

МГТУ им. Баумана

Дисциплина основы электроники

Лабораторная работа №4

Работу выполнила:
студентка группы ИУ7-31Б
Варламова Екатерина

Москва, 2020

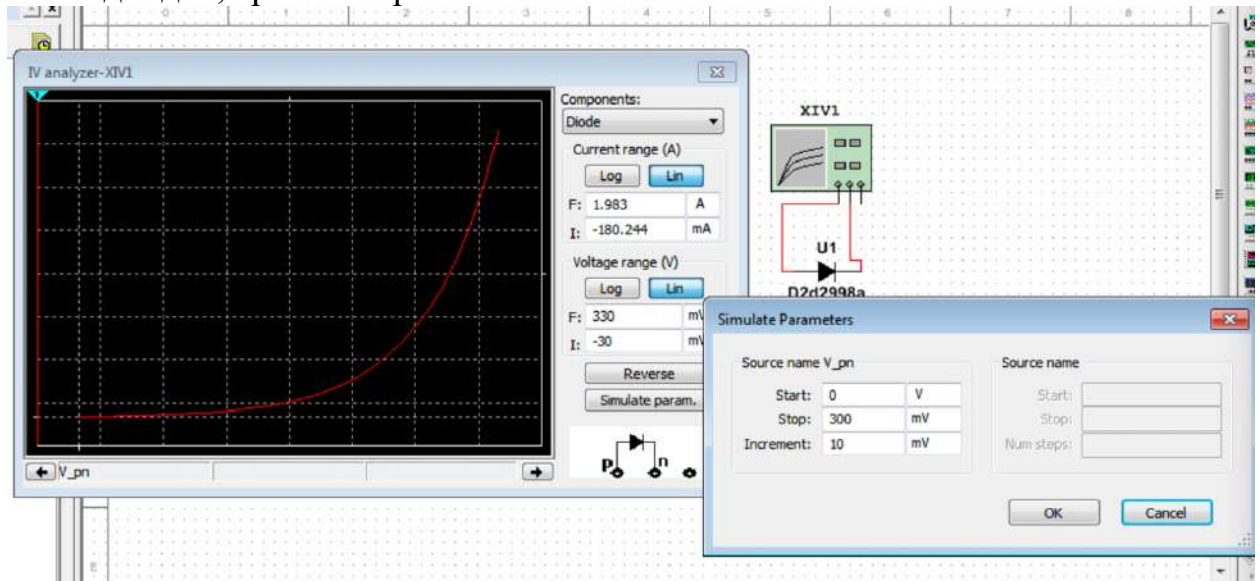
Цель работы: получение и исследование статических и динамических характеристик германиевого и кремниевого полупроводниковых диодов с целью определения по ним параметров модели полупроводниковых диодов, размещения моделей в базе данных программ схемотехнического анализа. Приобретение навыков расчета моделей полупроводниковых приборов в программах **Multisim** и **Mathcad** по данным, полученным в экспериментальных исследованиях, а также включение модели в базу компонентов.

Диод моего варианта:

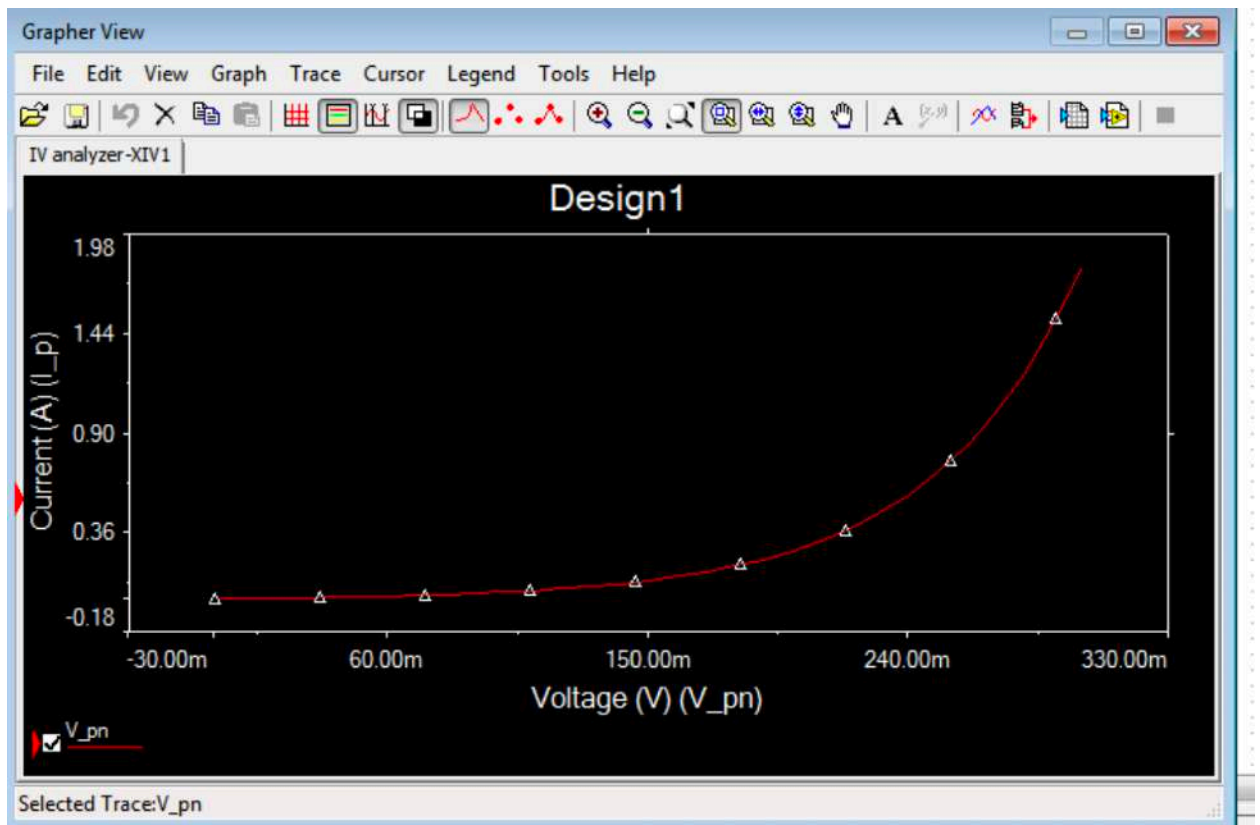
```
* Variant 04
.model D2d2998a D(Is=2.978u Rs=2.654m Ikf=14.37 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.789n
+          M=.3852 Vj=.75 Fc=.5 Isr=6.189m Nr=2 Bv=14.93 Ibv=1.293m
+          Tt=100.1n)
```

