

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Дисциплина электроника
Лабораторный практикум №4

Работу выполнил:
студент группы ИУ7-36Б
Артемов И.О.

Работу проверил:
Оглоблин Д.И.

ДИОД: KD203G

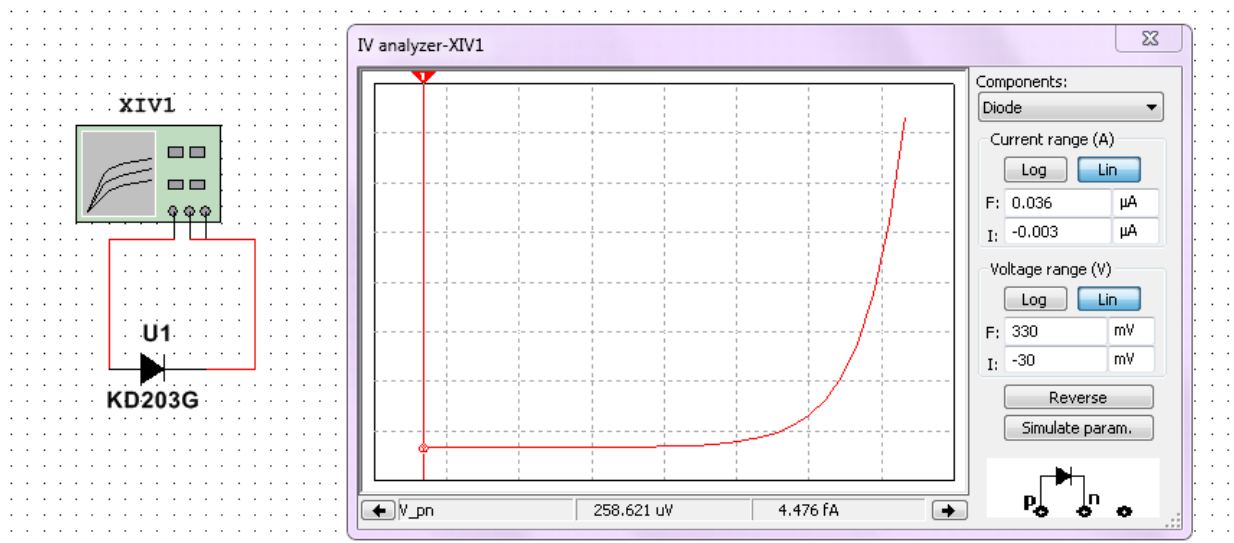
Цель работы:

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.

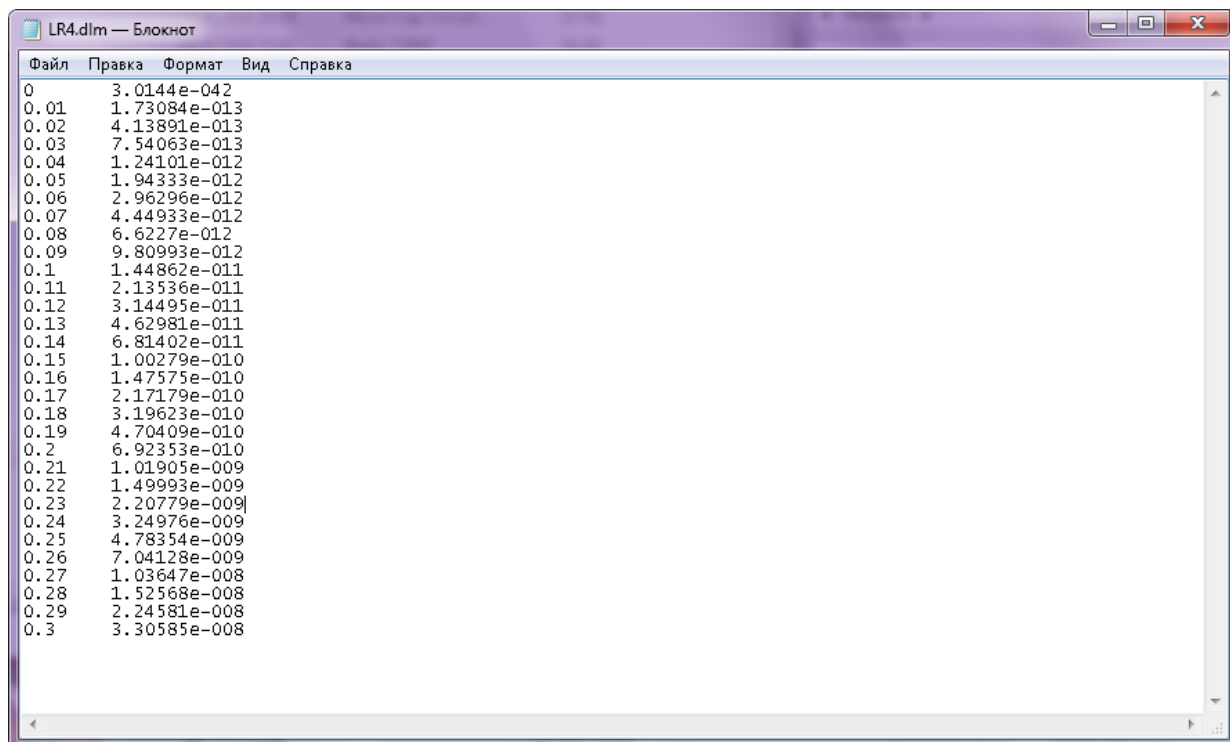
Эксперимент 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА IV ANALYZER.

