



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)

Основы электроники
Лабораторный практикум №4
“ИССЛЕДОВАНИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
ДИОДОВ НА МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНОГО
СТЕНДА В ПРОГРАММЕ MULTISIM”

Студент : Факирзаи Амджад
Группа : ИУ7 - 36Б

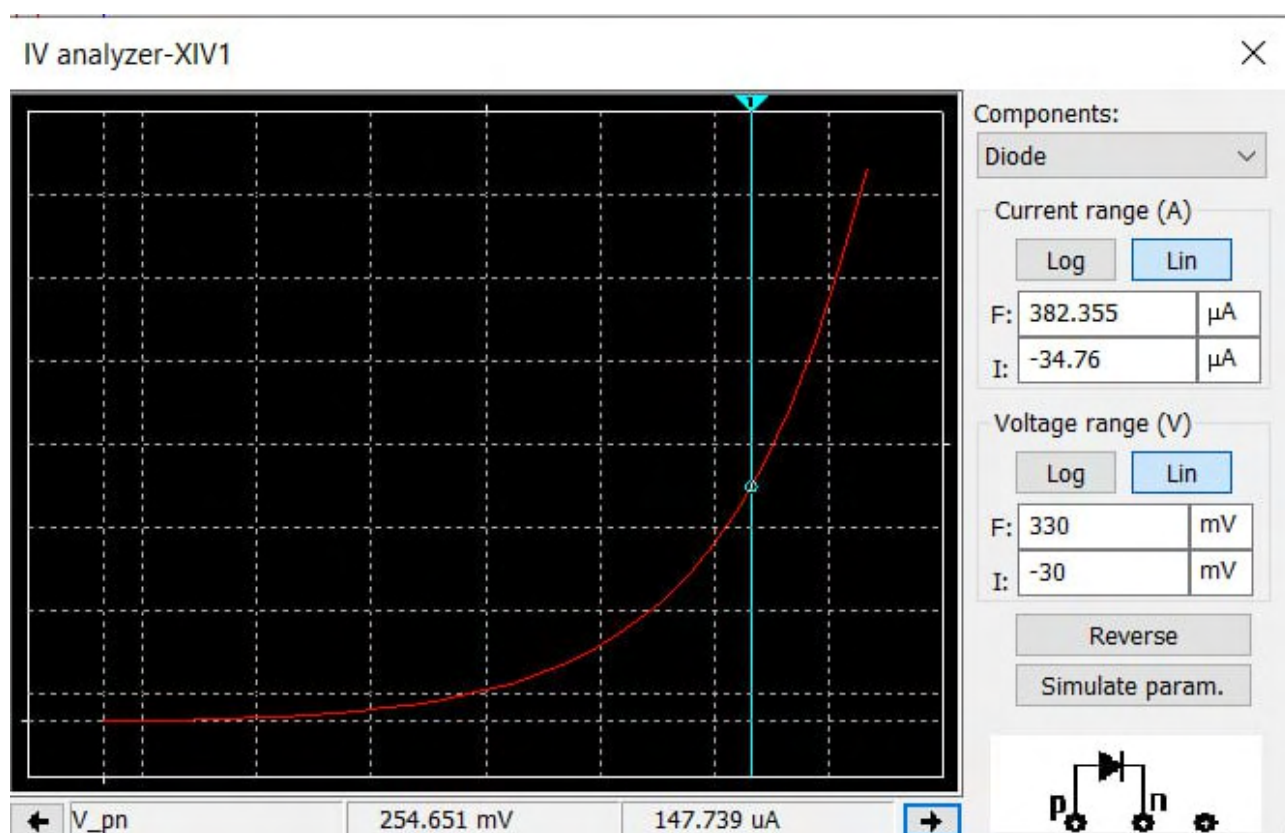
Цель работы:

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 5

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРАКТЕРИСТИК ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРА IV АНАЛИЗА

