

МГТУ им. Н.Э. Баумана

**Дисциплина электроника
Лабораторный практикум №3**

Работу выполнил: студент группы ИУ7-31Б

Мицевич Максим

Работу проверил: Оглоблин Д. И.

2020г

Цель работы - проведение экспериментальных исследований (натурных и модельных в программах схемотехнического анализа MathCad14и Multisim) полупроводникового диода с целью получения исходных данных для расчёта параметров модели полупроводникового диода и внесение модели в базу данных программ схемотехнического анализа.

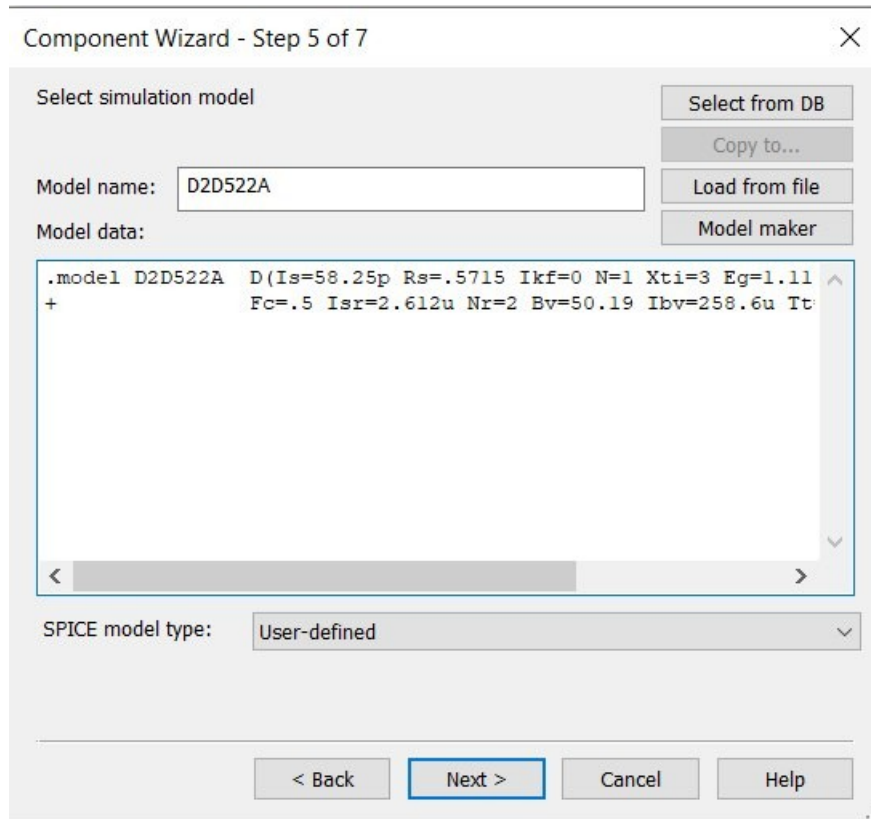
Диод моего варианта:

```
* Variant 14
.model D2D522A D(Is=58.25p Rs=.5715 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.658p M=.154 Vj=.75
+ Fc=.5 Isr=2.612u Nr=2 Bv=50.19 Ibv=258.6u Tt=2.232n)
```

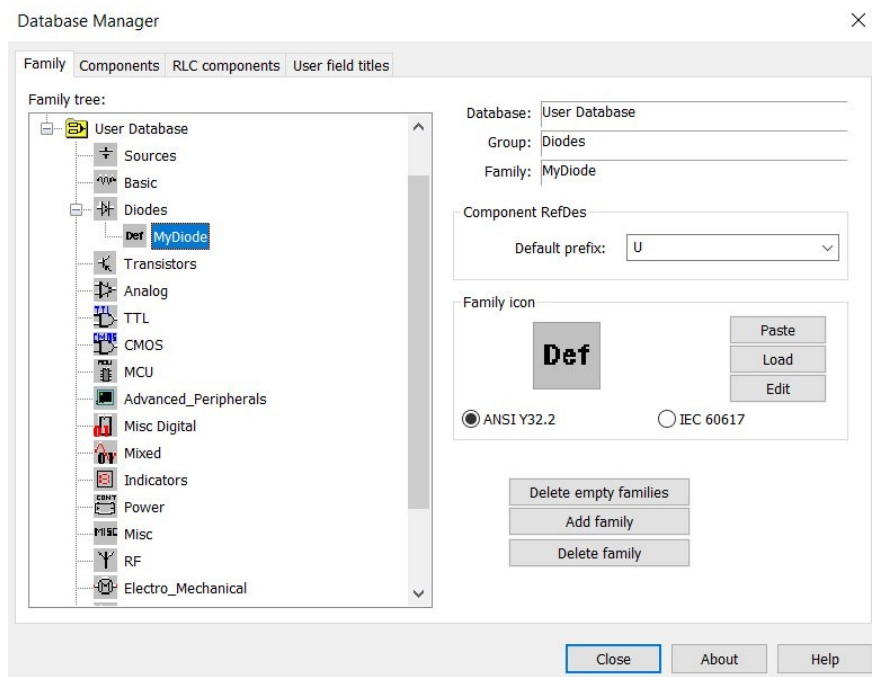
Эксперимент №1

Создадим новое семейство, где будут размещаться добавленные компоненты. Далее открываем мастер создания компонента.

