**Лабораторная работа № 1**

«Исследование свойств полупроводниковых приборов

как элементов логических микросхем»

**Цель работы** – исследовать свойства и принцип действия основных полупроводниковых приборов, используемых в качестве исполнительных механизмов логики в цифровых микросхемах.

**Содержание работы.**

**Опыт 1. Подключение диода к ИПТ.** Используя пакет имитационного моделирования Multisim смоделировать работу диода при подключении к ИПТ. Для этого соберите схему, представленную на рисунке 1.

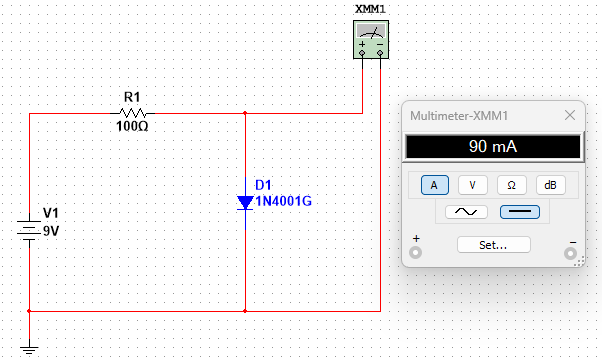


Рисунок 1 – Подключение диода к ИПТ

**Опыт 2. Исследование свойств диода.** Используя пакет имитационного моделирования Multisim смоделировать процесс исследования свойств диода при подключении к ИПТ путём варьирования его номинального значения, согласно данным в таблицах 1, 2. Для этого соберите схему, представленную на рисунке 2.

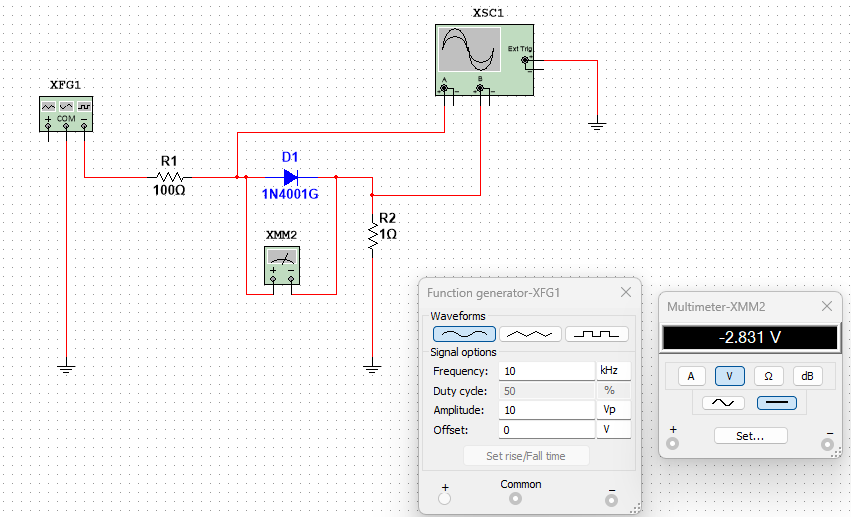


Рисунок 2 – Схема процесс исследования свойств диода при подключении к ИПТ

На рисунке 3 представлены рекомендуемые настройки осциллоскопа при проведении опыта 2.

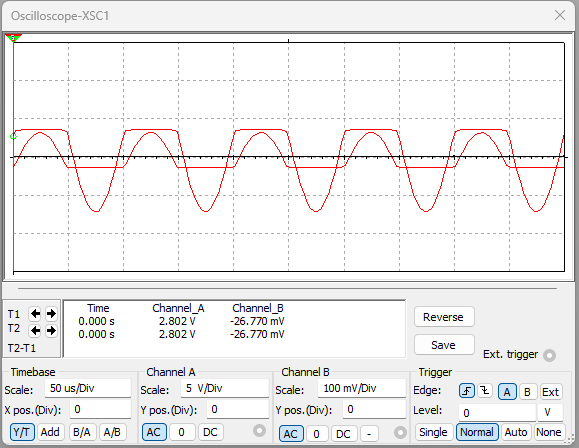


Рисунок 3 – Рекомендуемые параметры настройки осциллоскопа в опыте 2

По результатам проведённых измерений заполните таблицы 1, 2.

