

Дисциплина электроника
Лабораторный практикум №1
по теме: «Исследование характеристик и параметров
полупроводниковых диодов»

Работу выполнил:
студент группы ИУ7-36Б
Жаворонкова Алина

Цель работы

Проведение экспериментальных исследований (натурных и модельных в программах схемотехнического анализа MathCad 15 и Micro-Cap 12) полупроводникового диода с целью получения исходных данных для расчёта параметров модели полупроводникового диода и внесение модели в базу данных программ схемотехнического анализа.

Пункт № 1

Моему варианту соответствует диод марки D2C510B. Проведем моделирование лабораторного стенда для получения ВАХ диода в программе Micro-Cap как на прямой, так и на обратной ветвях по показанным ниже схемам:

Схема для снятия ВАХ с прямой ветви:

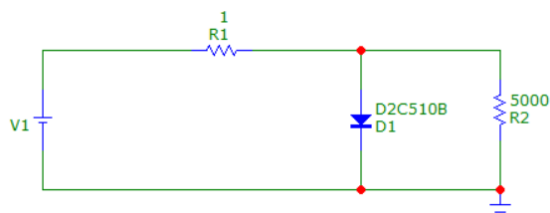
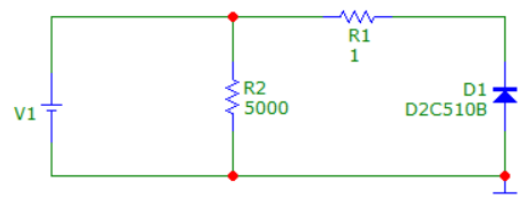


Схема для снятия ВАХ с обратной ветви:



Далее построим графики по данным схемам с настройками как в методичке.

