

Дисциплина электроника

Лабораторный практикум №4
по теме: «Исследование полупроводниковых диодов»

Студент: Фам Минь Хиеу

Группа: ИУ7-32Б

Работу проверил: Оглоблин Д. И.

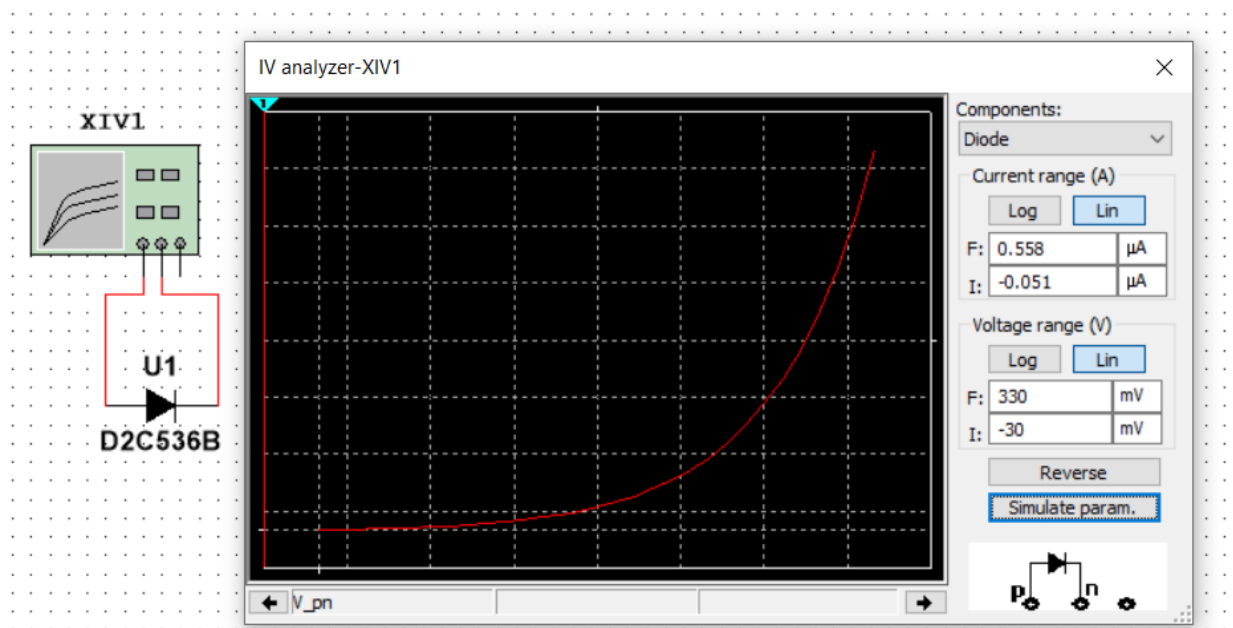
Цель работы:

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

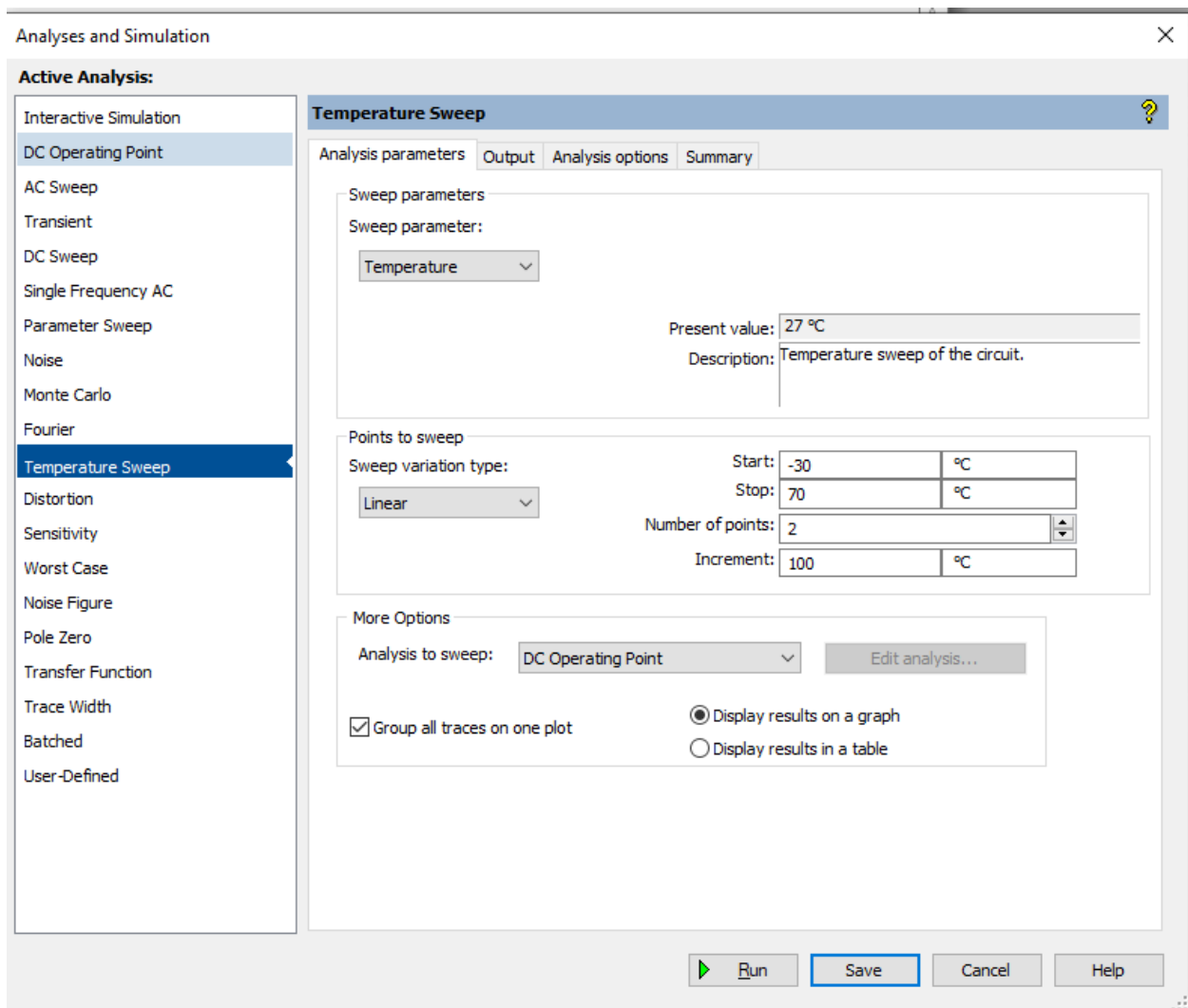
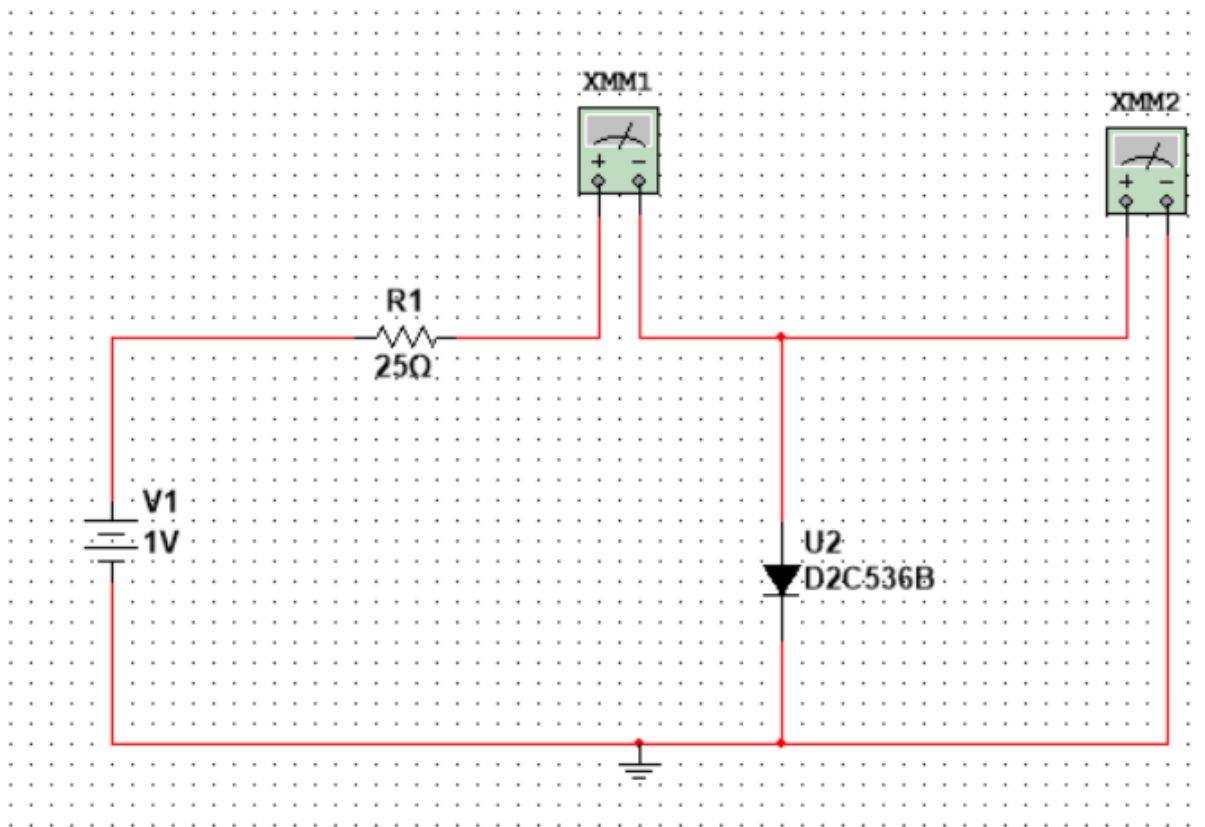
Получение ВАХ с применением виртуального прибора **IV analyzer**, используемого для снятия ВАХ p-n-переходов, диодов, транзисторов.