Эксперимент 5

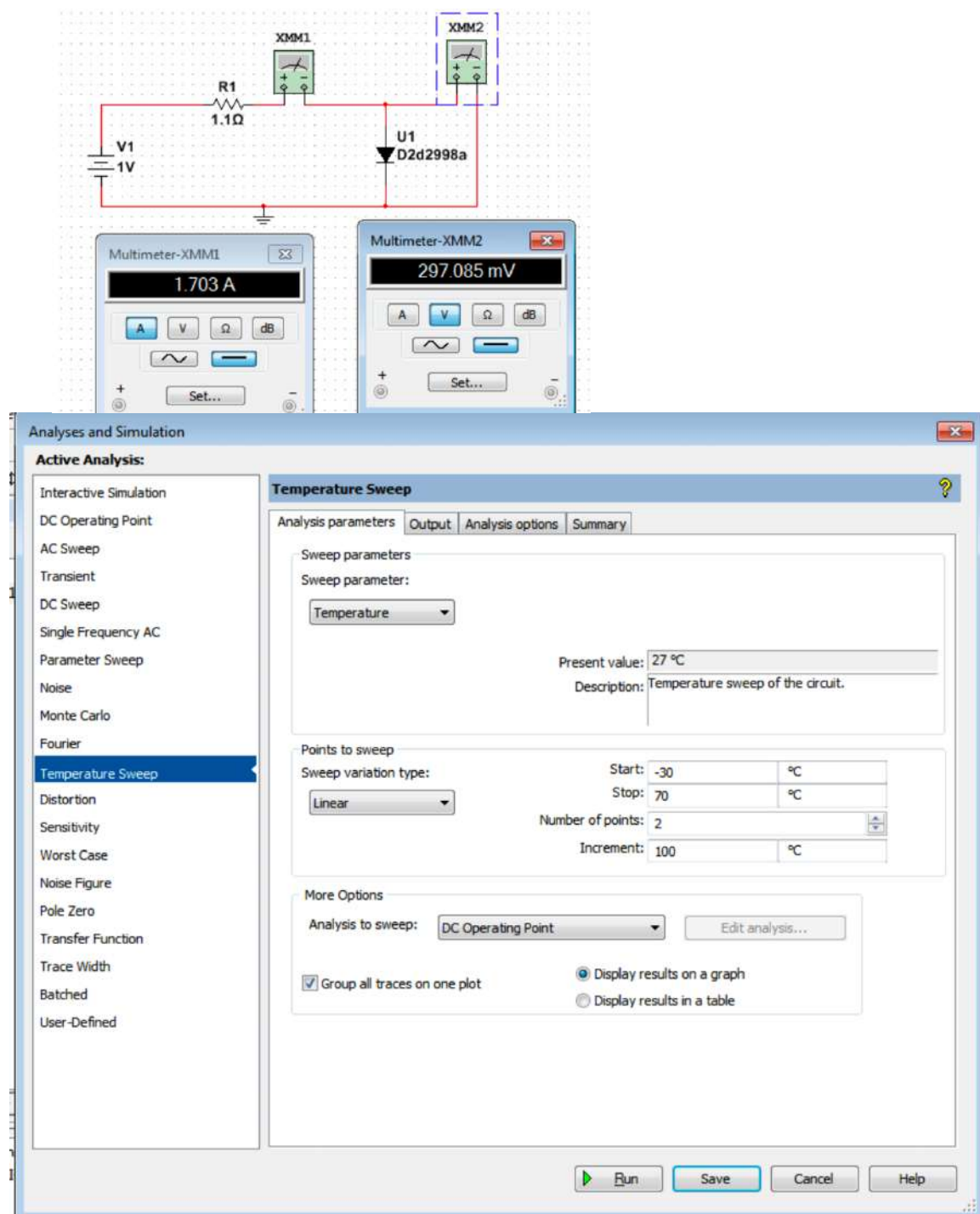
1. Получим ВАХ диода в программе Multisim с применением виртуального прибора IV analyzer, используемого для снятия ВАХ p-n- переходов, диодов, транзисторов