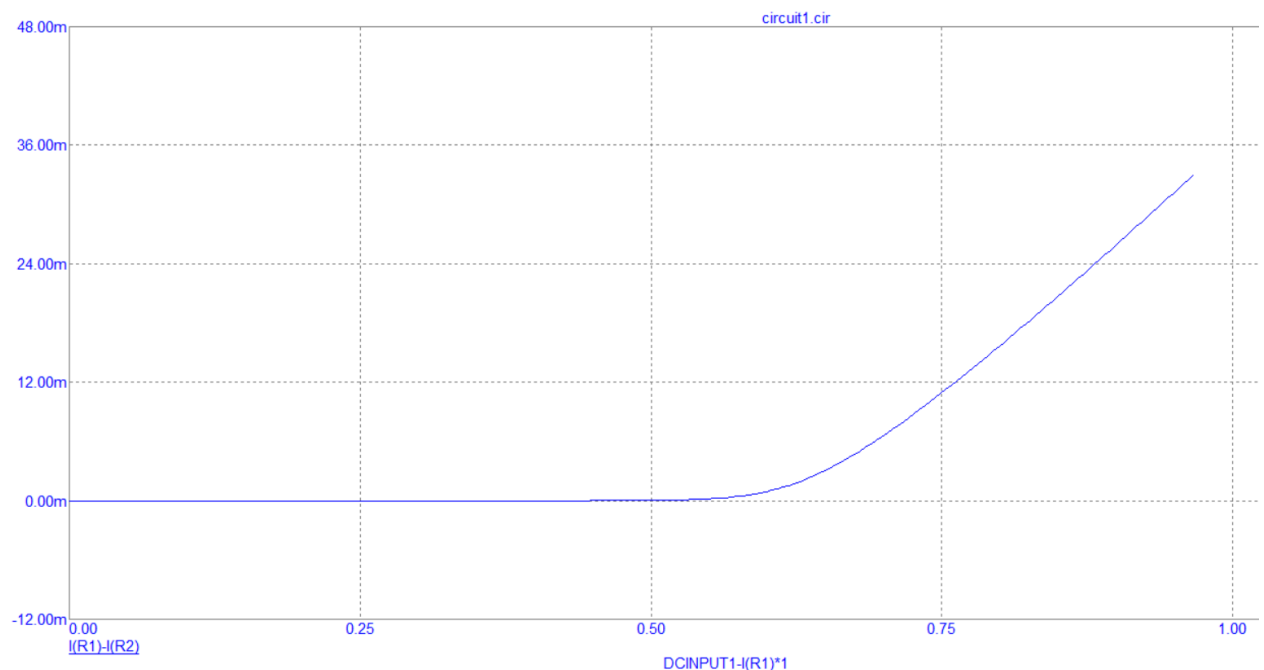


Рисунок 1. Снятие ВАХ с прямой ветви

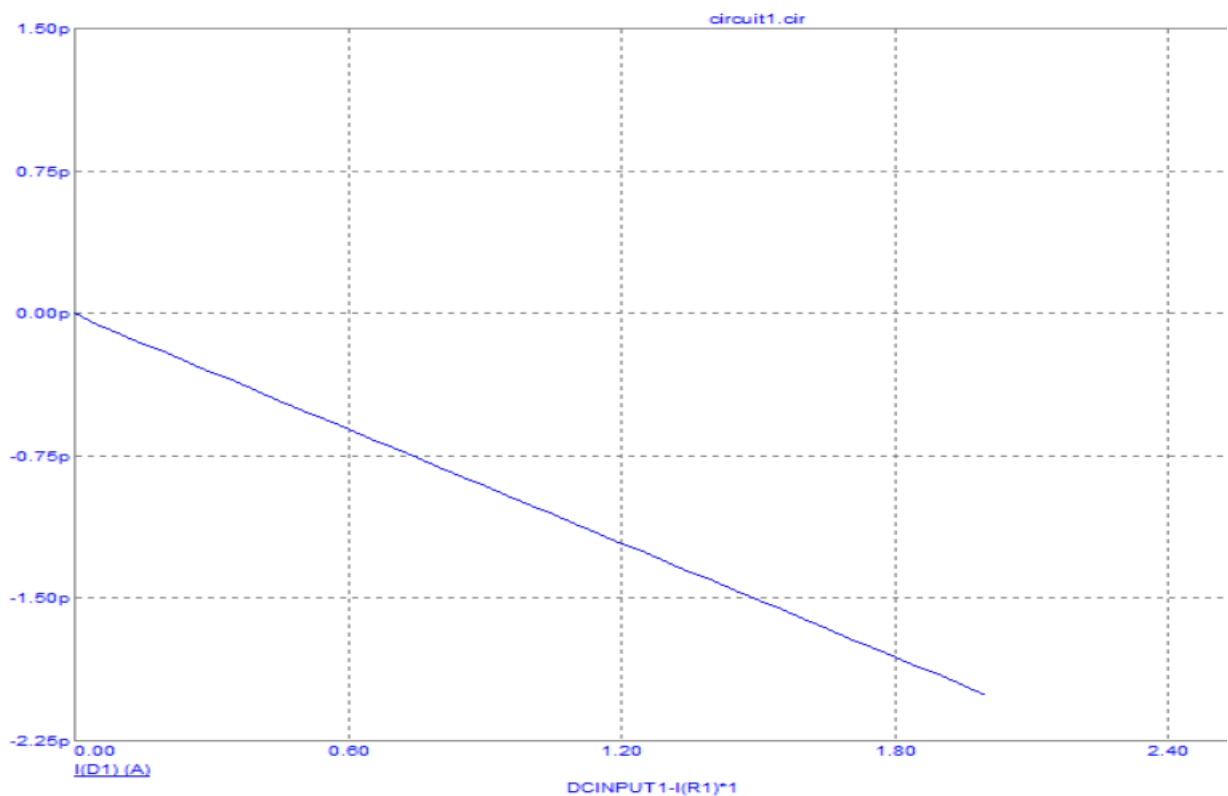


Рисунок 2. Снятие ВАХ с обратной ветви

Пункт №2

После того как мы получили желаемые графики, надо настроить корректный вывод данных, который сможет быть импортированным в программу MCAD.