Таблица 1 – Результаты измерений прямой ветви ВАХ диода 1N4001

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| E, В | *Uпр*, В | *Iпр*, мА |
| 6,0 |  |  |
| 5,5 |  |  |
| 5,0 |  |  |
| 4,5 |  |  |
| 4,0 |  |  |
| 3,5 |  |  |
| 3,0 |  |  |
| 2,5 |  |  |
| 2,0 |  |  |
| 1,5 |  |  |
| 1,0 |  |  |
| 0,0 |  |  |

*Повторить аналогичные измерения для диода 1N4148.*

Таблица 2 – Результаты измерений обратной ветви ВАХ диода 1N4001

| E, В | *Uобр*, В | *Iобр*, мА |
| --- | --- | --- |
| 0,0 |  |  |
| 0,5 |  |  |
| 1,0 |  |  |
| 1,8 |  |  |
| 2,0 |  |  |
| 4,0 |  |  |
| 8,0 |  |  |
| 12,0 |  |  |
| 14,5 |  |  |
| 16,0 |  |  |
| 18,5 |  |  |
| 20,0 |  |  |

*Повторить аналогичные измерения для диода 1N4148.*

**Задание 1.** Построить ВАХ диодов 1N4001 и 1N4148 используя метод аппроксимирующих функций в Excel.

**Задание 2.** Смоделировать и получить осциллограммы ВАХ для диодов 1N4001 и 1N4148.

**Опыт 3. Исследование свойств тиристора.**

Используя пакет имитационного моделирования Multisim смоделировать работу экспериментального стенда исследования параметров тиристора. Для этого соберите схему, представленную на рисунке 4.

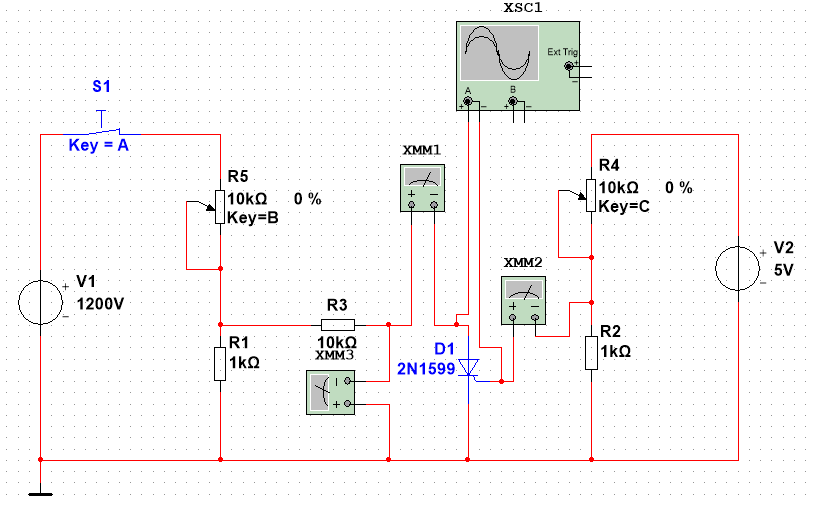


Рисунок 4 – Схема экспериментального стенда

На рисунке 5 представлены рекомендуемые настройки осциллоскопа при проведении опыта 3.