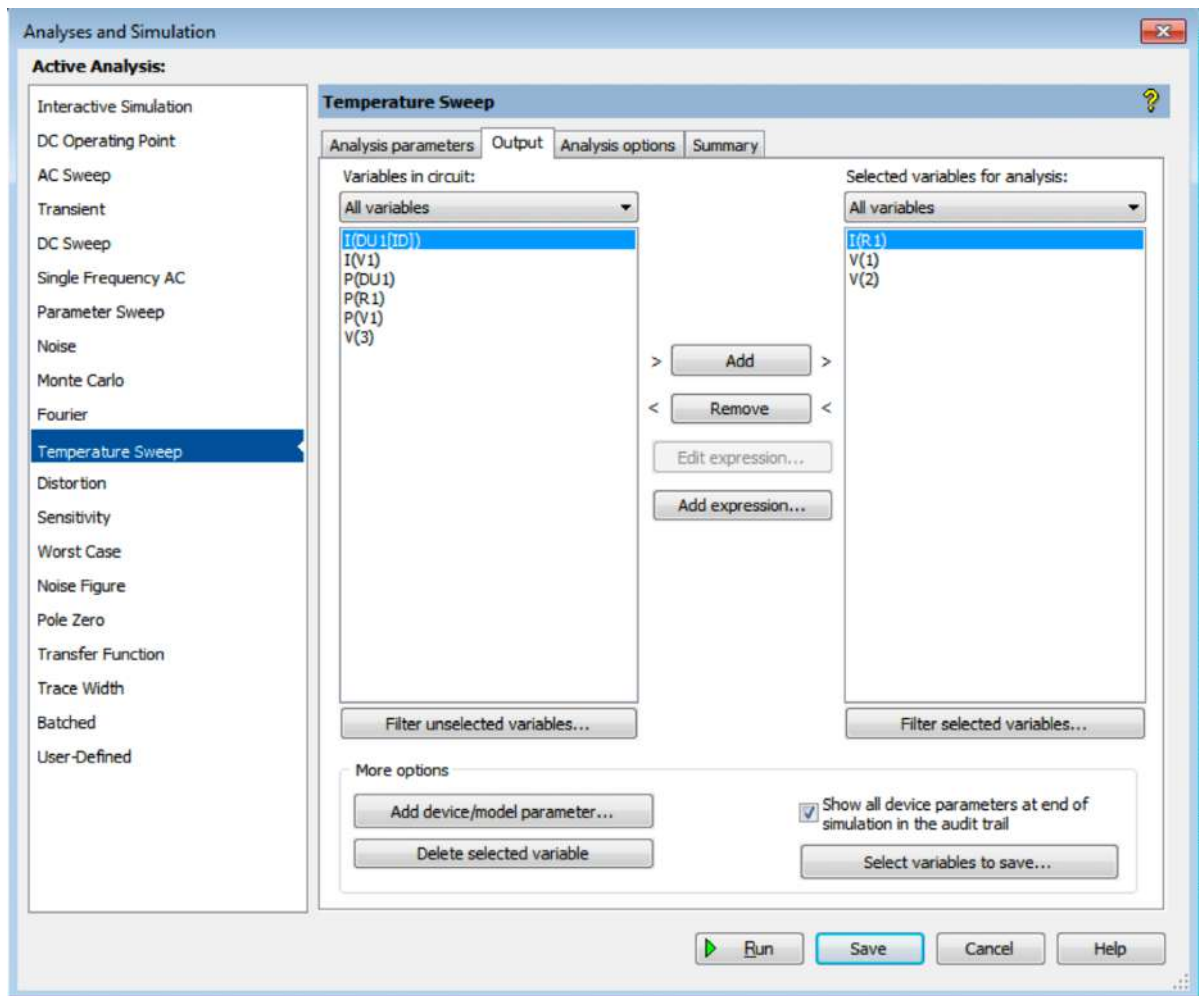


Запустим Grapher View, используя кнопку Grapher на панели инструментов и в окне Grapher View сформируем выходной текстовый файл с данными расчёта.

