

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Дисциплина электроника
Лабораторный практикум №4

Работу выполнил:

студент группы ИУ7-33Б

Паламарчук А. Н.

Работу проверил:

Оглоблин Д.И.

ДИОД: KD202D

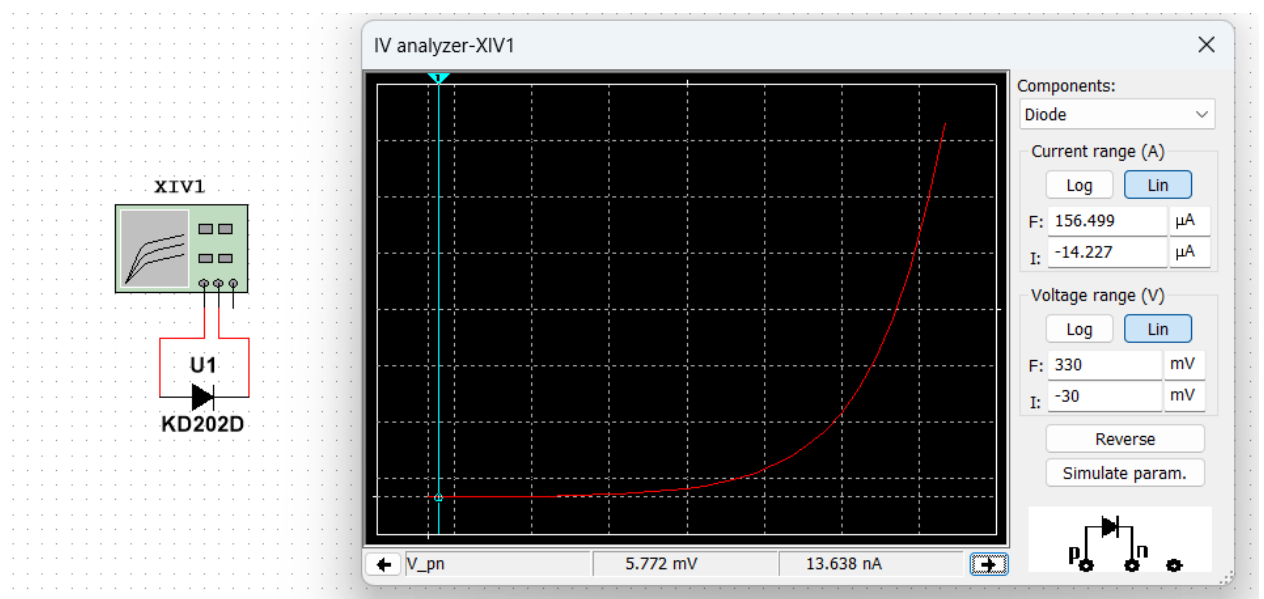
Цель работы:

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. Приобрести навыки в использовании базовых возможностей программ схемотехнического анализа, на примере программы Multisim, для исследования статических и динамических характеристик полупроводниковых диодов с последующим расчетом параметров модели полупроводникового диода. Приобретение навыков расчета моделей полупроводниковых приборов по данным, полученным в экспериментальных исследованиях и включение модели в базу компонентов.

