



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 №4
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
ДИОДОВ В MULTISIM»
по курсу «Основы электроники»

Студент: Дубов Андрей Игоревич

Группа: ИУ7-33Б

Студент _____ Дубов А. И.
подпись, дата

Преподаватель _____ Оглоблин Д. И.
подпись, дата

Оценка _____

2022 г

Оглавление

<i>Параметры диода</i>	<i>3</i>
<i>Получение резонансных характеристик в программе Microcap.</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
<i>Расчёт параметров диода в Mathcad.....</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>

Параметры диода

В работе используется вариант диода №55.

```
.model KD212B D(Is=8.272p Rs=.107 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Bv=100.2 Ibv=783.8u  
+ Cjo=150p Vj=.75 M=.25 Fc=.5 Tt=360.7n)
```

Рисунок 1 Параметры диода на вкладке Text программы Microcap

Исследование ВАХ полупроводниковых диодов с использованием прибора IV Analyzer

Добавив нужный прибор и выставив нужные значения, можно получить следующий график.

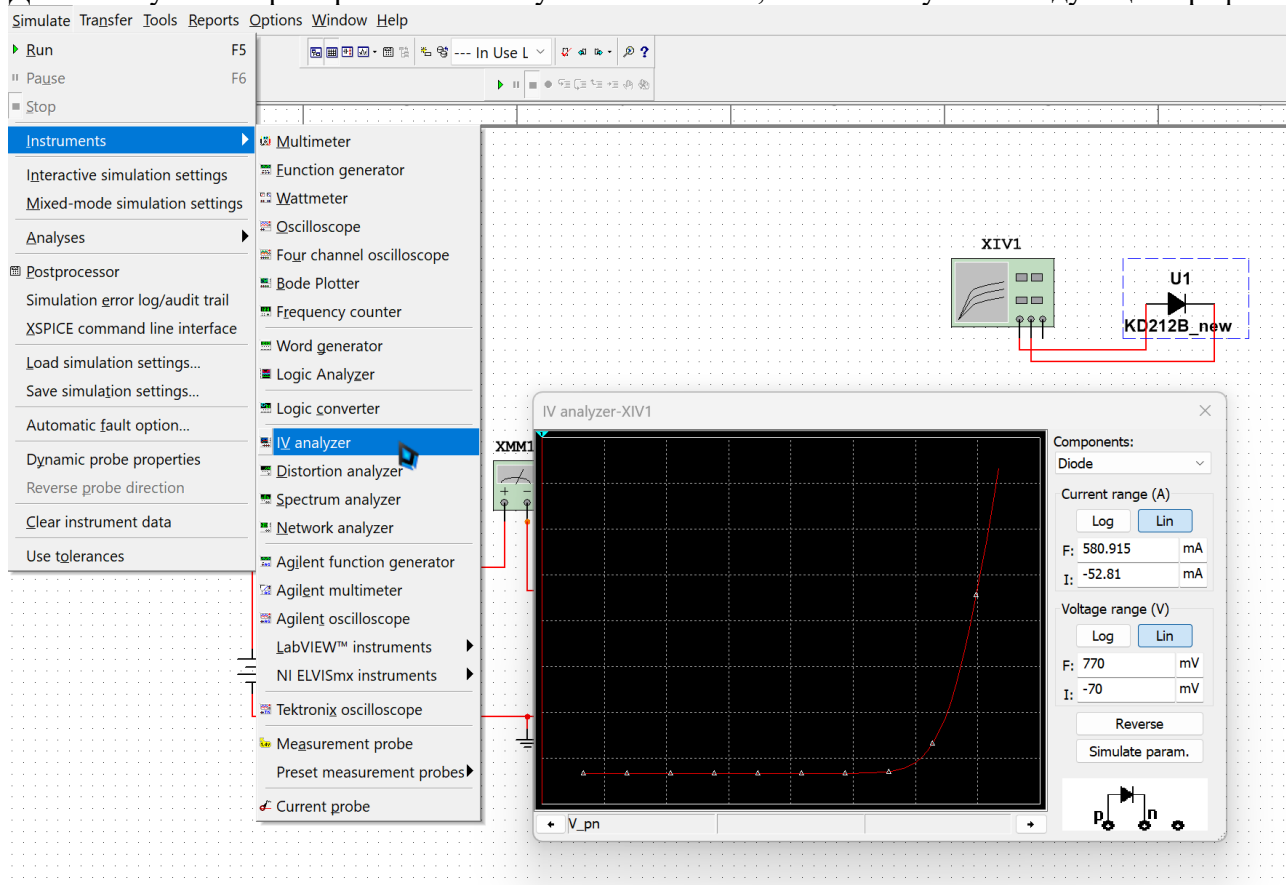


Рисунок 2 График и схема

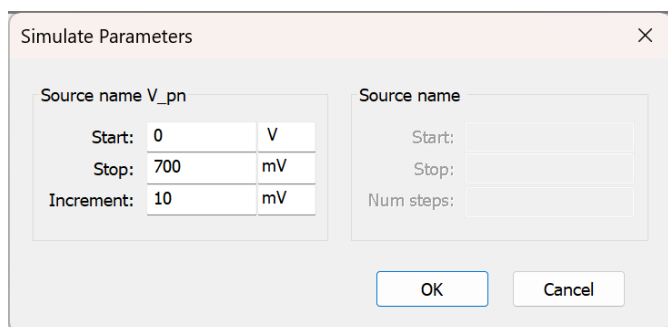


Рисунок 3 Параметры прибора

Напряжение изменяется от 0 до 0,7 В с шагом в 0,01 В. Также отдельно включаются точки.

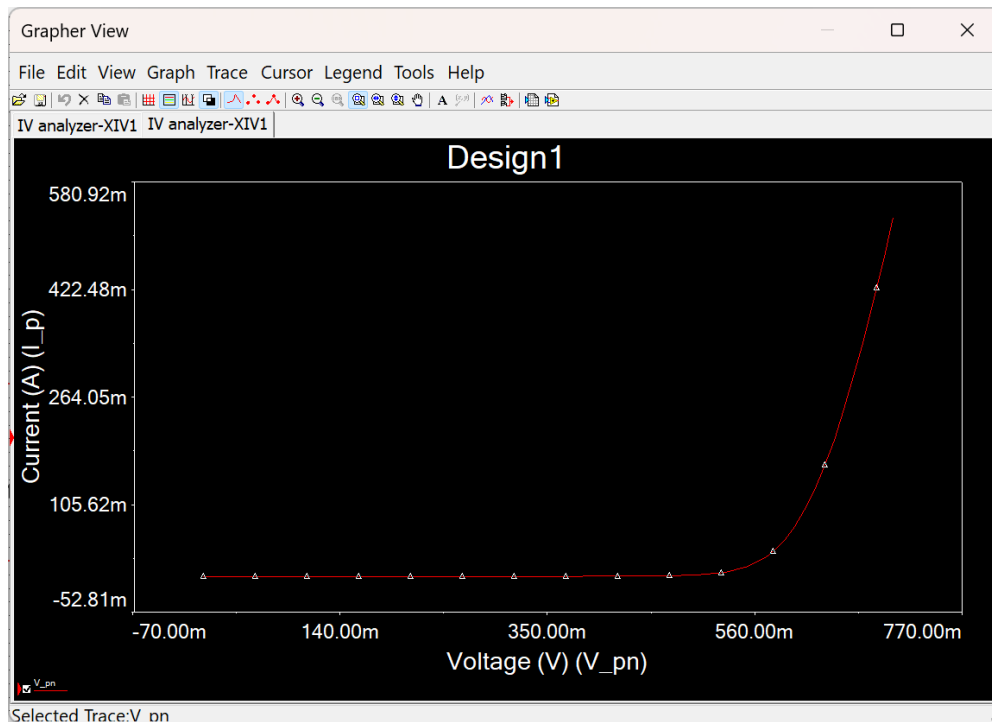


Рисунок 4 График в окне Graph View

Для извлечения данных используем экспорт в CSV.