Цель эксперимента: Получить ВАХ диода **KD203G** в программе Multisim с применением виртуального прибора IV analyzer, используемого для снятия ВАХ р-п-переходов, диодов, транзисторов.

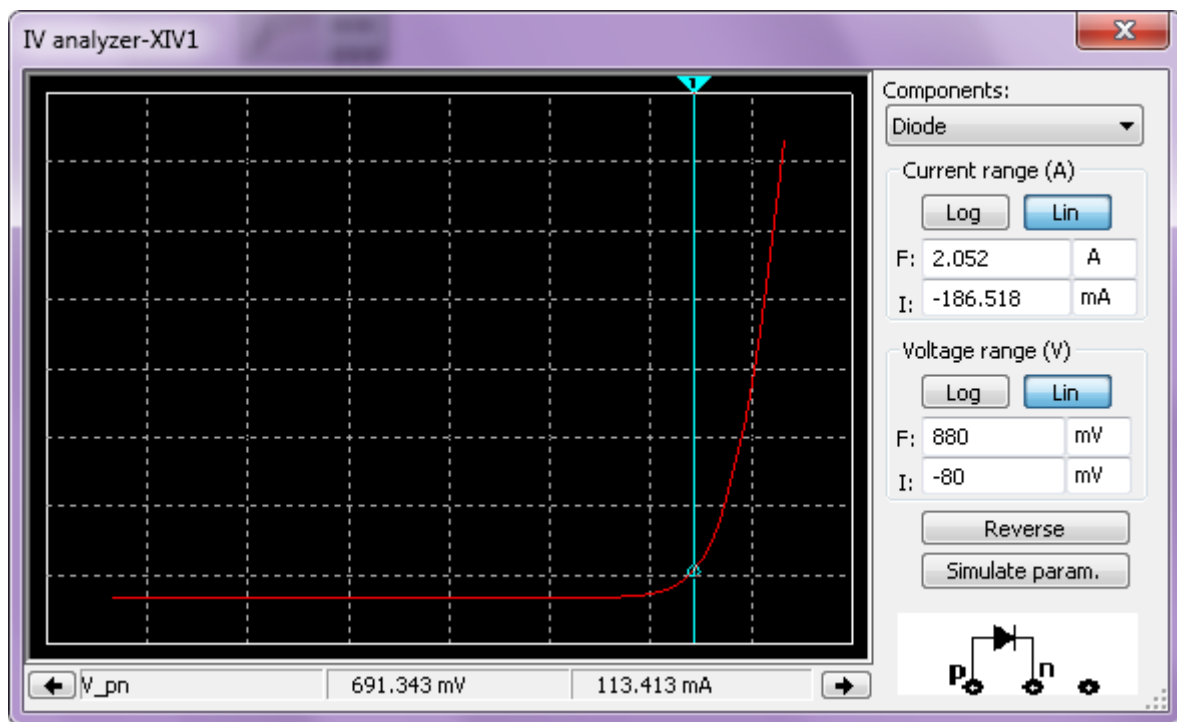


Экспортируем данные в файл.



