



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2
«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БАРЬЕРНОЙ ЕМКОСТИ ДИОДА»
по курсу «Основы электроники»

Студент: Талышева Олеся Николаевна

Группа: ИУ7-35Б

Студент _____ Талышева О. Н.
подпись, дата

Преподаватель _____ Оглоблин Д. И.
подпись, дата

Оценка _____

2023 г

Оглавление

Сокращения терминов, аббревиатуры	3
Цель практикума.....	3
Номер варианта задания	3
Часть 2. Эксперимент 2	4

СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ, АББРЕВИАТУРЫ:

- ✓ ВАХ — вольтамперная характеристика;
- ✓ ВФХ — вольтфарадная характеристика;
- ✓ MSxx — программная среда NI Multisim 12 или 14 версии;
- ✓ MCxx — программная среда Microcap версии 9 – 12.
- ✓ MCAD – программная среда MathCAD версии 14, 15.

ЦЕЛЬ ПРАКТИКУМА:

Получение в программе схемотехнического анализа Microcap XX и исследование статических характеристик кремниевого полупроводникового диода с целью определения по ним параметров модели полупроводниковых диодов. Освоение программы Mathcad для расчёта параметров модели полупроводниковых приборов на основе данных экспериментальных исследований.

НОМЕР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ:

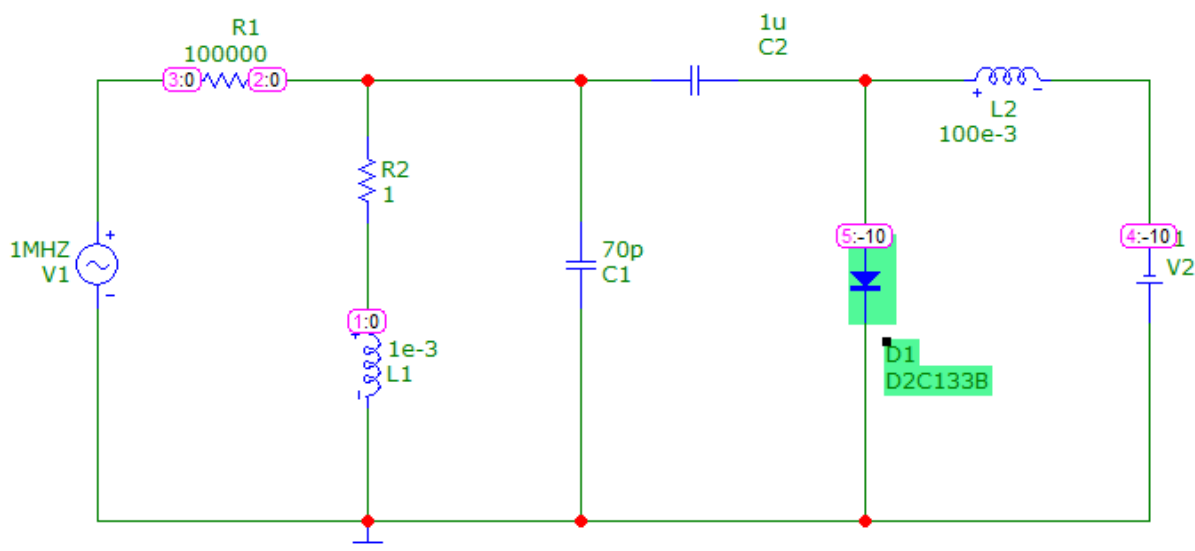
* Variant 125

```
.MODEL D2C133B D (BV=3.371 CJO=220p FC=.5 IBV=47.97m IS=31.47f ISR=2.035n  
+ M=.5959 NBV=3 RS=0.3655 VJ=.75)  
*          Ibv1=48.16m  
*          Tbv1=-1.1m)
```

