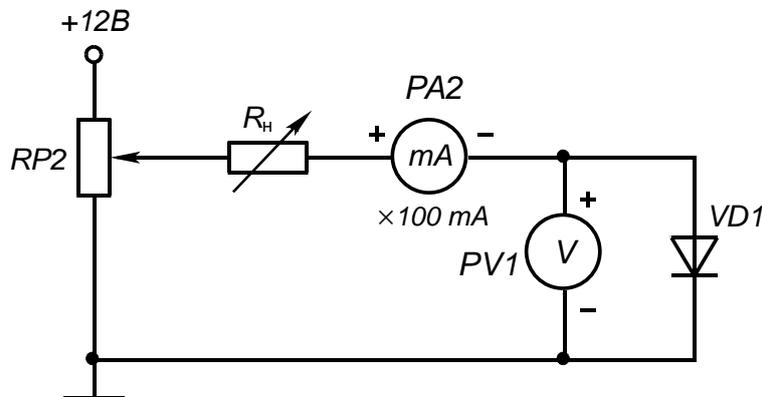


Рис. 4.1

Снять вольтамперную характеристику выпрямительного диода на постоянном токе для прямой ветви (рис. 4.1); для снятия характеристик регулировать напряжение на выходе потенциометра $RP2$; результаты измерений занести в таблицу, по которой построить прямую ветвь ВАХ (10-15 точек);

б) собрать схему для снятия обратной ветви ВАХ $VD1$, подключив к $RP2$ источник питания $-12В$ и заменив миллиамперметр, поменяв также его полярность подключения (рис. 4.2); снять обратную ветвь ВАХ диода;

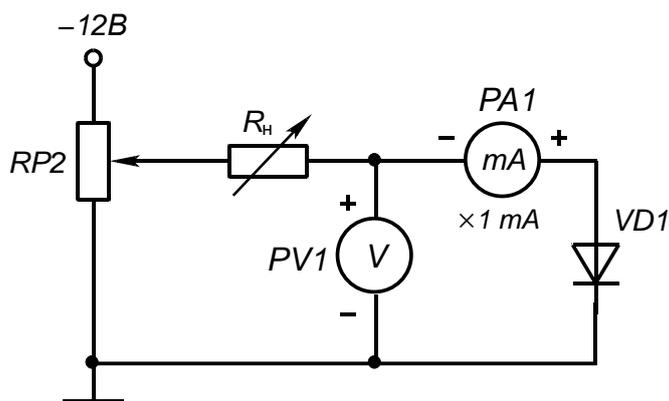


Рис. 4.2

в) определить параметры диода: максимальное напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии $U_{a\max}$ при максимальном анодном токе $I_{a\max}$, пороговое напряжение e_0 , дифференциальное сопротивление r_d и статическое сопротивление $R_{ст}$. Сравнить дифференциальное и статическое сопротивление диода;

г) собрать схему для получения ВАХ диода на экране осциллографа. Исследование выпрямительного диода выполняется на переменном токе в соответствии с принципиальной схемой, изображенной на рис. 4.3. Вход Y (CH2) осциллографа подключить к шунту $RS2$, а корпус осциллографа (землю) соединить с общим проводом (землей) схемы. Вход X (CH1) осциллографа подключить к аноду диода. При этом переключатель развертки осциллографа должен быть установлен в положение $X-Y$. Светящуюся точку на экране осциллографа поместить в начало координат. Подать питание. Зарисовать ВАХ диода, определить масштабы по току и напряжению;

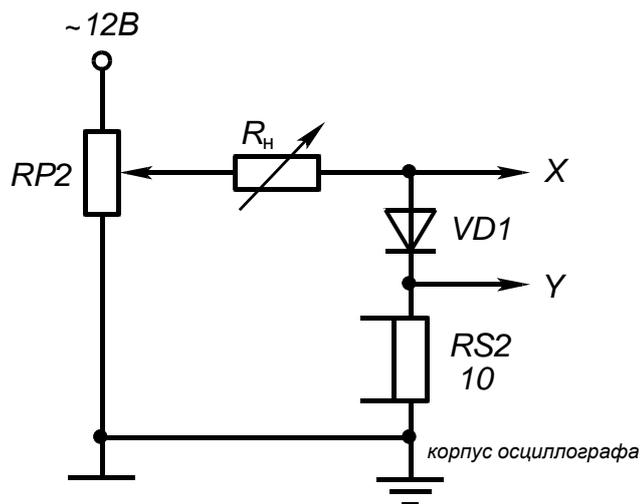


Рис. 4.3

д) определить по осциллограмме параметры диода: максимальное напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии $U_{a \max}$ при максимальном анодном токе $I_{a \max}$, пороговое напряжение e_0 и дифференциальное сопротивление r_d , сравнить с результатами, полученными на постоянном токе;

4.2 Экспериментальное исследование диода Шоттки

Выполнить пункт 4.1 г для диода Шоттки, используя схему на рис. 4.1. ВАХ построить на том же рисунке, что и в п.4.1. Сравнить ВАХ и параметры диода Шоттки с параметрами и ВАХ обычного выпрямительного диода.