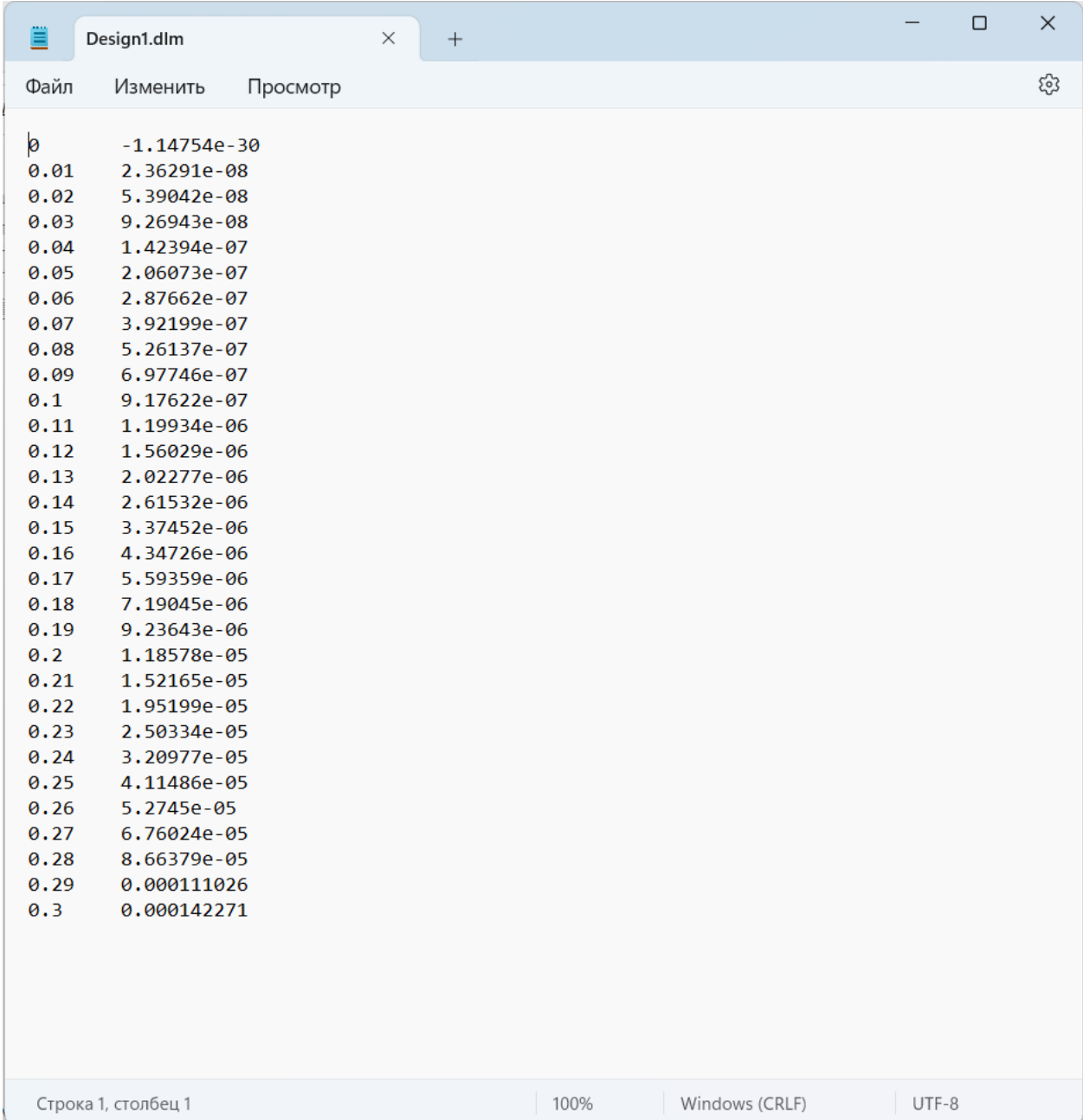
Эксперимент 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА IV ANALYZER.

Цель эксперимента: Получить ВАХ диода KD202D в программе Multisim с применением виртуального прибора IV analyzer, используемого для снятия ВАХ р-п-переходов, диодов, транзисторов.



Экспортируем данные в файл.



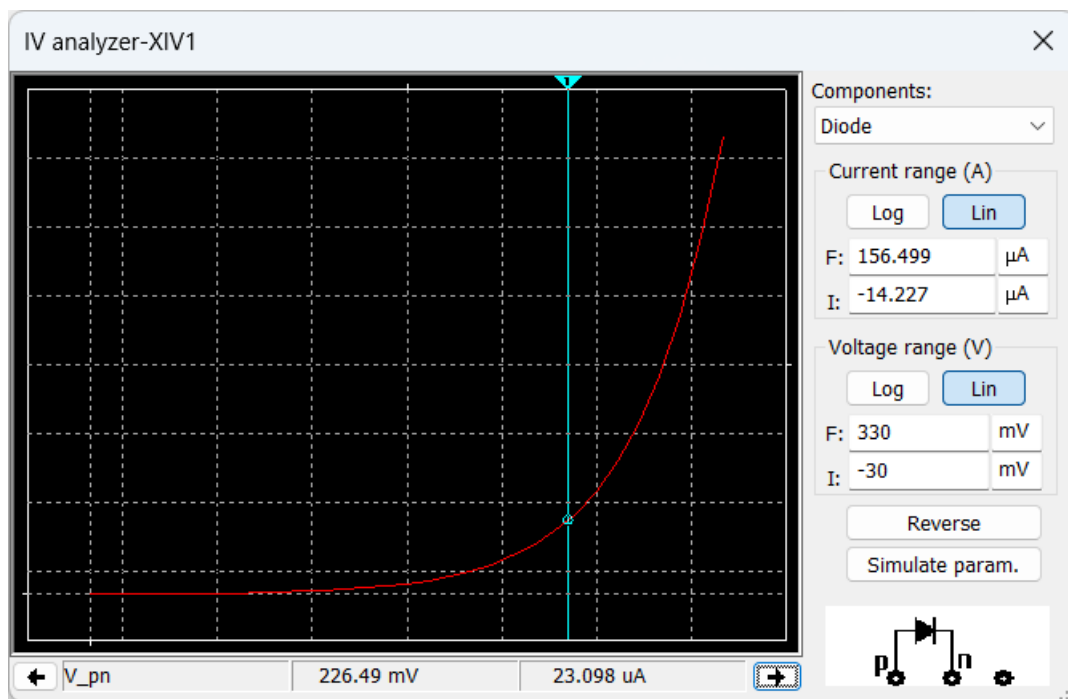
Файл	Изменить	Просмотр
0	-1.14754e-30	
0.01	2.36291e-08	
0.02	5.39042e-08	
0.03	9.26943e-08	
0.04	1.42394e-07	
0.05	2.06073e-07	
0.06	2.87662e-07	
0.07	3.92199e-07	
0.08	5.26137e-07	
0.09	6.97746e-07	
0.1	9.17622e-07	
0.11	1.19934e-06	
0.12	1.56029e-06	
0.13	2.02277e-06	
0.14	2.61532e-06	
0.15	3.37452e-06	
0.16	4.34726e-06	
0.17	5.59359e-06	
0.18	7.19045e-06	
0.19	9.23643e-06	
0.2	1.18578e-05	
0.21	1.52165e-05	
0.22	1.95199e-05	
0.23	2.50334e-05	
0.24	3.20977e-05	
0.25	4.11486e-05	
0.26	5.2745e-05	
0.27	6.76024e-05	
0.28	8.66379e-05	
0.29	0.000111026	
0.3	0.000142271	

