

Дисциплина электроника

Лабораторный практикум №1

по теме: *«Исследование характеристик и параметров
полупроводниковых диодов»*

Студент: Фам Минь Хиеу

Группа: ИУ7-32Б

Работу проверил: Оглоблин Д. И.

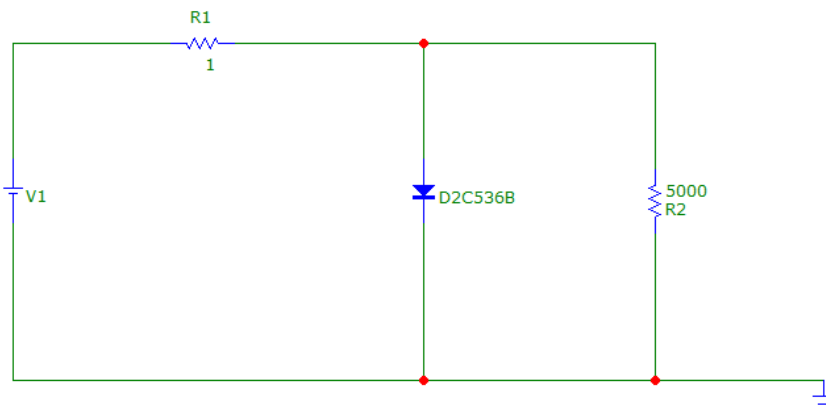
Цель работы - проведение экспериментальных исследований (натурных и модельных в программах схемотехнического анализа MathCad 15 и Micro-Cap 12) полупроводникового диода с целью получения исходных данных для расчёта параметров модели полупроводникового диода и внесение модели в базу данных программ схемотехнического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

Часть 1

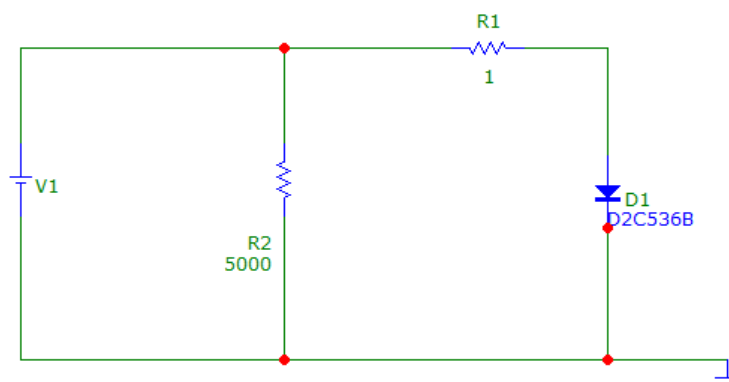
Пункт № 1

Для заданного диода марки D2B536B соответствующий моему варианту 144, проведем моделирование лабораторного стенда для получения ВАХ диода в программе Micro-Cap 12 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



Данный выбор схем объясняется следующими соображениями. Несмотря на то, что идеальных измерительных приборов не существует, все-таки амперметр должен обладать относительно малым сопротивлением, а вольтметр, наоборот, довольно значительным. При прямом включении диод имеет малое сопротивление, и, если параллельно к нему подключить вольтметр, то потери в токе будут не значительны, т.к. сопротивление вольтметра во много раз превышает сопротивление диода при прямом включении. При обратном включении такая схема не прокатит, т.к. сопротивления диода и вольтметра станут соизмеримы, и потери в токе окажутся весомыми. Поэтому следует точно измерить ток на ветви диода, вставив в нее амперметр, потерями напряжения можно пренебречь, т.к. падение напряжения на диоде при обратном включении будет гораздо больше потерь на амперметре. Проиллюстрируем сказанное графиками, построенным в Micro-Cap 12 по схемам, приведенным выше.