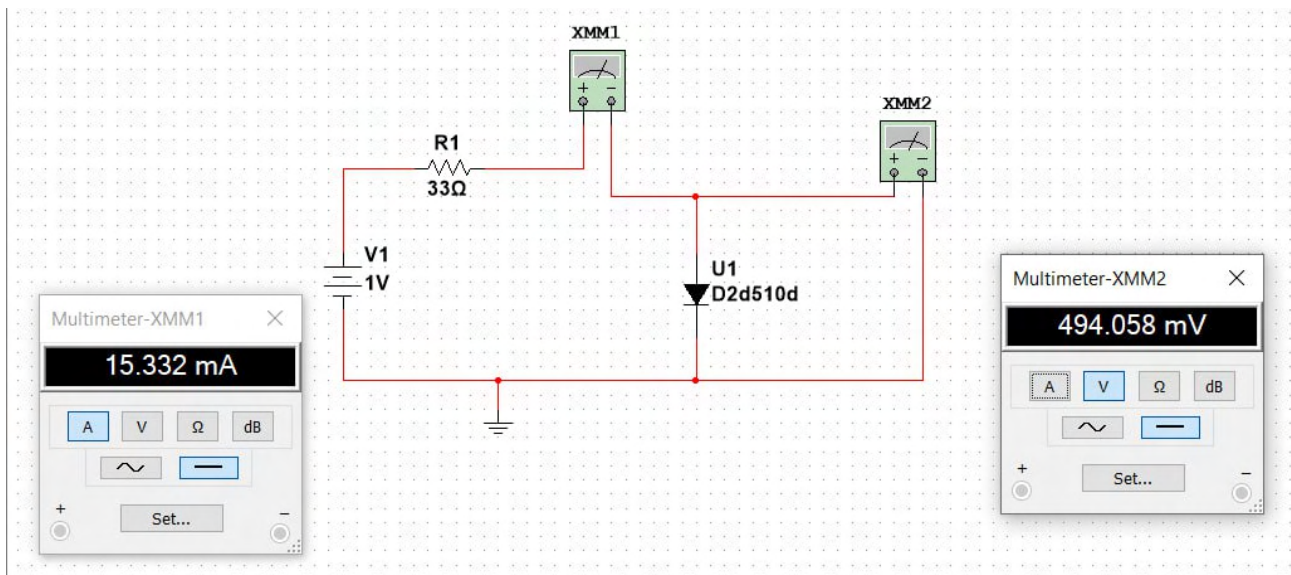
Получаем вольт-амперные характеристики своего типа диода в программе Multisim с использованием виртуального анализатора IV.



Для выбранной точки вычислим сопротивление R1, необходимое для работы диода в данной рабочей точке с источником 1. Для этого подставим параметры выбранной точки в соответствующую формулу.

$$\begin{aligned} I_d &:= 0.00014 \\ U_1 &:= 1 \\ U_d &:= 0.254 \\ R &:= \left[\frac{(U_1 - U_d)}{I_d} \right] \\ R &= [5.329 \cdot 10^3] \end{aligned}$$