На ВАХ выбираем рабочую точку. Для этой точки напряжение = 0.662088 В, ток = 0,306146 А.

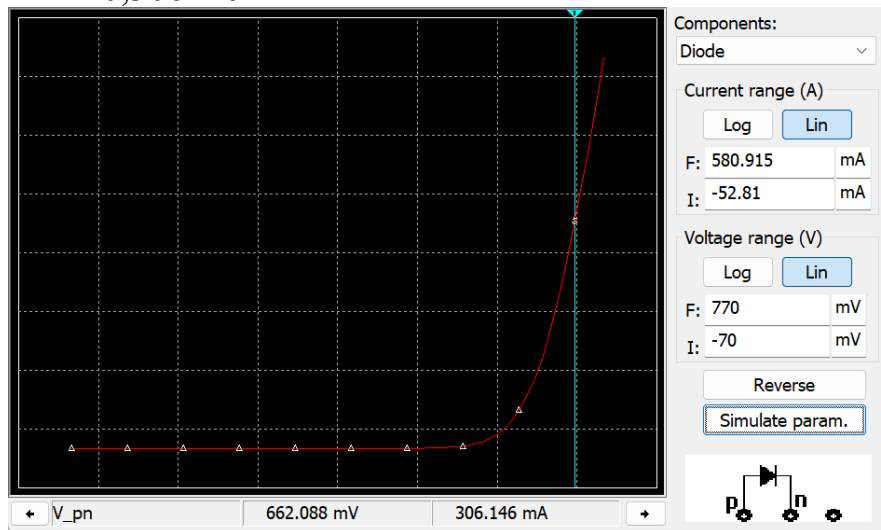


Рисунок 5 Выбранная точка

Рассчитываем сопротивление R1, которое необходимо для того, чтобы при напряжении источника в 1 В диод работал в этой точке. $R1 = (1 - 0.662088) / 0.306146 \approx 1$ Ом. Проверяем расчет экспериментом