ВАХ диода D2C536B. Контрольные точки – ПКМ на линию (*show the selecton trace*)

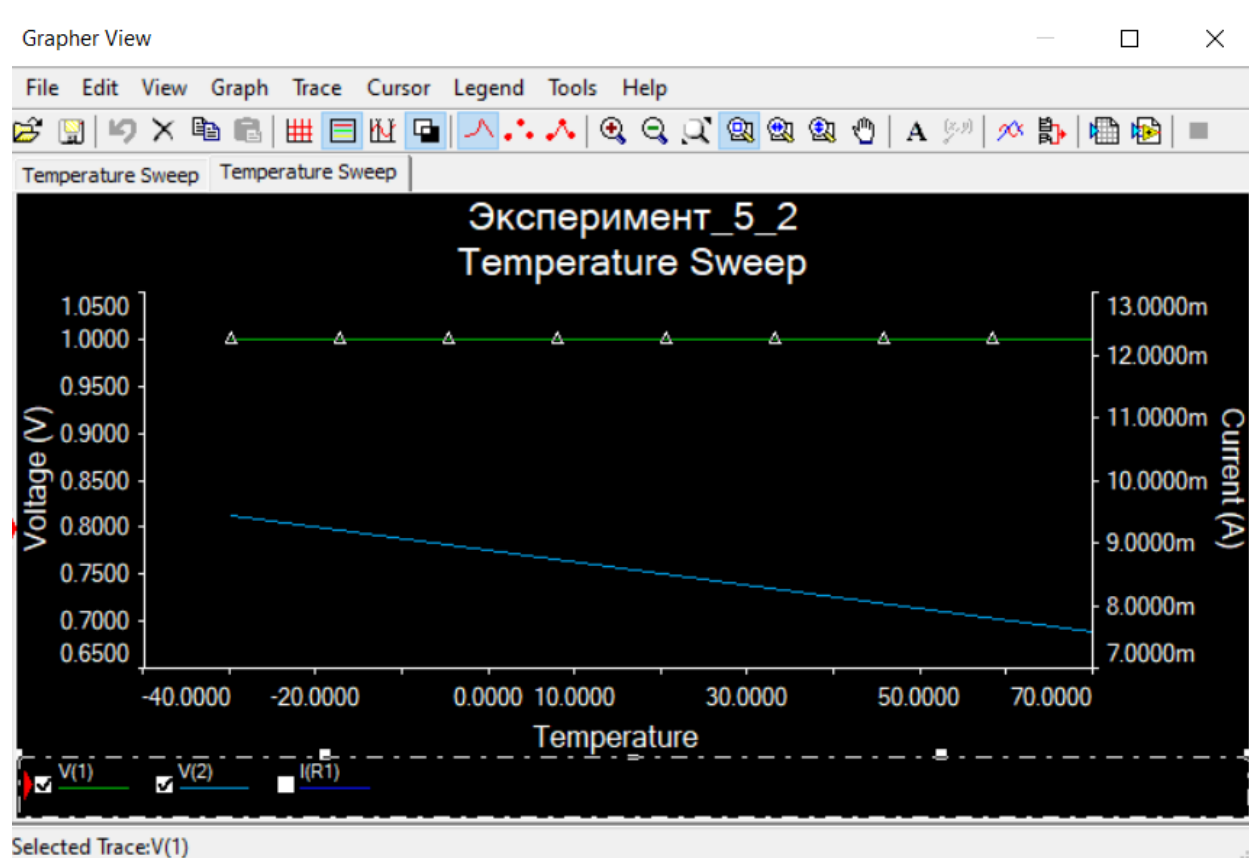


Исследовать ВАХ в диапазоне температур - 30 – 70 град. Цельсия:

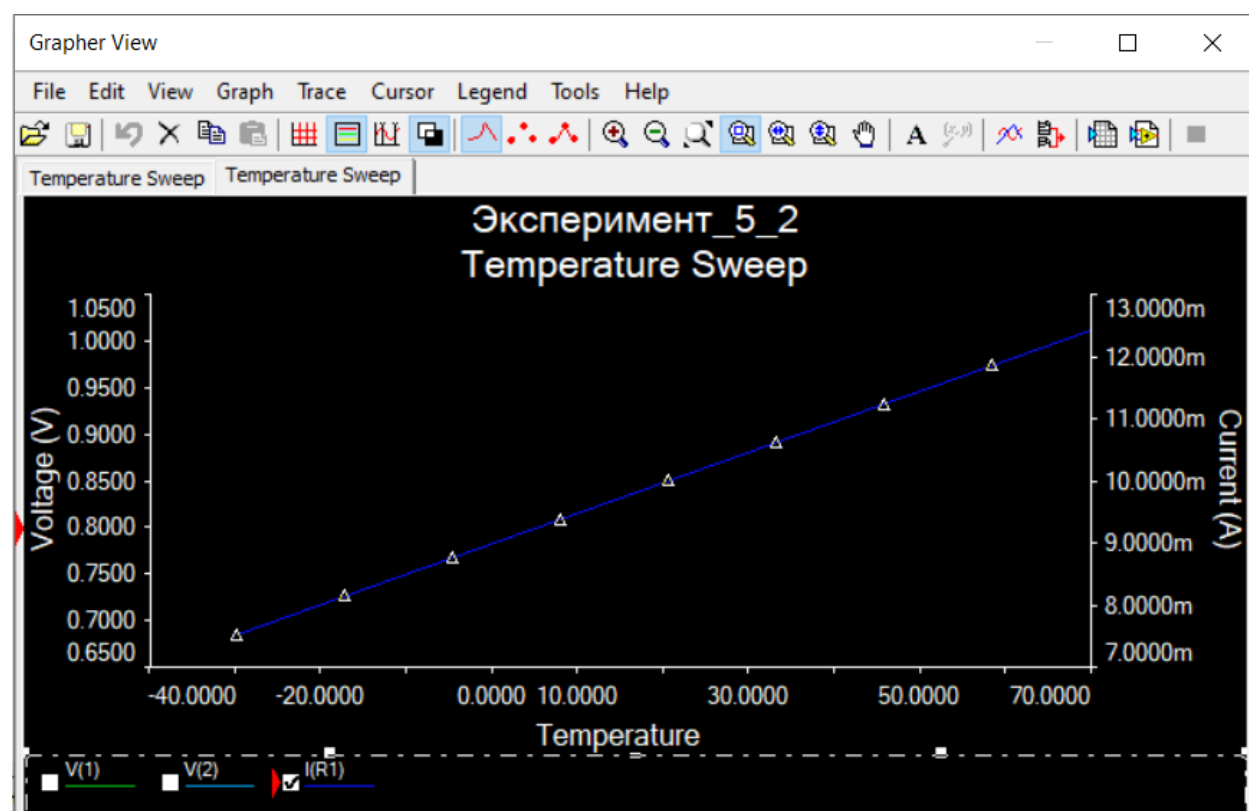
Рабочей точкой диода является: $I = 1.529\text{mA}$ $U = 240.448\text{mV}$.