Строка 1, столбец 1 | 100% | Windows (CRLF) | UTF-8

Исследуем BAX в диапазоне температур от -30 до 70 градусов Цельсия:

1) Для начала рассчитаем R1, которое обеспечит работу диода

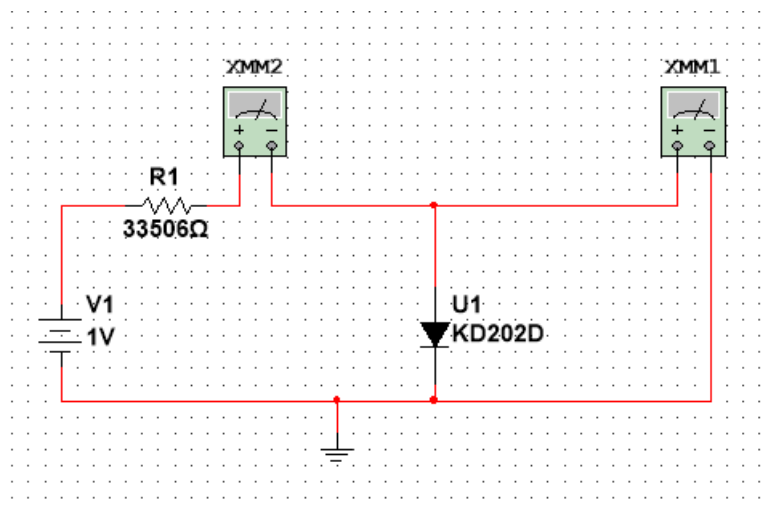
а) Выберем произвольно рабочую точку диода на графике BAX, снятом IV analyzer :



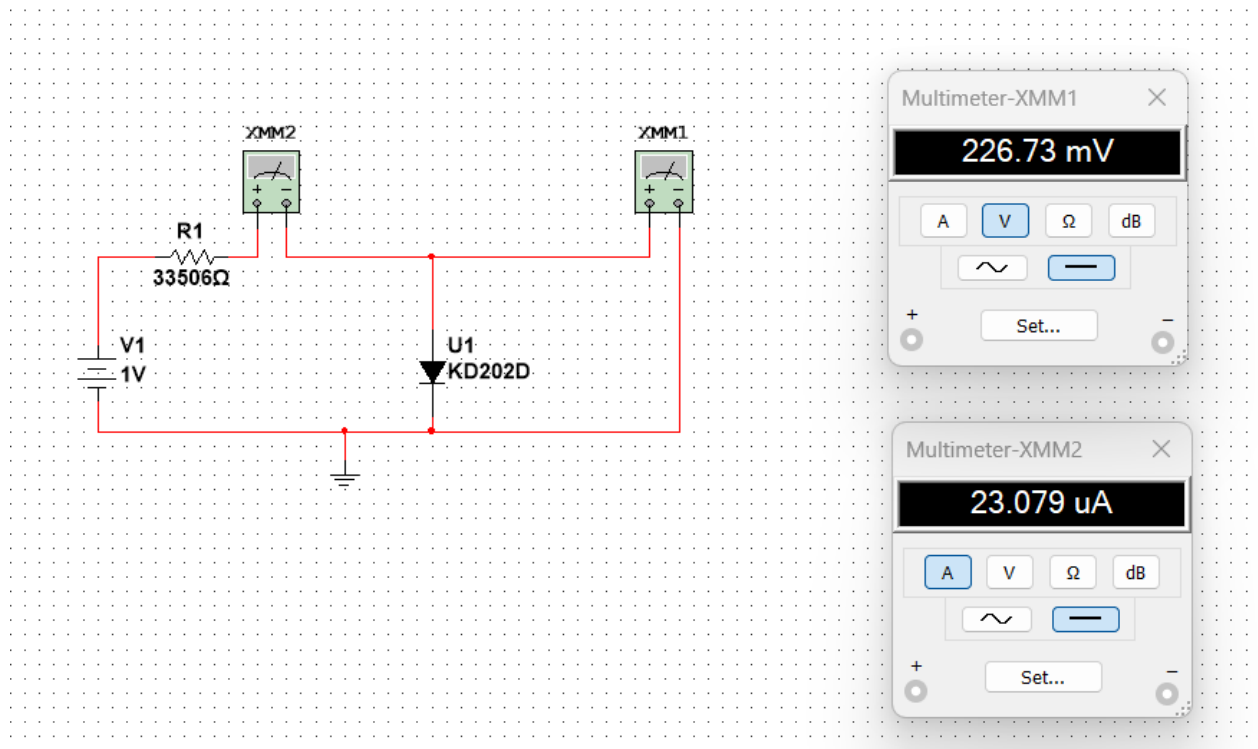
b) Рассчитаем сопротивление при источнике 1В:

$$R = (U_{\text{ист}} - U_{\text{д}}) / I_{\text{д}} = (1 - 0.226) / (23.1 \cdot 10^{-6}) = 33506 \text{ Ом}$$