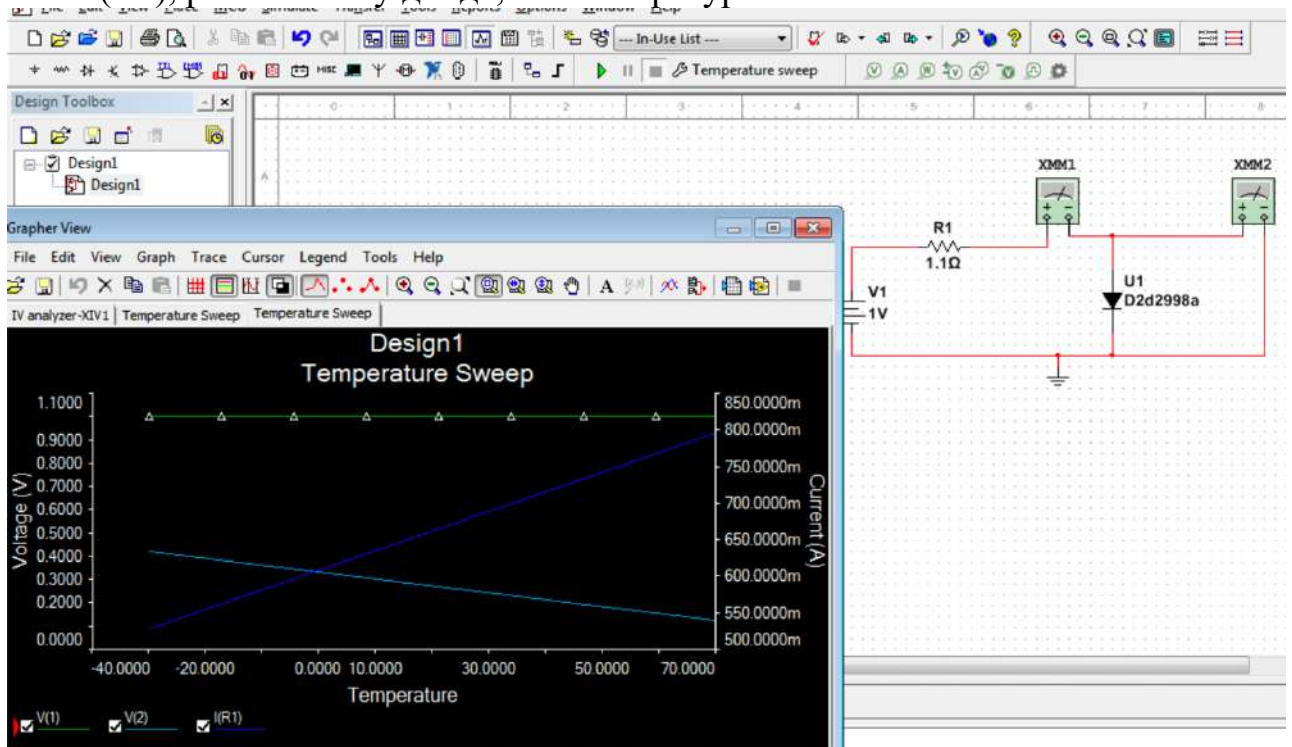


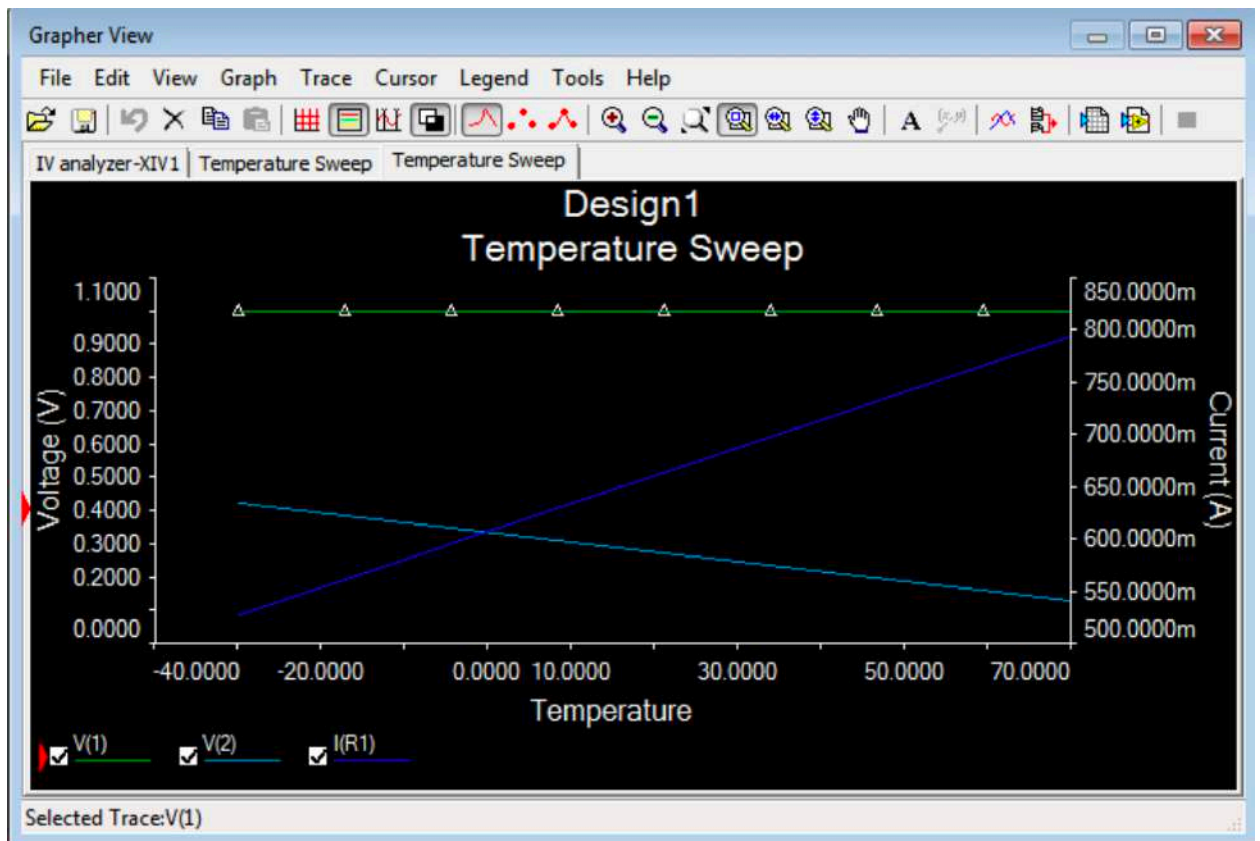
2. Исследуем ВАХ в диапазоне температур - 30 – 70 град. Цельсия
 Устанавливаем температуру от -30 до 70 град., изменение – линейно, тип анализа – DC Operation Point → требуется установить рабочую точку диода.
 Для правильного выполнения этого пункта задания нужно выберем произвольно рабочую точку диода передвижением курсора на графике ВАХ, снятом IV analyzer, и рассчитаем величину сопротивления R1, которое обеспечит работу диода в выбранной рабочей точке с источником 1 V.
 Рабочая точка диода характеризуется значением напряжения 0.682621 В и тока 0.25 А. Рассчитываем сопротивление для обеспечения такого режима при источнике 1В: $R = (U_{ист} - U_d) / I_d = (1 - 0.25) / 0.682621 = \sim 1.1 \text{ Ом}$. Проверяем расчет измерением:





