



Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и
информационные технологии»

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ В MULTISIM»

по курсу «Основы электроники»

Студент: Беляк Софья Сергеевна

Группа: ИУ7-32Б

Вариант: 52

Студент

Беляк С.С.

Преподаватель

Оглоблин Д.И.

Оценка _____

2023 г.

Цель работы

Получение и исследование статических и динамических характеристик германиевого и кремниевого полупроводниковых диодов с целью определение по ним параметров модели полупроводниковых диодов, размещения моделей в базе данных программ схемотехнического анализа. Приобретение навыков расчета моделей полупроводниковых приборов в программах Multisim и Mathcad по данным, полученным в экспериментальных исследованиях, а также включение модели в базу компонентов.

Эксперимент 1

ВКЛЮЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА, ЗАДАННОГО ОПИСАНИЕМ В ФОРМАТЕ PSpICE, В БАЗУ ДАННЫХ MULTISIM

Добавим пользовательский полупроводниковый диод KD208A в базу данных программы Multisim. Сформируем новое семейство компонент в User Database.

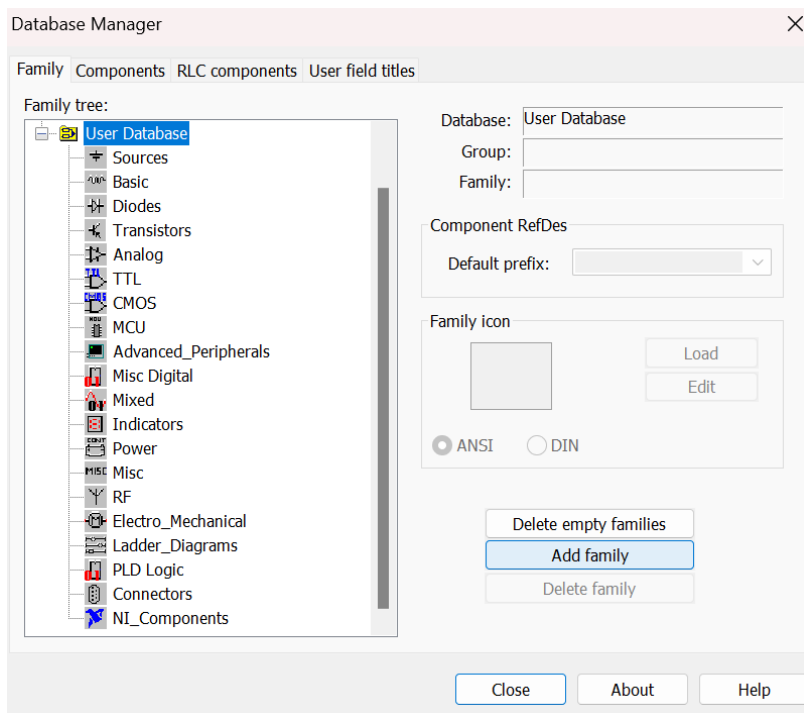


Рис. 1 Database Manager.

Укажем имя нового семейства, где в будущем будут размещаться добавленные КОМПОНЕНТЫ

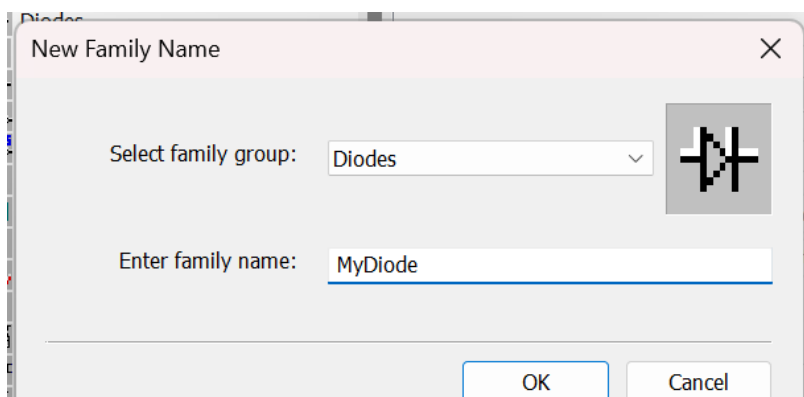


Рис. 2 Объявление имени нового семейства.

Указываем схемное обозначение элемента в окне Component RefDes – D (диод)

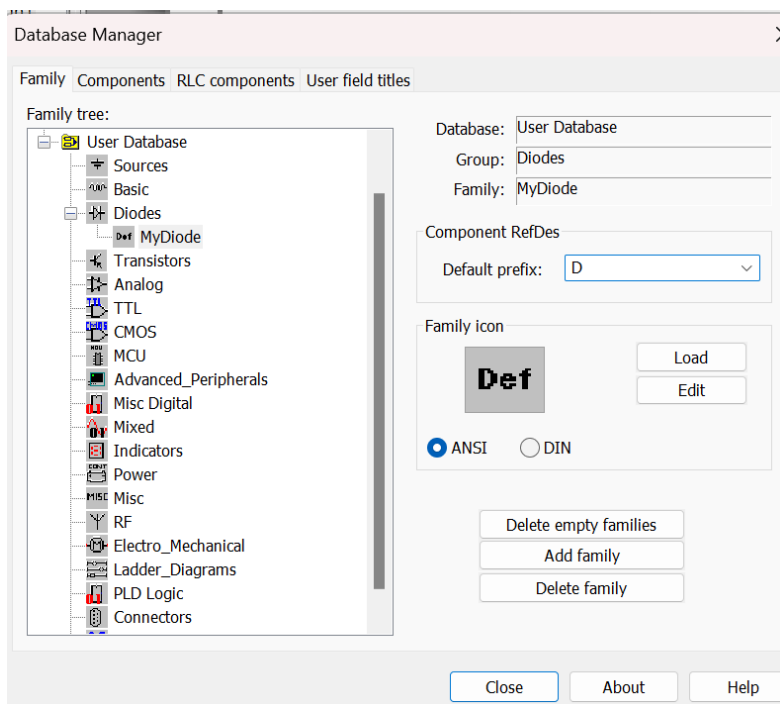


Рис. 3 Схемное обозначение элемента.

Запускаем мастер создания компонента – Component Wizard, который «по шагам» поможет ввести компонент в созданную базу данных. С помощью помощника компонентов добавим диод KD208A:

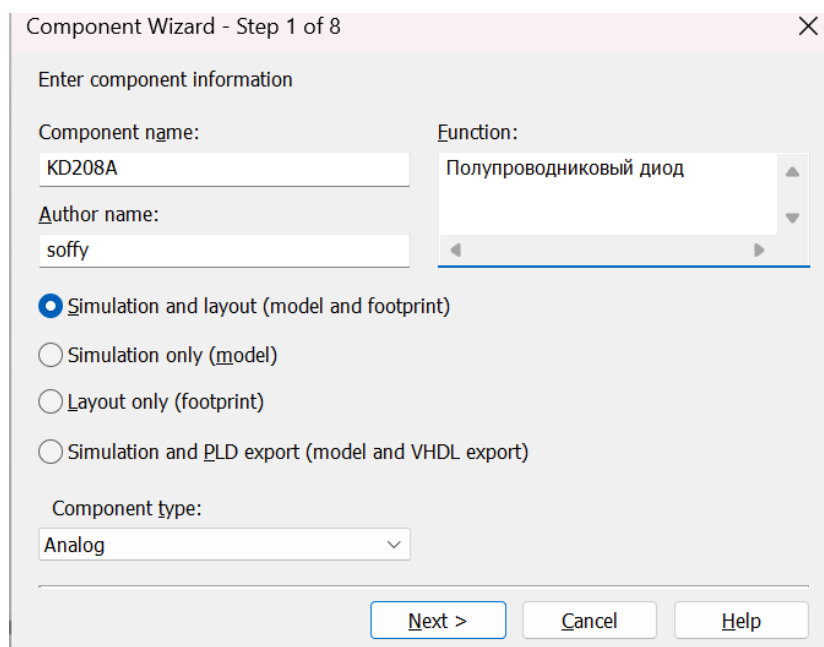


Рис. 4 Шаг 1 – добавление диода.