Заполняя окна, которые предлагает мастер создания дойдем до окна с характеристиками диода, куда внесем характеристики выданного диода:

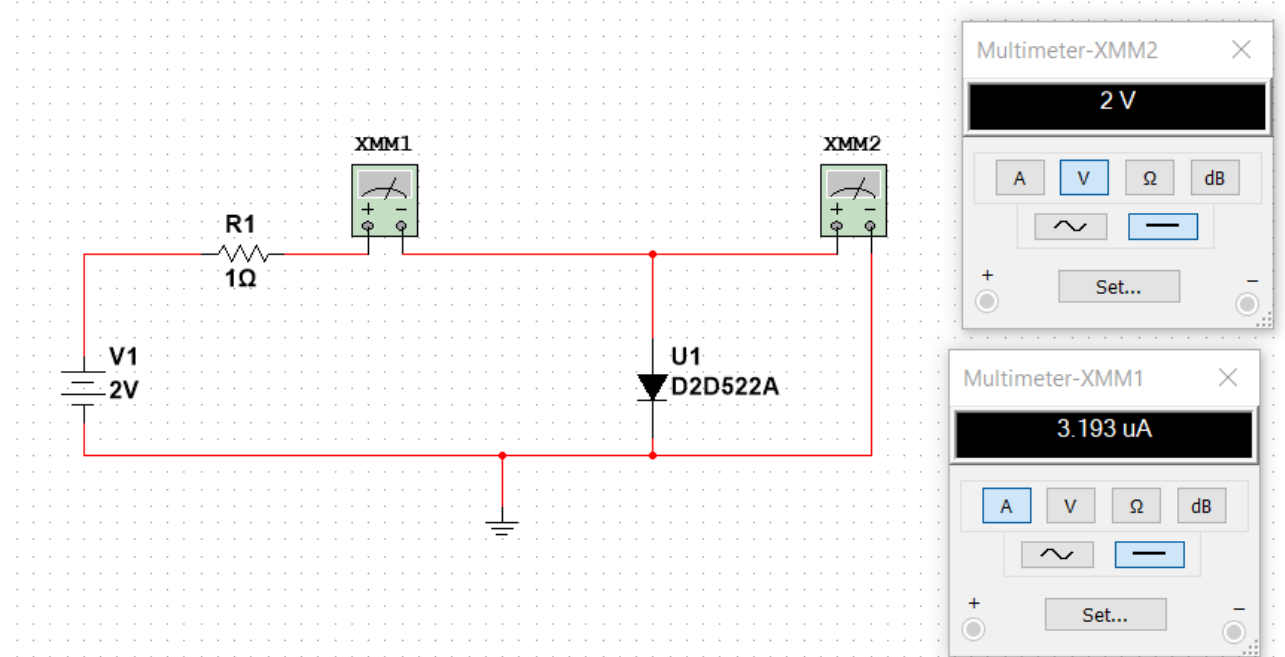


После заполнения всех пунктов мастера создания можем найти диод в пользовательской базе данных:

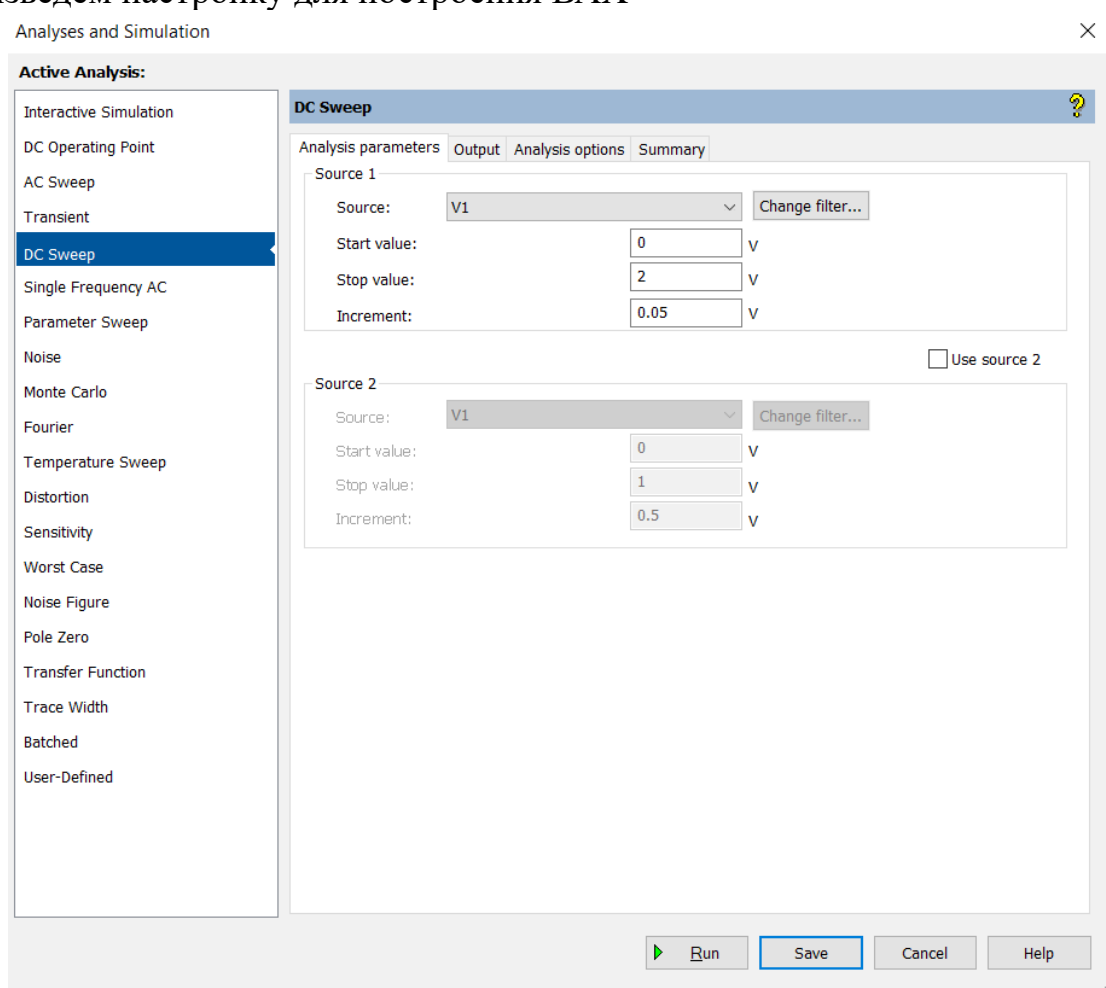


Эксперимент №2

Строим стенд моделирования и производим замеры тока и напряжения через мультиметры.



Произведем настройку для построения ВАХ



Active Analysis:

Interactive Simulation

DC Operating Point

AC Sweep

Transient

DC Sweep

Single Frequency AC

Parameter Sweep

Noise

Monte Carlo

Fourier

Temperature Sweep

Distortion

Sensitivity

Worst Case

Noise Figure

Pole Zero

Transfer Function

Trace Width

Batched

User-Defined

DC Sweep

Analysis parameters Output Analysis options Summary

Variables in circuit:

All variables

I(R1)
I(V1)
P(DU1)
P(R1)
P(V1)
V(1)
V(2)
V(3)

Selected variables for analysis:

All variables

I(DU1{ID})

>

Add

>

<

Remove

<

Edit expression...

Add expression...

Filter unselected variables...

Filter selected variables...

More options

Add device/model parameter...

Delete selected variable

☒ Show all device parameters at end of simulation in the audit trail

Select variables to save...



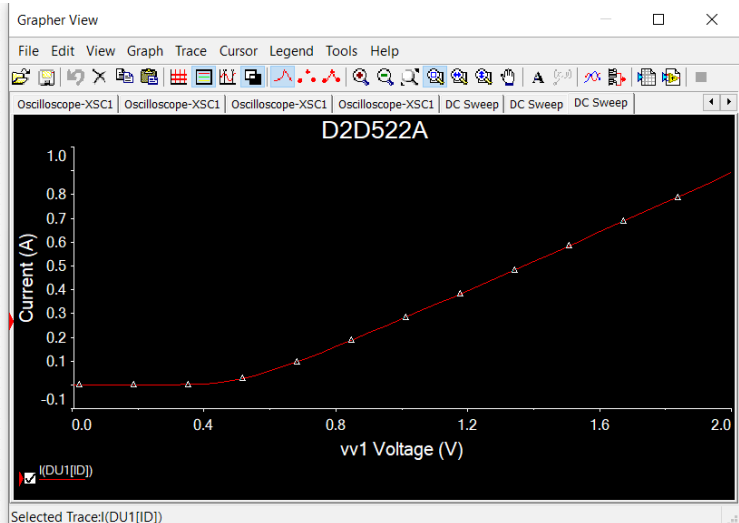
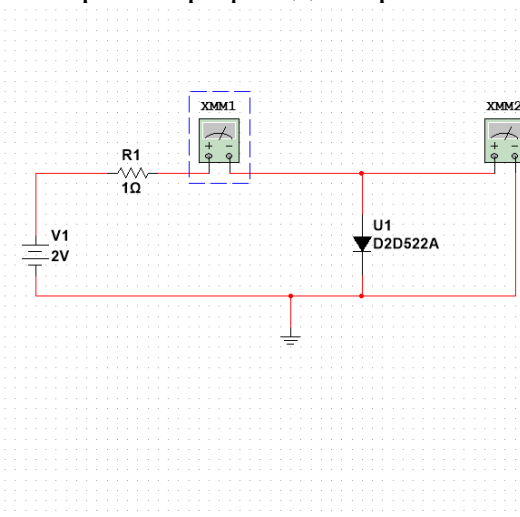
Run