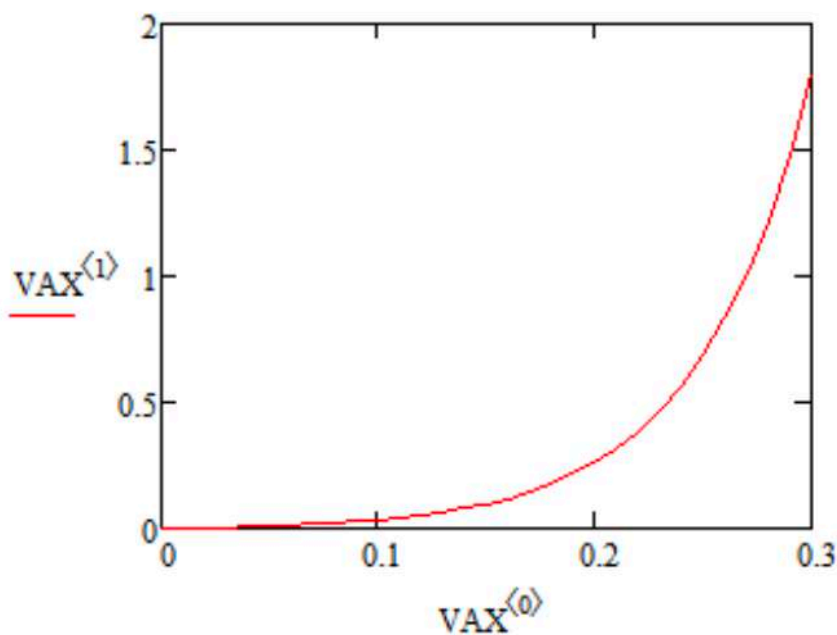
Запускаем (simulate), получаем а) зависимость $V1$, $V2$ – напряжения на источнике и диоде от температуры в выбранной рабочей точке б) зависимость тока $I(R1)$, равного току диода, от температуры.





- Используем файл (из пункта 1) для передачи данных в MathCAD. Построить BAX в программе MCAD и рассчитать параметры модели (I_S , F_t) методом Given Minerr.

$VAX := \text{READPRN}("C:\Users\Kate\Downloads\multisim\lab_04_5ex_2.dlm")$



$$m := 1.05 \quad R_b := 0.0000003 \quad NfT := 0.02 \quad Iso := 0.000000001$$

$$Id := VAX^{(1)} \quad Ud := VAX^{(0)}$$

Given

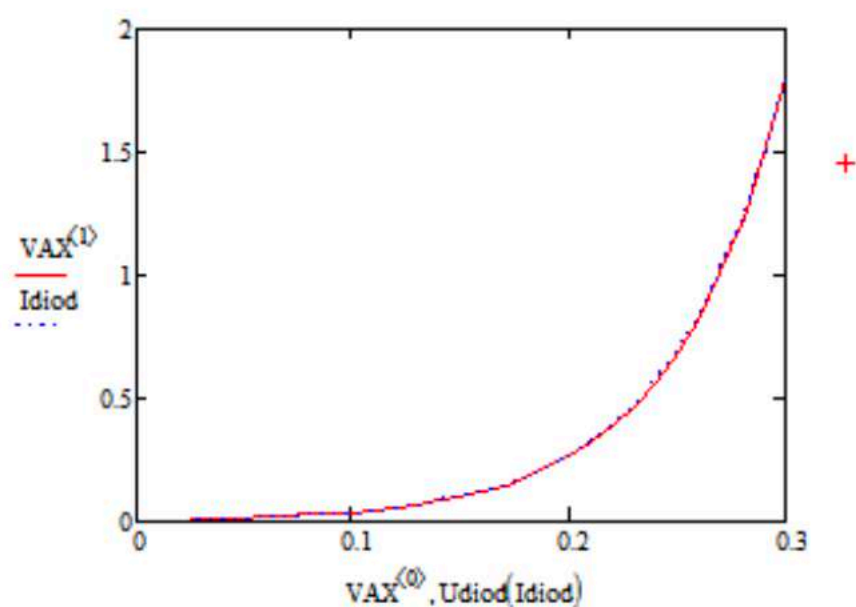
$$Ud = Id \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Iso + Id)}{Iso} \right] \cdot NfT \cdot m$$

$$Diod_P := \text{Minerr}(Iso, R_b, NfT, m)$$

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 6.025 \times 10^{-3} \\ 1.594 \times 10^{-4} \\ 0.052 \\ 1.003 \end{pmatrix}$$

$$Iso := Diod_P_{0,0} \quad R_b := Diod_P_{1,0} \quad NfT := Diod_P_{2,0}$$

$$Idiod := VAX^{(1)} \quad Udiod(Idiod) := Idiod \cdot R_b + NfT \cdot \ln \left[\frac{(Iso + Idiod)}{Iso} \right]$$