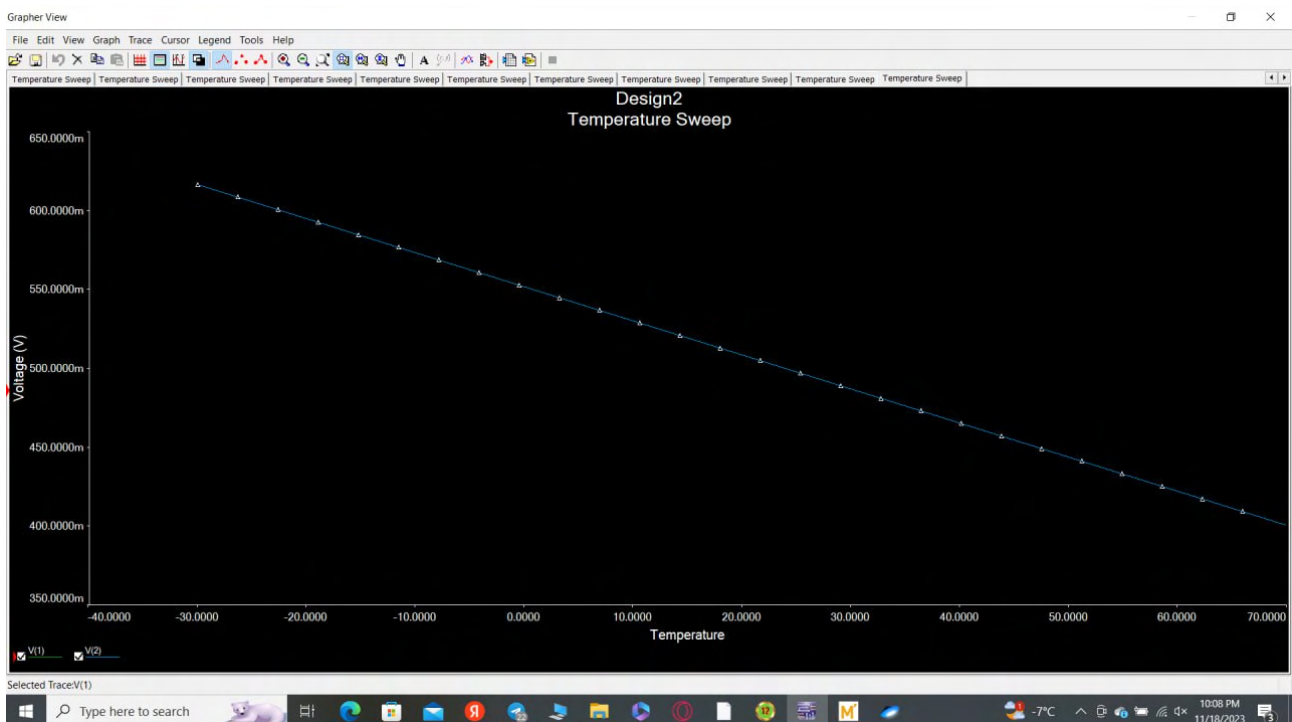
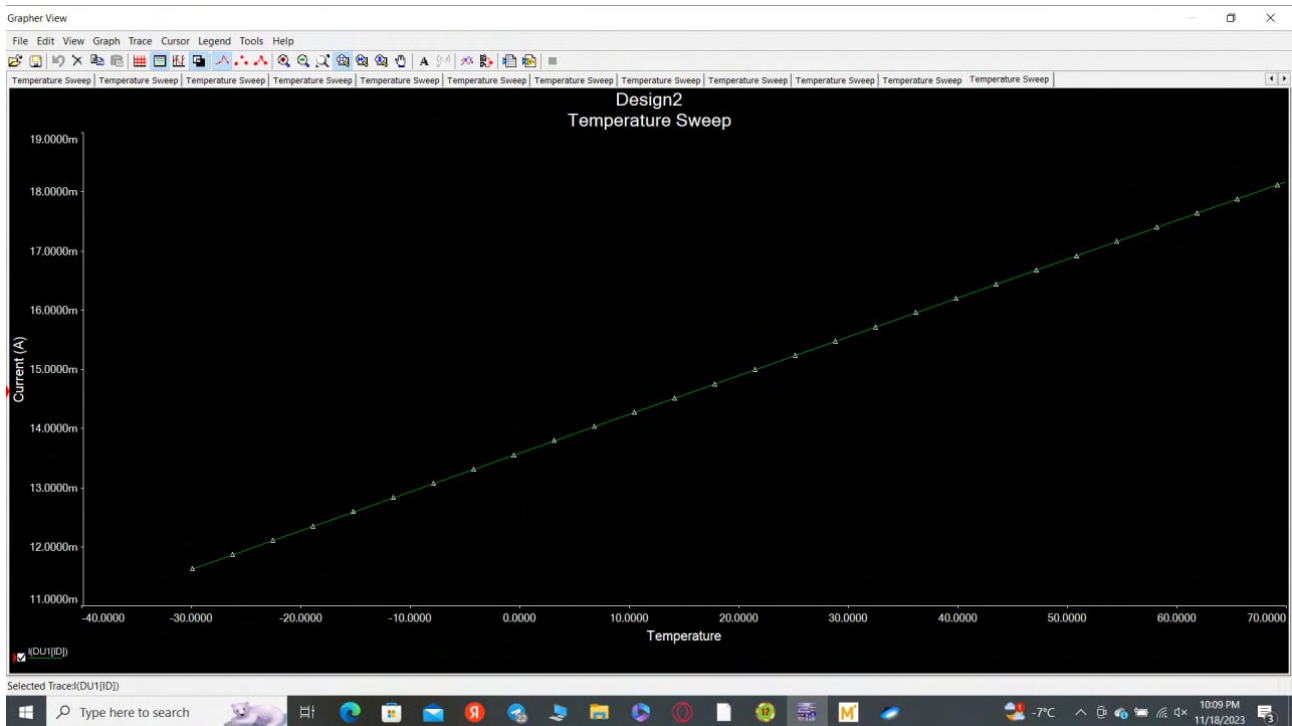
Проверка корректности расчета рабочей точки диода.