Строим схему:



Проверка выбранной рабочей точки:



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
- Pole Zero
- Transfer Function
- Trace Width

Temperature Sweep

Analysis parameters | Output | Analysis options | Summary

Sweep parameters

Sweep parameter: Temperature

Present value: 27 °C
Description: Temperature sweep of the circuit.

Points to sweep

Sweep variation type: Linear

Start: -30 °C
Stop: 70 °C
Number of points: 101
Increment: 1 °C

More Options

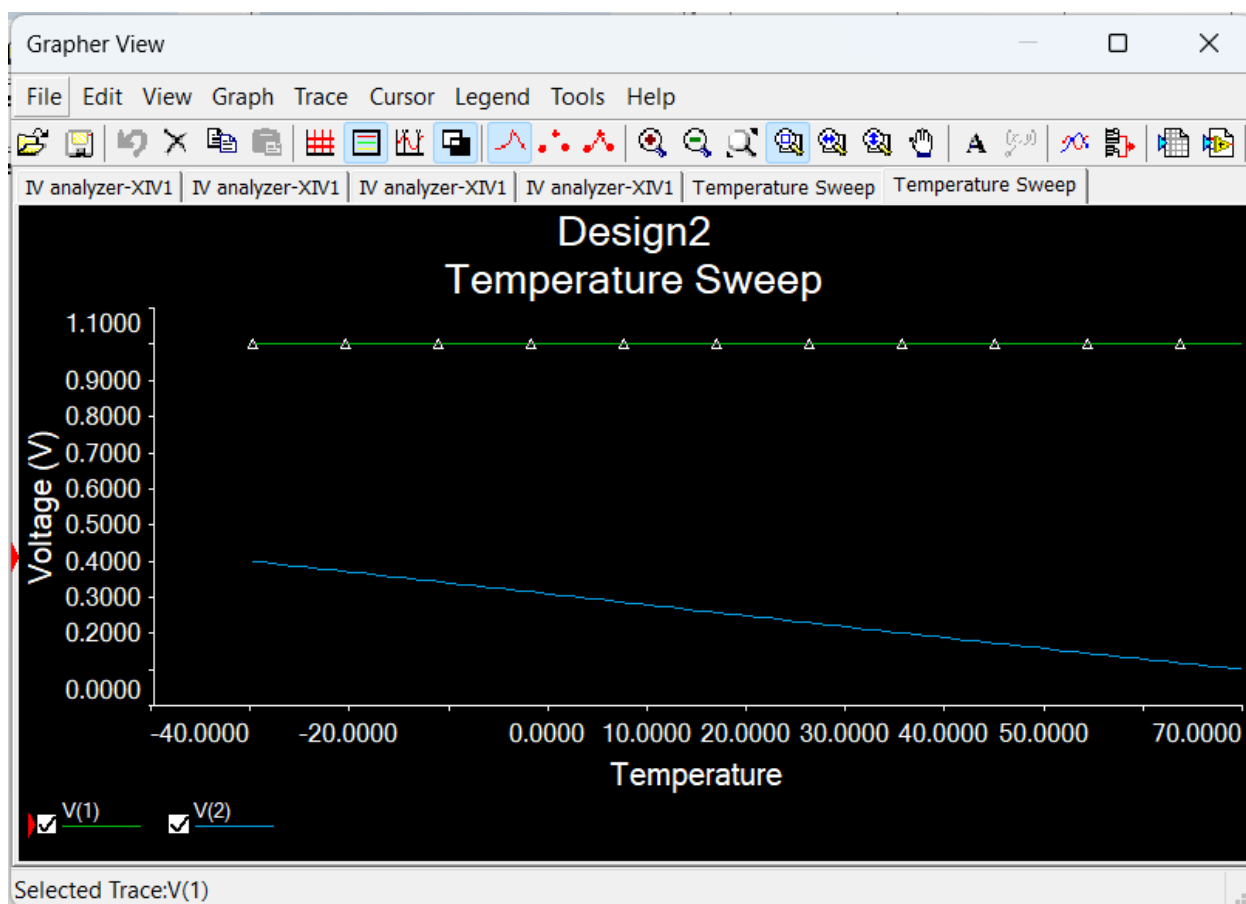
Analysis to sweep: DC Operating Point

☒ Group all traces on one plot