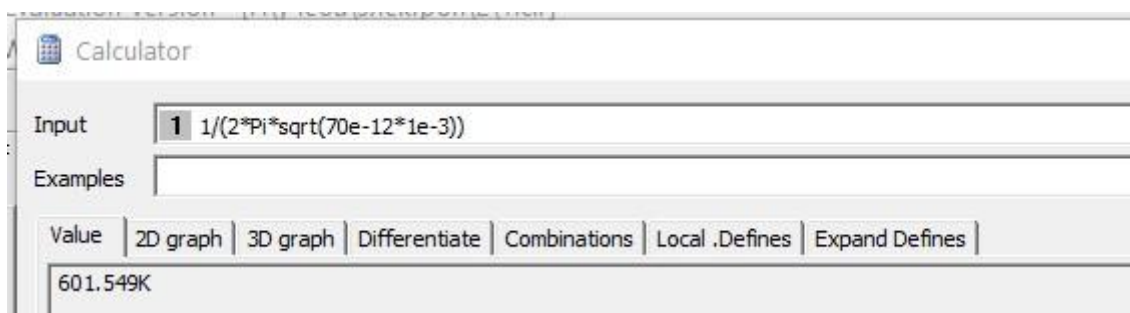
ЧАСТЬ. 2 . ЭКСПЕРИМЕНТ 2

Исследование ВАХ полупроводниковых диодов на модели лабораторного стенда в программе MICROCAP

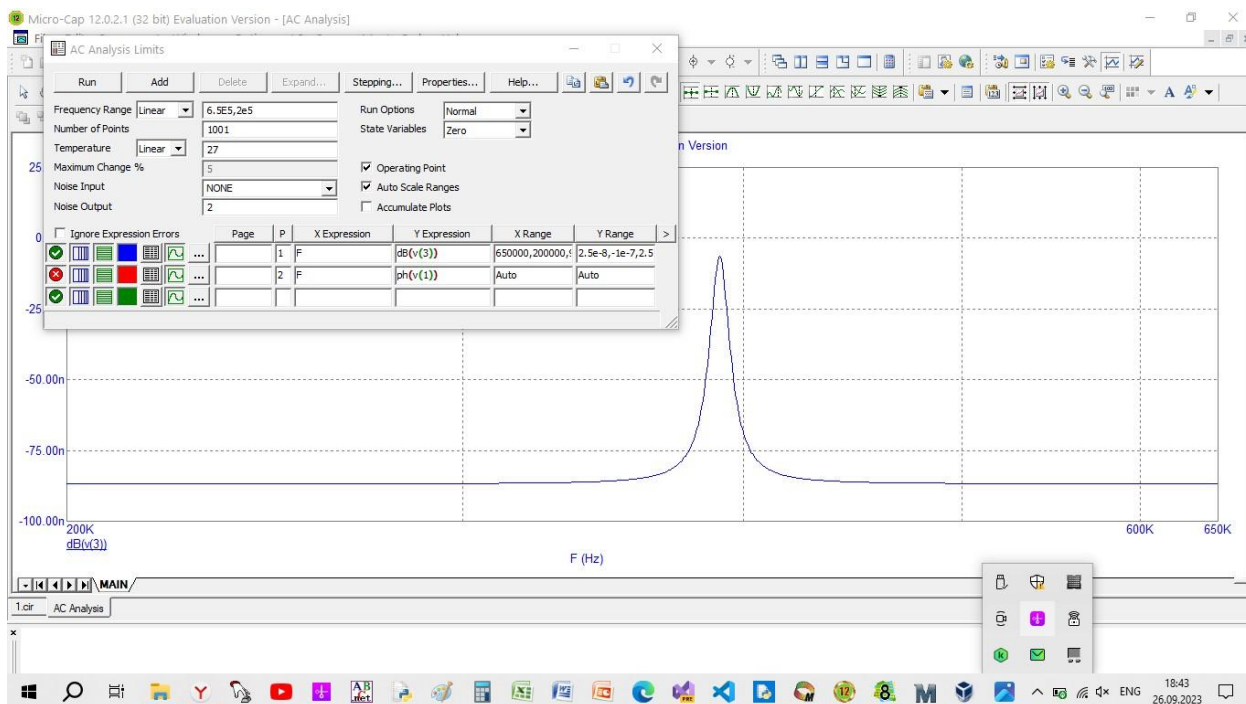
В программе Microcap строим следующую цепь для получения резонансных характеристик диода:



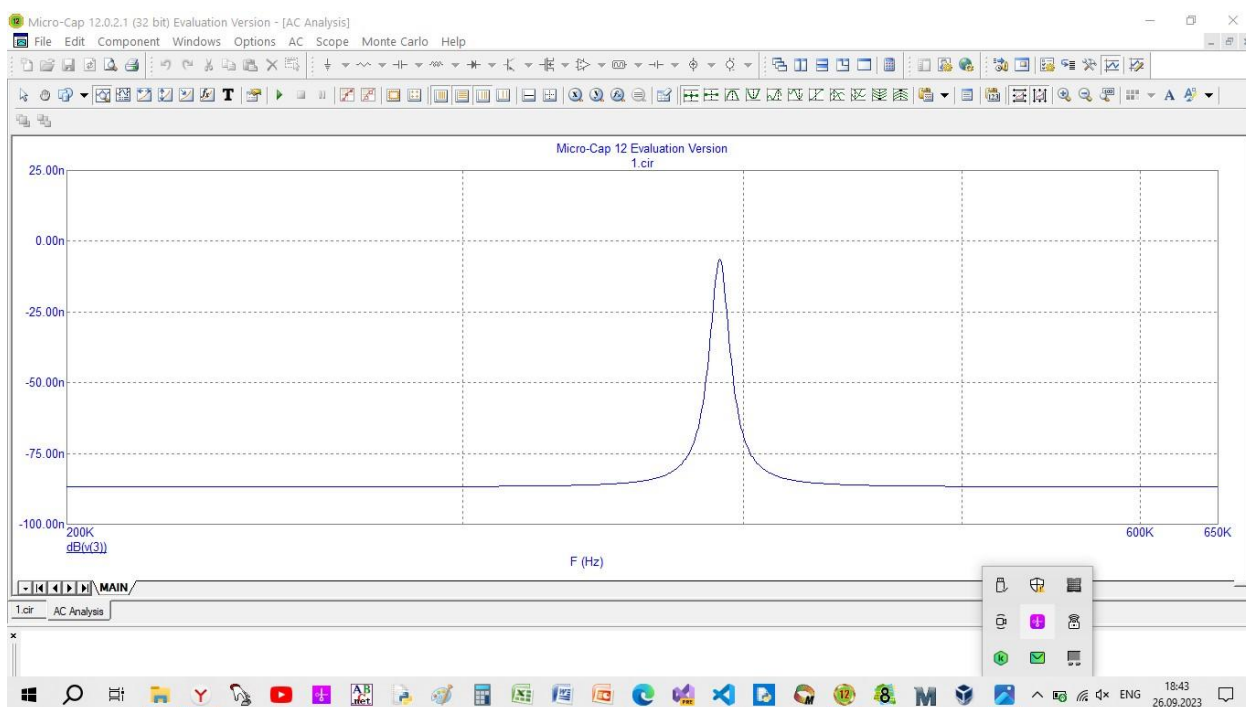
Предварительно нужно оценить частоту контура встроенным калькулятором:



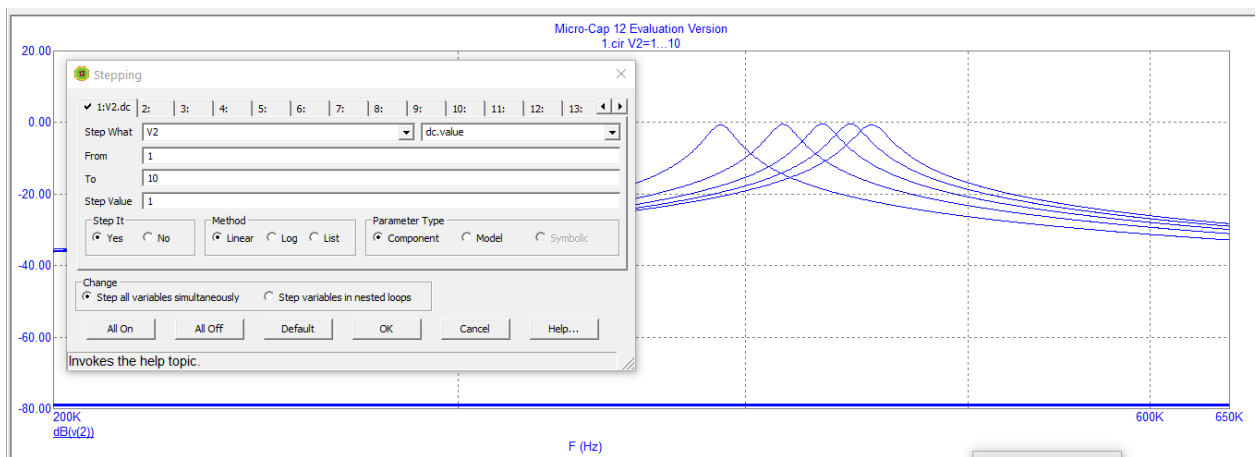
Проведение анализа по переменному току (AC) начинается с заполнения пределов частотного анализа.



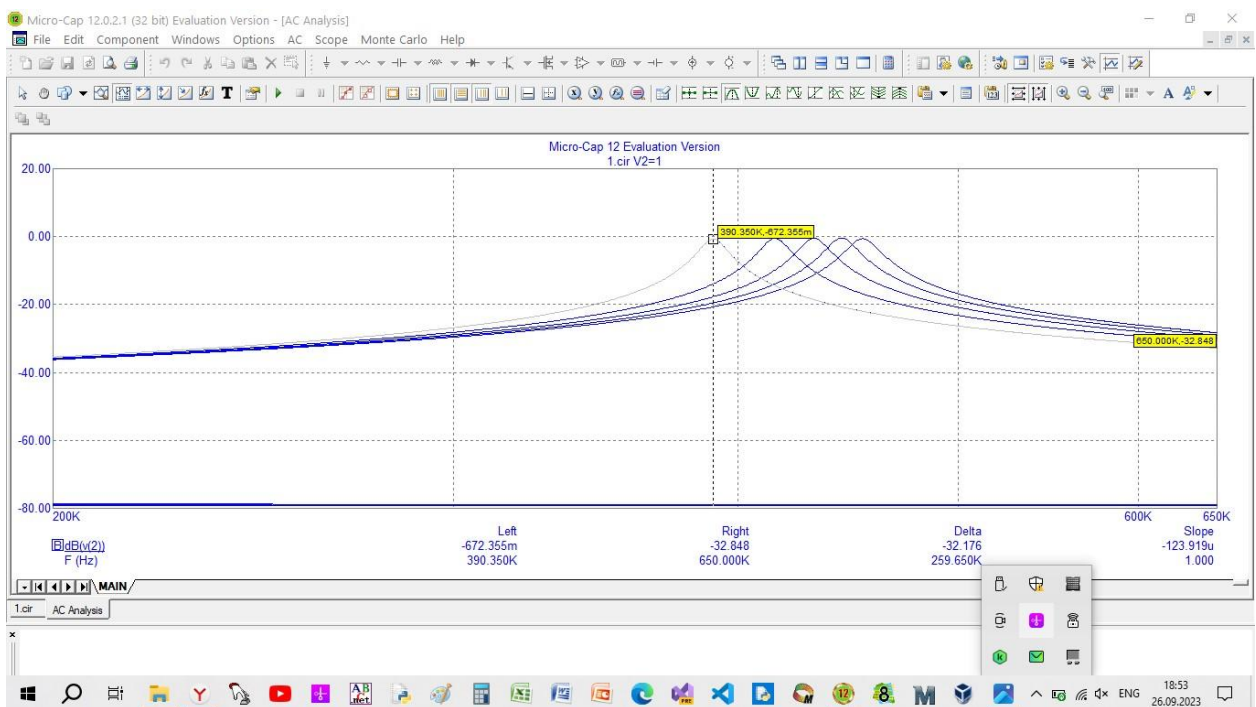
Получили следующую резонансную кривую:



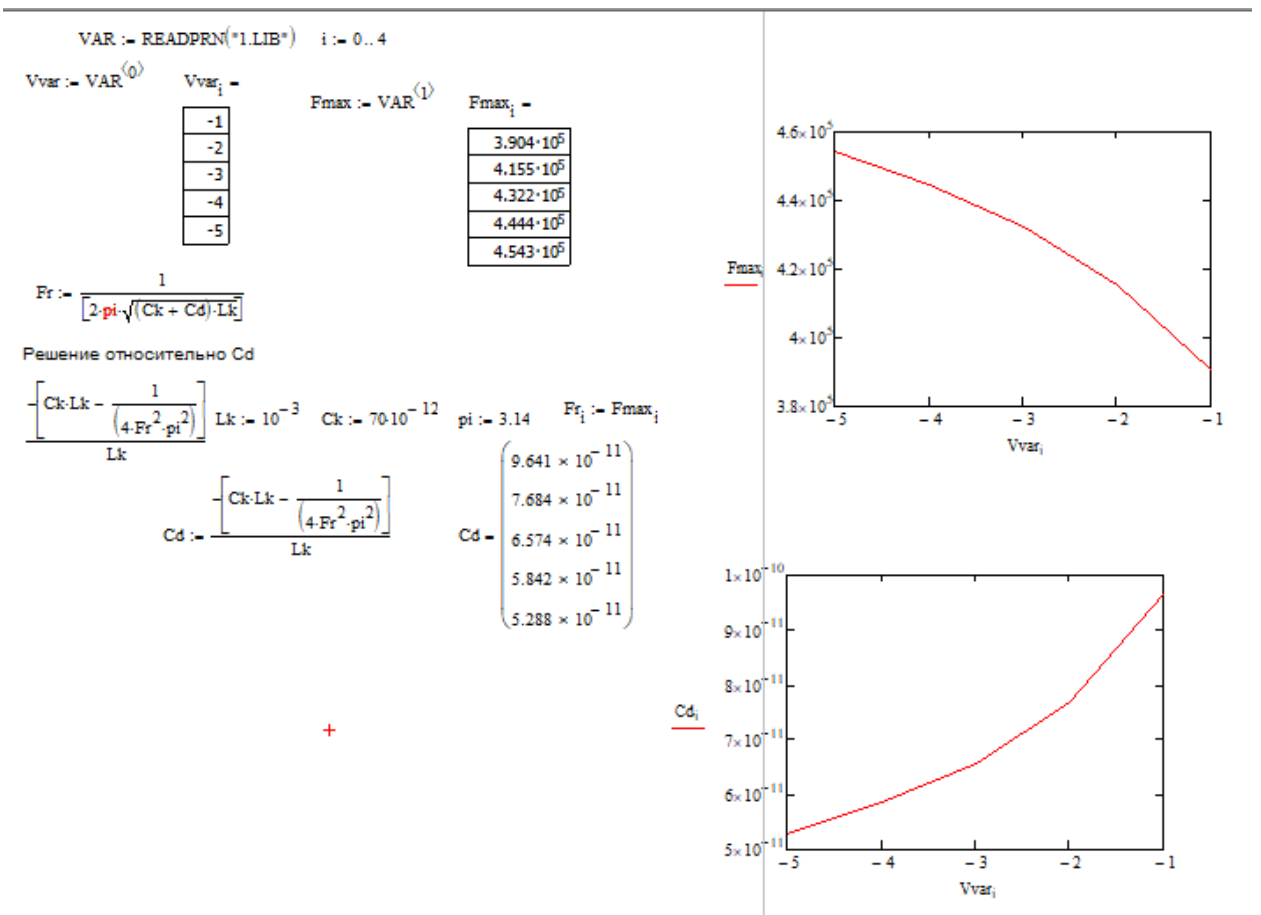
Задавая значение напряжения источника управления V2, можно зафиксировать зависимость резонансной частоты от значения напряжения V2. Однако, удобнее включить многовариантный режим анализа, используя возможности режима Stepping... (доступ к режиму возможен либо через меню АС анализа, или за счёт нажатия экранной кнопки Stepping, или горячей клавиши F11)