На втором шаге вводим информация о том, сколько выводов имеет компонент и какое исполнение компонента.

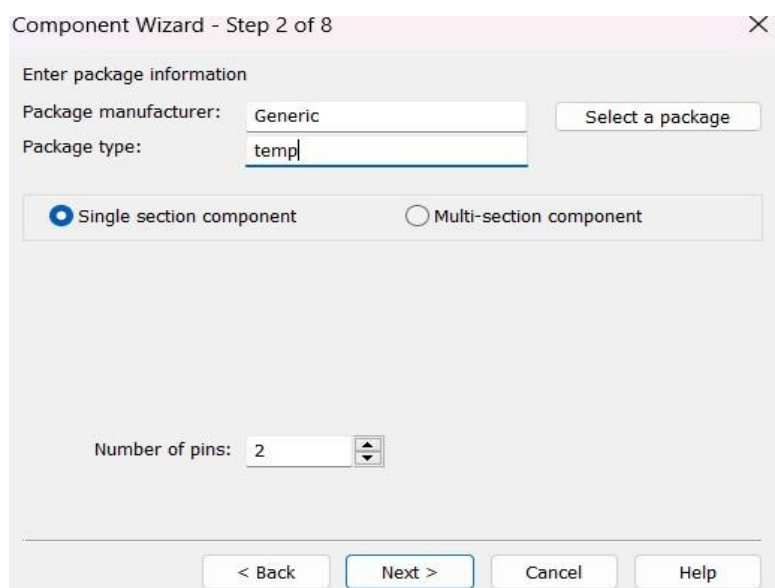


Рис. 5 Шаг 2 – добавление информации.

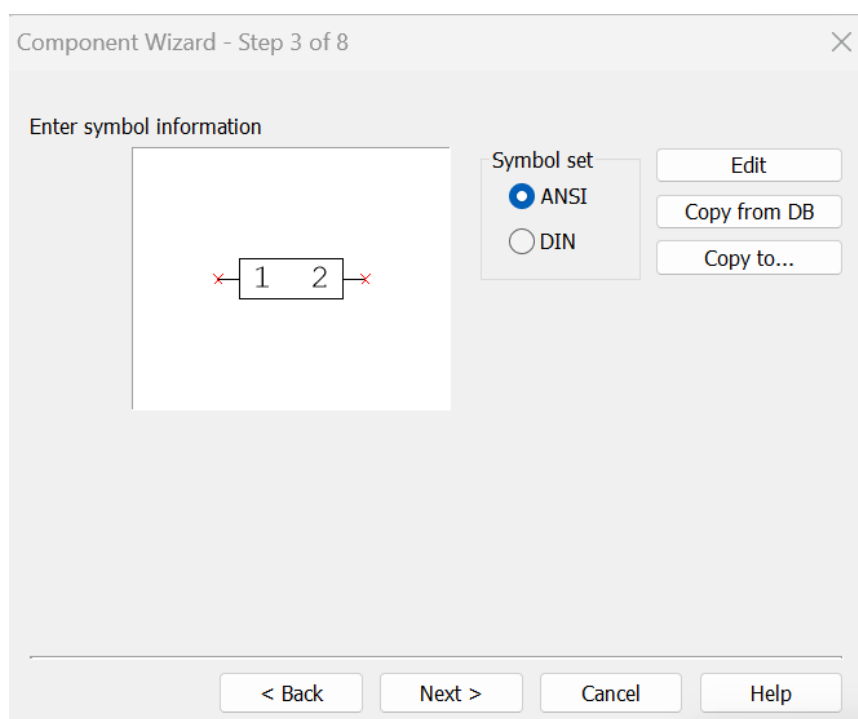


Рис. 6 Шаг 2 – добавление дополнительной информации.

Третий шаг по созданию компонента – это определение его графического представления на принципиальной схеме. Для одного компонента выберем условное изображение, копируя символ из базы данных Multisim.

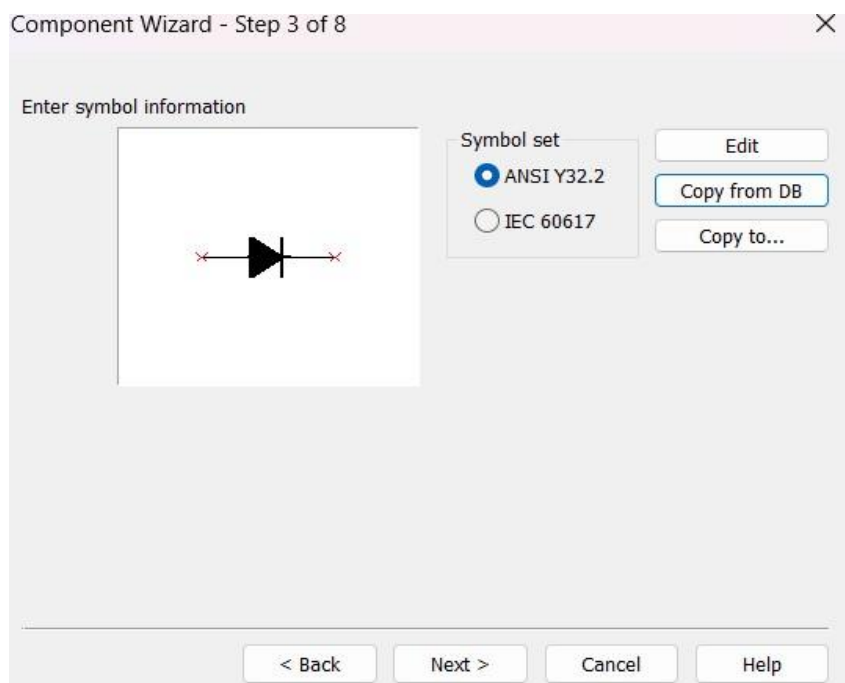
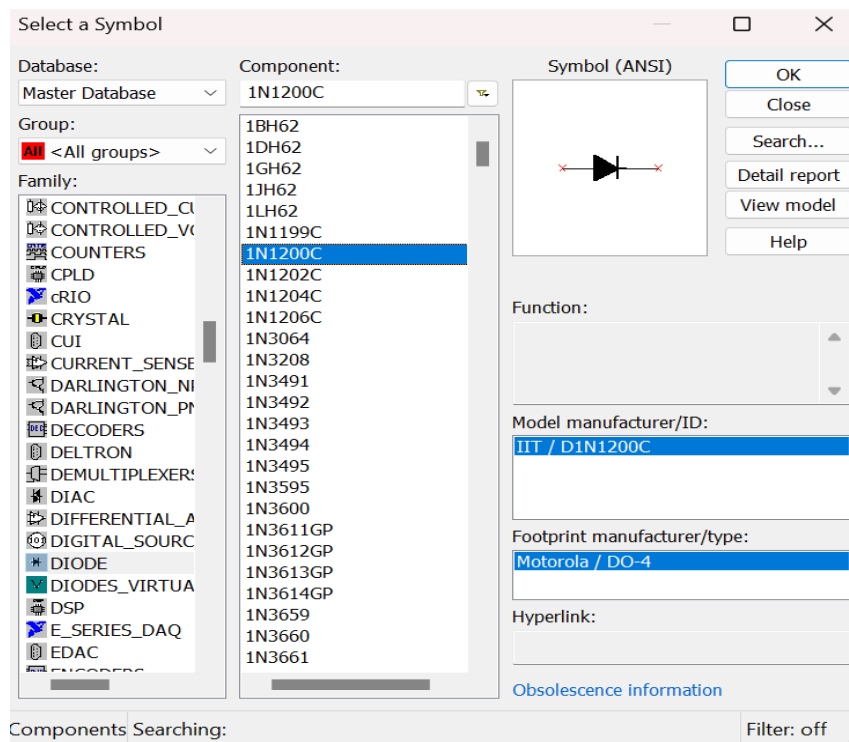


Рис. 7-8 Шаг 3 – добавление изображения диода.

Четвёртый шаг – это определение параметров контактов компонента.

Symbol pin name	Section	Type	ERC status
A	A	Bidirectional	Include
K	A	Bidirectional	Include

Рис. 9 Шаг 4 – Пины диода.