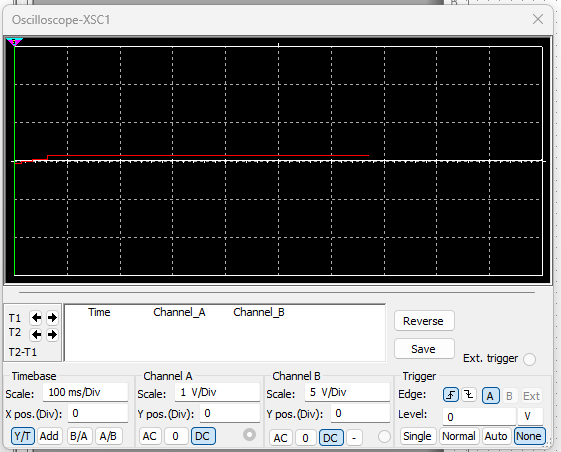


Рисунок 5 – Рекомендуемые параметры настройки осциллоскопа

**Задание 3.** Заполните таблицу 3 проводя соответствующие варьирования параметрами указанных элементов.

Таблица 3 – Результаты имитационного моделирования работы тиристора

| № | Степень открытости потенциометра | | *Ik*, мА | *Ia*, мА | *Uak,* мВ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *R5*, % | *R4*, % |
| 1 | 0 | 0 |  |  |  |
| 2 | 5 | 5 |  |  |  |
| 3 | 10 | 10 |  |  |  |
| 4 | 15 | 15 |  |  |  |
| 5 | 20 | 20 |  |  |  |
| 6 | 25 | 25 |  |  |  |
| 7 | 30 | 30 |  |  |  |
| 8 | 35 | 35 |  |  |  |
| 9 | 40 | 40 |  |  |  |
| 10 | 45 | 45 |  |  |  |
| 11 | 50 | 50 |  |  |  |
| 12 | 55 | 55 |  |  |  |
| 13 | 60 | 60 |  |  |  |
| 14 | 65 | 65 |  |  |  |
| 15 | 70 | 70 |  |  |  |
| 16 | 75 | 75 |  |  |  |
| 17 | 80 | 80 |  |  |  |
| 18 | 85 | 85 |  |  |  |
| 19 | 90 | 90 |  |  |  |
| 20 | 95 | 95 |  |  |  |
| 21 | 100 | 100 |  |  |  |

**Задание 4.** Используя метод аппроксимирующих функций постройте следующие зависимости:

*Ik, Ia = f (R4); Ik, Ia = f (R5); Ik, Ia = f (Uak)*.

**Опыт 4.** Исследование свойств биполярного транзистора.

Используя пакет имитационного моделирования Multisim смоделировать работу экспериментального стенда исследования входных параметров биполярного транзистора. Для этого соберите схему, представленную на рисунке 6.

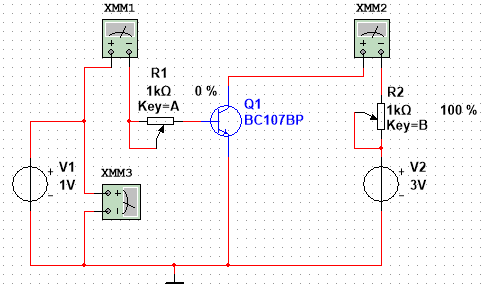


Рисунок 6 – Схема исследования входных характеристик биполярного транзистора

Таблица 4 – Результаты исследования входных характеристик биполярного транзистора

| № | Степень открытости потенциометра | | при *Uэб= 1* В | | при *Uэб= 2,35* В | | при *Uэб= 3,3* В | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *R1*, % | *R2*, % | *Iб*, мА | *Iк*, мА | *Iб*, мА | *Iк*, мА | *Iб*, мА | *Iк*, мА |
| 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 5 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 10 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 15 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 25 | 25 |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 30 | 30 |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 35 | 35 |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 40 | 40 |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 45 | 45 |  |  |  |  |  |  |
| 11 | 50 | 50 |  |  |  |  |  |  |
| 12 | 55 | 55 |  |  |  |  |  |  |
| 13 | 60 | 60 |  |  |  |  |  |  |
| 14 | 65 | 65 |  |  |  |  |  |  |
| 15 | 70 | 70 |  |  |  |  |  |  |
| 16 | 75 | 75 |  |  |  |  |  |  |
| 17 | 80 | 80 |  |  |  |  |  |  |
| 18 | 85 | 85 |  |  |  |  |  |  |
| 19 | 90 | 90 |  |  |  |  |  |  |
| 20 | 95 | 95 |  |  |  |  |  |  |
| 21 | 100 | 100 |  |  |  |  |  |  |