(1) зависимость V_1 , V_2 – напряжения на источнике и диоде от температуры в выбранной рабочей точке



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



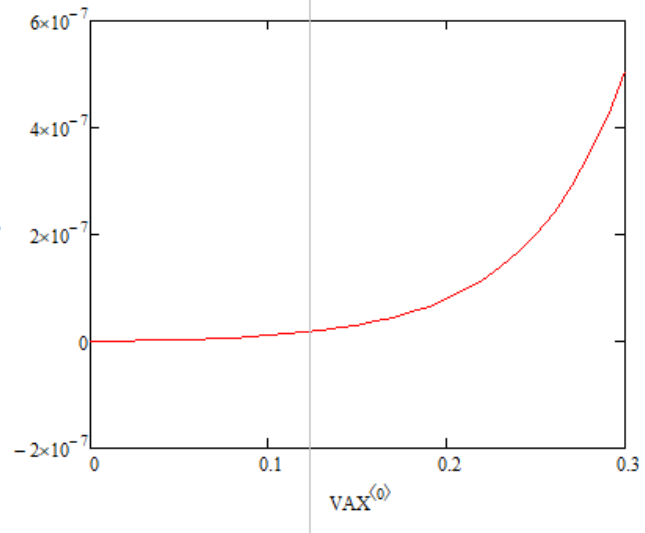
VAX := READPRN("Lab_04_ex_05.dlm")

+

	0	1
0	0	0
1	0.01	$4.313 \cdot 10^{-10}$
2	0.02	$9.469 \cdot 10^{-10}$
3	0.03	$1.564 \cdot 10^{-9}$
4	0.04	$2.303 \cdot 10^{-9}$
5	0.05	$3.188 \cdot 10^{-9}$
6	0.06	$4.248 \cdot 10^{-9}$
7	0.07	$5.521 \cdot 10^{-9}$
8	0.08	$7.046 \cdot 10^{-9}$
9	0.09	$8.877 \cdot 10^{-9}$
10	0.1	$1.107 \cdot 10^{-8}$
11	0.11	$1.371 \cdot 10^{-8}$
12	0.12	$1.687 \cdot 10^{-8}$
13	0.13	$2.067 \cdot 10^{-8}$
14	0.14	$2.523 \cdot 10^{-8}$
15	0.15	...