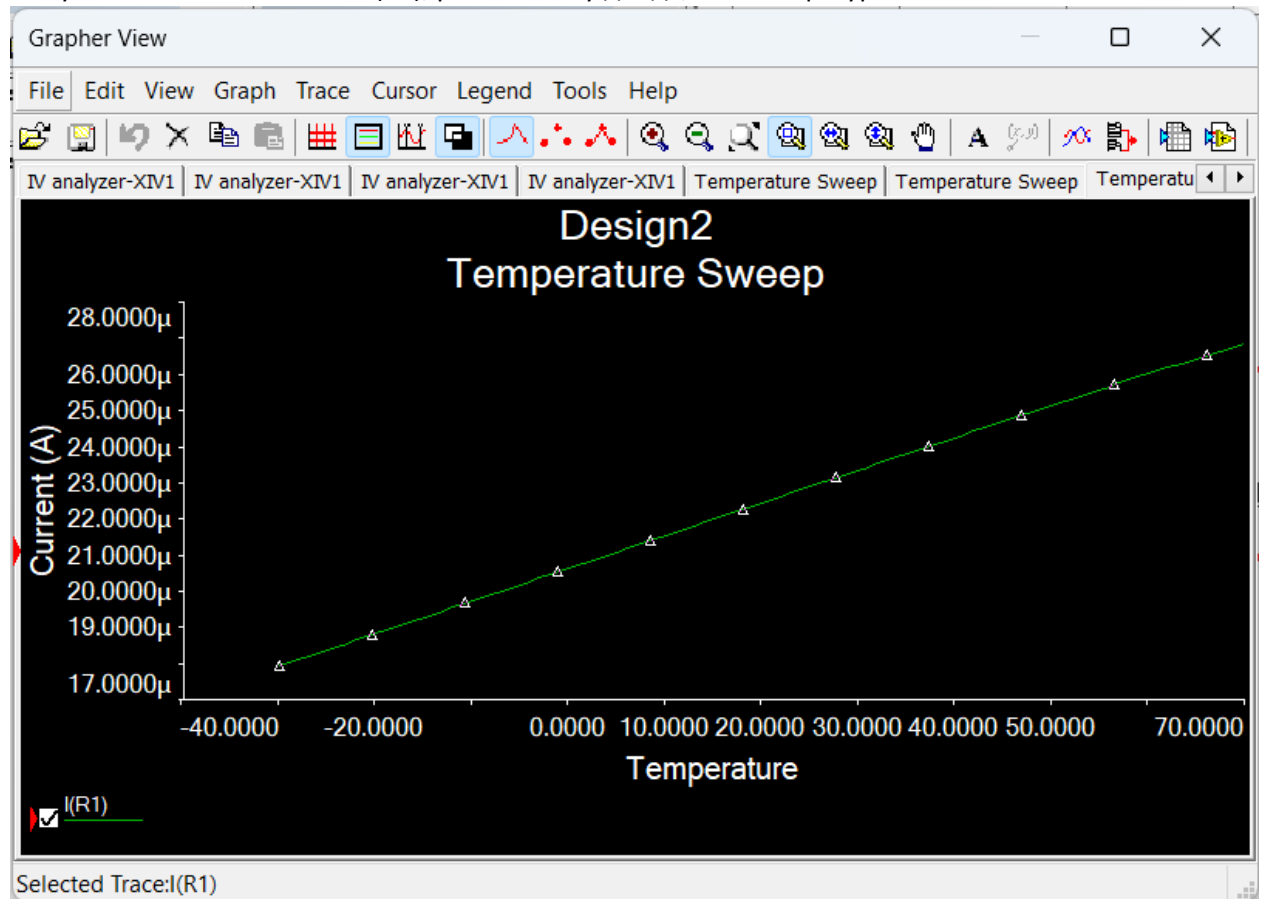
☒ Display results on a graph
☐ Display results in a table

Run Save Cancel Help

Получаем зависимость V1, V2 – напряжения на источнике и диоде от температуры в выбранной рабочей точке



Получаем зависимость тока $I(R1)$, равного току диода, от температуры.



Mathcad

VAX := READPRN("C:\Users\Natalie\Documents\Основы электроники\lab_04\Design1.dlm")

Given

$x := 0$

$Rb := 1$

$Is0 := 0.0000001$

$m := 2$

$Ft := 0.02$

$$0.18 = 7.19045e-006Rb + \ln\left[\frac{(Is0 + 7.19045e-006)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