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

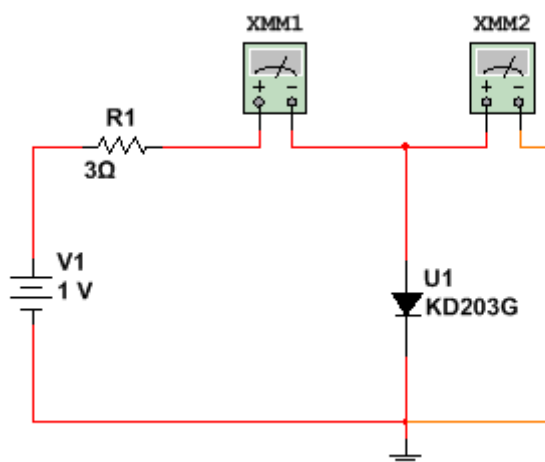
- 1) Для начала рассчитаем R1, которое обеспечит работу диода
 - а) Выберем произвольно рабочую точку диода на графике ВАХ, снятом IV analyzer :



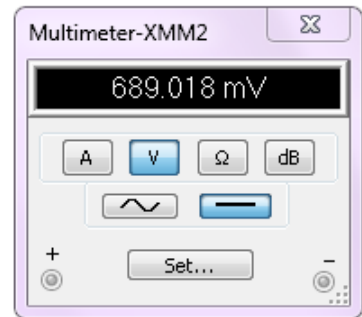
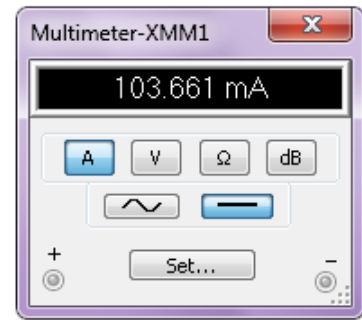
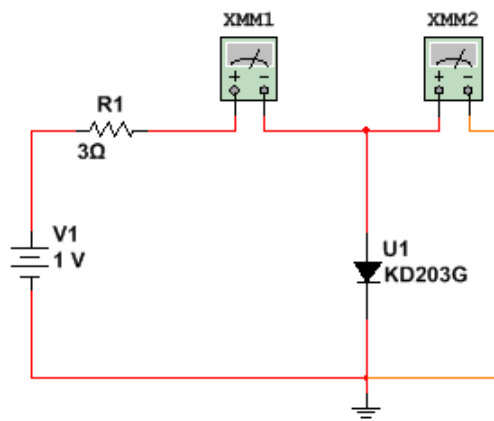
b) Рассчитаем сопротивление при источнике 1В:

$$R = (U_{\text{ист}} - U_D) / I_D = (1 - 0.691) / 0.113 = 3 \text{ Ом}$$

Строим схему:



Проверка выбранной рабочей точки:



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

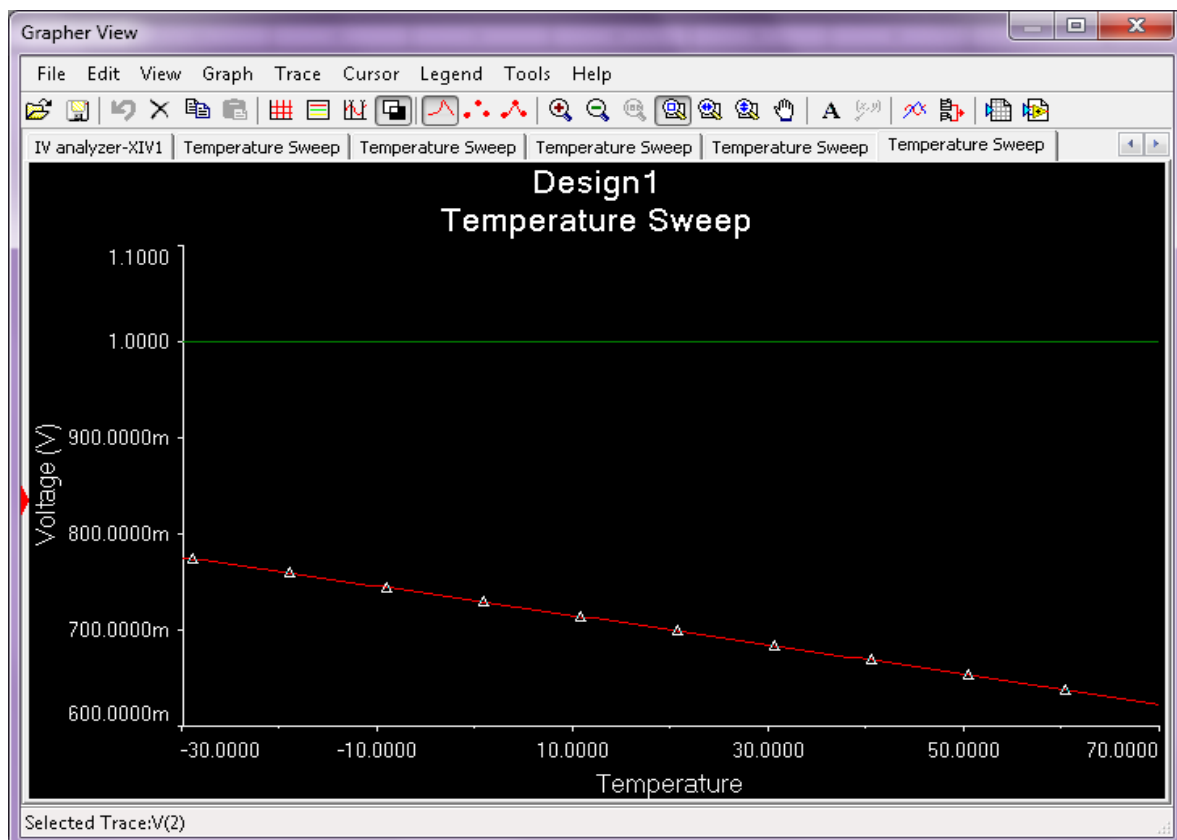
Edit analysis...