VAX =

VAX⁽¹⁾



$$Id3 := \max(VAX^{(1)})$$

$$Id3 = 5.069 \times 10^{-7}$$

$$Ud1 := 0.05 \quad Id1 := 2.751 \cdot 10^{-5}$$

$$Ud2 := 0.1 \quad Id2 := 9.668 \cdot 10^{-5}$$

$$Ud3 := 0.2 \quad Id3 := 7.125 \cdot 10^{-4}$$

$$Ud4 := 0.3 \quad Id4 := 4.652 \cdot 10^{-3}$$

$$Rb := 1 \quad IS := (1.465 \cdot 10)^{-12} \quad Ft := 0.026 \quad m := 0.4$$

Given

$$Id1 \cdot Rb + \ln\left[\frac{(IS + Id1)}{IS}\right] \cdot m \cdot Ft = Ud1$$

$$Id2 \cdot Rb + \ln\left[\frac{(IS + Id2)}{IS}\right] \cdot m \cdot Ft = Ud2$$

$$Id3 \cdot Rb + \ln\left[\frac{(IS + Id3)}{IS}\right] \cdot m \cdot Ft = Ud3$$

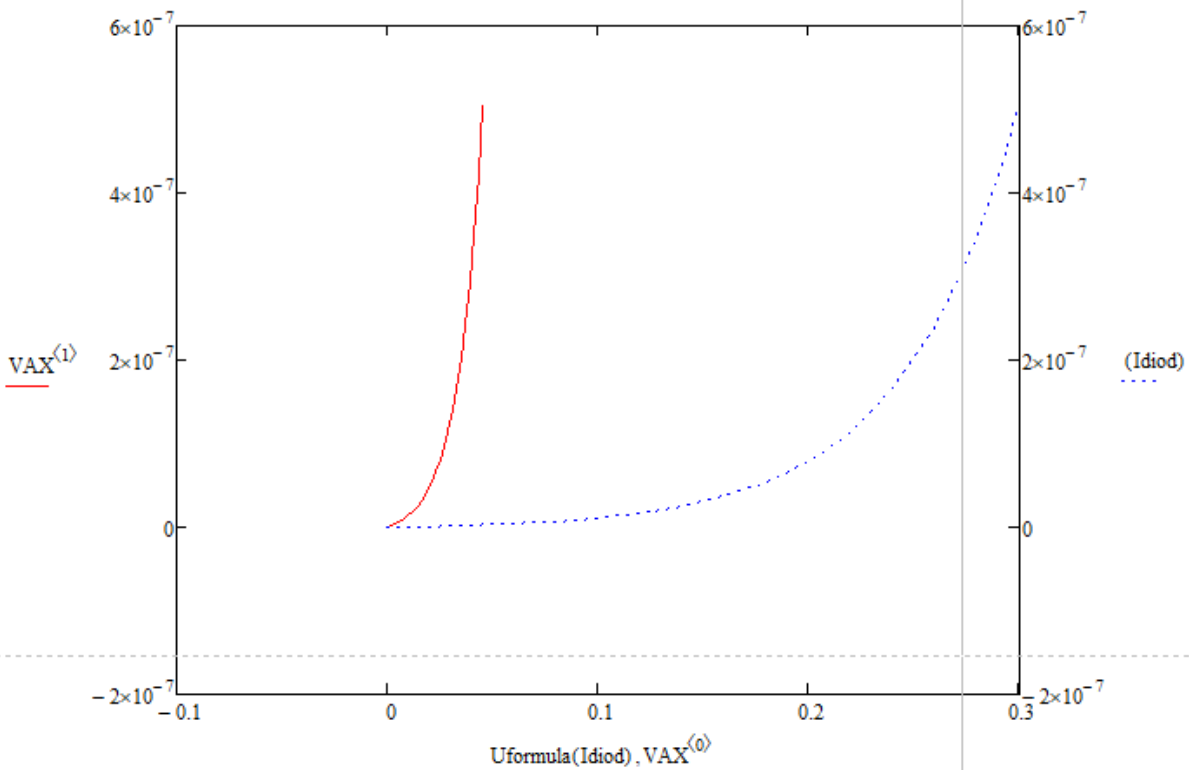
$$Id4 \cdot Rb + \ln\left[\frac{(IS + Id4)}{IS}\right] \cdot m \cdot Ft = Ud4$$

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

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 1.059 \times 10^{-8} \\ 33.23 \\ 0.487 \\ 0.024 \end{pmatrix}$$

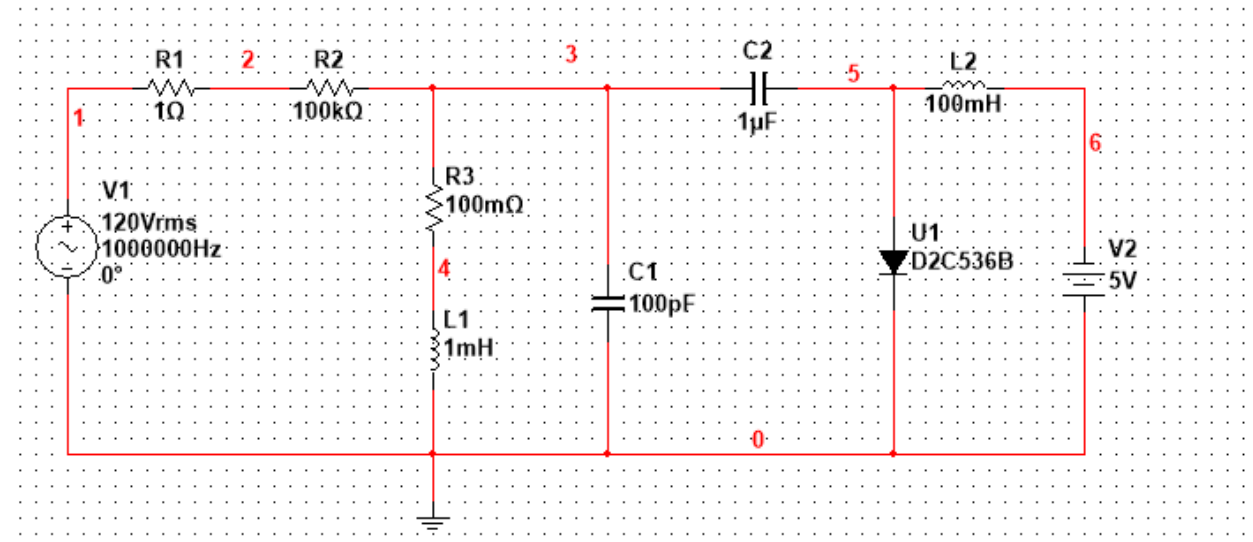
$$Rb1 := 33.23 \quad NFt1 := 0.011688 \quad Is01 := 1.059 \cdot 10^{-8}$$