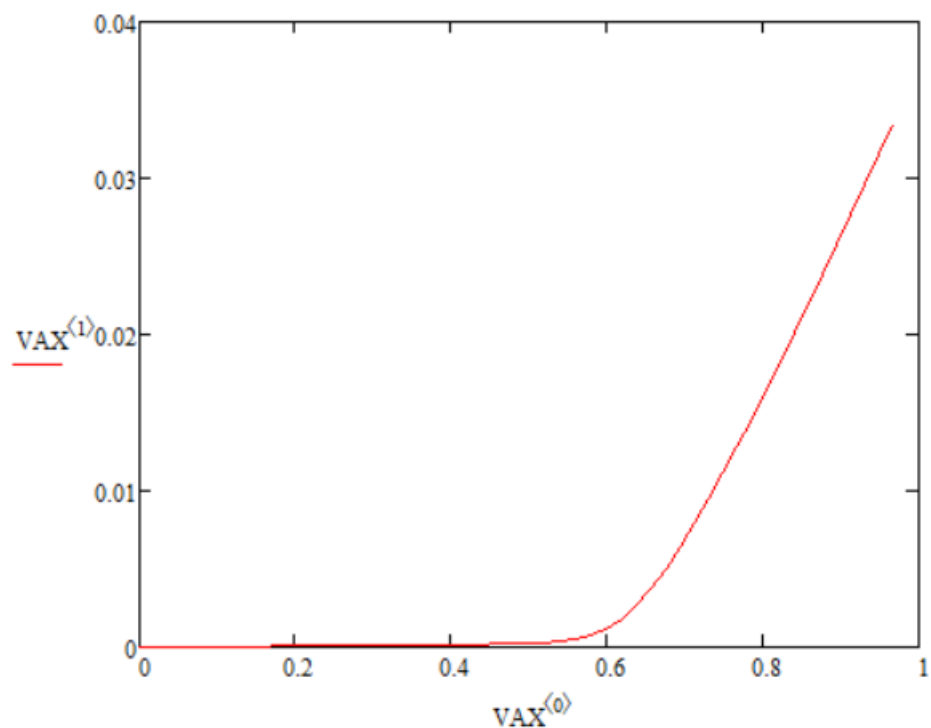
В результате содержимое нашего файла – только числа.

0.0000000 -0.0000000	
0.0199980	0.0000040
0.0399960	0.0000080
0.0599940	0.0000120
0.0799920	0.0000160
0.0999900	0.0000200
0.1199880	0.0000240
0.1399860	0.0000280
0.1599840	0.0000320
0.1799819	0.0000361
0.1999799	0.0000401
0.2199779	0.0000441
0.2399758	0.0000482
0.2599738	0.0000522
0.2799717	0.0000563
0.2999695	0.0000605
0.3199673	0.0000647
0.3399649	0.0000691
0.3599624	0.0000736

После получения такого файла открываем MCAD

VAX := READPRN("C:\Users\Honor\Desktop\OЭ\lab_1\circuit1.DNO")

VAX =		0	1	VAX ⁽⁰⁾ =		0	VAX ⁽¹⁾ =		0
	0	0	0		0	0		0	0
	1	0.02	8·10 ⁻⁶		1	0.02		1	8·10 ⁻⁶
	2	0.04	1.6·10 ⁻⁵		2	0.04		2	1.6·10 ⁻⁵
	3	0.06	2.4·10 ⁻⁵		3	0.06		3	2.4·10 ⁻⁵
	4	0.08	3.2·10 ⁻⁵		4	0.08		4	3.2·10 ⁻⁵
	5	0.1	4·10 ⁻⁵		5	0.1		5	4·10 ⁻⁵
	6	0.12	4.8·10 ⁻⁵		6	0.12		6	4.8·10 ⁻⁵
	7	0.14	5.6·10 ⁻⁵		7	0.14		7	5.6·10 ⁻⁵
	8	0.16	6.4·10 ⁻⁵		8	0.16		8	6.4·10 ⁻⁵
	9	0.18	7.2·10 ⁻⁵		9	0.18		9	7.2·10 ⁻⁵
	10	0.2	8.01·10 ⁻⁵		10	0.2		10	8.01·10 ⁻⁵
	11	0.22	8.81·10 ⁻⁵		11	0.22		11	8.81·10 ⁻⁵
	12	0.24	9.61·10 ⁻⁵		12	0.24		12	9.61·10 ⁻⁵
	13	0.26	1.042·10 ⁻⁴		13	0.26		13	1.042·10 ⁻⁴
	14	0.28	1.123·10 ⁻⁴		14	0.28		14	1.123·10 ⁻⁴
	15	0.3	...		15	...		15	...