В результате решения будут получены несколько резонансных кривых, соответствующих указанным значениям напряжения управления. Резонансные кривые в зависимости от смещения на диоде:



В режиме работы с курсорами в заголовке окна результата можно будет увидеть значение напряжения V2, и, установив курсор в максимум кривой, получить значение резонансной частоты. Зная значения резонансной частоты и значения напряжения смещения, была рассчитана вольтфарадная характеристика. Поскольку резонансная частота определяется по формуле Томпсона, из этой формулы можно вычислить значение ёмкости диода для разных напряжений смещения и построить вольтфарадную характеристику.



Расчёт параметров барьерной ёмкости из уравнения можно провести с использованием возможностей MCAD – решение системы нелинейных уравнений с использованием вычислительного блока Given-Minerr, для чего использовались полученные свои результаты расчета Cd_i. Начальные условия могут быть любыми, задаем близкие к реальным значениям:

$$C_d = \begin{pmatrix} 9.641 \times 10^{-11} \\ 7.684 \times 10^{-11} \\ 6.574 \times 10^{-11} \\ 5.842 \times 10^{-11} \\ 5.288 \times 10^{-11} \end{pmatrix} \quad U_i := V_{var_i} \quad U = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \\ -3 \\ -4 \\ -5 \end{pmatrix} \quad C_d(U) := C_{J0} \left(1 - \frac{U}{V_{J0}} \right)^{-M}$$

Начальные условия, близкие к реальным значениям:

$$M := 0.5 \quad V_{J0} := 0.6 \quad C_{J0} := 10^{-12}$$

Given

$$1.664 \cdot 10^{-10} = C_{J0} \left[1 - \frac{(-1)}{V_{J0}} \right]^{-M}$$

$$1.357 \cdot 10^{-10} = C_{J0} \left[1 - \frac{(-3)}{V_{J0}} \right]^{-M}$$

$$1.229 \cdot 10^{-10} = C_{J0} \left[1 - \frac{(-5)}{V_{J0}} \right]^{-M}$$

$$\text{Minerr}(C_{J0}, V_{J0}, M) = \begin{pmatrix} 2.549 \times 10^{-10} \\ 0.136 \\ 0.201 \end{pmatrix}$$

Получившиеся значения параметров диода (C_{J0} – ёмкость перехода, V_{J0} – падение напряжения, M – коэффициент плавности перехода) после подстановки своих значений, сравним со значениями одноименных параметров, указанных в архиве отечественных полупроводниковых приборов.

```
.MODEL D2C133B D (BV=3.371 CJO=220p FC=.5 IBV=47.97m IS=31.47f ISR=2.035n
+ M=.5959 NBV=3 RS=0.3655 VJ=.75)
*      Ibvl=48.16m
*      Tbv1=-1.1m)
```

$$\text{Minerr}(C_{J0}, V_{J0}, M) = \begin{pmatrix} 2.549 \times 10^{-10} \\ 0.136 \\ 0.201 \end{pmatrix}$$

Ёмкость перехода C_{J0} : архивная = $220\text{p} = 22 \cdot 10^{-11}$, в эксперименте = $25.49 \cdot 10^{-11} \Rightarrow$ получили достаточно близкое значение, чуть меньшее архивного.

Падение напряжения V_{J0} : архивная = 0.75, в эксперименте = 0.136 \Rightarrow получили достаточно значение, меньшее архивного.

Коэффициент плавности перехода М: архивная = 0.5959, в эксперименте = 0.201 => получили достаточно близкое значение, чуть меньшее архивного.