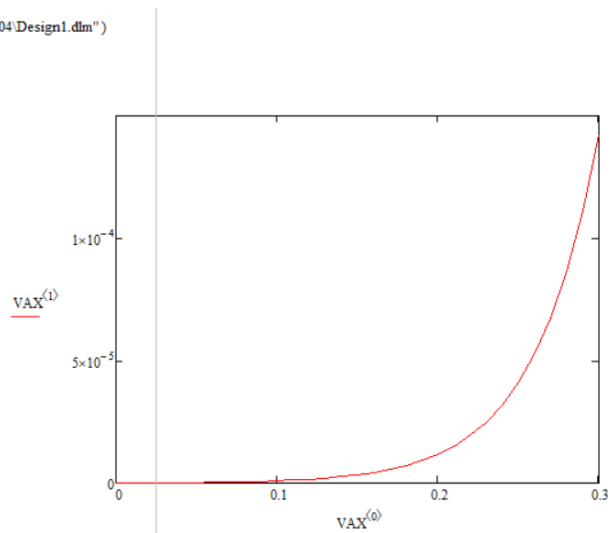
$$0.2 = 1.18578e-005Rb + \ln\left[\frac{(Is0 + 1.18578e-005)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$0.22 = 1.95199e-005Rb + \ln\left[\frac{(Is0 + 1.95199e-005)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$0.25 = 4.11486e-005Rb + \ln\left[\frac{(Is0 + 4.11486e-005)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$Diod_P := \text{Minerr}(Is0, Rb, m, Ft)$

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 8.401 \times 10^{-8} \\ 0.05 \\ 1.858 \\ 0.022 \end{pmatrix}$$

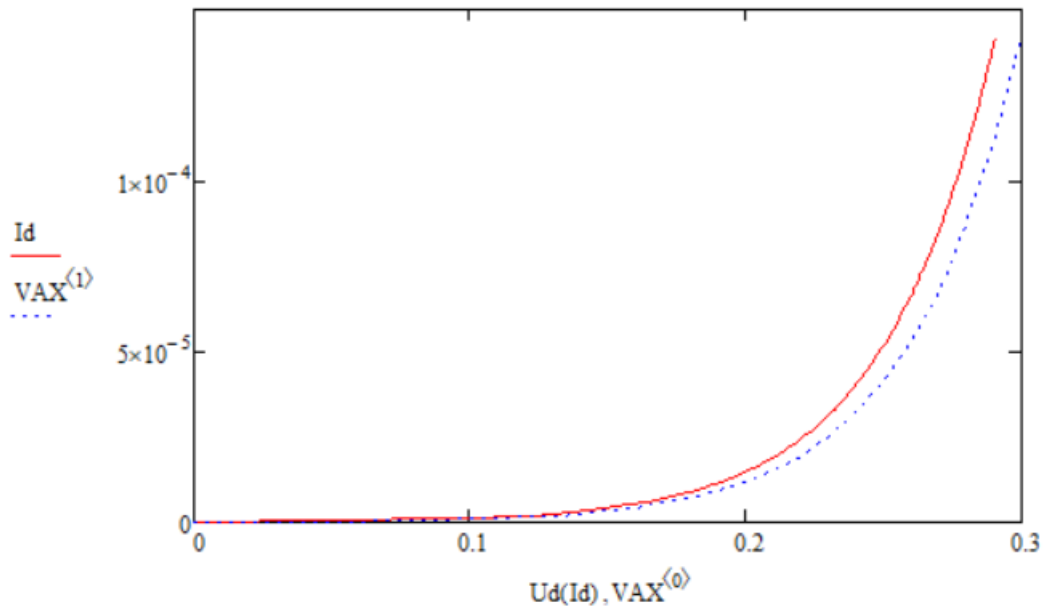


$$I_d := 0,10^{-6} \dots 1,423 \times 10^{-4}$$

$$\max(VAX^{(0)}) = 0,3$$

$$U_d(I_d) := I_d \cdot R_b + m \cdot F_t \cdot \ln \left[\frac{(I_d + I_{s0})}{I_{s0}} \right]$$