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	1,0,.005
Variable 2	None		

Temperature

Method	Range
Linear	27

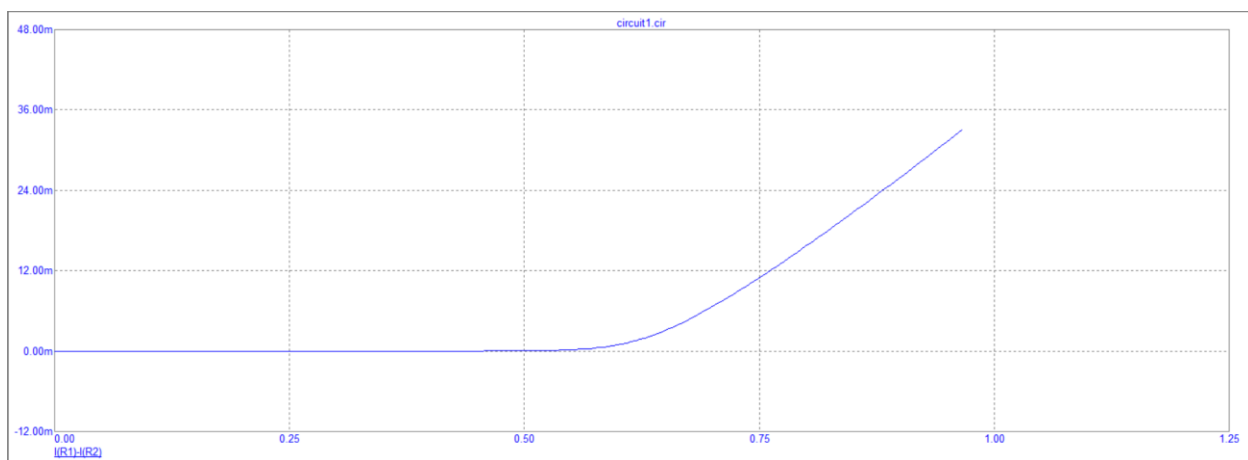
Number of Points: 51

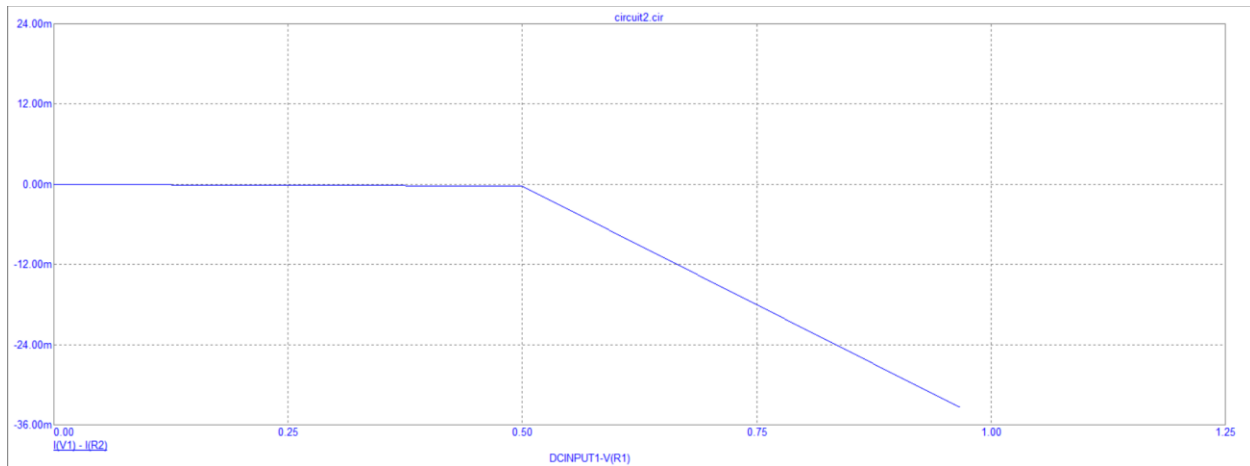
Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☐ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

Ignore Expression Errors	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	DCINPUT1 - V(R1)	I(R1)-I(R2)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways

Specifies the name of the primary source.





Пункт № 2 Полученные данные ВАХ сохраняю в виде текстового файла в формате, пригодном для передачи данных в программу MCAD и строю график:

0.00000000	-0.00000000
0.01999600	0.00000001
0.03999200	0.00000002
0.05998800	0.00000003
0.07998400	0.00000004
0.09997999	0.00000005
0.11997599	0.00000006
0.13997198	0.00000007
0.15996797	0.00000008
0.17996395	0.00000009
0.19995993	0.00000010
0.21995589	0.00000012
0.23995184	0.00000017
0.25994777	0.00000024
0.27994366	0.00000035
0.29993951	0.00000051
0.31993528	0.00000073
0.33993095	0.00000107
0.35992645	0.00000157
0.37992170	0.00000232
0.39991654	0.00000348
0.41991069	0.00000533
0.43990363	0.00000839
0.45989434	0.00001368
0.47988082	0.00002321
0.49985900	0.00004103
0.51982071	0.00007533
0.53974989	0.00014216
0.55961703	0.00027105
0.57937476	0.00050936
0.59896353	0.00091667
0.61833403	0.00154231
0.63747102	0.00240149
0.65639413	0.00347459

.....

