

МГТУ им. Баумана

Дисциплина основы электроники

Лабораторный практикум №1 по теме

«Полупроводниковые диоды»

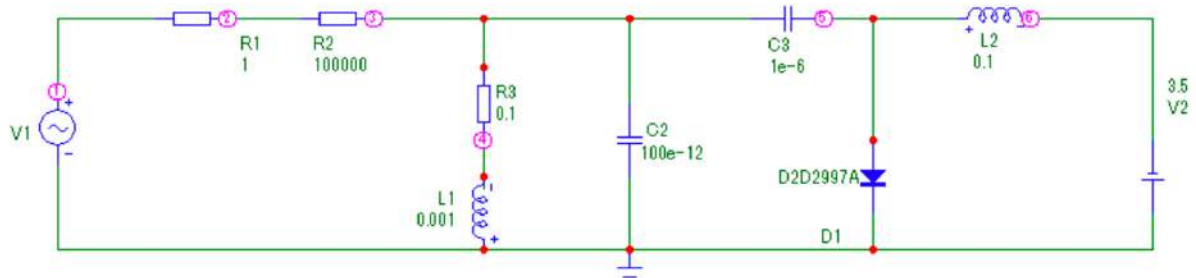
(Часть 2)

Работу выполнила:
студентка группы ИУ7-31Б
Варламова Екатерина

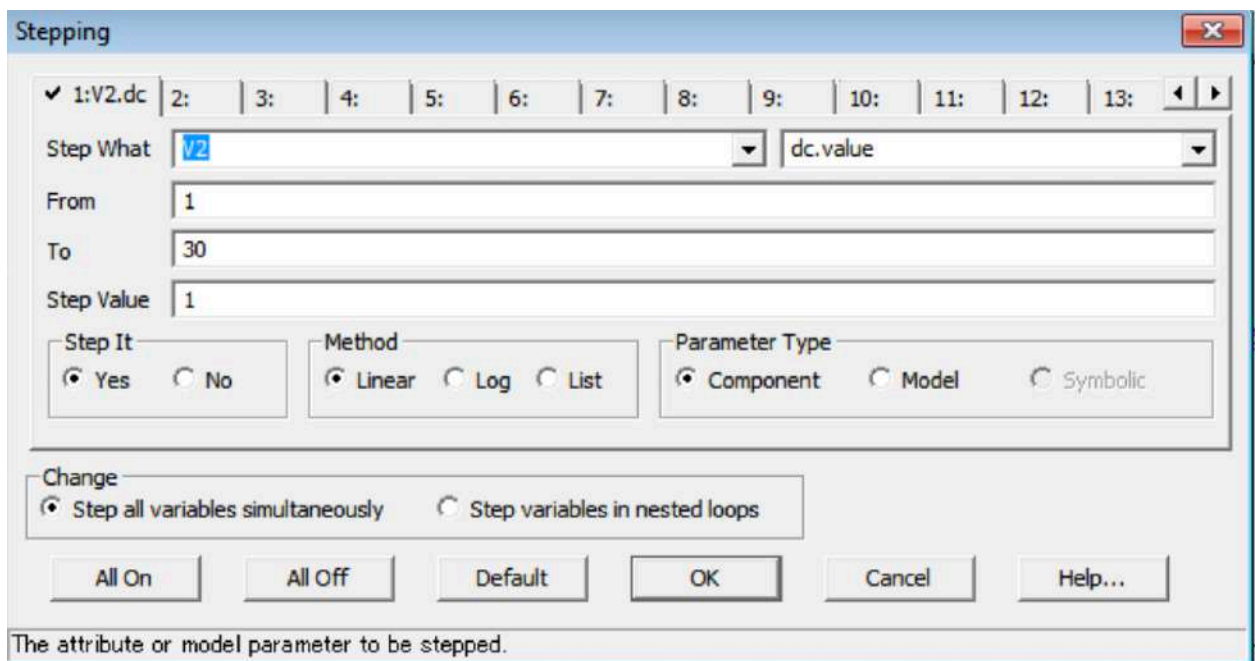
Москва, 2020

Цель работы: получение в программе схемотехнического анализа Micro-cap 10.0.9.2 и исследование статических и динамических характеристик германиевого или кремниевого полупроводниковых диодов с целью определения по ним параметров модели полупроводниковых диодов. Освоение программы Mathcad для расчёта параметров модели полупроводниковых приборов на основе данных экспериментальных исследований и внесение модели в базу данных программ схемотехнического анализа.