Запускаем (simulate) и получаем:

а) график зависимости V_1 , V_2 - напряжения на источнике и диоде от температуры в выбранной рабочей точке;

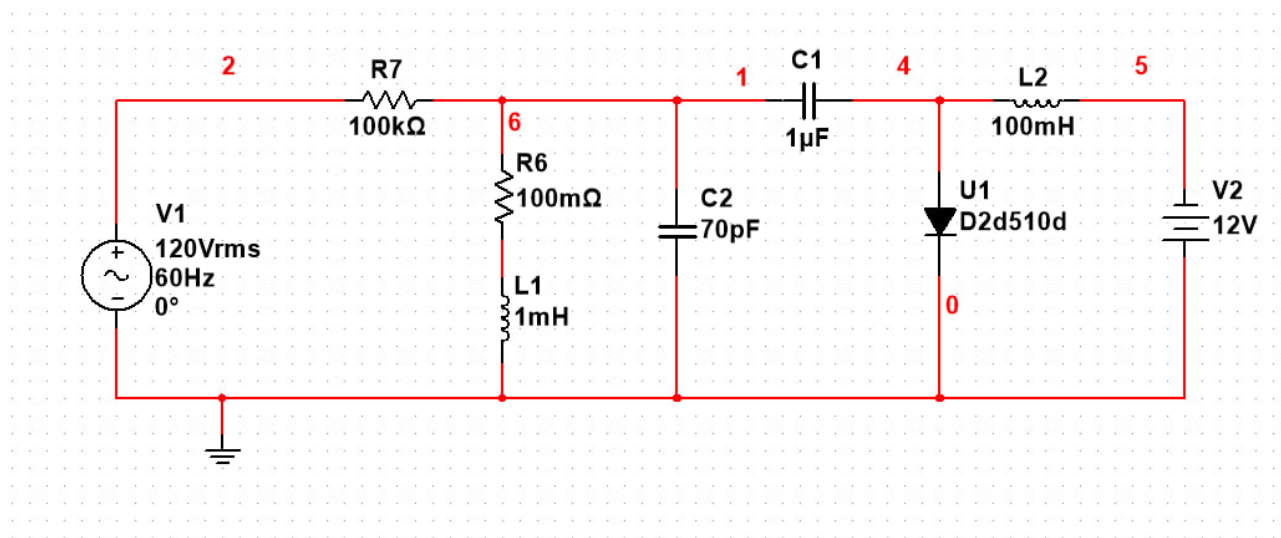
б) график зависимости тока $I(R1)$, который равен току диода, от температуры.



Эксперимент 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-ФАРАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА

Построить схему параллельного колебательного контура с использованием полупроводникового диода в качестве переменной емкости.



Пределы анализа определяются при открытии окна настроек анализа и задании переменных для визуализации.

Analyses and Simulation

Active Analysis:

Interactive Simulation

DC Operating Point

AC Sweep

Transient

DC Sweep

Single Frequency AC

Parameter Sweep

Noise

Monte Carlo

Fourier

Temperature Sweep

Distortion

Sensitivity

Worst Case

Noise Figure

Pole Zero

Transfer Function

Trace Width

Batched

User-Defined

Parameter Sweep

Analysis parameters

Output

Analysis options

Summary

Sweep parameters

Sweep parameter:

Device parameter

Device type:

Vsource

Name:

V2

Parameter:

dc

Present value:

12 V

Description:

DC value of source

Points to sweep

Sweep variation type:

Linear

Start:

0

V

Stop:

10

V

Number of points:

6

Increment:

2

V

More Options

Analysis to sweep:

AC Sweep

Edit analysis...