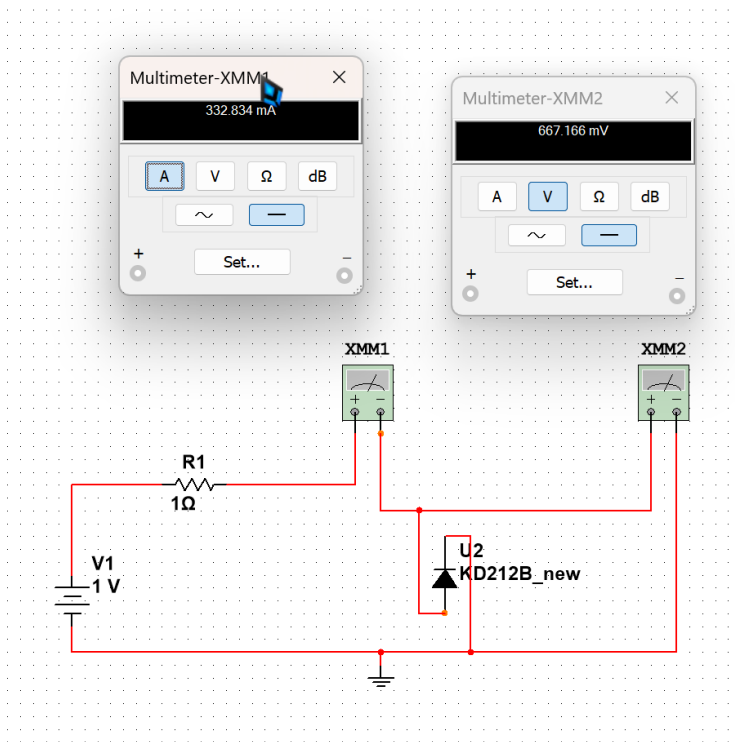


Рисунок 6 Проверка

Проверка влияния температуры на диод

Выставив требуемые параметры в окне Анализа температурного сдвига