Поскольку данный в задании диод D2d2998a является низкочастотным, возьмём для снятия вольт-фарадной характеристики диод D2d2997a. Для получения ВФХ будем пользоваться схемой, приведенной ниже.



Наша цель – найти емкость диода при приложении к нему различного обратного напряжения. Чтобы осуществить это, для начала, построим обычный параллельный колебательный контур. Подключив диод, мы добавим в параллельную ветвь еще один «конденсатор», эквивалентная емкость будет равняться сумме $C1$ и C_d . Однако, чтобы диод проявил свою барьерную емкость, необходимо подключить к нему постоянное напряжение. Кроме того, нужно избежать влияния источника постоянного напряжения на остальную цепь, локализовав его действие только на диоде и влияния остальной цепи на источник. Этого мы добьемся путем подключения дополнительных конденсатора $C2$ (обрывает постоянное напряжение) и катушки $L2$ (обрывает переменное напряжение). Последовательно меняя приложенное к диоду постоянно напряжение, мы тем самым будем изменять барьерную емкость диода, а, следовательно, и резонансные частоты всей цепи. С помощью вспомогательного окна построим график зависимости резонансных частот от приложенного постоянного напряжения.



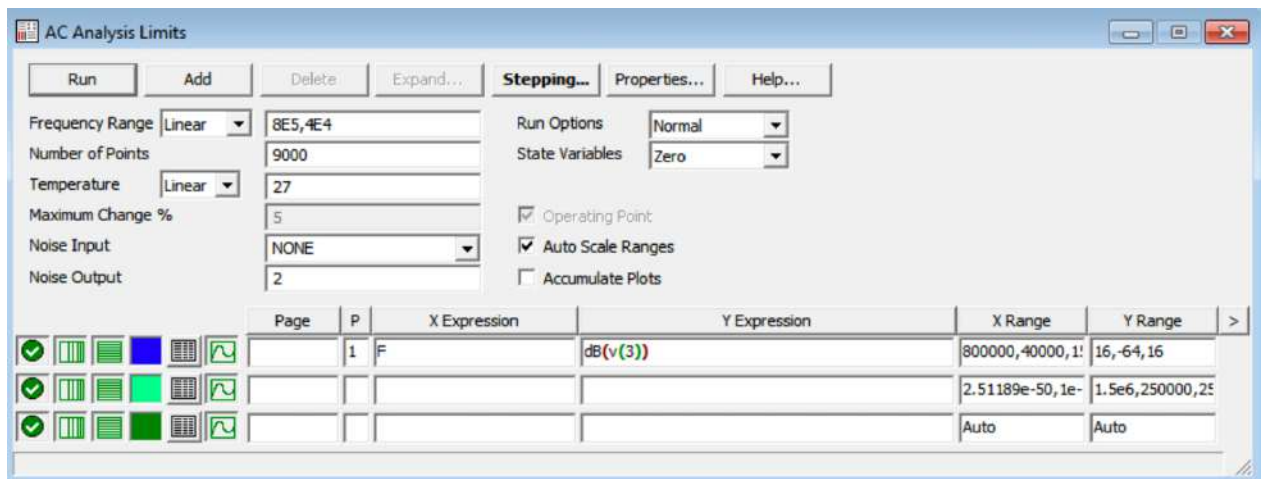
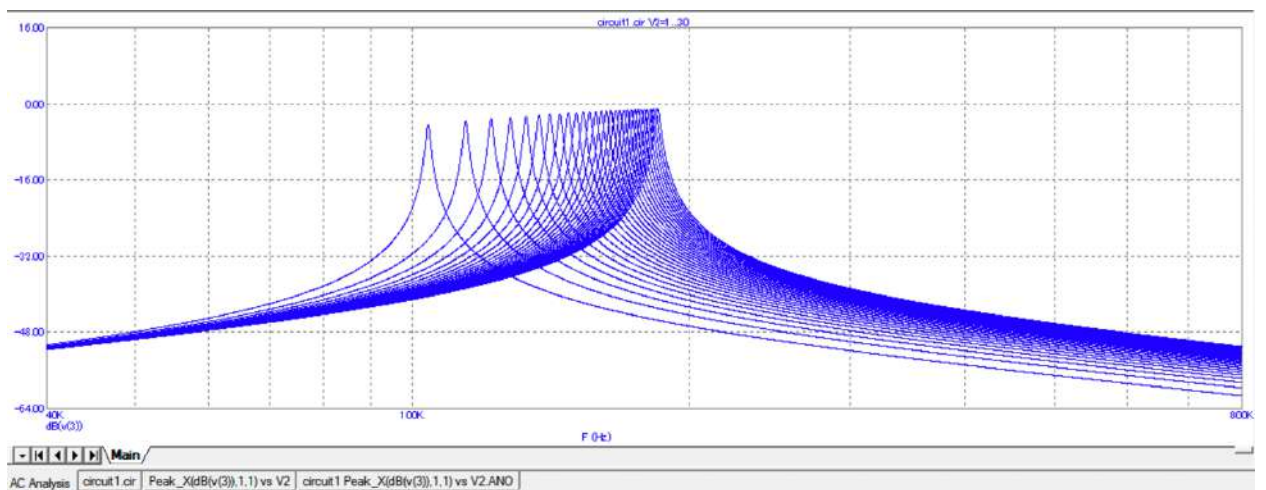
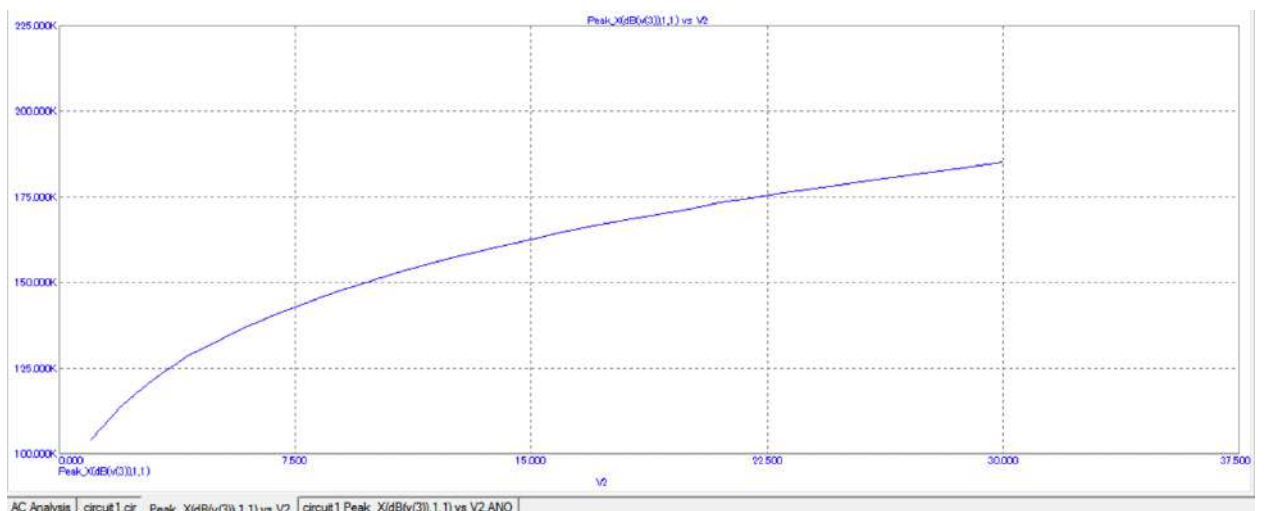


График зависимости резонансных частот от приложенного постоянного напряжения выглядит следующим образом:



Теперь можем получить резонансную частоту как функцию напряжения источника.

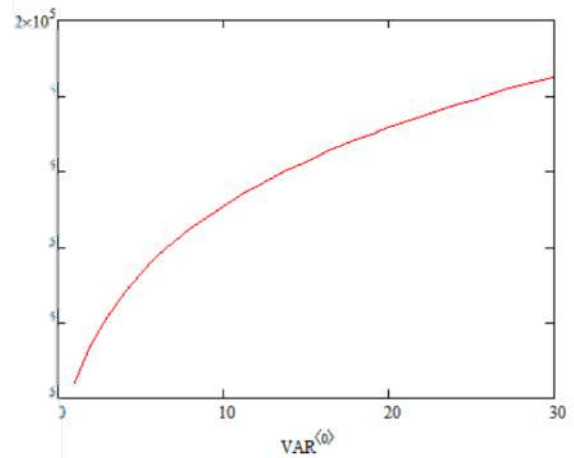


Перенесём полученные результаты в Mathcad.