Следующий шаг - пятый, предполагает введение данных об электрической модели компонента. На шестом шаге устанавливается связь между информационным символом и электрической моделью.

Model name: KD208A

Model data:

```
.Model KD208A D(Is=181p N=1.31 Rs=0.12 Cjo=96.3p Tt=2.23e-7
+ M=0.38 Vj=0.68 Fc=0.5 Bv=100 IBv=1e-10 Eg=1.11 Xti=3)
```

Рис. 10 Шаг 5-6 – Добавление модели диода.

На седьмом шаге осуществляется внесение подготовленного компонента в базу Multisim.

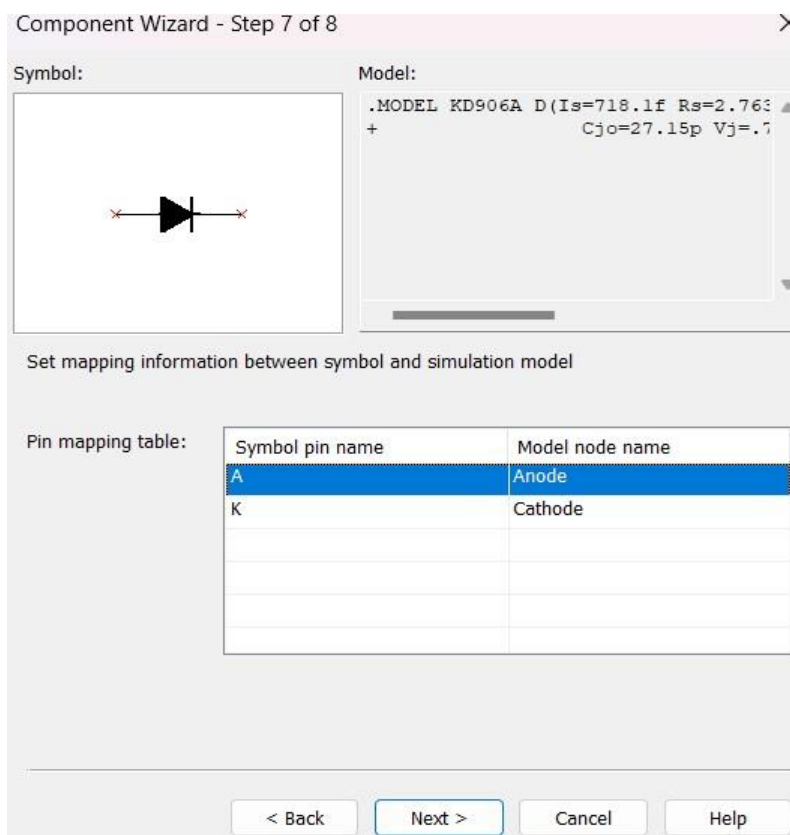
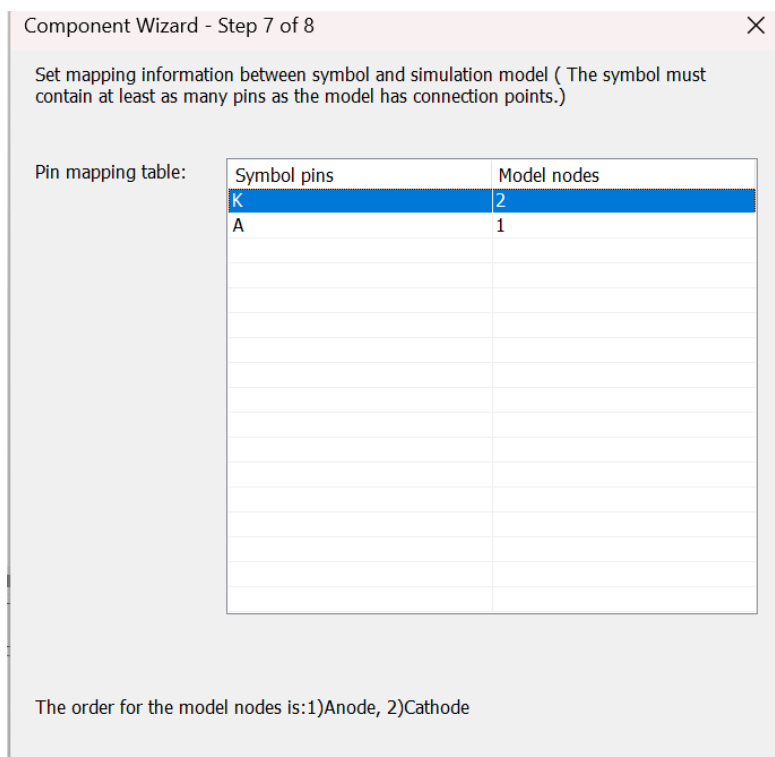


Рис. 11-12 Шаг 7 – Распиновка диода.

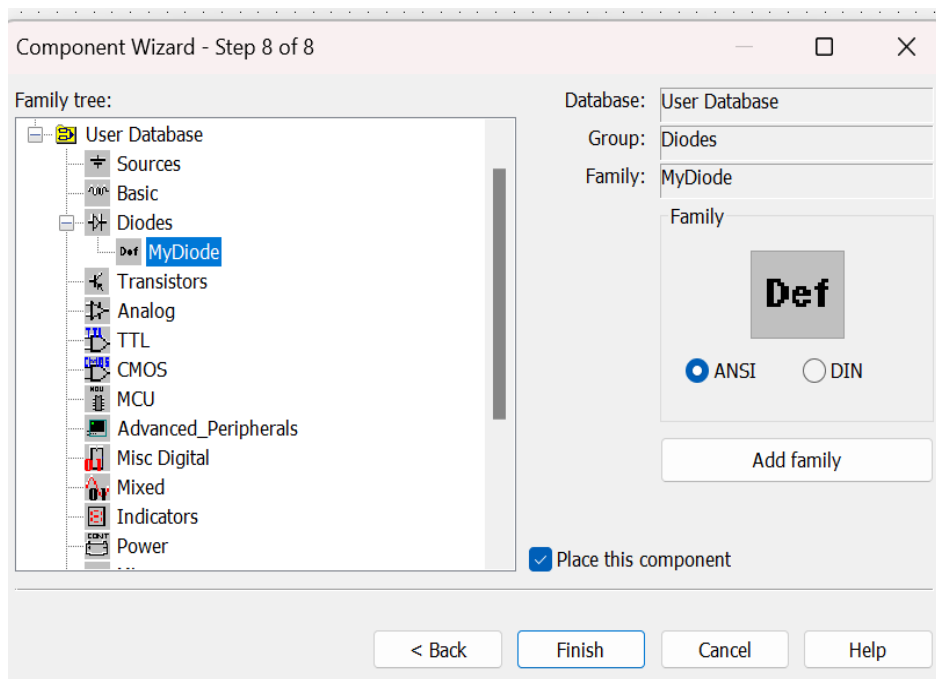


Рис. 13 Шаг 8 – Добавление диода в семейство.

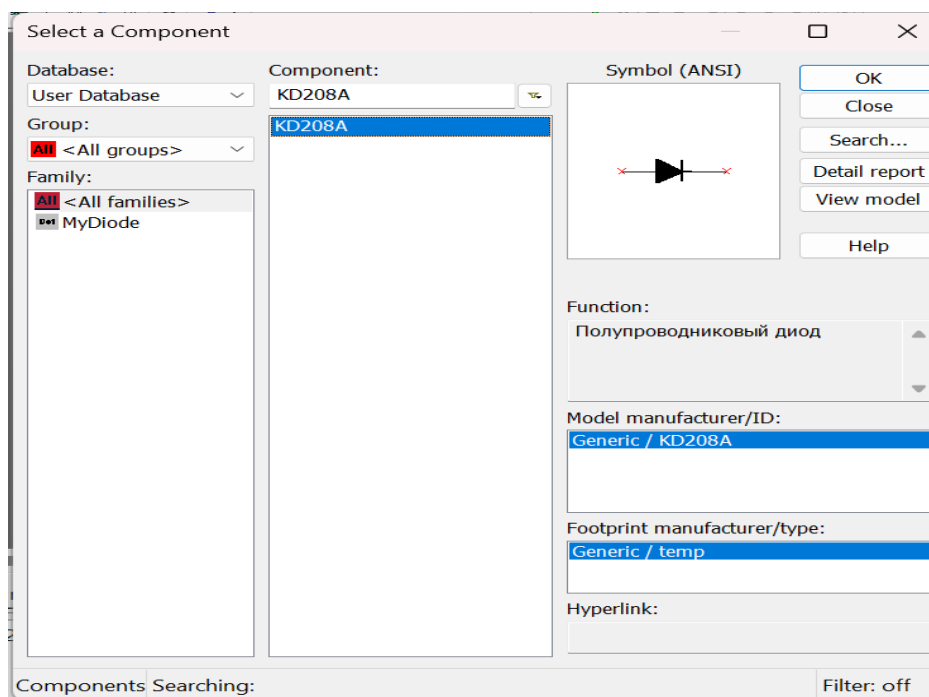


Рис. 14. Добавленный диод.