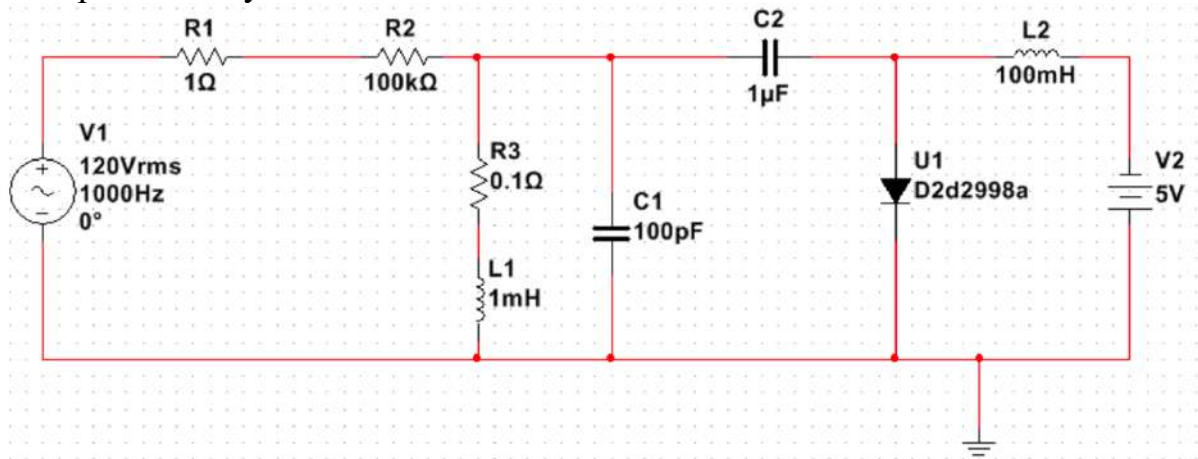


Эксперимент 6

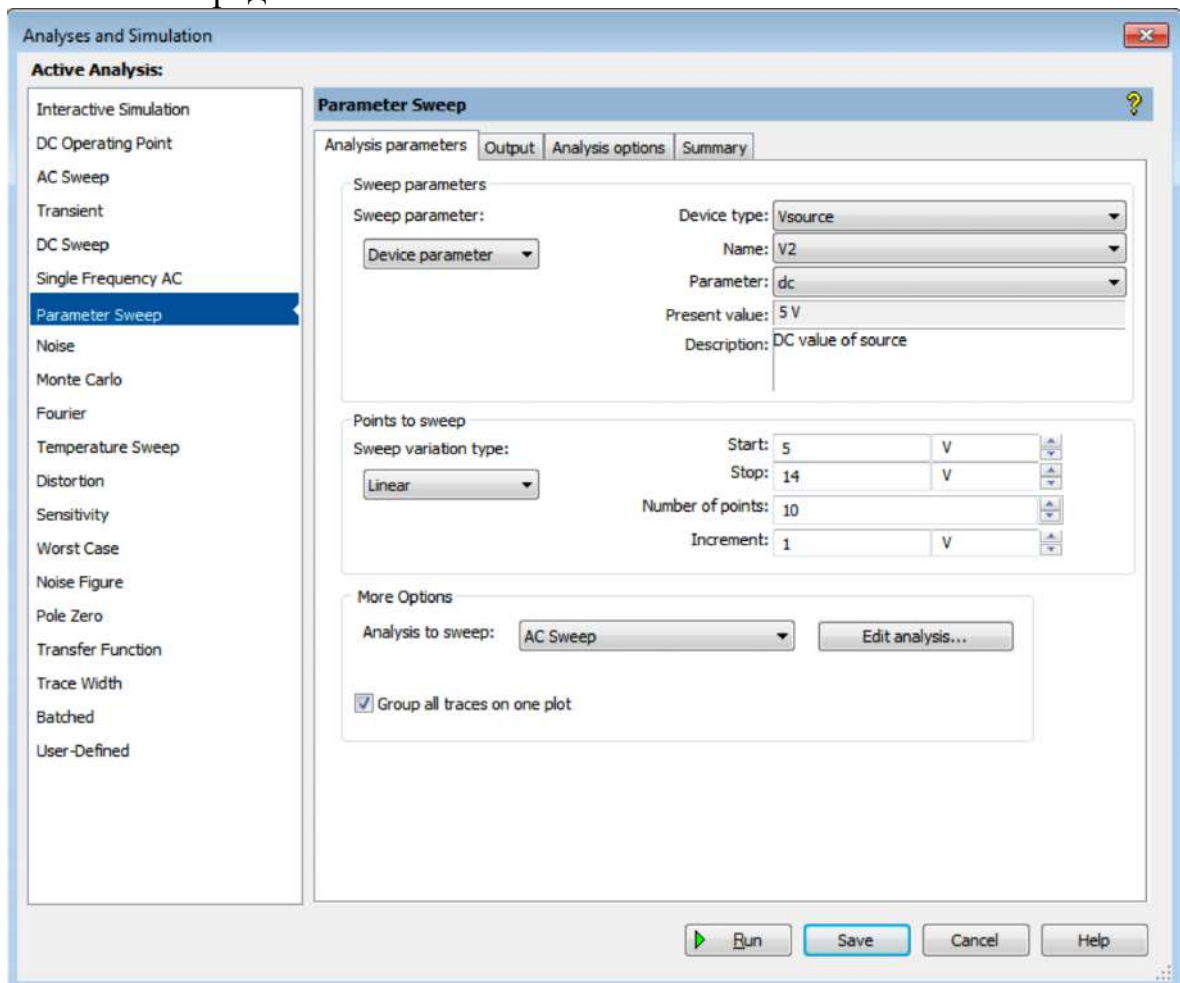
Исследование вольтфарадной характеристики полупроводникового диода