Save

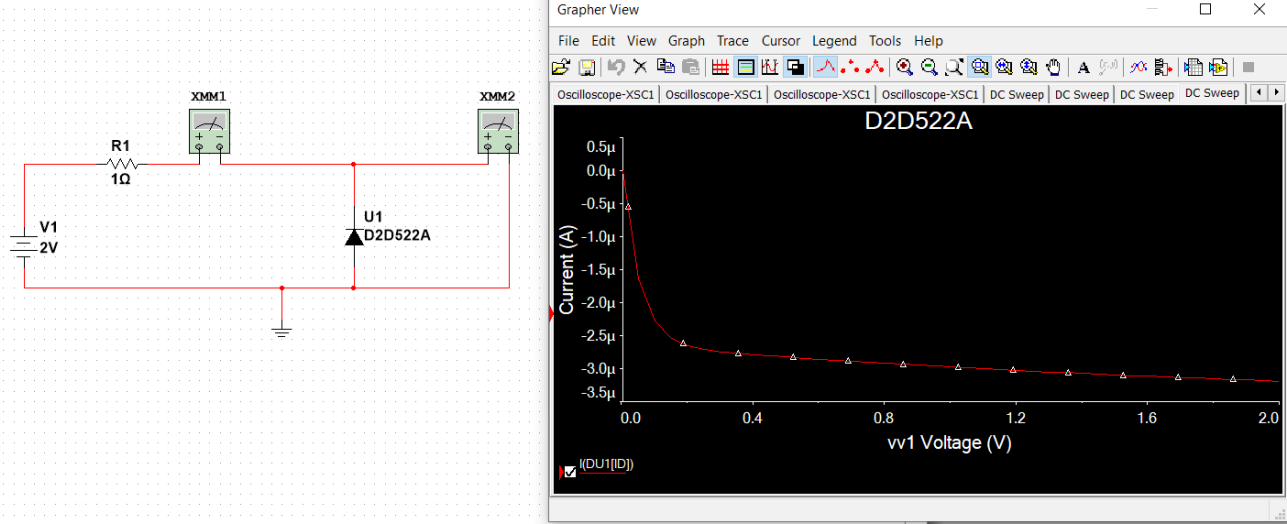
Cancel

Help

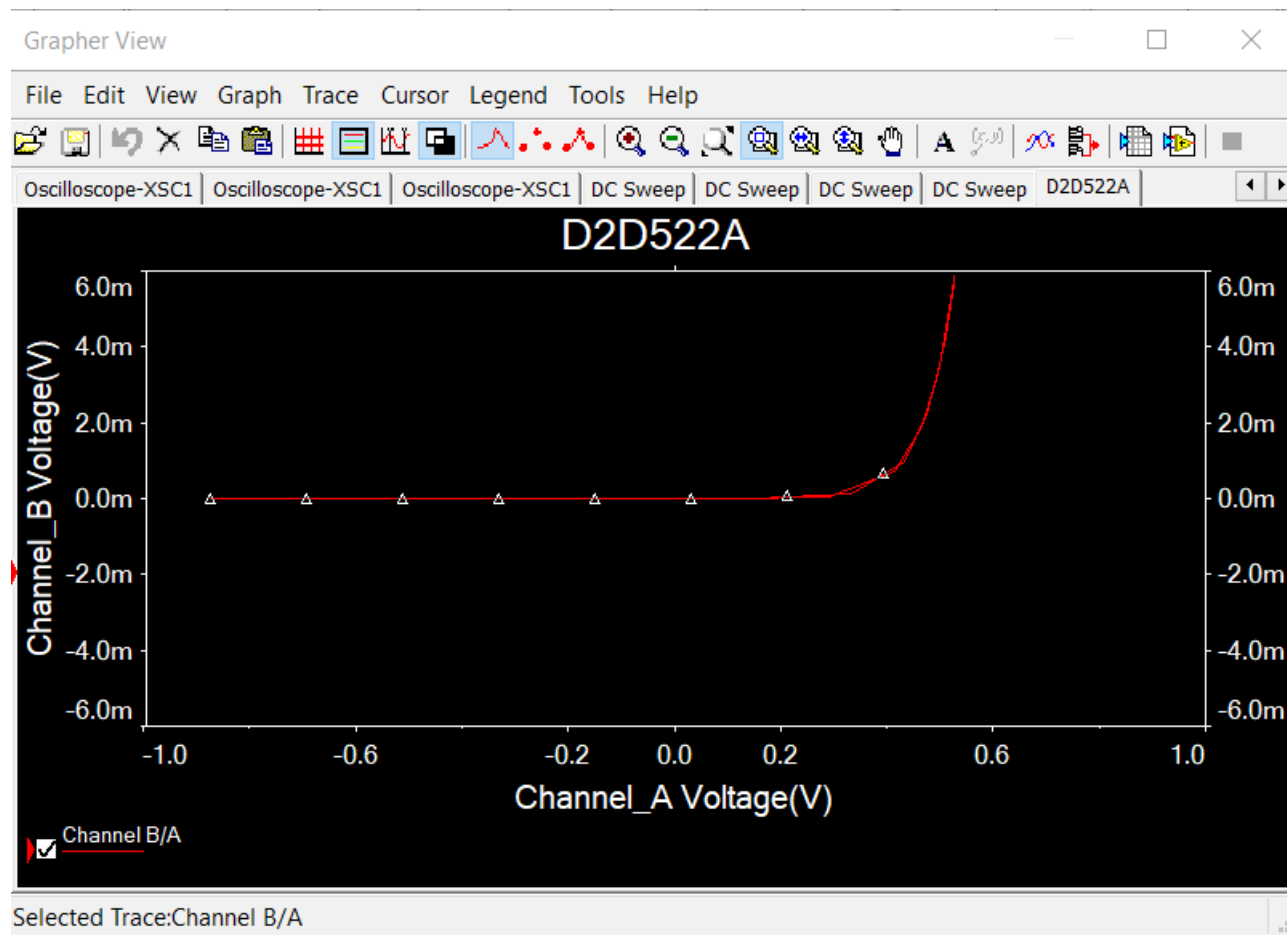
Построим график для прямого включения



Построим схему и график для обратного включения диода.