☒ Group all traces on one plot

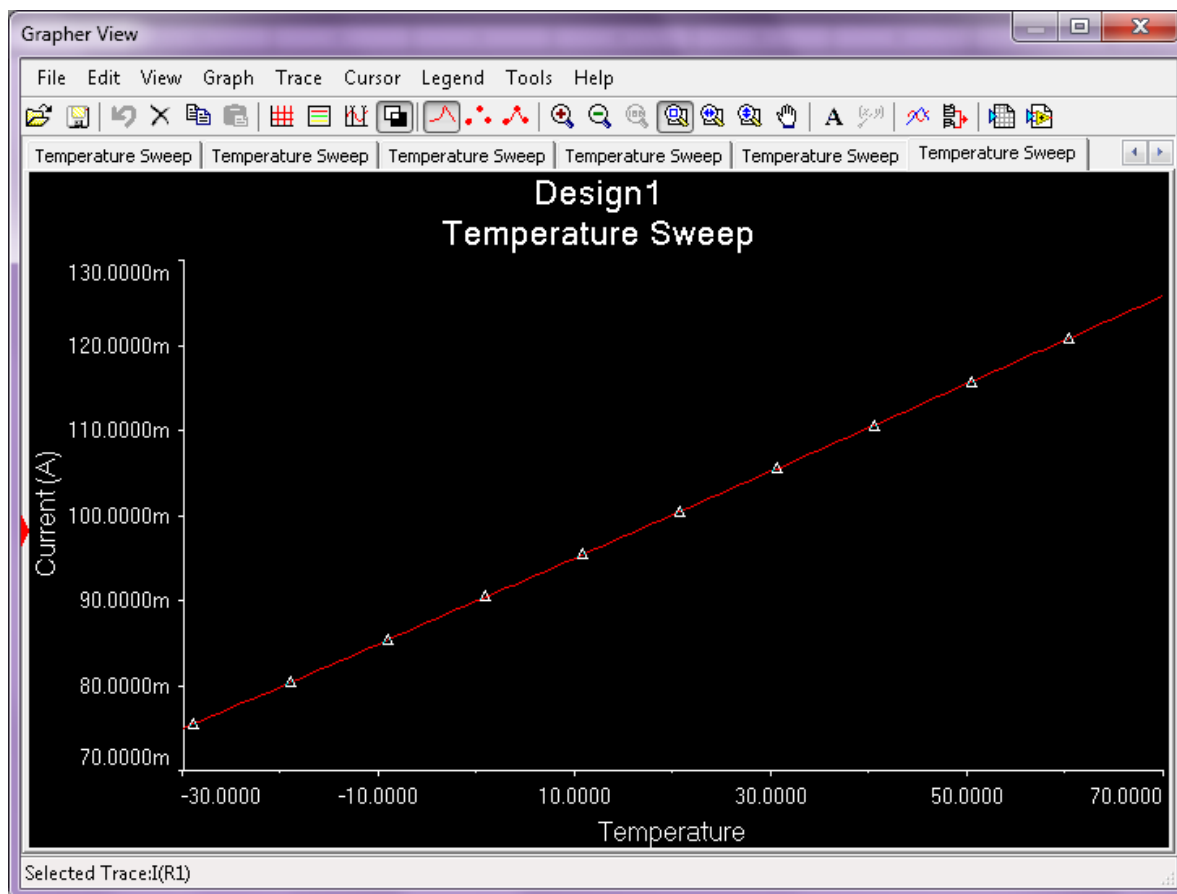
☒ Display results on a graph

☐ Display results in a table

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.



Начинаю работу с Mathcad:

```
VAX := READPRN("C:\Users\Anton\Desktop\MC\LR\LR4.dlm")
```

```
Rb := 1
```

```
Is0 := 0.0000001
```

```
n := 2
```

```
Ft := 0.02
```

Given

$$0.7 = 0.15246 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.15246)}{Is0} \right] \cdot n \cdot Ft$$

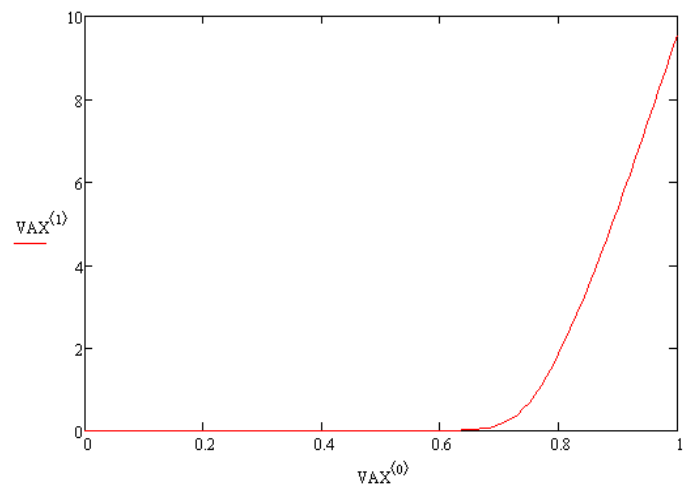