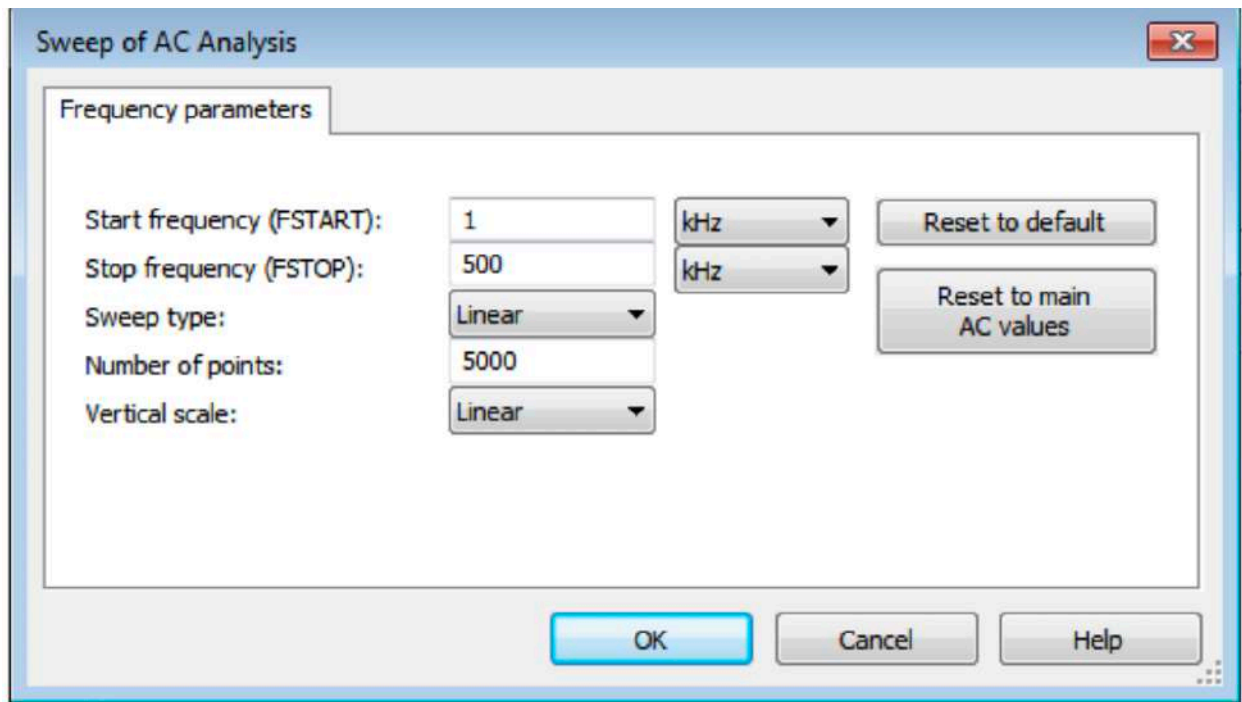
Используя схему параллельного колебательного контура с подключенным к контуру полупроводниковым диодом в качестве переменной емкости, построим зависимость резонансной частоты от напряжения управления и передадим данные в программу MathCAD. По этим данным построим вольтфарадную характеристику полупроводникового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