$$Uformula(Idiod) := Idiod \cdot Rb1 + NFt1 \cdot \ln\left(\frac{Idiod + Is01}{Is01}\right) \quad Idiod := VAX^{(1)}$$

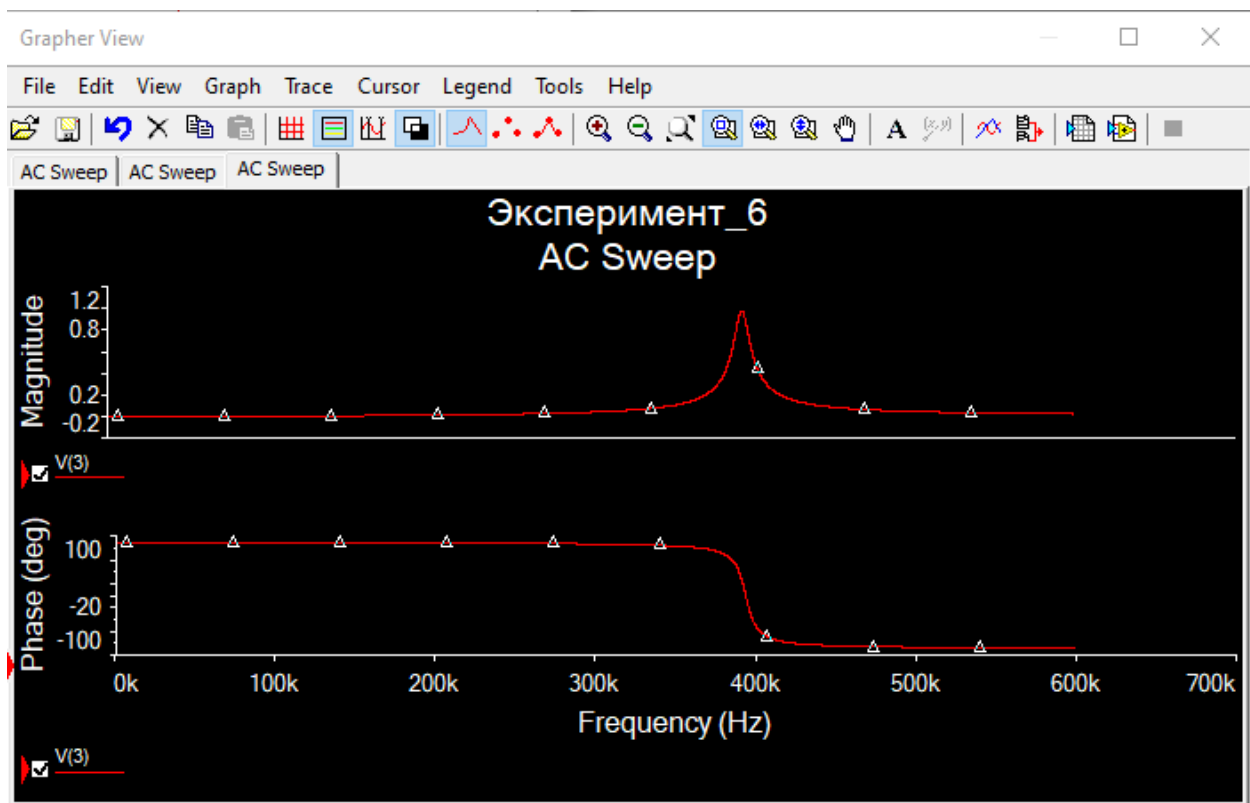


Эксперимент 6: ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТФАРАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА

Была построена схема:

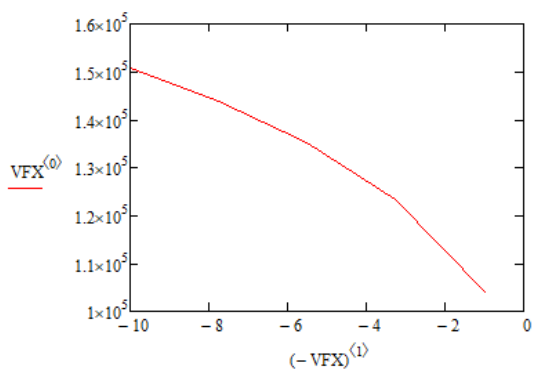


Зависимость зависимости резонансной частоты от напряжения управления:



Зная значения резонансной частоты и значения напряжения смещения, можно рассчитать вольтфарадную характеристику. Поскольку резонансная частота определяется по формуле Томпсона, из этой формулы можно вычислить значение емкости диода для напряжения управления и построить вольтфарадную характеристику построена по 5 точкам.

$$VFX = \begin{pmatrix} 104077 & 1 \\ 123493 & 3.25 \\ 135309 & 5.5 \\ 143894 & 7.75 \\ 150813 & 10 \end{pmatrix}$$

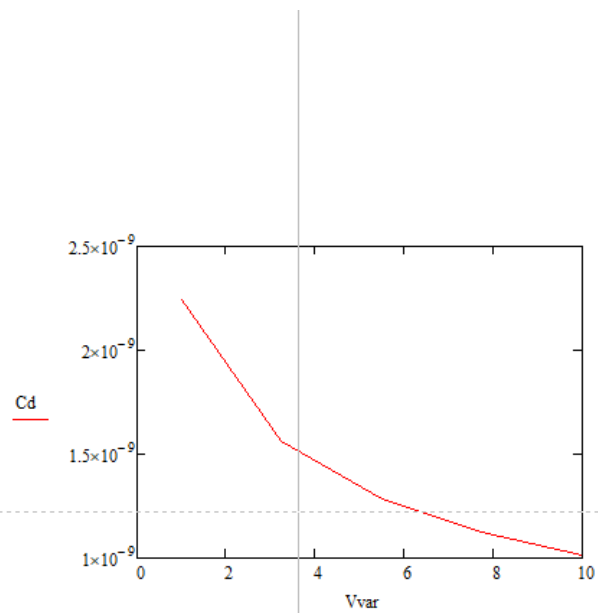


$$Fr := VFX^{(0)} \quad Vvar := (VFX)^{(1)}$$

$$Lk := 10^{-3} \quad Ck := 10^{-10} \quad pi := 3.14$$

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

$$Fr = \begin{pmatrix} 1.041 \times 10^5 \\ 1.235 \times 10^5 \\ 1.353 \times 10^5 \\ 1.439 \times 10^5 \\ 1.508 \times 10^5 \end{pmatrix} \quad Cd = \begin{pmatrix} 2.241 \times 10^{-9} \\ 1.563 \times 10^{-9} \\ 1.285 \times 10^{-9} \\ 1.125 \times 10^{-9} \\ 1.015 \times 10^{-9} \end{pmatrix}$$



Расчёт параметров барьерной ёмкости можно провести с использованием возможностей MCAD – решение системы нелинейных уравнений с использованием вычислительного блока Given-Find:

$$M := 0.3333 \quad CJO := 35 \cdot 10^{-12} \quad VJO := 0.75$$

Given

$$2.241 \cdot 10^{-9} = CJO \cdot \left[1 - \frac{-1}{(VJO)} \right]^{-M}$$

$$1.563 \cdot 10^{-9} = CJO \cdot \left[1 - \frac{-3.25}{(VJO)} \right]^{-M}$$

$$1.285 \cdot 10^{-9} = CJO \cdot \left[1 - \frac{-5.5}{(VJO)} \right]^{-M}$$

$$\text{Find}(CJO, M, VJO) = \begin{pmatrix} 3.22 \times 10^{-9} \\ 0.442 \\ 0.787 \end{pmatrix}$$

$$Cd1 := 3.22 \cdot 10^{-9} \cdot \left[1 - \frac{(-VFX)^{(1)}}{0.787} \right]^{-0.442}$$