$$0.72 = 0.29496 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.29496)}{Is0} \right] \cdot n \cdot Ft$$

$$0.74 = 0.53011 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.53011)}{Is0} \right] \cdot n \cdot Ft$$

$$0.76 = 0.87389 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.87389)}{Is0} \right] \cdot n \cdot Ft$$

```
Diod_P := Minem(Is0,Rb,n,Ft)
```

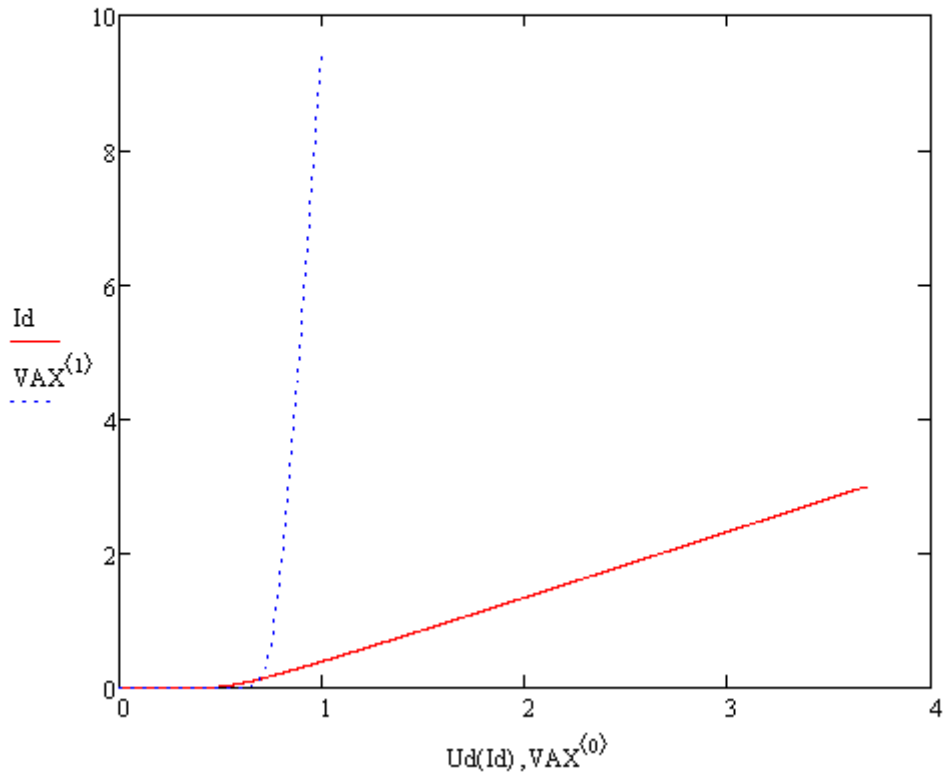
$$\text{Diod_P} = \begin{pmatrix} 3.035 \times 10^{-13} \\ 0.021 \\ 1.608 \\ 0.016 \end{pmatrix}$$