☒ Group all traces on one plot

Run

Save

Cancel

Help

Sweep of AC Analysis

Frequency parameters

Start frequency (FSTART):

10

kHz

Stop frequency (FSTOP):

750

kHz

Sweep type:

Linear

Number of points:

900

Vertical scale:

Linear

Reset to default

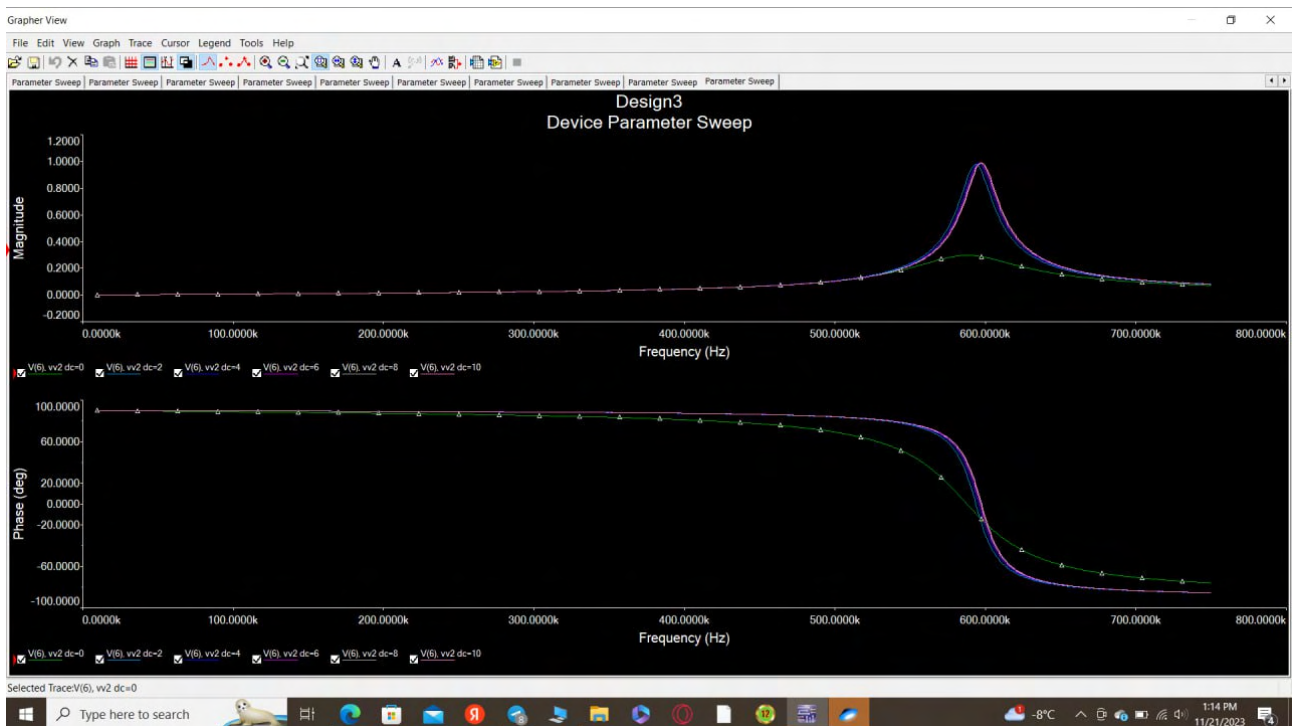
Reset to main AC values

OK

Cancel

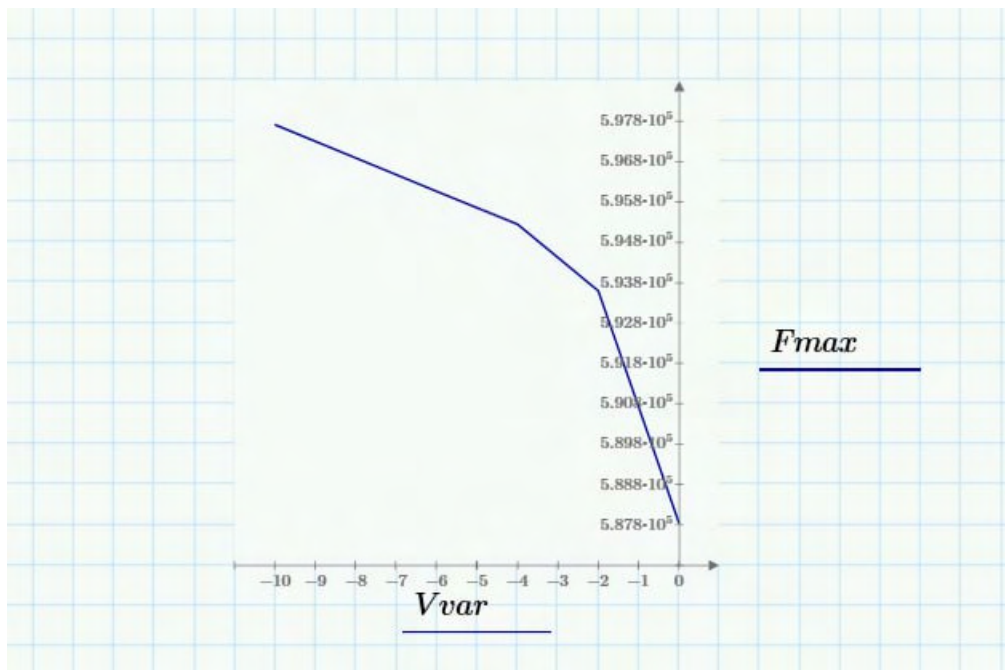
Help

Строим график зависимости резонансной частоты от напряжения управления.



Исходя из вольт-фарадной характеристики, определяем параметры модели диода (CJO, M, VJ) с использованием метода Given Minerr в MATCAD.

$$F_{max} := \begin{bmatrix} 587842 \\ 593604 \\ 595251 \\ 596073 \\ 596897 \\ 597719 \end{bmatrix} \quad V_{var} := \begin{bmatrix} 0 \\ -2 \\ -4 \\ -6 \\ -8 \\ -10 \end{bmatrix}$$



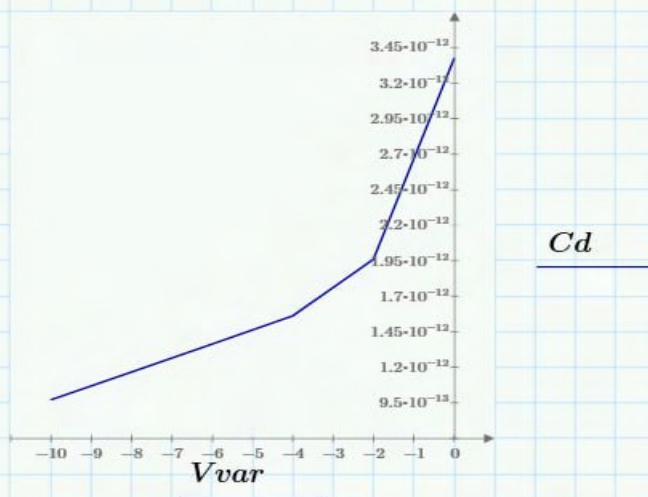