Пункт № 3

Далее рассчитаем параметры модели нашего диода методом трех ординат и методом вычислительного блока.

$$\begin{aligned} Id3 &:= \max(VAX^{(1)}) & Id3 &= 0.033 & U_{d3} &:= (VAX^{(0)})_{50} \\ nMax &:= \text{match}(Id3, VAX^{(1)}) & & & U_{d3} &= 0.967 \\ nMax &= (50) & & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} nId1 &:= \text{match}\left(\frac{Id3}{4}, VAX^{(1)}\right) & nId2 &:= \text{match}\left(\frac{Id3}{2}, VAX^{(1)}\right) \\ nId1 &= (36) & nId2 &= (41) \end{aligned}$$

$$U_{d1} := \text{linterp}\left(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{4}\right) \quad U_{d1} = 0.718 \quad Id1 := \frac{Id3}{4} \quad Id1 = 8.362 \times 10^{-3}$$

$$U_{d2} := \text{linterp}\left(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{2}\right) \quad U_{d2} = 0.807 \quad Id2 := \frac{Id3}{2} \quad Id2 = 0.017$$

$$R_b := \frac{(U_{d1} - 2U_{d2} + U_{d3})}{Id1} \quad R_b = 8.426$$

$$NFt := \frac{[(3U_{d2} - 2U_{d1}) - U_{d3}]}{\ln(2)} \quad NFt = 0.027$$

$$Is0 := Id1 \cdot \exp\left[\frac{(U_{d3} - 2U_{d2})}{NFt}\right] \quad Is0 = 4.051 \times 10^{-13}$$

Найдем параметры диода методом Given Minerr. Точки возьмем с помощью трассировки графика.

$$R_b := 1 \quad Is0 := 10^{-10} \quad m := 2 \quad Ft := 0.02$$

$$U_k := I_k \cdot R_b + \ln\left[\frac{(Is0 + I_k)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

Given

$$0.55962 = 0.0004949 \cdot R_b + \ln\left[\frac{(Is0 + 0.0004949)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$0.61833 = 0.0017896 \cdot R_b + \ln\left[\frac{(Is0 + 0.0017896)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$0.65639 = 0.0037371 \cdot R_b + \ln\left[\frac{(Is0 + 0.0037371)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$0.69375 = 0.006393 \cdot R_b + \ln\left[\frac{(Is0 + 0.006393)}{Is0}\right] \cdot m \cdot Ft$$

$$Diod_P := \text{Minerr}(Is0, R_b, m, Ft)$$

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 3.317 \times 10^{-10} \\ 5.648 \\ 2.074 \\ 0.019 \end{pmatrix}$$

