

МГТУ им. Н. Э. Баумана
Курс «Основы Электроники»

Лабораторная работа №3
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
ДИОДОВ В MULTISIM»

Работу выполнил:
Студент группы ИУ7-32Б
Апсуваев Рамазан

Цель работы - получение и исследование статических и динамических характеристик германиевого и кремниевого полупроводниковых диодов с целью определение по ним параметров модели полупроводниковых диодов, размещения моделей в базе данных программ схемотехнического анализа. Приобретение навыков расчета моделей полупроводниковых приборов в программах Multisim и Mathcad по данным, полученным в экспериментальных исследованиях, а также включение модели в базу компонентов.

Эксперимент 1

Для начала создадим пользовательский набор диодов MyDiodes, используя Database Manager, выбрав User Database и нажав на кнопку Add Family (рис. 1)

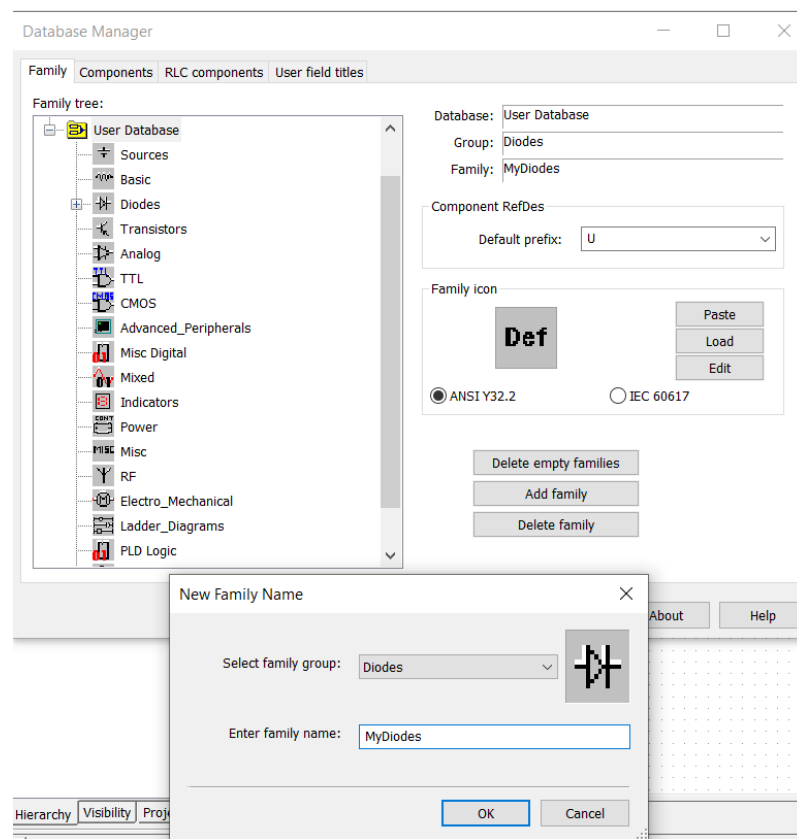


Рис. 1, создание нового набора диодов

Далее, используя Component Wizard, добавим в этот набор наш диод, настроив его в соответствии с Пособием 2. Параметры, которые были выбраны для нашего диода, указаны на рисунках 2-6.

Component Wizard - Step 1 of 7

Enter component information

Component name:

Function:

Author name:

☐ Simulation and layout
☒ Simulation only
☐ Layout only
☐ Simulation and PLD export

Component type:

Next > Cancel Help

Рис. 2

Component Wizard - Step 2 of 7

Enter package information

Package manufacturer:

Package type:

☒ Single section component
☐ Multi-section component

Number of pins:

< Back Next > Cancel Help

Рис. 3

Component Wizard - Step 3 of 7

Enter symbol information

☒ ANSI Y32.2
☐ IEC 60617

< Back Next > Cancel Help

Рис. 4

Component Wizard - Step 5 of 7

Select simulation model

Model name:

Model data:

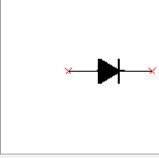
```
.Model1 KD106B D(Is=214.3p N=1.23 Rs=6.3e-2 Cjo=130p Tt=3.8
+ M=0.33 Vj=0.71 Fc=0.5 Bv=100 IBv=1e-10 Eg=
```

SPICE model type:

< Back Next > Cancel Help

Рис. 5

Component Wizard - Step 6 of 7

Symbol: 