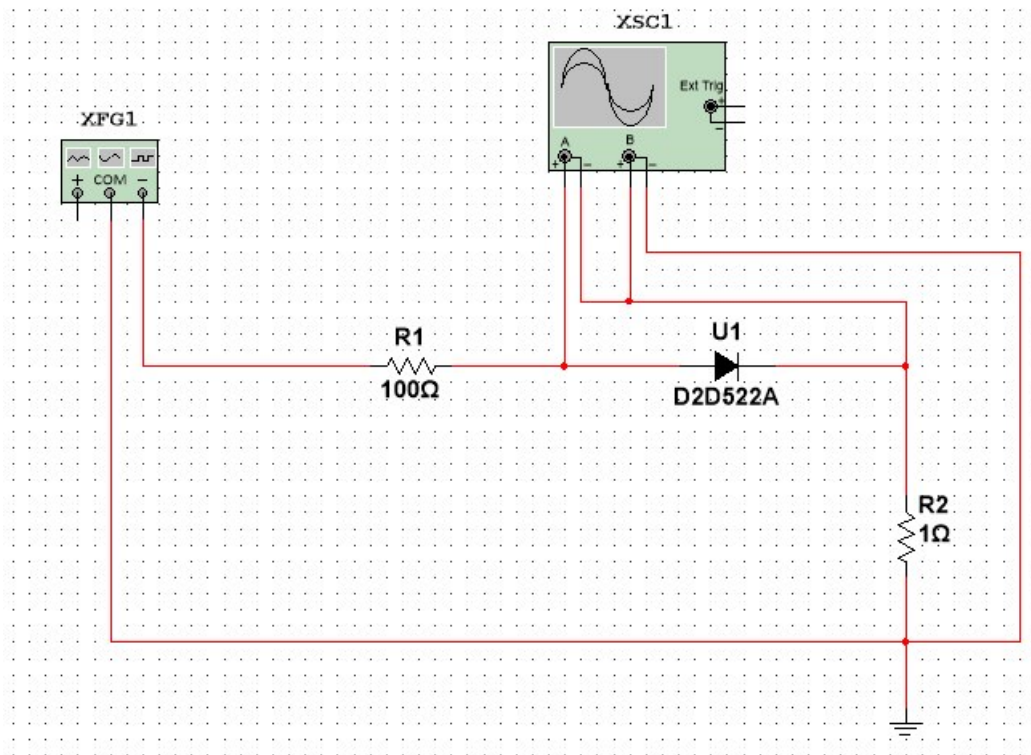
Передаем данные в GrapherView



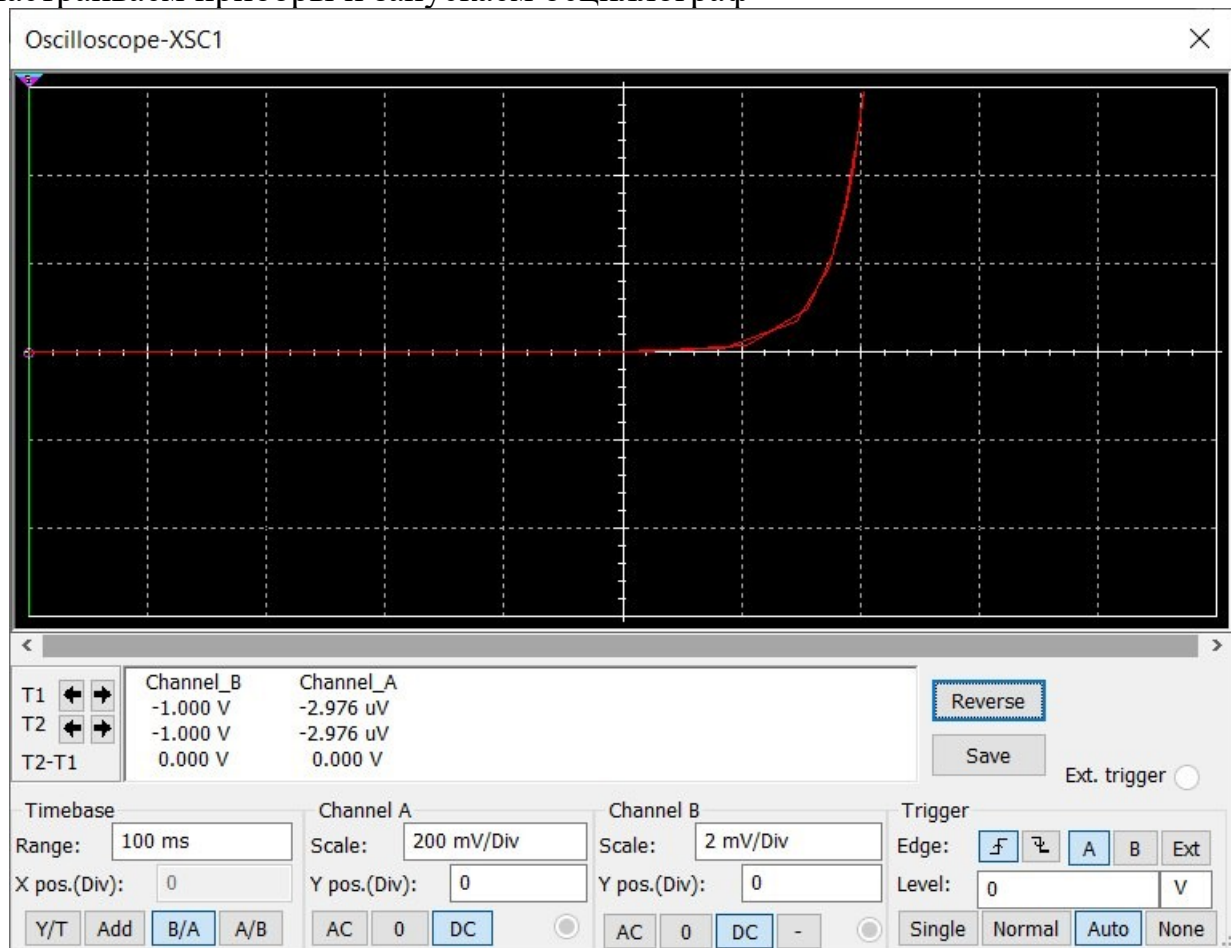
Эксперимент 3

Исследование ВАХ диода с помощью осциллографа и генератора.

Собираем схему



Настраиваем приборы и запускаем осциллограф



Дальше точки переводим файл с расширение lvm и передаем его в Mathcad

$VAX := \text{READPRN}("D:\text{study}\text{OE}\text{multisim}\text{vax.lvm}")$

VAX =

	0	1
0	-0.02	$8.658 \cdot 10^{-7}$
1	-0.019	$9.036 \cdot 10^{-7}$
2	-0.017	$9.413 \cdot 10^{-7}$
3	-0.016	$9.791 \cdot 10^{-7}$
4	-0.014	$1.017 \cdot 10^{-6}$
5	-0.012	$1.055 \cdot 10^{-6}$
6	-0.011	$1.092 \cdot 10^{-6}$
7	$-9.318 \cdot 10^{-3}$	$1.13 \cdot 10^{-6}$
8	$-7.729 \cdot 10^{-3}$	$1.168 \cdot 10^{-6}$
9	$-6.14 \cdot 10^{-3}$	$1.206 \cdot 10^{-6}$
10	$-4.55 \cdot 10^{-3}$	$1.244 \cdot 10^{-6}$
11	$-2.961 \cdot 10^{-3}$	$1.281 \cdot 10^{-6}$
12	$-1.372 \cdot 10^{-3}$	$1.319 \cdot 10^{-6}$
13	$2.175 \cdot 10^{-4}$	$1.357 \cdot 10^{-6}$
14	$1.807 \cdot 10^{-3}$	$1.395 \cdot 10^{-6}$
15	$3.396 \cdot 10^{-3}$...