В результате проведённых операций в User database появится новый элемент – полупроводниковый диод KD208A. Мы включили диод в нашу базу данных и можем применять его в электрических схемах.

Эксперимент 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМЕТРОВ

В данном эксперименте я создам модельный стенд, используя заданный диод, и запишу результаты измерений тока и напряжения с помощью мультиметров.

Для начала, мы создадим простую электрическую цепь, включив в нее заданный диод:

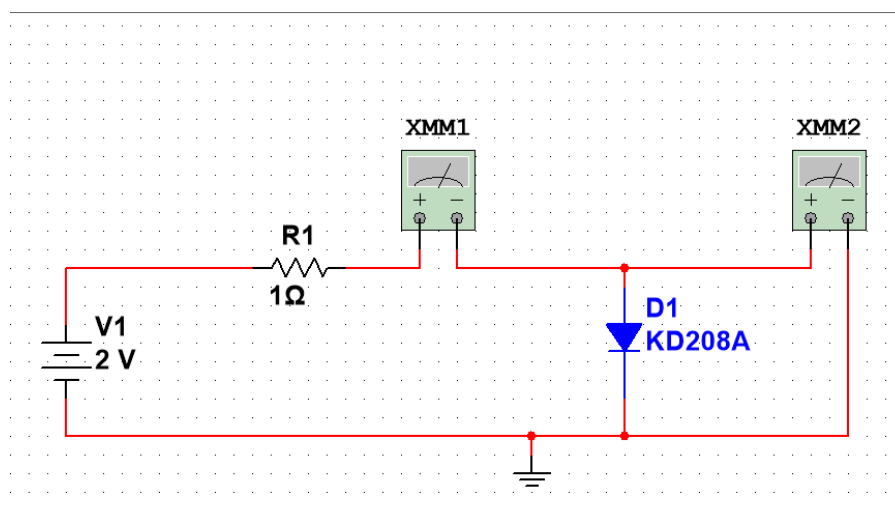


Рис. 15. Схема для измерения ВАХ диода..

Установим мультиметр XMM1 в режим измерения тока (амперметра), а XMM2 – в режим измерения напряжения (вольтметра), после чего начнем выполнение симуляции:

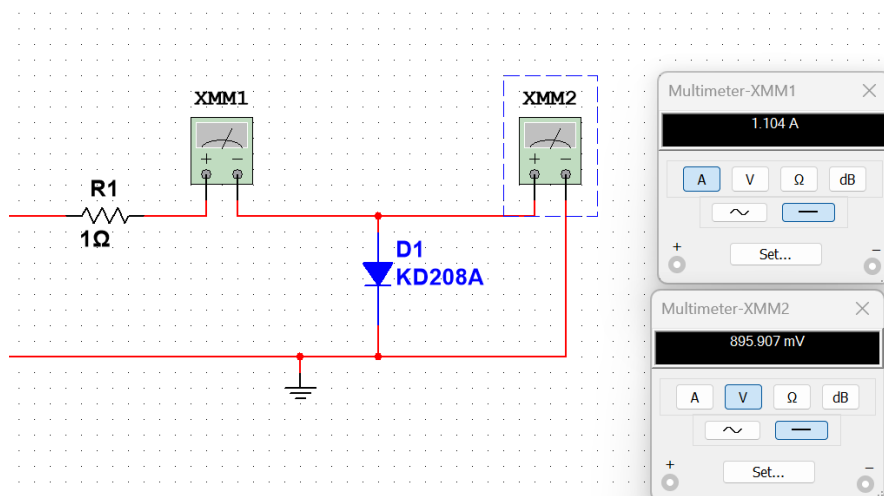


Рис. 16. Запуск симуляции

Построим Вольт-Амперную Характеристику (ВАХ) диода, применив DC SWEEP((Simulate -> Analyses -> DC Sweep, Analyses parameters, Output).

Для этого, начнем с установки параметров для источника напряжения: установим начальное значение 0, конечное значение 2, и будем увеличивать напряжение с интервалом 0.05.

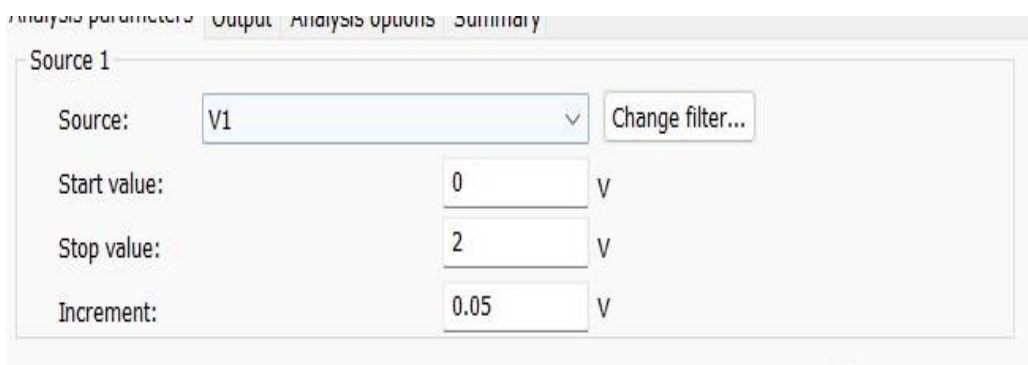


Рис. 17. Параметры напряжения

Затем установим выходной параметр, который будет представлен в виде значения тока, проходящего через диод, и запустим симуляцию:

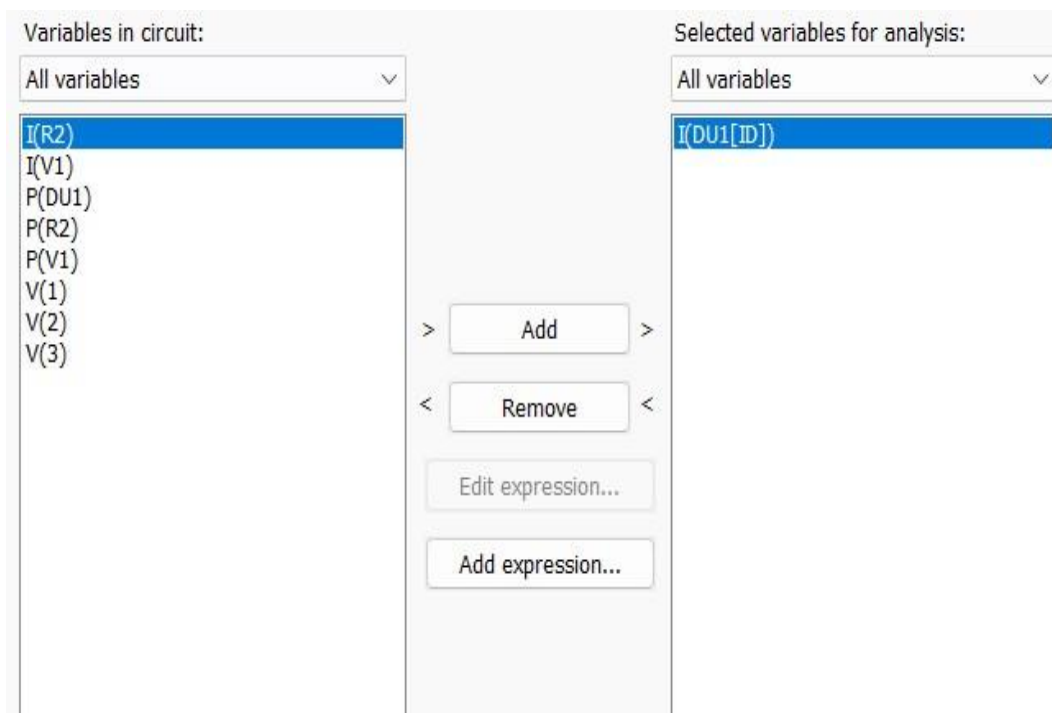


Рис. 18. Установка выходных параметров .