4.3 Экспериментальное исследование стабилитрона

Выполнить пункт 4.1 г для стабилитрона, включив в схему резистор R_6 . ВАХ построить на том же рисунке, что и в п.4.1. Сравнить ВАХ стабилитрона и ВАХ обычного выпрямительного диода. По ВАХ определить напряжение стабилизации $U_{ст}$ и дифференциальное сопротивление $r_{д ст}$ (на участке стабилизации).

4.4 Экспериментальное исследование светодиода

Собрать схему для исследования прямой ветви ВАХ светодиода на постоянном токе подобно рис. 4.1, заменив $VD1$ на $VD3$, и подключив в качестве токоограничивающего резистора $R_6 = 1 \text{ кОм}$; снять ВАХ и построить ее на том же рисунке, что и в п.4.1. Определить ток, при котором становится заметным свечение.

4.5 Экспериментальное исследование

однополупериодного выпрямителя на диоде

а) собрать схему выпрямителя по рис. 4.4. В качестве вольтметров использовать: PV1 в режиме измерения переменного напряжения, PV2 – в режиме измерения постоянного напряжения. Подключить входы осциллографа. Переключатель развертки осциллографа перевести на временную развертку. Установить синхронизацию от сети;

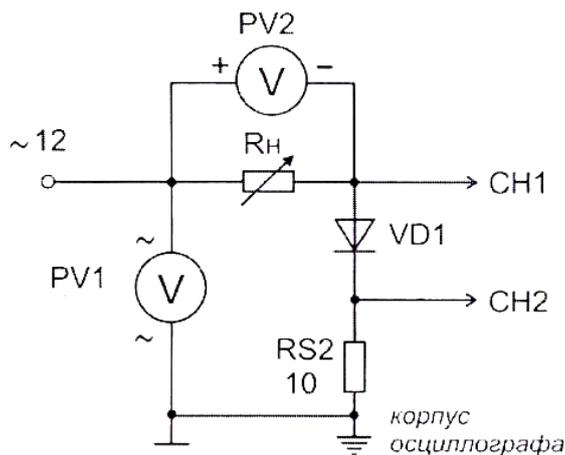


Рис. 4.4

б) снять осциллограммы напряжения на диоде U_a и анодного тока I_a . Снять осциллограмму напряжения на нагрузке U_H , переключив входы осциллографа;

Примечание: Для измерения напряжения на R_H необходимо второй канал осциллографа подключить к входу схемы (источник ~12В). Включить инвертирование канала CH1. В режиме «MATH» установить суммирование каналов «A+B»;

в) измерить с помощью вольтметров и определить связь между переменным напряжением питания и постоянным напряжением на нагрузке;

г) включить конденсатор C_2 параллельно сопротивлению нагрузки (рис. 4.5); снять осциллограммы напряжения на диоде U_a и анодного тока I_a . Снять осциллограмму напряжения на нагрузке U_H , переключив входы осциллографа по аналогии с пунктом 4.5 б;

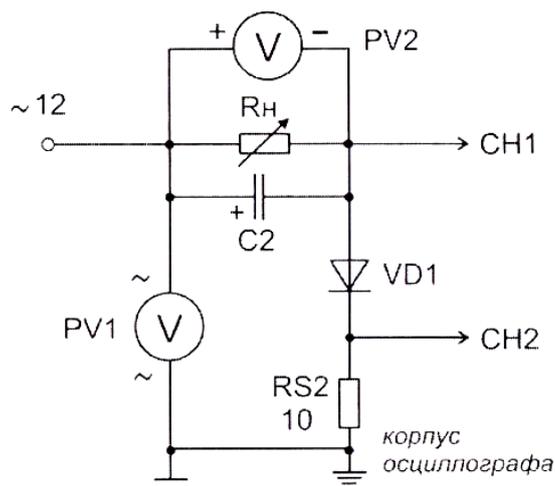


Рис. 4.5

д) определить связь между переменным напряжением и постоянным на нагрузке.