**Задание 5.** По данным полученным в опыте 4 определить статический коэффициент усиления биполярного транзистора по току, используя зависимость *β* = *Iб* / *Iк*. Определить влияние напряжения эмиттер-база на статический коэффициент усиления, построить зависимость *Iк = f(Iб*).

**Опыт 5.** Используя пакет имитационного моделирования Multisim смоделировать иллюстрацию исследования перехода биполярного транзистора из линейного режима в режим насыщения. Для этого соберите схему, представленную на рисунке 7.

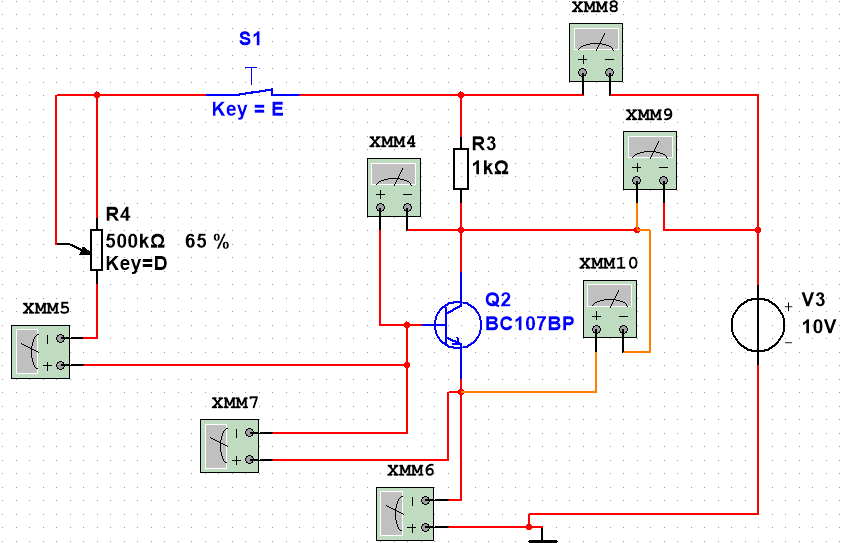


Рисунок 7 – Схема иллюстрации исследования перехода биполярного транзистора из линейного режима в режим насыщения

**Задание 6.** Снять характеристики биполярного транзистора в линейном режиме и режиме насыщения, для этого самостоятельно построить таблицу.

**Опыт 6.** Автоматическое снятие выходных ВАХ полупроводниковых проборов с помощью *IV Analyzer*. Задание 7. Изучить работу виртуального модуля *IV Analyzer*.