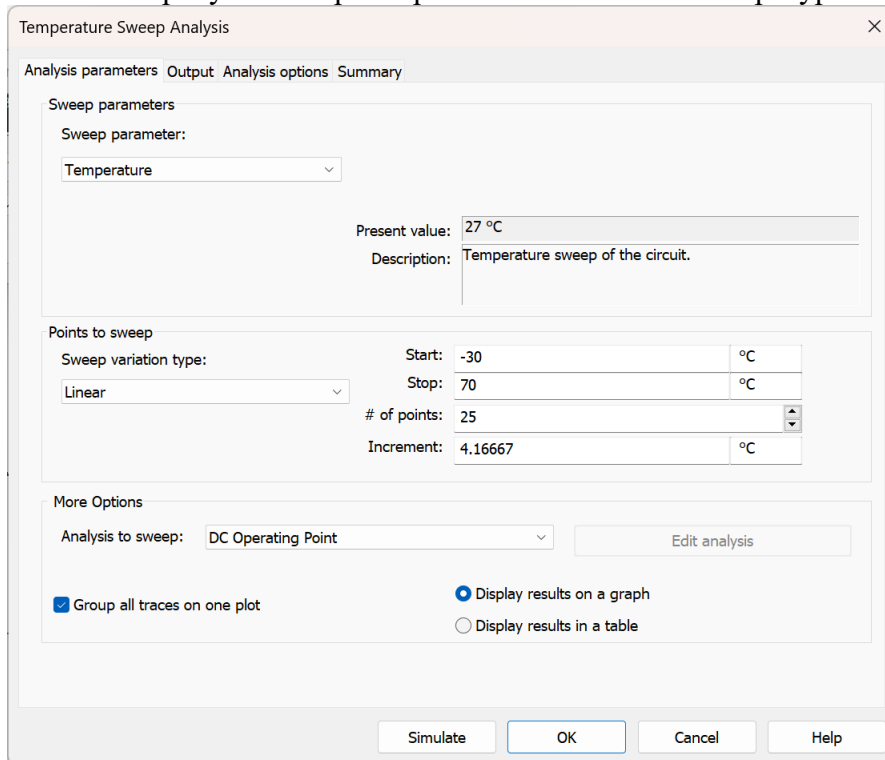


Рисунок 7 Параметры temperature sweep

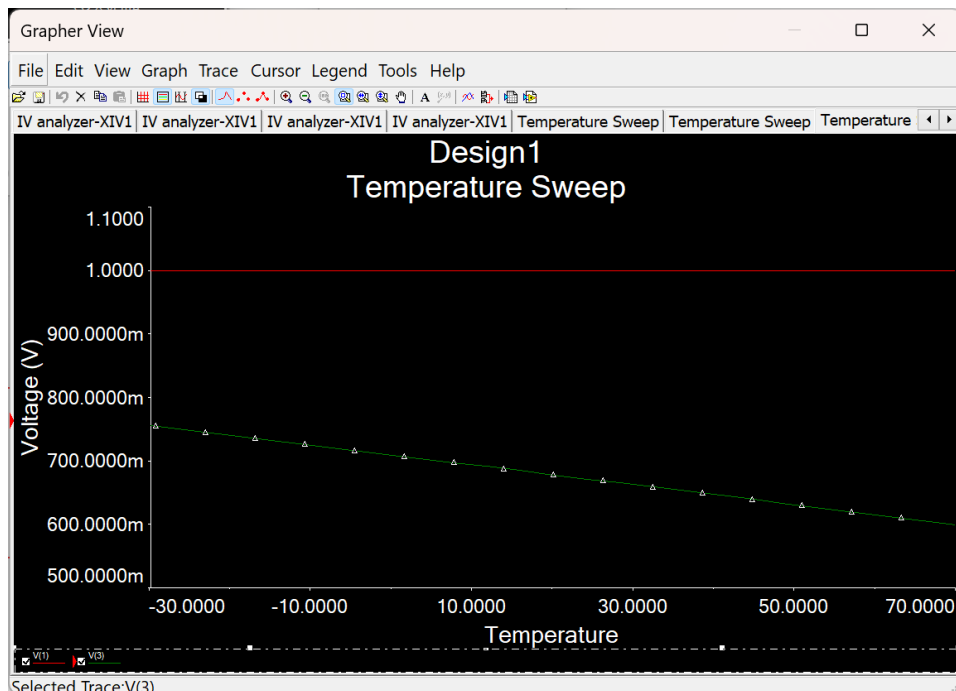
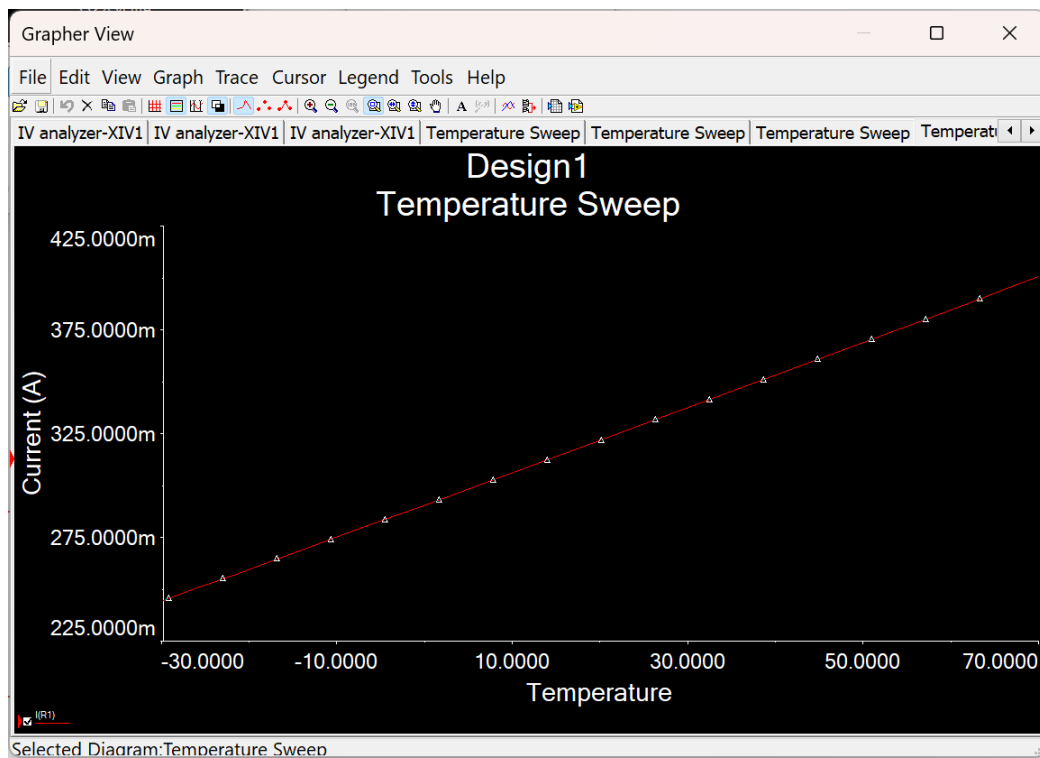
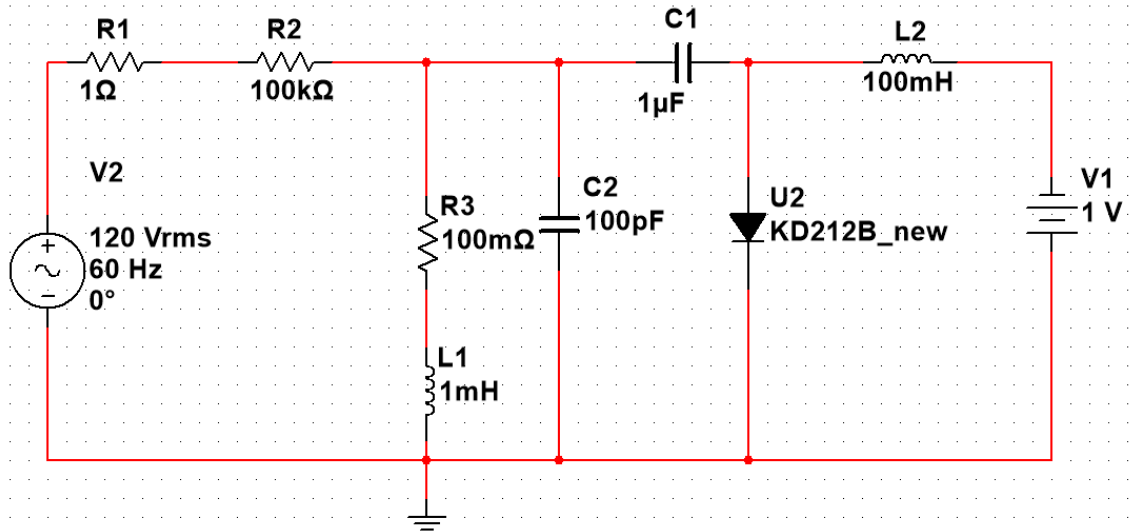