Получилось такое расхождение. Ошибки в расчетах не обнаружил. Полученные параметры диода сходятся с библиотечными

$$I_d := 0,0001 \dots 3$$

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

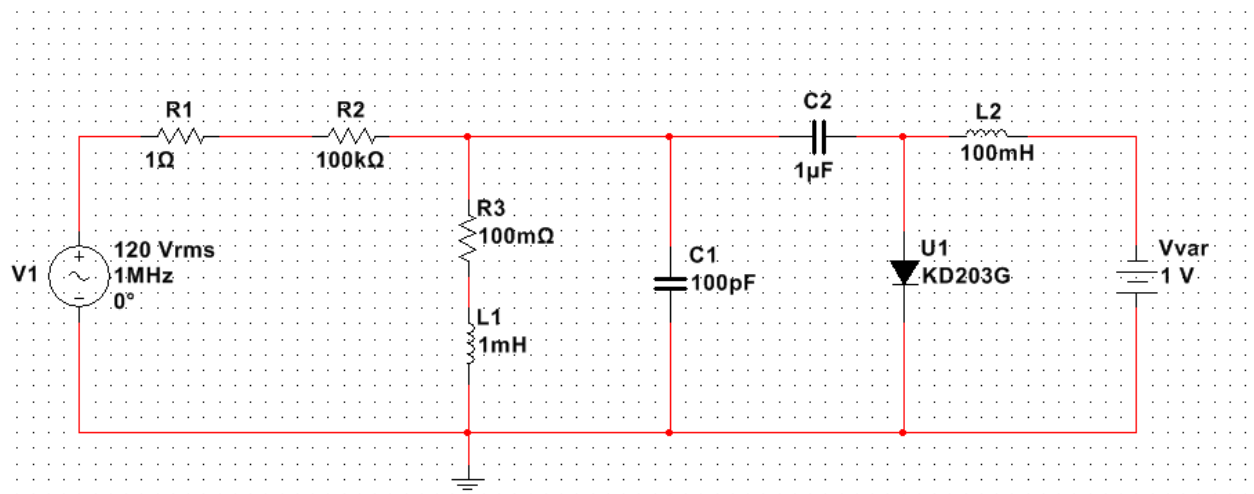


Эксперимент 5