$$\max(VAX^{(1)}) = 1,423 \times 10^{-4}$$

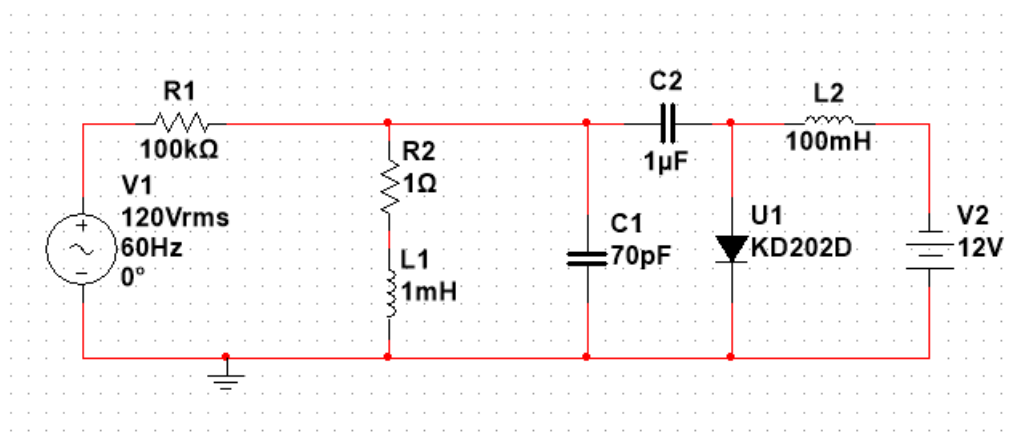


Эксперимент 6

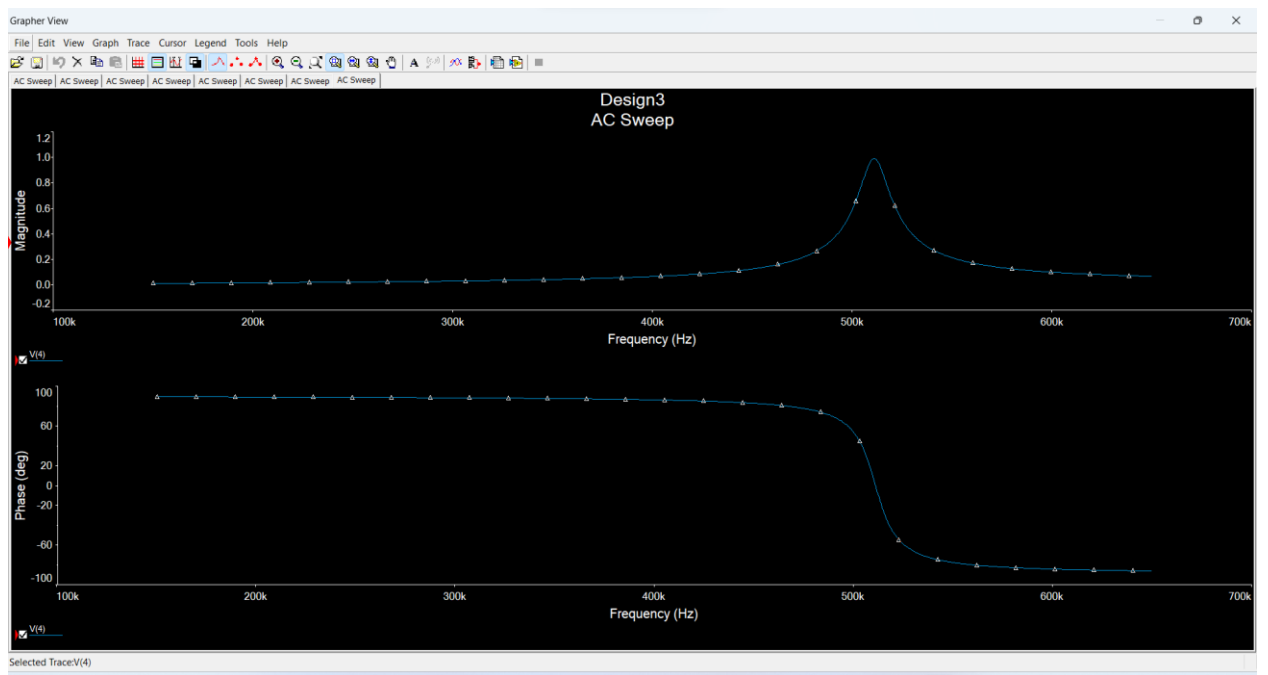
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТФАРАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

Цель эксперимента: Используя схему параллельного колебательного контура с подключенным к контуру полупроводниковым диодом в качестве переменной емкости, построить зависимость резонансной частоты от напряжения управления и передать данные в программу MathCAD. По этим данным построить вольтфарадную характеристику полупроводникового диода

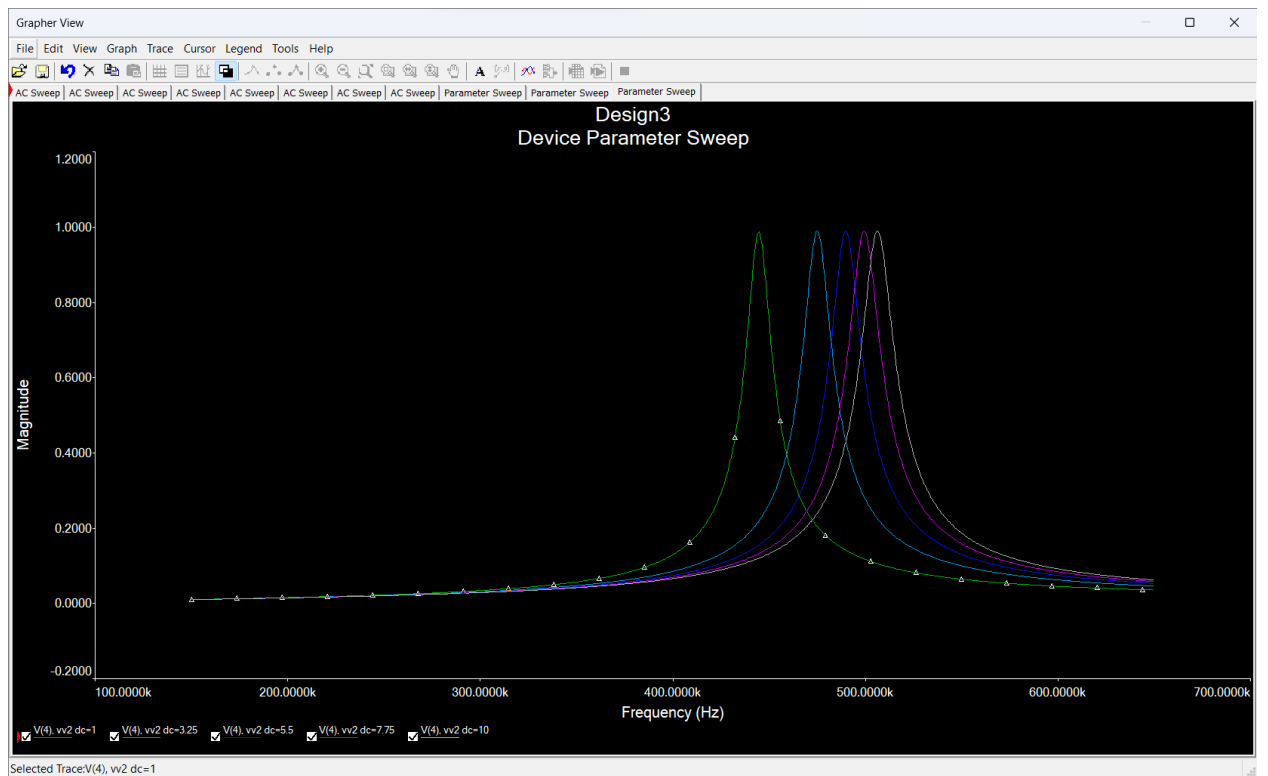
Строим схему:



Получил резонансную частоту:



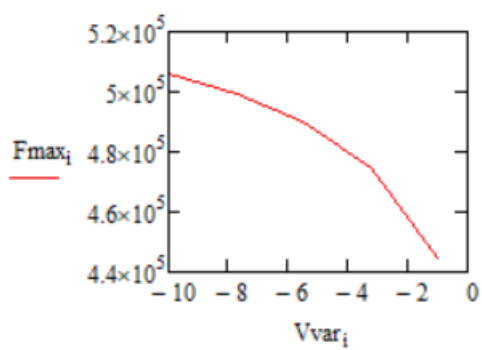
Делаю stepping:



Вручную выписываю пики:

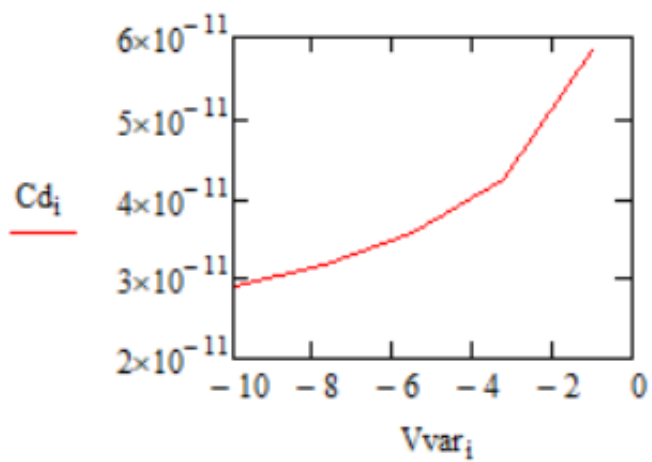
$$F_{\max} := \begin{pmatrix} 444563 \\ 474922 \\ 489868 \\ 499365 \\ 506215 \end{pmatrix} \quad V_{\text{var}} := \begin{pmatrix} -1 \\ -3.25 \\ -5.5 \\ -7.75 \\ -10 \end{pmatrix}$$

$$i := 0..4$$



$$L_k := 10^{-3} \quad C_k := 70 \cdot 10^{-12} \quad \pi := 3.14 \quad Fr_i := F_{\max_i}$$

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



$$M := 0.25 \qquad VJ0 := 0.75 \qquad CJ0 := 3 \cdot 10^{-12}$$

Given

$$1.241807295376e-011 = CJ0 \cdot \left(1 - \frac{-3.25}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$5.6629109872239e-012 = CJ0 \cdot \left(1 - \frac{-5.5}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$1.6821013942309e-012 = CJ0 \cdot \left(1 - \frac{-7.75}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$\text{Minerr}(CJ0, VJ0, M) = \begin{pmatrix} 4.4 \times 10^{-11} \\ 3.384 \times 10^4 \\ 1.31 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

$$U := -10, -8..0$$

$$CJ_{\text{exp}} := 4.4 \cdot 10^{-11}$$

$$VJ_{\text{exp}} := 3.384 \cdot 10^4$$

$$M_{\text{exp}} := 1.31 \cdot 10^4$$

$$Cd_{\text{exp}}(U) := CJ_{\text{exp}} \cdot \left(1 - \frac{U}{VJ_{\text{exp}}}\right)^{-M_{\text{exp}}}$$

$$CJ_{\text{diod}} := 82 \cdot 10^{-12}$$

$$VJ_{\text{diod}} := 0.75$$

$$M_{\text{diod}} := 0.38$$

$$Cd_{\text{diod}}(U) := CJ_{\text{diod}} \cdot \left(1 - \frac{U}{VJ_{\text{diod}}}\right)^{-M_{\text{diod}}}$$