Рисунок 8 Напряжение на источнике



Видно, что напряжение на диоде изменилось с 0,72 В до 0,56 В, а ток – с 0,253 А до 0,389 А.

Исследование вольтфарадной характеристики полупроводникового диода



Чтобы получить данные для расчета параметров диода, нам потребуется провести два вида анализа: DC Sweep, где варьировать будем напряжение источника управления V2, и AC Analysis, где варьироваться частота источника V1. Для того чтобы осуществить это, воспользуемся функционалом Parameter Sweep

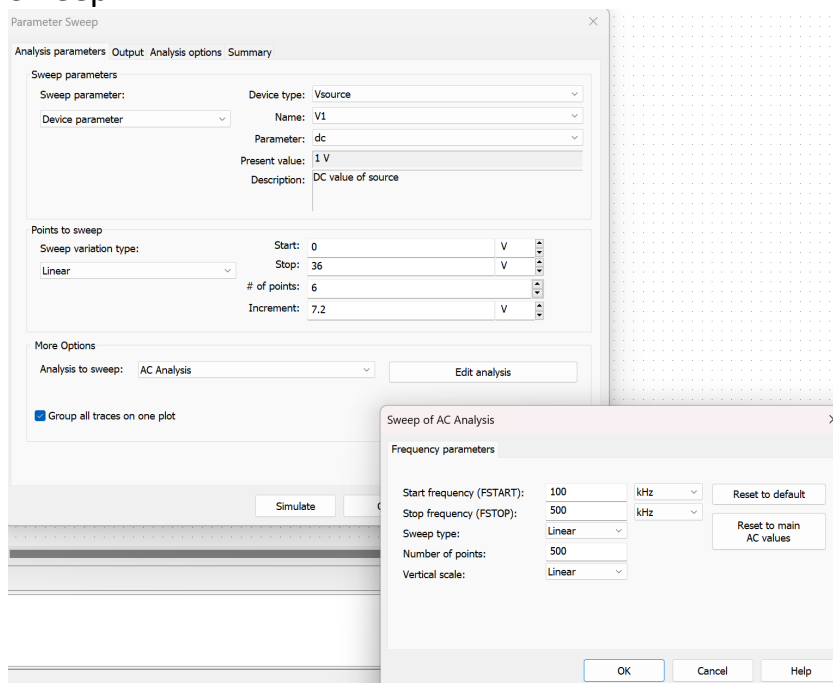


Рисунок 9 Настройку power sweep

В результате получаем несколько кривых, изображенных на одном графике (рис. 21). Каждая из этих кривых показывает зависимость напряжения на диоде от частоты источника V1 при определенном напряжении источника управления

V2. В легенде графика программа Multisim указывает, какое значение принимает напряжение V2 для некоторой кривой.