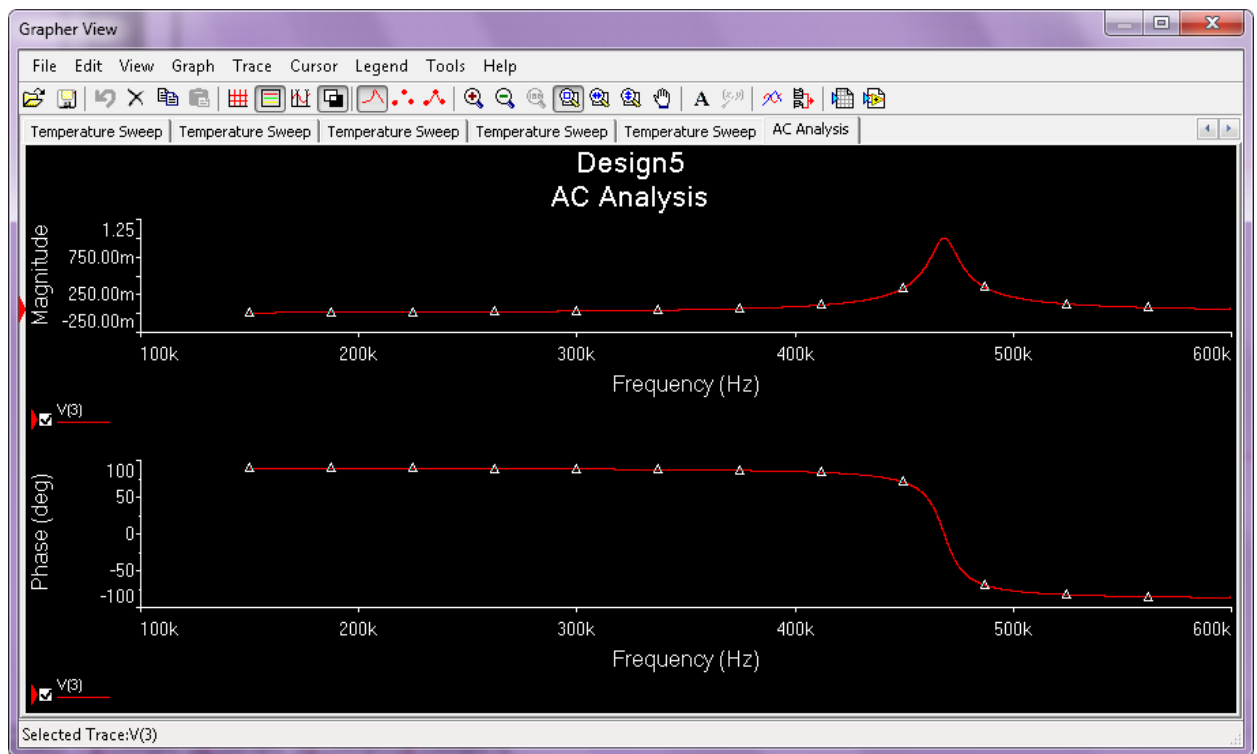
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТФАРАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

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

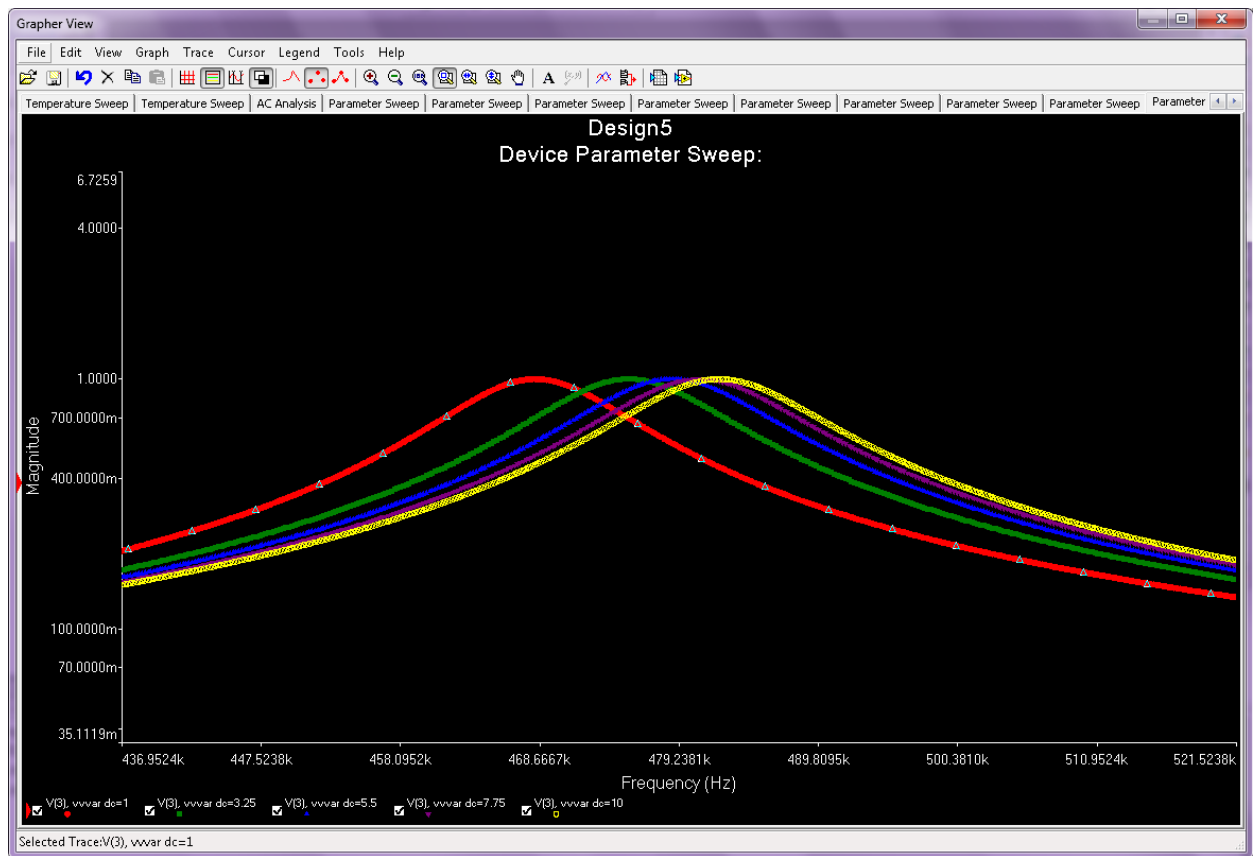
Строим схему:



Получил резонансную частоту:



Делаю stepping:

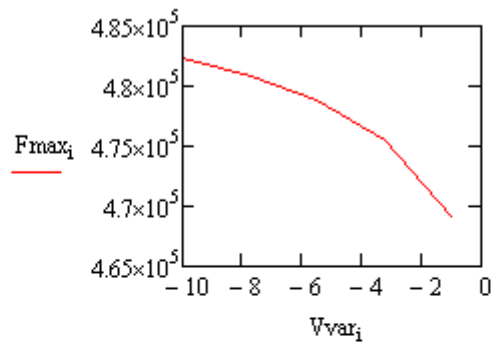


Вручную выписываю пики:

$$F_{\max} := \begin{pmatrix} 469188 \\ 475417 \\ 478754 \\ 480756 \\ 482314 \end{pmatrix} \quad V_{\text{var}} := \begin{pmatrix} -1 \\ -3.25 \\ -5.5 \\ -7.75 \\ -10 \end{pmatrix}$$

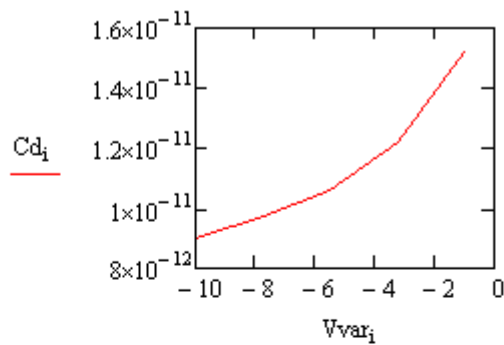
Приступаю к работе в Mathcad:

$$i := 0..4$$



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

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



$$M := 0.25 \quad VJ0 := 0.75 \quad CJO := 3 \cdot 10^{-12} \quad U := -10, -8..0$$

Given

$$8.9986141062261e-012 = CJO \cdot \left(1 - \frac{-10}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$9.706228824855e-012 = CJO \cdot \left(1 - \frac{-7.75}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$1.0625661711549e-011 = CJO \cdot \left(1 - \frac{-5.5}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$1.2184097405739e-011 = CJO \cdot \left(1 - \frac{-3.25}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$\text{Minerr}(\text{CJ0}, \text{VJ0}, \text{M}) = \begin{pmatrix} 1.969 \times 10^{-11} \\ 0.885 \\ 0.312 \end{pmatrix}$$

Парамаметры, полученные методом Given Minerr:

$$\text{CJexp} := 1.969 \cdot 10^{-11} \quad \text{VJexp} := 0.885 \quad \text{Mexp} := 0.312$$

$$\text{Cdexp}(\text{U}) := \text{CJexp} \cdot \left(1 - \frac{\text{U}}{\text{VJexp}} \right)^{-\text{Mexp}}$$

Параметры диода(KD203G), взятые из библиотеки диодов:

$$\text{CJdiod} := 21.2 \cdot 10^{-12} \quad \text{VJdiod} := 0.73 \quad \text{Mdiod} := 0.28$$

$$\text{Cddiod}(\text{U}) := \text{CJdiod} \cdot \left(1 - \frac{\text{U}}{\text{VJdiod}} \right)^{-\text{Mdiod}}$$