Рассчитаем параметры диода через Given Minerr и сравним экспериментальную VAX с теоретической

$Id3 := \max(VAX^{(1)})$	$Ud3 := \max(VAX^{(0)})$	$Id4 := \frac{Id3}{8}$	$Ud4 := \text{linterp}(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{6})$
$Id3 = 5.857 \times 10^{-3}$	$Ud3 = 0.405$		
$Id1 := \frac{Id3}{4}$	$Ud1 := \text{linterp}(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{4})$		
$Id1 = 1.464 \times 10^{-3}$	$Ud1 = 0.328$		
$Id2 := \frac{Id3}{5}$	$Ud2 := \text{linterp}(VAX^{(1)}, VAX^{(0)}, \frac{Id3}{2})$		
$Id2 = 1.171 \times 10^{-3}$	$Ud2 = 0.368$		

$$\underline{Rb} := 1 \quad \underline{Iso} := 1e^{-12} \quad \underline{m} := 2 \quad Ft := 0.02$$

Given

$$Ud4 = Rb \cdot Id4 + \ln \left[\frac{(Iso + Id4)}{Iso} \right] \cdot m \cdot Ft$$

$$Ud1 = Id1 \cdot Rb + \ln \left[\frac{(Iso + Id1)}{Iso} \right] \cdot m \cdot Ft$$

$$Ud2 = Id2 \cdot Rb + \ln \left[\frac{(Iso + Id2)}{Iso} \right] \cdot m \cdot Ft$$

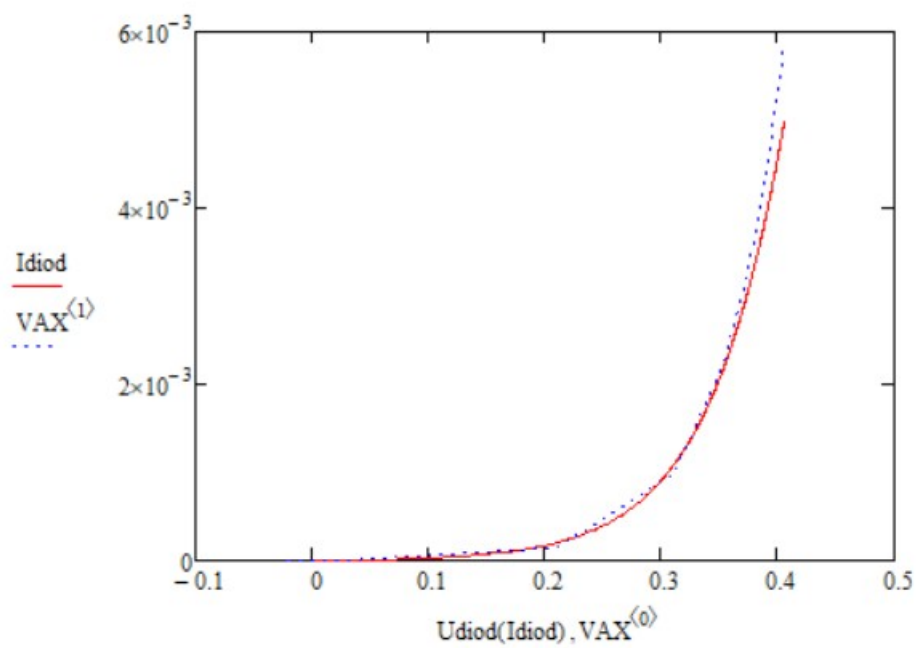
$$Ud3 = Id3 \cdot Rb + \ln \left[\frac{(Iso + Id3)}{Iso} \right] \cdot m \cdot Ft$$

$$Diod_P := \text{Minerr}(Iso, Rb, m, Ft)$$

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 6.732 \times 10^{-7} \\ -1.622 \\ 2.153 \\ 0.021 \end{pmatrix}$$