4.6 Экспериментальное исследование

двухполупериодного выпрямителя на диодах

а) собрать схему выпрямителя по рис. 4.6. Установить заданное значение сопротивления нагрузки R_n . Вольтметр PV1 включить в режиме измерения переменного напряжения, а PV2 – в режиме измерения постоянного напряжения. Подключить миллиамперметр постоянного тока на 100 мА. Подключить входы осциллографа к сопротивлению нагрузки R_n . Переключатель развертки осциллографа перевести на временную развертку. Установить синхронизацию от сети. На экране осциллографа наблюдать осциллограмму выпрямленного напряжения;

б) снять осциллограмму выпрямленного напряжения u_d и выпрямленного тока i_d , снять осциллограмму напряжения на диодах u_a (двух нижних диодах моста, «землю» осциллографа соединить с общей точкой схемы), переключив входы и осциллографа;

в) измерить напряжения с помощью вольтметров и определить связь между переменным напряжением питания и постоянным напряжением на нагрузке;

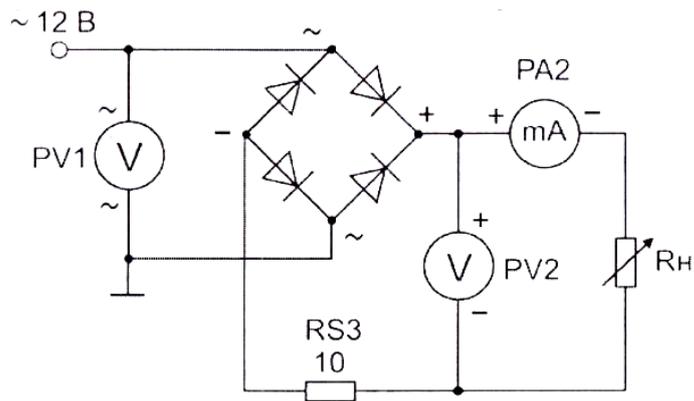


Рис. 4.6

г) подключить конденсатор C_2 параллельно сопротивлению нагрузки R_H ; снять осциллограмму выпрямленного напряжения u_d и выпрямленного тока i_d снять осциллограмму напряжения на диоде u_a , аналогично пункту 4.6 б.

д) измерить напряжения с помощью вольтметров и определить связь между переменным напряжением питания и постоянным напряжением на нагрузке.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование и цель работы;
- б) краткую программу работы;
- в) схемы соединений для выполненных экспериментов;
- г) результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- д) экспериментально снятые и построенные характеристики;
- е) обработанные осциллограммы;
- ж) выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое р–п-переход и как он создается?
2. Чем определяются вентильные свойства р–п-перехода?
3. Каковы различия у вольт-амперных характеристик реального и идеализированного диода?

4. Перечислите виды пробоя р–n-перехода? Какова физическая сущность каждого вида пробоя? Какие виды пробоя относят к обратимым? Почему?
5. Чем обусловлен обратный ток диода? Как зависит от температуры и типа полупроводника?
6. Как влияет температура на различные участки ВАХ диода?
7. Чем определяются частотные свойства диода?
8. Перечислите типы полупроводниковых диодов. В чем выражаются их основные отличия?
9. Что показывает стрелка в условном графическом обозначении диода?
10. Приведите основные параметры полупроводниковых диодов.
11. Как снять по точкам ВАХ диода? Почему на схемах рис. 4.1 и рис. 4.2 по-разному включены измерительные приборы?
12. Как снять ВАХ диода с помощью осциллографа?
13. Какие погрешности можно ожидать при осциллографировании по схеме рис. 4.3?
14. Поясните вид ВАХ стабилитрона. Где находится рабочий участок на ВАХ стабилитрона? Как зависит напряжение стабилизации от температуры?
15. В чем отличие ВАХ выпрямительного диода, диода Шоттки и светодиода?
16. От чего зависит яркость свечения светодиода? Какой элемент обязателен в схеме индикатора на светодиоде?
17. Как работает однополупериодный выпрямитель?
18. Как работает двухполупериодный выпрямитель?
19. Как и почему влияет конденсатор в схеме однополупериодного выпрямителя на форму напряжения на нагрузке и форму анодного тока?
20. Как влияет конденсатор в схеме однополупериодного выпрямителя на величину напряжения на нагрузке?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жеребцов И.П. Основы электроники. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 352 с.: ил.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учеб. для вузов. – М.: Высш. Шк., 1987. – 479 с.
3. Епифанов Г.И., Мома Ю.А. Твердотельная электроника: Учеб. для вузов. – М.: Высш. Шк., 1986. – 304 с.

4. Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А. Полупроводниковые приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
5. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2008.– 798 с.: ил.
6. Полупроводниковые приборы: Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы: - справочник./А.В. Баюков, А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев и др.; под. общ. ред. Н.Н. Горюнова. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 744 с.
7. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2008.– 496 с.: ил.