Построим схему

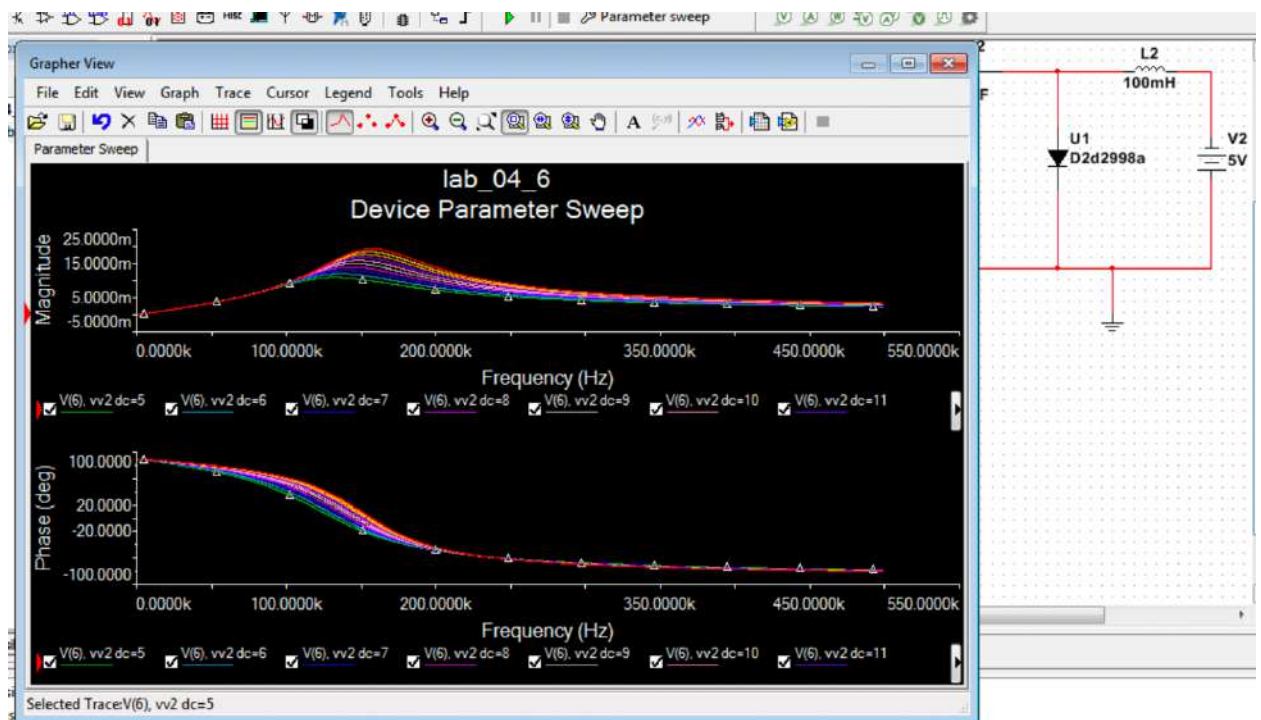


Установим пределы анализа





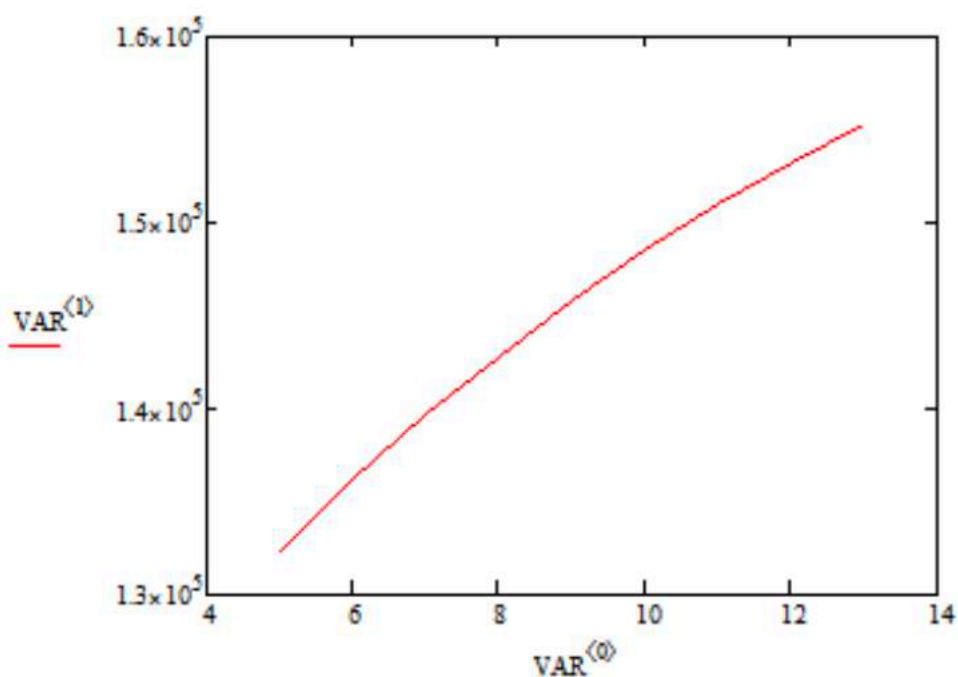
Запустим построение графика и сохраним все снятые точки в файл



Обработаем вручную файл и сформируем новый, в котором будет зависимость резонансной частоты от напряжения на Vvar. Этот файл откроем в MathCad

$$\text{VAR} = \begin{pmatrix} 5 & 1.323 \times 10^5 \\ 6 & 1.362 \times 10^5 \\ 7 & 1.397 \times 10^5 \\ 8 & 1.428 \times 10^5 \\ 9 & 1.457 \times 10^5 \\ 10 & 1.484 \times 10^5 \\ 11 & 1.509 \times 10^5 \\ 12 & 1.531 \times 10^5 \\ 13 & 1.552 \times 10^5 \end{pmatrix}$$

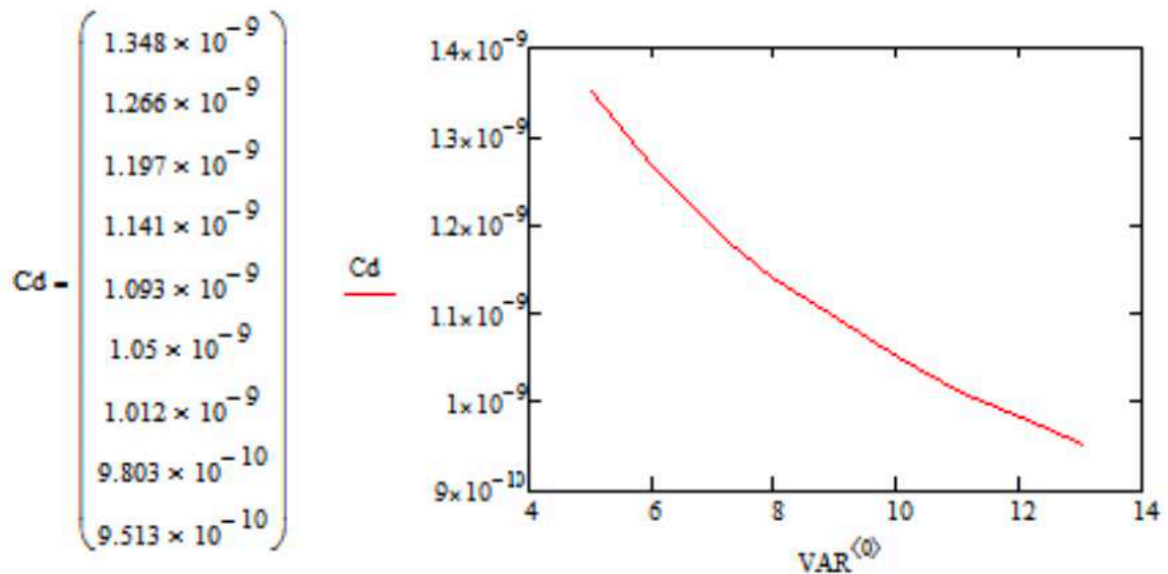
$\text{VAR} := \text{READPRN}("C:\Users\Kate\Downloads\multisim\vfz.dfm")$



Поскольку резонансная частота определяется по формуле Томпсона, из этой формулы можно вычислить значение ёмкости диода для напряжения управления и построить вольтфарадную характеристику.

$$Lk := 10^{-3} \quad Ck := 10^{-10} \quad \text{Frez} := \text{VAR}^{(1)}$$

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



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

$$Cj := 10^{-12} \quad Vj := 1 \quad M := 0.41$$

Given

$$Cd = Cj \left[1 - \frac{(-\text{VAR})^{(0)}}{Vj} \right]^{-M}$$

$$0 < Vj < 0.75$$

$$\frac{1}{3} < M < \frac{1}{2}$$

$$\text{Find}(Cj, Vj, M) = \begin{pmatrix} 3.053 \times 10^{-9} \\ 0.75 \\ 0.401 \end{pmatrix}$$

Сравним параметры барьерной ёмкости с данными в архиве диодов:

* Variant 04

```
.model D2d2998a D(Is=2.978u Rs=2.654m Ikf=14.37 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.789n  
+ M=.3852 Vj=.75 Fc=.5 Isr=6.189m Nr=2 Bv=14.93 Ibv=1.293m  
+ Tt=100.1n)
```