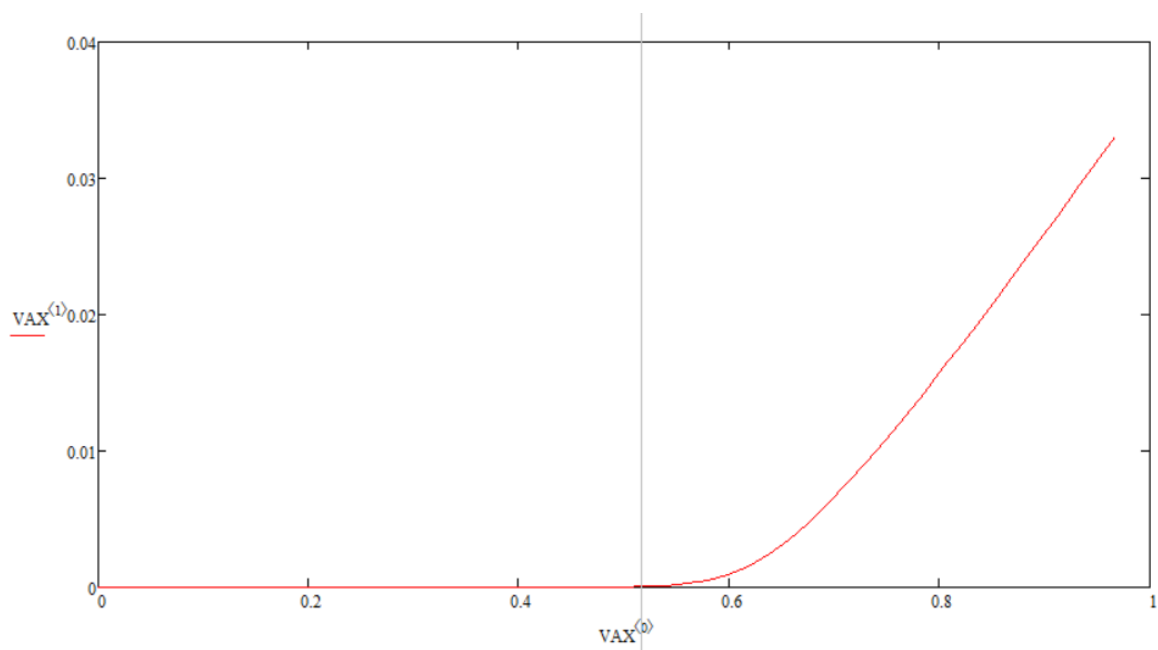
Для анализа нашей ВАХ и нахождения физических параметров диода воспользуемся программой MathCAD.

$$VAX^{(0)} =$$

	0
35	0.694
36	0.712
37	0.731
38	0.749
39	0.767
40	0.786
41	0.804
42	0.822
43	0.84
44	0.858
45	0.876
46	0.894
47	0.913
48	0.931
49	0.949
50	...

$$VAX^{(1)} =$$

	0
35	$6.116 \cdot 10^{-3}$
36	$7.615 \cdot 10^{-3}$
37	$9.199 \cdot 10^{-3}$
38	0.011
39	0.013
40	0.014
41	0.016
42	0.018
43	0.02
44	0.022
45	0.023
46	0.025
47	0.027
48	0.029
49	0.031
50	...



Пункт № 3

Находим параметры диода в MCAD. Следуя инструкции из методички.