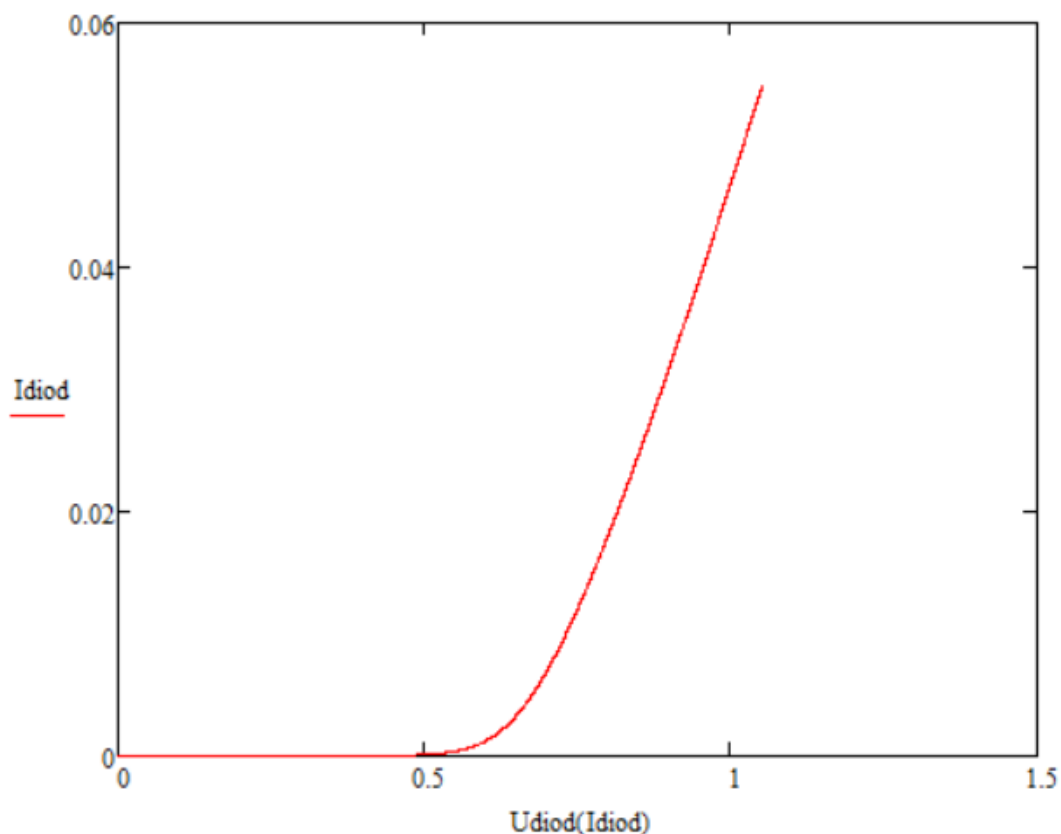
Сравним результат моделирования и эксперимента, построив на одном графике ВАХ экспериментальную и ВАХ модельную.

$$\underline{Rb} := \text{Diod_P}_1 \quad \underline{NFt} := \text{Diod_P}_2 \cdot \text{Diod_P}_3 \quad \underline{Is0} := \text{Diod_P}_0$$

+

$$\text{Idiod} := 0, 10^{-5} \dots 0.055$$

$$\text{Udiod}(\text{Idiod}) := \text{Idiod} \cdot \text{Rb} + \text{NFt} \cdot \ln \left[\frac{(\text{Idiod} + \text{Is0})}{\text{Is0}} \right]$$



$$\text{Rb1} := 1.2 \quad \text{NFt1} := 0.0255 \quad \text{Is01} := 22.7 \cdot 10^6$$

$$\text{Idiod} := 0, 10^{-5} \dots 0.055$$

$$\text{Uformula}(\text{Idiod}) := \text{Idiod} \cdot \text{Rb1} + \text{NFt1} \cdot \ln \left[\frac{(\text{Idiod} + \text{Is01})}{\text{Is01}} \right]$$

$$\text{Idiod} := \text{VAX}^{(1)}$$

$$\left(\text{VAX}^{(0)} \right)_{45} = 0.876$$

$$\text{Iproverka} := \left(\text{VAX}^{(1)} \right)_{45}$$

$$\left(\text{VAX}^{(1)} \right)_{45} = 0.024$$

$$\text{Uformula}(\text{Iproverka}) = 0.029$$