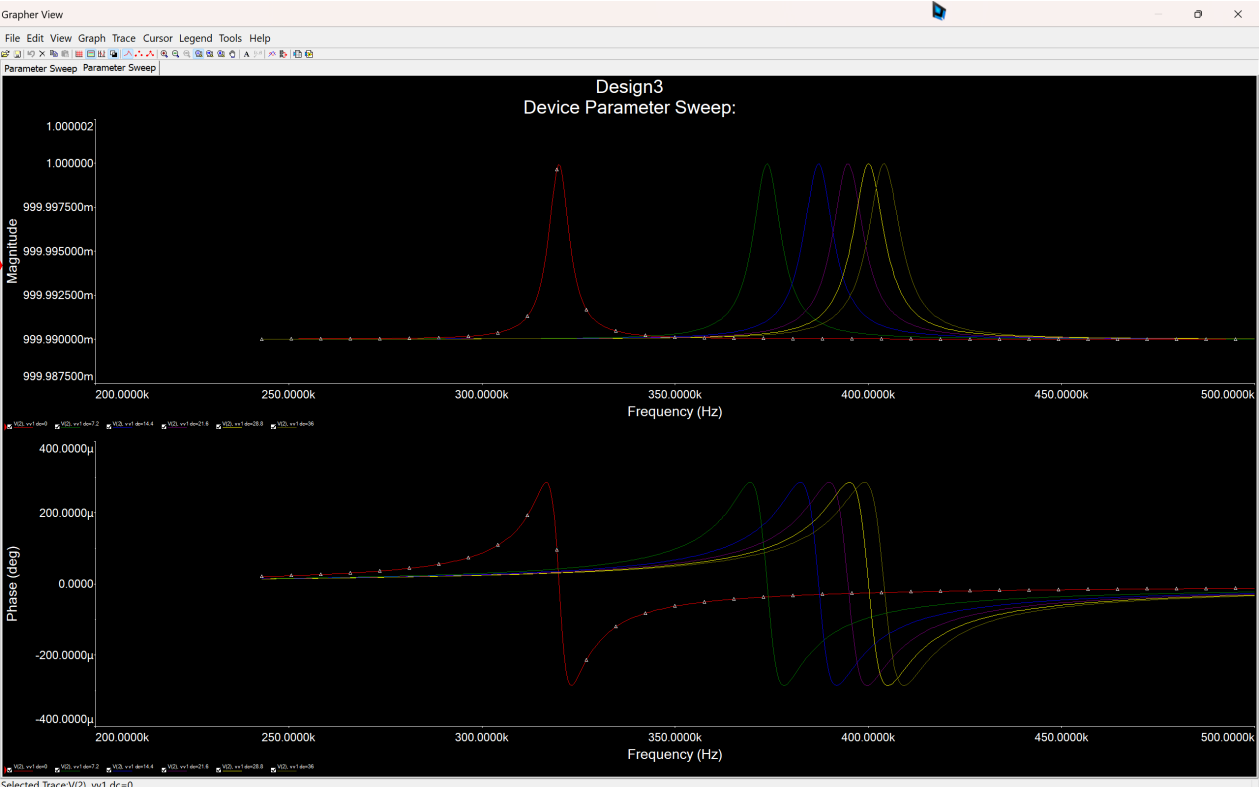


Рисунок 10 Результаты

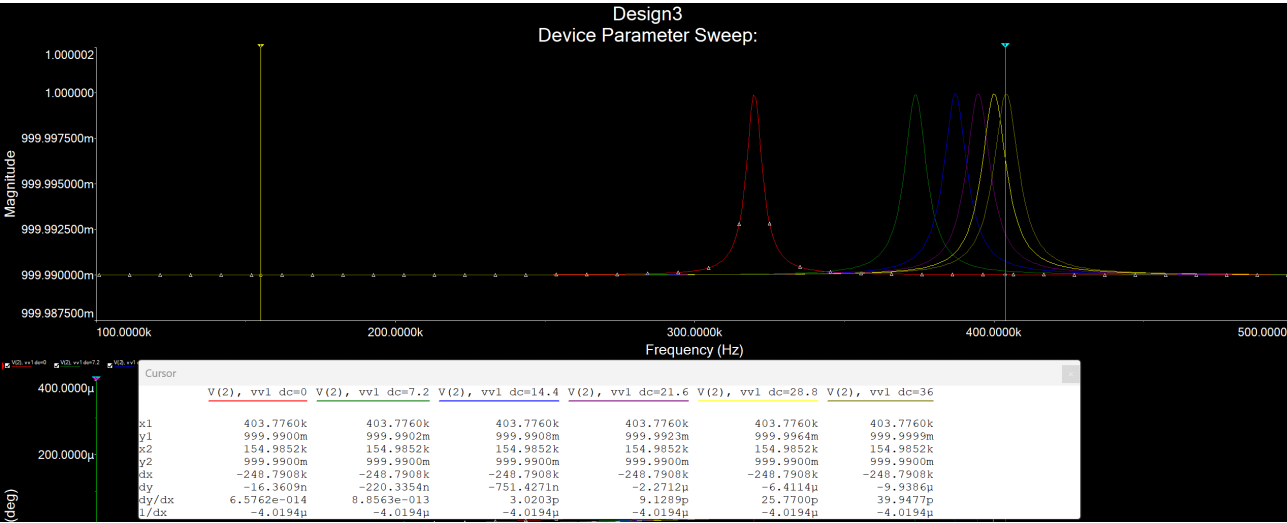
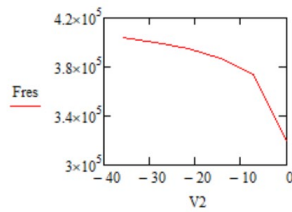


Рисунок 11 Получение значений экстремумов

$$\mathbf{Fres} := \begin{pmatrix} 319779 \\ 373737 \\ 387144 \\ 394611 \\ 400042 \\ 403776 \end{pmatrix} \quad \mathbf{V2} := \begin{pmatrix} 0 \\ -7.2 \\ -14.4 \\ -21.6 \\ -28.8 \\ -36 \end{pmatrix}$$



$$\begin{aligned} Lk &:= 10^{-3} \\ Ck &:= 10^{-10} \\ \pi &:= 3.14159 \end{aligned}$$

$$Cd := \frac{-\left(Ck \cdot Lk - \frac{1}{4Fres^2 \cdot \pi^2}\right)}{Lk}$$

$$\mathbf{Cd} = \begin{pmatrix} 1.477 \times 10^{-10} \\ 8.135 \times 10^{-11} \\ 6.9 \times 10^{-11} \\ 6.267 \times 10^{-11} \\ 5.828 \times 10^{-11} \\ 5.537 \times 10^{-11} \end{pmatrix}$$

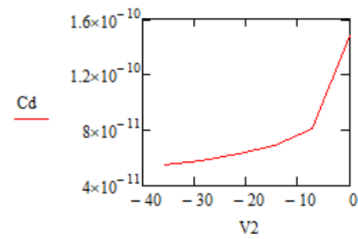


Рисунок 12 Определение параметров диода

$$M := 0.25 \quad VJ0 := 0.75 \quad CJO := 15^{-11}$$

Given

$$1.477 \cdot 10^{-10} = CJO \cdot \left(1 - \frac{0}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$6.9 \cdot 10^{-11} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-14.4}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$5.537 \cdot 10^{-11} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-36}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$\mathbf{Result} := \mathbf{Minerr}(CJO, VJ0, M)$$

$$\mathbf{Result} = \begin{pmatrix} 1.477 \times 10^{-10} \\ 0.7 \\ 0.248 \end{pmatrix}$$

Рисунок 13 Метод Given Miner

Полученные значения приблизительно равны значениям из библиотеки диодов.