В итоге мы получили вольт-амперную характеристику (ВАХ) диода для прямого тока.

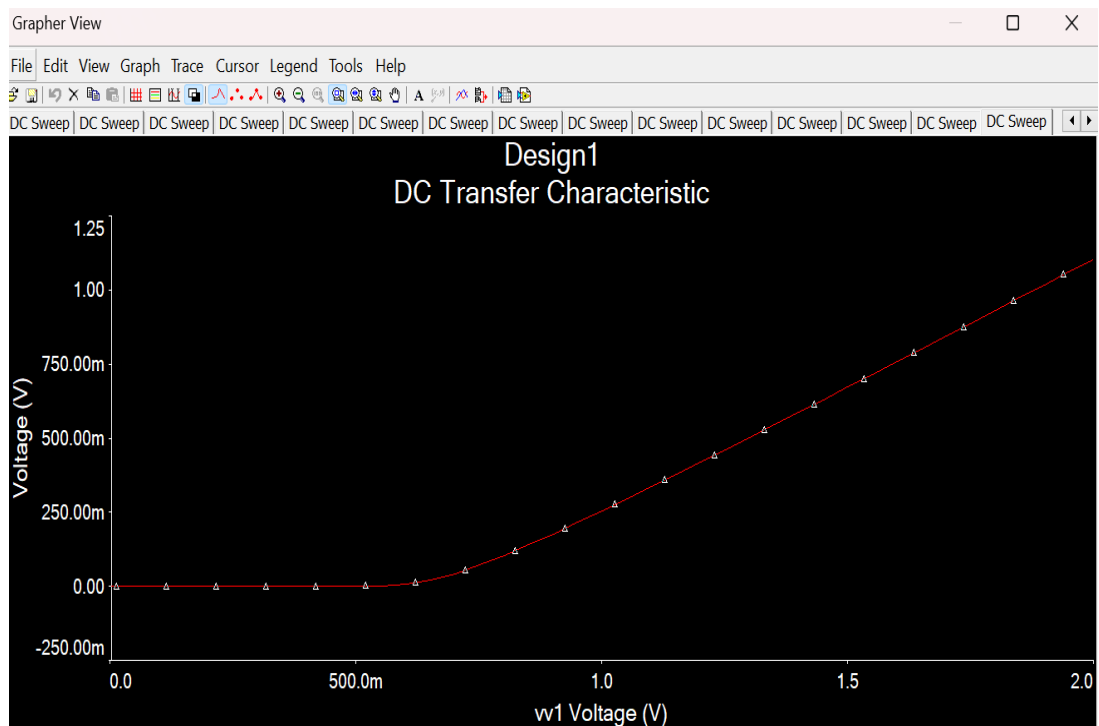


Рис. 19. ВАХ диода по прямому току.

Для обратной цепи устанавливаем конечное напряжение от 0 до 10 и запускаем симуляцию:

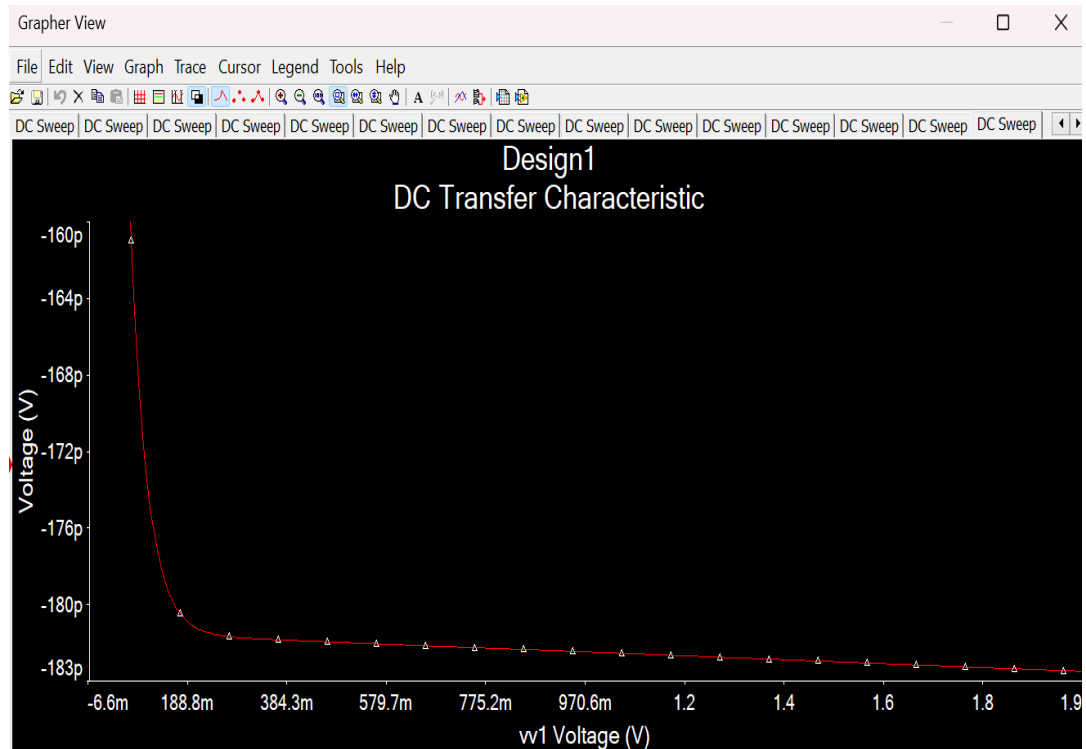


Рис. 20. ВАХ диода по обратному току.

Эксперимент 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСЦИЛЛОГРАФА И ГЕНЕРАТОРА

В ходе третьего эксперимента, мы проведем измерение вольт-амперной характеристики (ВАХ) диода с применением осциллографа, а затем воспользуемся Mathcad для вычисления его характеристических параметров.

Для начала создадим необходимую электрическую схему для измерения ВАХ с использованием осциллографа, где на входе В у нас установлен резистор с сопротивлением 1 Ом, и его напряжение численно равно току, проходящему через диод, а на входе А подается напряжение, измеренное на диоде.

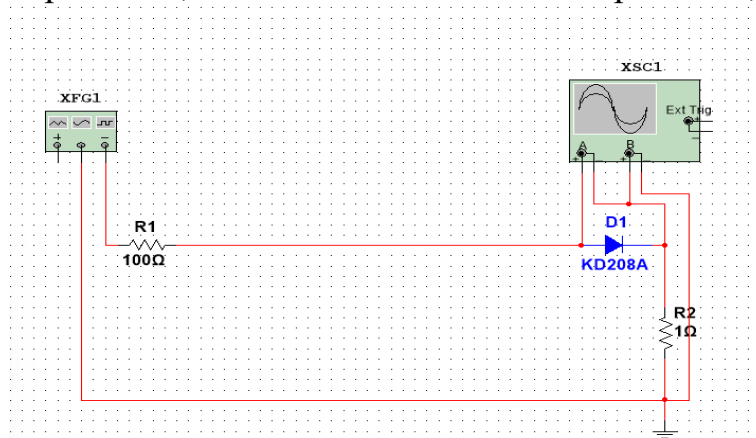


Рис. 21. Схема для измерения

ВАХ с осциллографом.