$$Lk := 10^{-3}$$

$$Ck := 70 \cdot 10^{-12}$$

$$pi := 3.14$$

$$Fr := Fmax$$

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



$$Cd = \begin{bmatrix} 3.377 \cdot 10^{-12} \\ 1.959 \cdot 10^{-12} \\ 1.562 \cdot 10^{-12} \\ 1.364 \cdot 10^{-12} \\ 1.168 \cdot 10^{-12} \\ 9.719 \cdot 10^{-13} \end{bmatrix}$$

$$Vvar = \begin{bmatrix} 0 \\ -2 \\ -4 \\ -6 \\ -8 \\ -10 \end{bmatrix}$$

$$M := 0.5$$

$$VJO := 0.6$$

$$CJO := 10^{-9}$$

Constraints

$$3.377 \cdot 10^{-12} = CJO \cdot \left(1 - \frac{0}{VJO}\right)^{-M}$$

$$1.562 \cdot 10^{-12} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-4}{VJO}\right)^{-M}$$

$$1.168 \cdot 10^{-12} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-8}{VJO}\right)^{-M}$$

Solver

$$\text{Minerr}(CJO, VJO, M) = \begin{bmatrix} 3.377 \cdot 10^{-12} \\ 1.096 \\ 0.502 \end{bmatrix}$$