Model:

```
.MODEL KD106B D(Is=214.3p N=1.23 F
+ M=0.33 Vj=0.71
```

Set mapping information between symbol and simulation model

Pin mapping table:

Symbol pin name	Model node name
A	Anode
K	Cathode

< Back Next > Cancel Help

Рис. 6

Теперь в нашем наборе диодов есть добавленный с помощью Component Wizard диод KD106B (рис. 7)

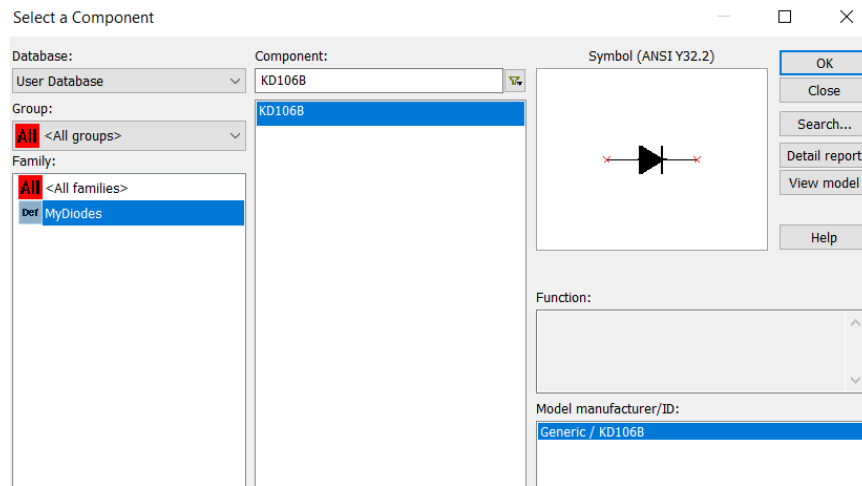


Рис. 7, диод KD106B в наборе MyDiodes

Эксперимент 2

В Multisim построим следующую прямую цепь, включим цепь и получим следующие показания (рис. 8)

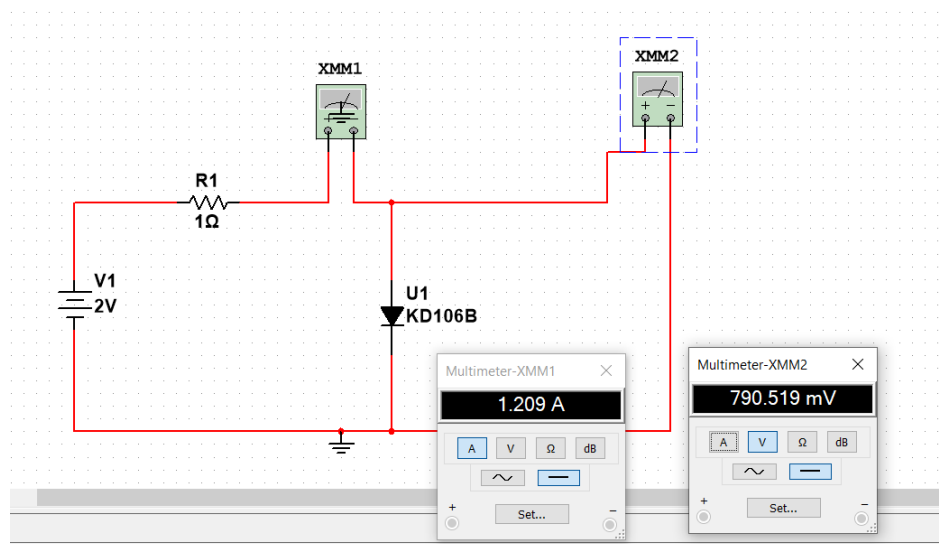


Рис. 8, прямая цепь с показаниями

Далее зайдем в DC Sweep, настроим шаг V1 в соответствии с методическими указателями (рис. 9) и получим следующий график (рис. 10)