- Методом трех ординат и методом вычислительного блока

$$Id3 := \max(VAX^{(1)}) \quad Id3 = 0.033$$

$$nMax := \text{match}(Id3, VAX^{(1)}) \quad nMax = (50)$$

$$Ud3 := (VAX^{(0)})_{50} \quad Ud3 = 0.967$$

$$Ud1 := \text{linterp}\left(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{4}\right) \quad Ud1 = 0.72 \quad Id1 := \frac{Id3}{4} \quad Id1 = 8.265 \times 10^{-3}$$

$$Ud2 := \text{linterp}\left(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{2}\right) \quad Ud2 = 0.808 \quad Id2 := \frac{Id3}{2} \quad Id2 = 0.017$$

$$Ud4 := \text{linterp}\left(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{3}\right) \quad Ud4 = 0.751 \quad Id4 := \frac{Id3}{3} \quad Id4 = 0.011$$

$$Rb := \frac{(Ud1 - 2Ud2 + Ud3)}{Id1} \quad Rb = 8.478$$

$$NFt := \frac{[(3Ud2 - 2Ud1) - Ud3]}{\ln(2)} \quad NFt = 0.026$$

$$Is0 := Id1 \cdot \exp\left[\frac{-1}{NFt}(2Ud1 - Ud3)\right] \quad Is0 = 1.454 \times 10^{-10}$$

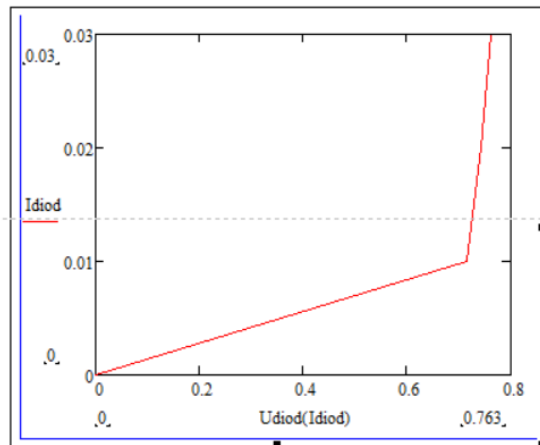
$$R_b := 1$$

$$N_F t := 0.0255$$

$$I_{s0} := 10^{-14}$$

$$I_{diod} := 0, 10^{-2} \dots 0.033$$

$$U_{diod}(I_{diod}) := I_{diod} \cdot R_b + N_F t \cdot \ln\left(\frac{I_{diod} + I_{s0}}{I_{s0}}\right)$$



$I_{diod} =$

0
0.01
0.02
0.03

Given

$$0.967 = 0.033 \cdot R_b + \ln\left(\frac{I_s + 0.033}{I_s}\right) \cdot m \cdot F t$$

$$0.931 = 0.029 \cdot R_b + \ln\left(\frac{I_s + 0.029}{I_s}\right) \cdot m \cdot F t$$

$$0.876 = 0.023 \cdot R_b + \ln\left(\frac{I_s + 0.023}{I_s}\right) \cdot m \cdot F t$$

$$0.804 = 0.016 \cdot R_b + \ln\left(\frac{I_s + 0.016}{I_s}\right) \cdot m \cdot F t$$

$$Diod_P := \text{Minerr}(I_s, R_b, m, F t)$$

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 9.309 \times 10^{-7} \\ 6.516 \\ 2.732 \\ 0.026 \end{pmatrix}$$

$$Diod_P_0 = 9.309 \times 10^{-7}$$

$$Diod_P_1 = 6.516$$

$$Diod_P_2 = 2.732$$

$$Diod_P_3 = 0.026$$

$$I_d := 0.972$$

VAX := READPRN("\circuit1.DNO")

Idiod := VAX⁽¹⁾

VAX⁽⁰⁾ =

	0
0	0
1	0.02
2	0.04
3	0.06
4	0.08
5	0.1
6	0.12
7	0.14
8	0.16
9	0.18
10	0.2
11	0.22
12	0.24
13	0.26
14	0.28
15	...

VAX⁽¹⁾ =

	0
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1·10 ⁻⁷
10	1·10 ⁻⁷
11	1·10 ⁻⁷
12	2·10 ⁻⁷
13	2·10 ⁻⁷
14	3·10 ⁻⁷
15	...

Idiod =

	0
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	1·10 ⁻⁷
10	1·10 ⁻⁷
11	1·10 ⁻⁷
12	2·10 ⁻⁷
13	2·10 ⁻⁷
14	3·10 ⁻⁷
15	...