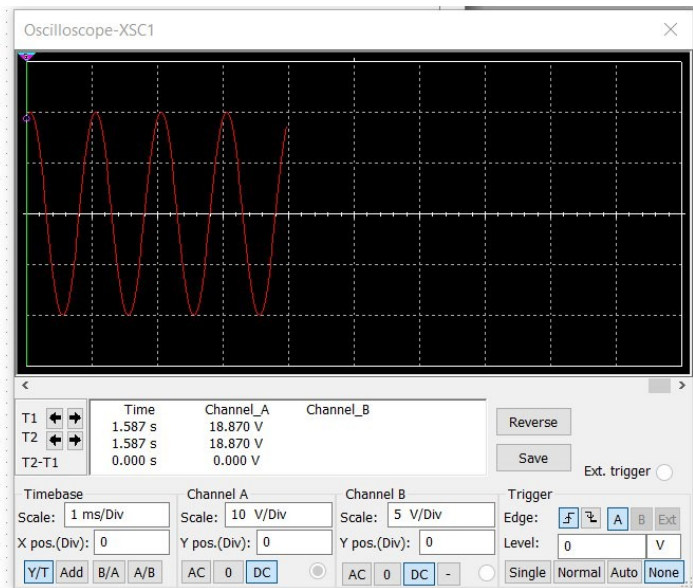
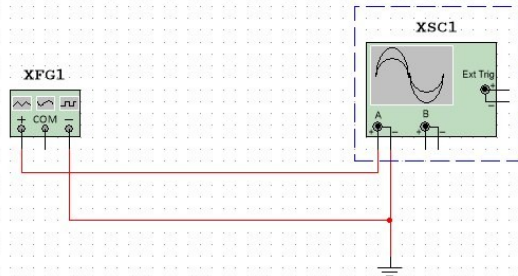
$$Idiod := 0, 10^{-5} .. 0.005$$

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

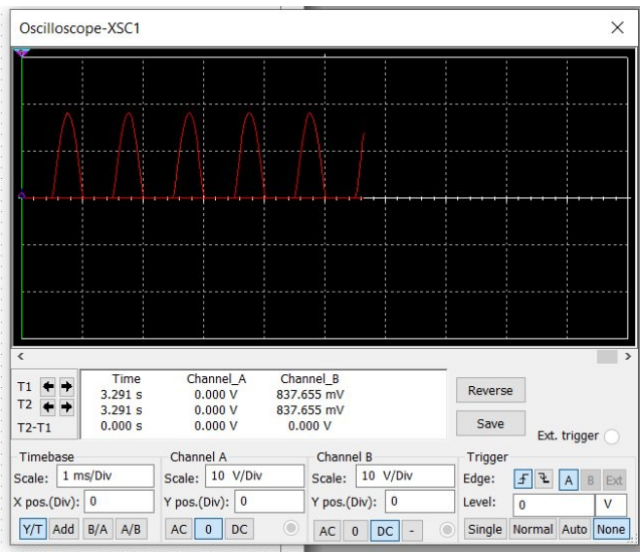
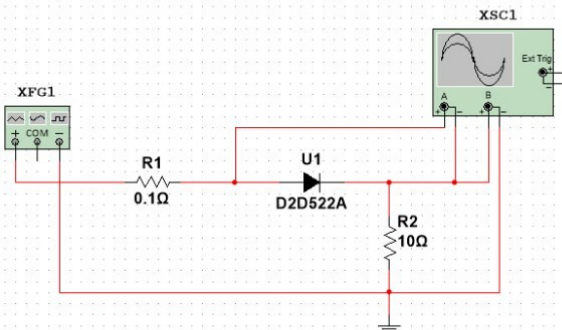
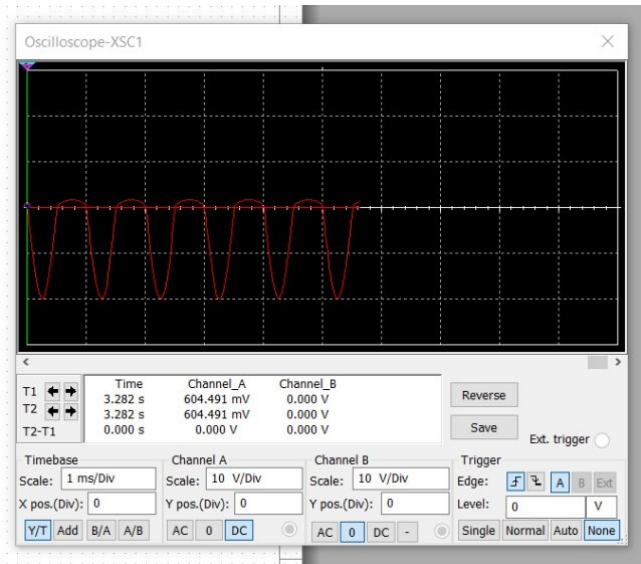
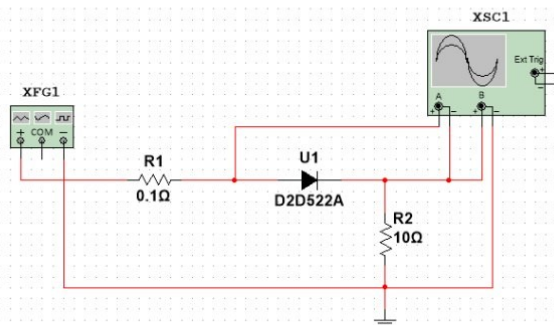


Эксперимент 4

Настроим осциллограф



Соберем схему с диодом



Подключим параллельно резистору конденсатор