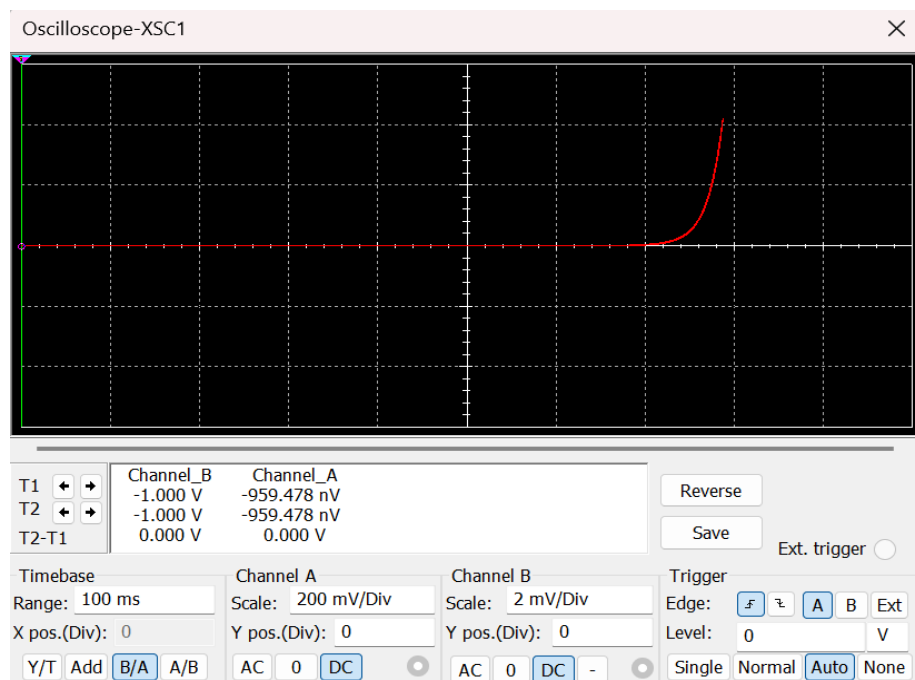


Рис. 22. ВАХ диода на осциллографе.

Полученное ВАХ диода переносим в Grapher, а затем экспортируем ее в формат dlm для последующего импорта в Mathcad:

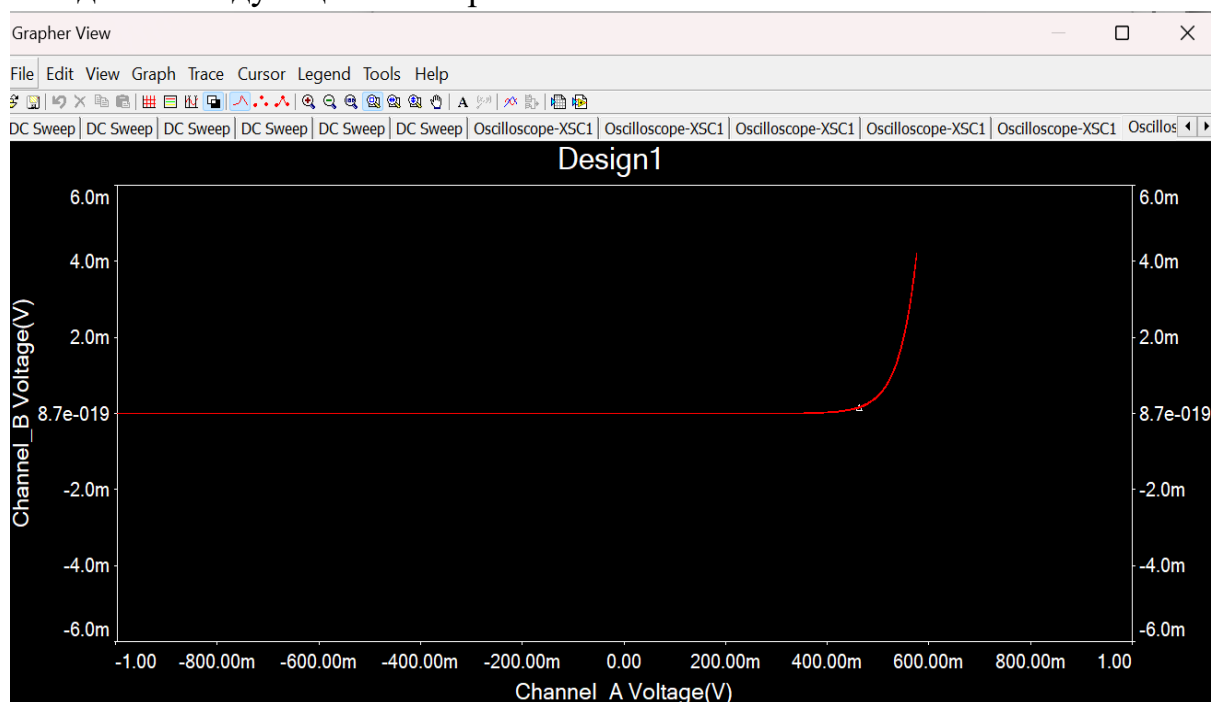


Рис. 23. ВАХ диода в Grapher view.

В окне Grapher View формируем выходной текстовый файл с данными расчёта:

Design1.dlm		
1	-0.0370897	-4.678e-007
2	-0.0903759	-5.24543e-007
3	-0.143419	-4.37739e-007
4	-0.196038	-4.93867e-007
5	-0.248113	-4.07392e-007
6	-0.299465	-4.62749e-007
7	-0.349978	-3.76416e-007
8	-0.399478	-4.30901e-007
9	-0.447854	-3.44597e-007
10	-0.494938	-3.98166e-007
11	-0.540624	-3.11831e-007
12	-0.584755	-3.64478e-007
13	-0.627232	-2.7809e-007
14	-0.667907	-3.29833e-007
15	-0.706691	-2.43393e-007
16	-0.743445	-2.94269e-007
17	-0.778094	-2.07797e-007
18	-0.810509	-2.57856e-007
19	-0.840628	-1.71386e-007
20	-0.868335	-2.20685e-007
21	0.000000	1.24262e-007

Рис. 24. ВАХ диода в dlm файле.

Переносим данные в Mathcad и проведем расчет параметров диода, используя метод GivenMinerr:

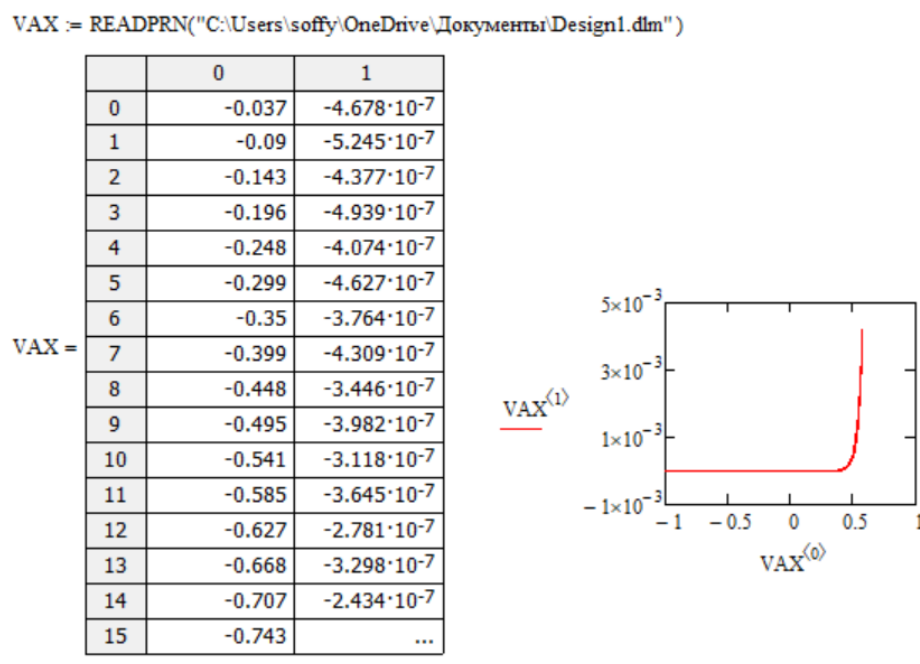


Рис. 25. Данные в Mathcad.