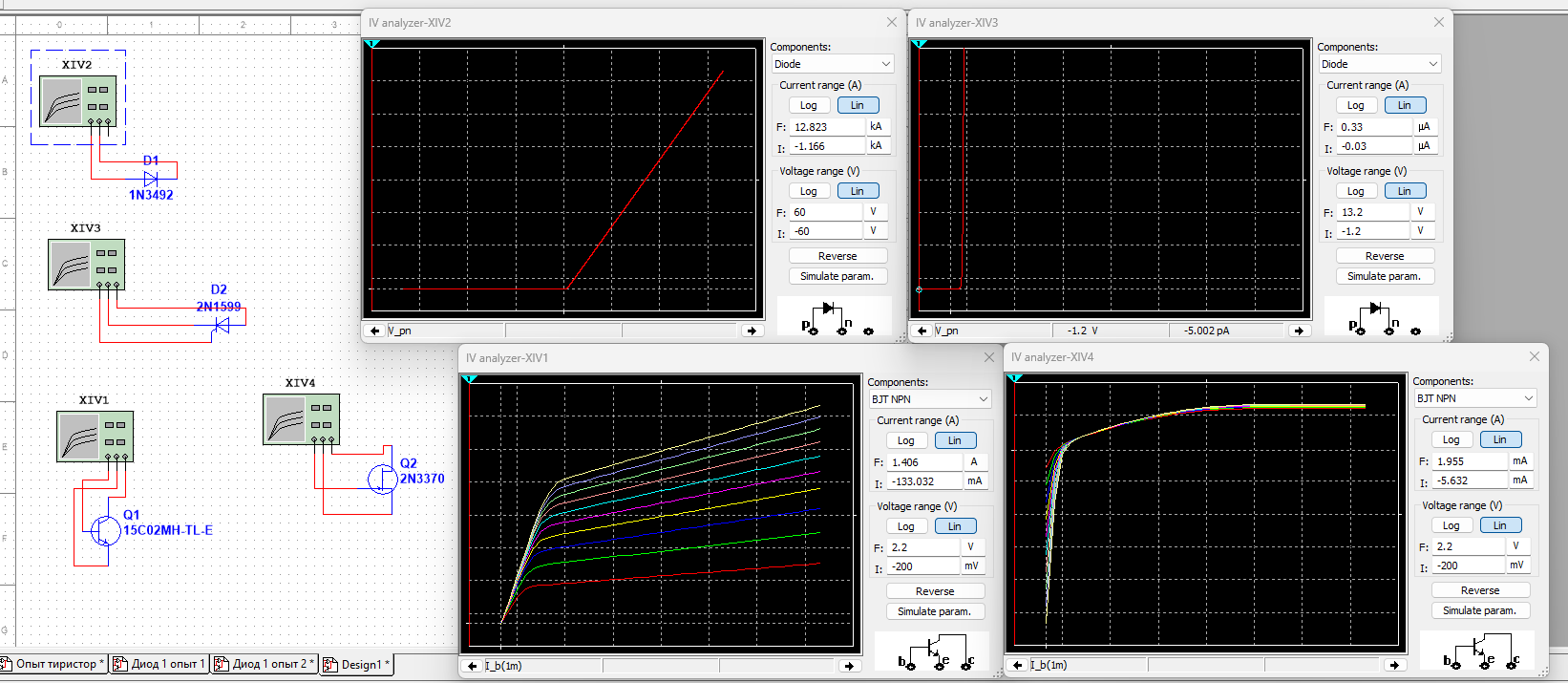


Рисунок 8 – Пример выходных ВАХ, снятых с помощью *IV Analyzer* в Multisim

**Содержание отчёта:** цель исследования, экспериментальные схемы, таблицы, графические зависимости, вывод.

**Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 1.**

1. Понятие диод и физические основы его функционирования.
2. Назначение ВАХ диода.
3. Расшифровать маркировку диодов 1N4001 и 1N4148. Привести примеры их области применения.
4. Какие типы побоев р-n перехода вам известны.
5. Объясните возникновение тока через p-n-переход при подключении диода

в прямом направлении.

1. Объясните возникновение тока через p-n-переход при подключении диода

в обратном направлении.

1. Каким образом возникает лавинный и тепловой пробой p-n-перехода?
2. Понятие тиристор и физические основы его функционирования.
3. Какой тиристор считается управляемым?
4. Какие способы управления тиристором вам известны?
5. Каким образом происходит регулировка углом отпирания тиристора?
6. Объясните ВАХ тиристора.
7. Биполярный транзистор: устройство и принцип действия.
8. Область применения биполярных транзисторов в цифровых микросхемах.
9. Режимы работы биполярных тиристоров.
10. Каким образом можно заменить виртуальный прибор IV Analyzer в реальных условиях?
11. В чём суть метода аппроксимирующих функций? Поясните алгоритм её выбора и инструменты реализации.
12. Каким образом можно оценить достоверность аппроксимирующей функции ВАХ?