	0	1
0	1	$1.041 \cdot 10^5$
1	2	$1.143 \cdot 10^5$
2	3	$1.218 \cdot 10^5$
3	4	$1.279 \cdot 10^5$
4	5	$1.33 \cdot 10^5$
5	6	$1.374 \cdot 10^5$
6	7	$1.413 \cdot 10^5$
7	8	$1.447 \cdot 10^5$
8	9	$1.479 \cdot 10^5$
9	10	$1.508 \cdot 10^5$
10	11	$1.535 \cdot 10^5$
11	12	$1.56 \cdot 10^5$
12	13	$1.584 \cdot 10^5$
13	14	$1.606 \cdot 10^5$
14	15	$1.626 \cdot 10^5$
15	16	...

VAR =

VAR := READPRN("C:\Users\Kate\Downloads\university\circuit1 Peak_X(dB(v(3)),1,1) vs V2.ANO")



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

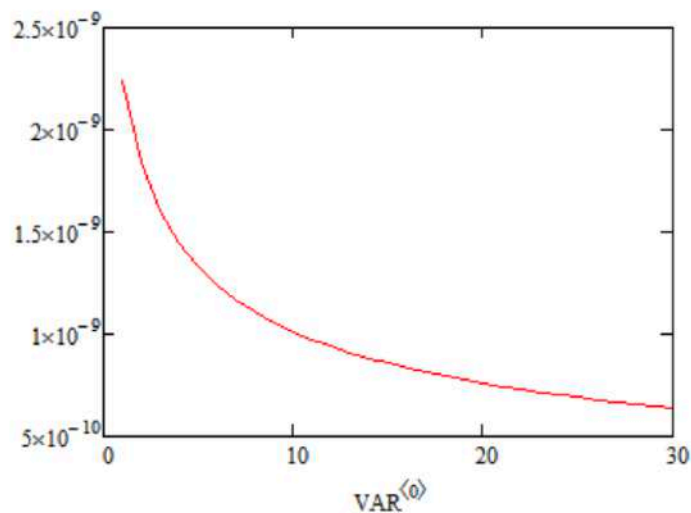
$$L_k := 10^{-3} \quad C_k := 10^{-10} \quad \text{Frez} := \text{VAR}^{(1)}$$

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

	0
14	$8.578 \cdot 10^{-10}$
15	$8.343 \cdot 10^{-10}$
16	$8.136 \cdot 10^{-10}$
17	$7.944 \cdot 10^{-10}$
18	$7.767 \cdot 10^{-10}$
19	$7.604 \cdot 10^{-10}$
20	$7.446 \cdot 10^{-10}$
21	$7.299 \cdot 10^{-10}$
22	$7.164 \cdot 10^{-10}$
23	$7.041 \cdot 10^{-10}$
24	$6.92 \cdot 10^{-10}$
25	$6.801 \cdot 10^{-10}$
26	$6.693 \cdot 10^{-10}$
27	$6.593 \cdot 10^{-10}$
28	$6.496 \cdot 10^{-10}$
29	...

Cd =

Cd



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

$$C_j := 10^{-12} \quad V_j := 1 \quad M := 0.41$$

Given

$$C_d = C_j \left[1 - \frac{(-VAR)^{\langle 0 \rangle}}{V_j} \right]^{-M}$$

$$0 < V_j < 0.75$$

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

$$\text{find}(C_j, V_j, M) = \begin{pmatrix} 3.242 \times 10^{-9} \\ 0.75 \\ 0.437 \end{pmatrix}$$

Сравним параметры барьерной ёмкости с данными в архиве диодов:

```
* Variant 02
.model D2d2997a D(Is=292.9p Rs=3.244m Ikf=.6194 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=3.283n
+ M=.4371 Vj=.75 Fc=.5 Isr=17.38u Nr=2 Bv=200.1 Ibv=12.93m
+ Tt=100.1n)
```