$v1 := 0.49803$ $i1 := 0.000431224$
 $v2 := 0.51114$ $i2 := 0.000636783$
 $v3 := 0.54546$ $i3 := 0.00175655$
 $v4 := 0.56579$ $i4 := 0.00320327$

$Rb := 1$ $Is0 := 0.0000001$ $m := 2$ $Ft := 0.02$

Given

$$v1 = i1 \cdot Rb + Ft \cdot m \cdot \ln \left[\frac{(i1 + Is0)}{Is0} \right]$$

$$v2 = i2 \cdot Rb + Ft \cdot m \cdot \ln \left[\frac{(i2 + Is0)}{Is0} \right]$$

$$v3 = i3 \cdot Rb + Ft \cdot m \cdot \ln \left[\frac{(i3 + Is0)}{Is0} \right] \quad +$$

$$v4 = i4 \cdot Rb + Ft \cdot m \cdot \ln \left[\frac{(i4 + Is0)}{Is0} \right]$$

$Diod := \text{Minerr}(Is0, Rb, m, Ft)$ $Diod = \begin{pmatrix} 1.656 \times 10^{-10} \\ 0.066 \\ 1.829 \\ 0.018 \end{pmatrix}$

Рис. 26. Расчет параметров диода.

Строим графики по данным из Multisim и по полученным с помощью Given-Minerr данным:

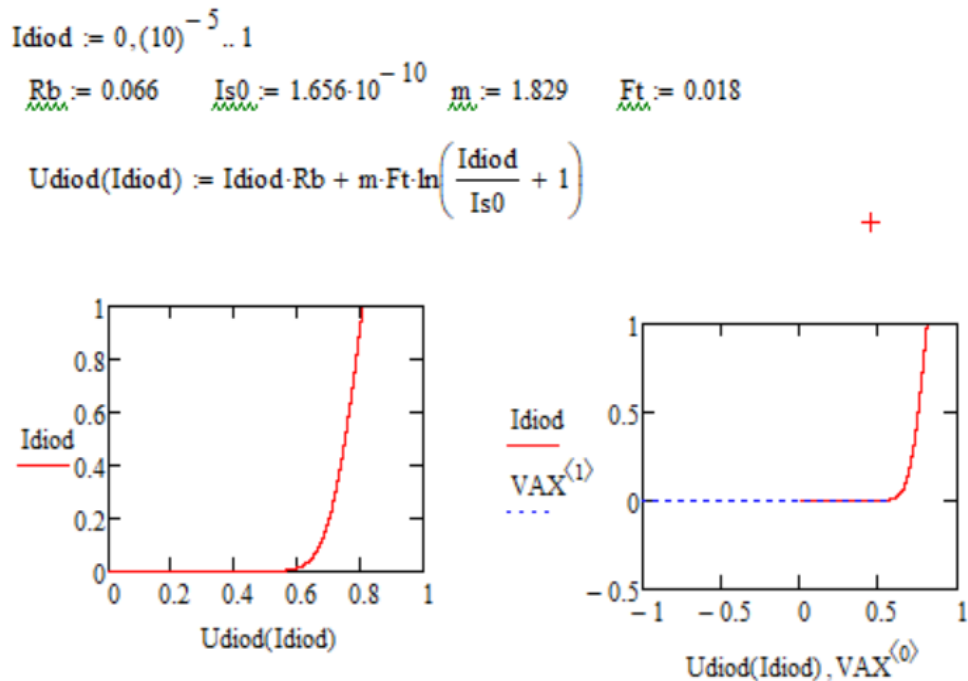


Рис. 27. Обработка полученной BAX в программе Mathcad

Эксперимент 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ДИОДА ПРИ ПОМОЩИ ОСЦИЛЛОГРАФА.

В эксперименте мы собираемся исследовать, как диод выпрямляет сигнал. Сначала нам нужно настроить осциллограф, чтобы измерить временную развертку сигнала, используя гармонический сигнал.

Настроим осциллограф на измерение временной развертки сигнала генератора (клавиша Y/T): частота генератора 1 кГц, амплитуда 10В.

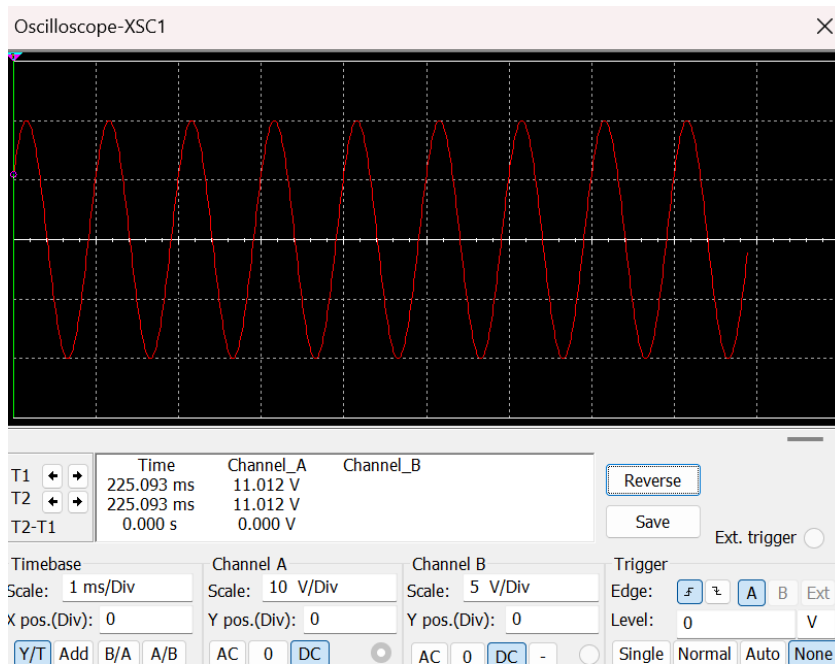
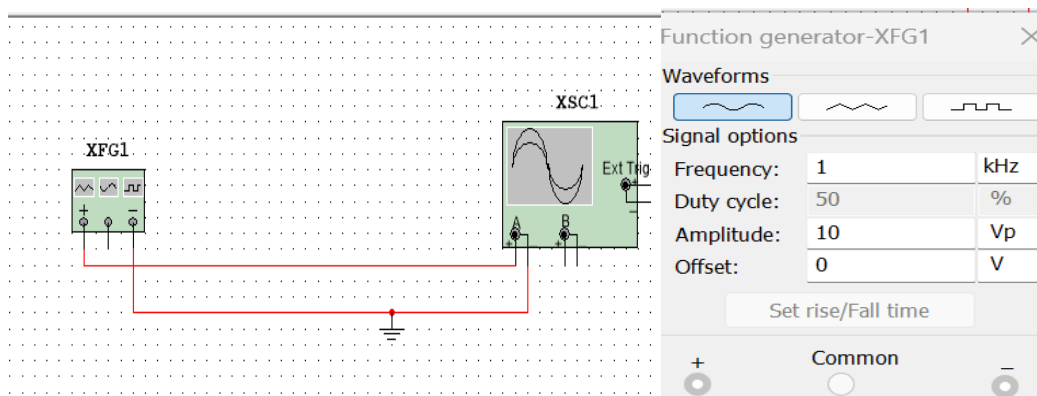


Рис. 28-30. Настройка осциллографа.

Теперь добавим в схему диод и сопротивления.

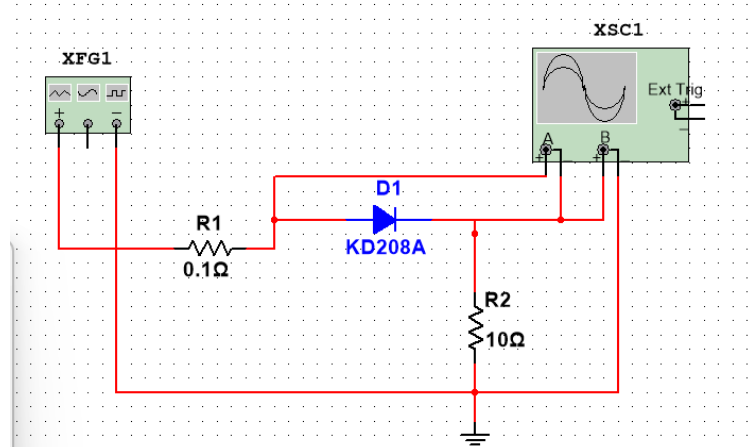


Рис. 31. Схема с диодом.

На канале А мы анализируем напряжение, измеренное на диоде, а на канале Б фиксируем напряжение на нагрузочном резисторе:

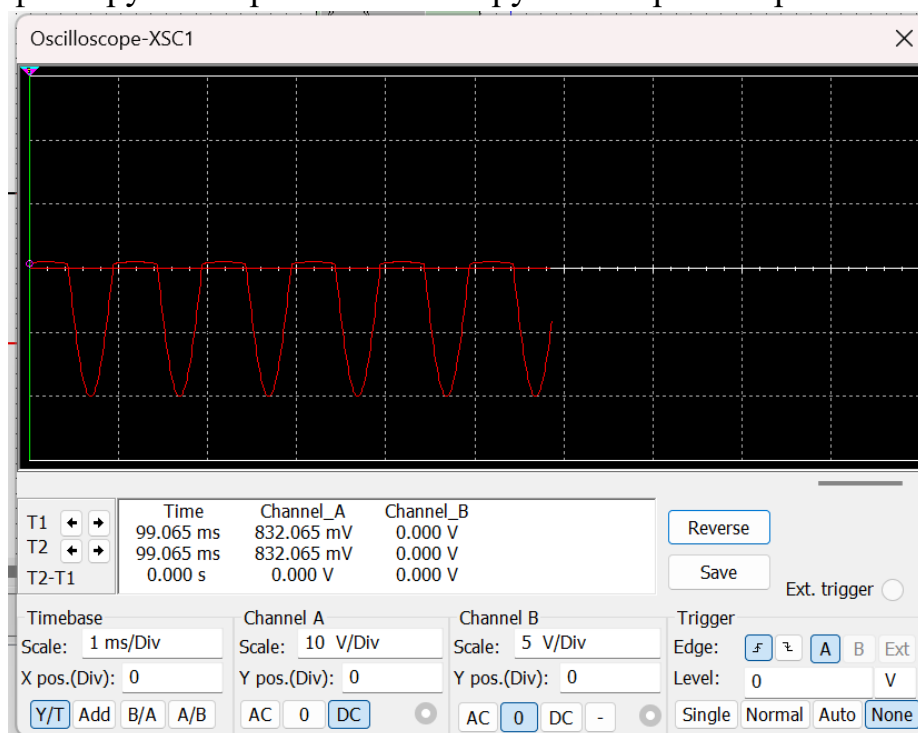


Рис. 32. Напряжение на диоде.

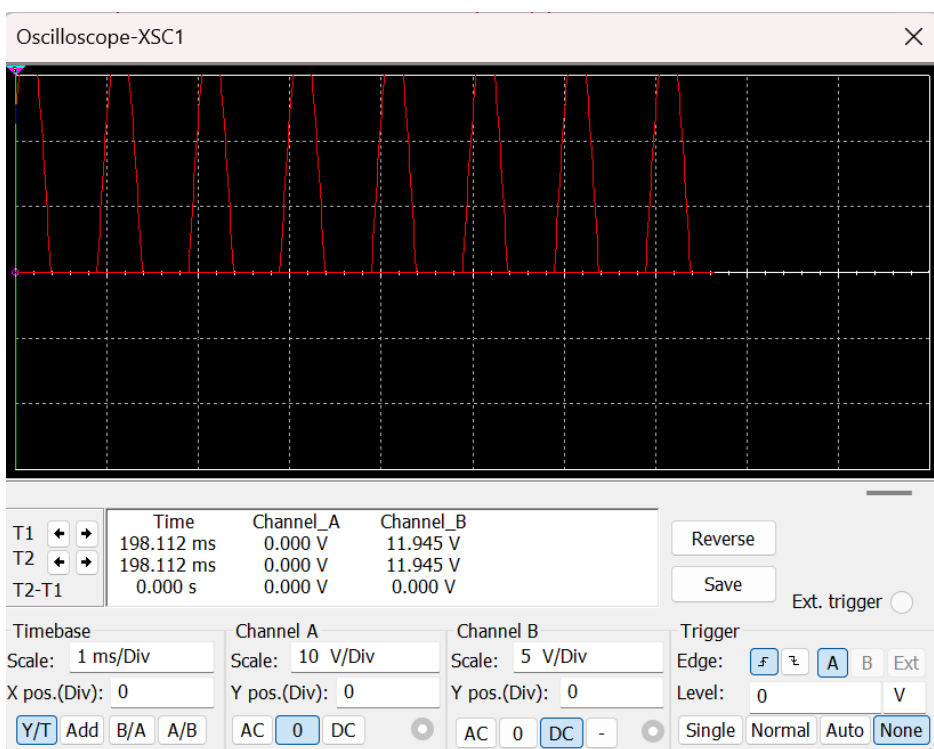


Рис. 33. Напряжение на нагрузочном резисторе.

Если параллельно нагрузочному резистору поставить накопительный конденсатор, среднее напряжение вырастет, как и полагается, в корень из 2 раз.

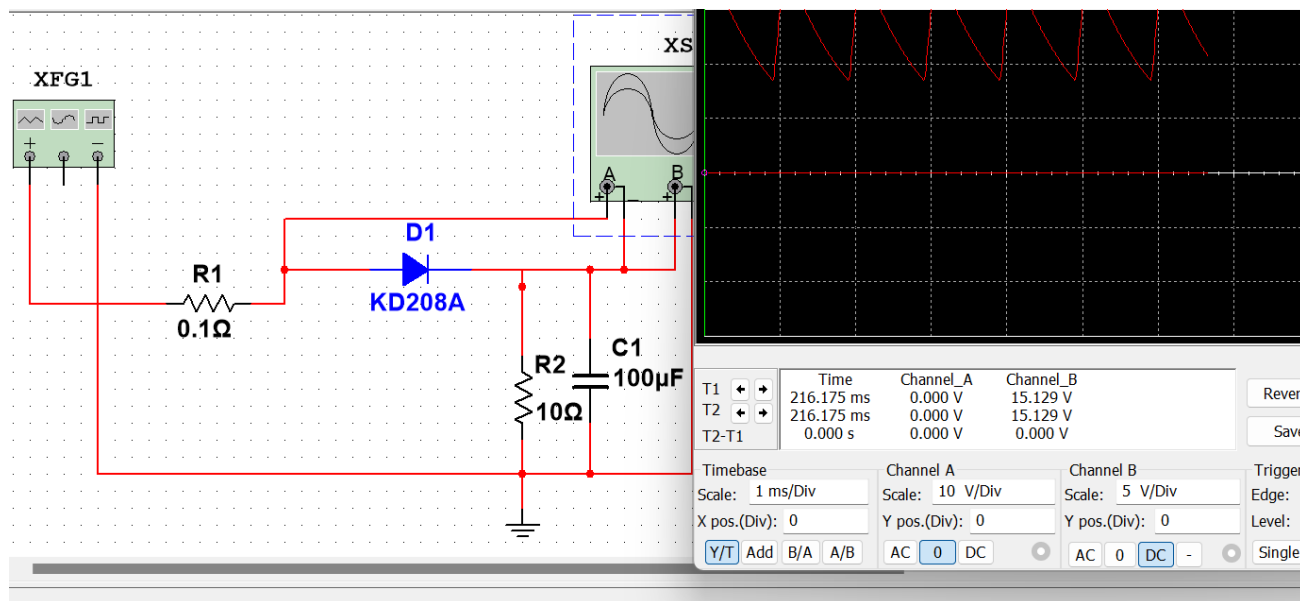


Рис. 34. Напряжение на нагрузке с конденсатором.

Вывод

Целью данного исследования было получение и анализ статических и динамических характеристик германиевых и кремниевых полупроводниковых диодов с целью определения параметров модели полупроводниковых диодов и их последующего включения в базу данных программ для схемотехнического анализа. Я приобрела навыки расчета моделей полупроводниковых приборов с использованием программных средств, таких как Multisim и Mathcad, на основе данных, полученных в ходе экспериментальных исследований. Это позволило внедрить полученные модели в базу компонентов для будущих проектов и анализа полупроводниковых приборов.