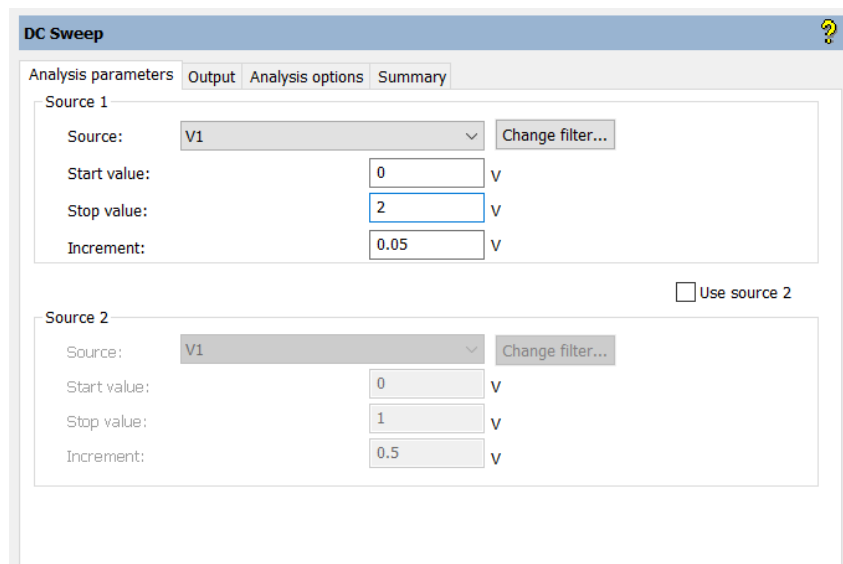


Рис. 9, параметры для построения графика

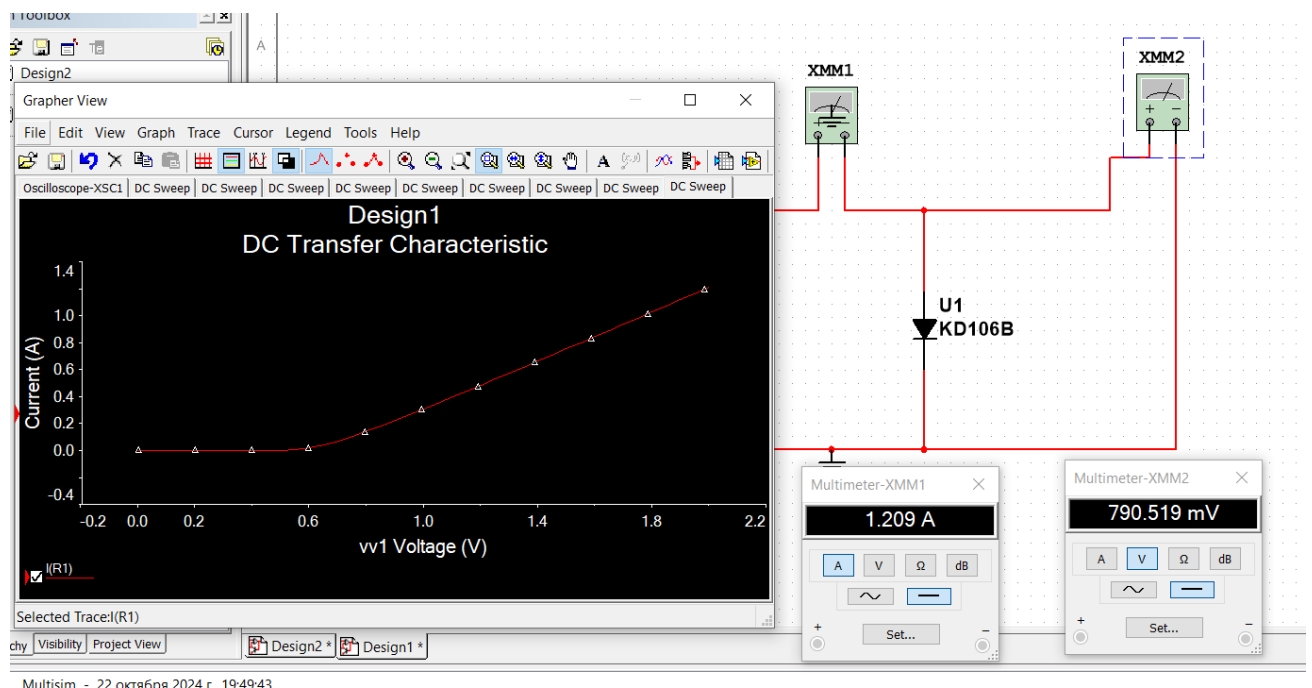


Рис. 10, полученный график

Построим обратную цепь, настроим шаг V1 в соответствии с методическими указаниями (рис. 11) и получим следующий график (рис. 12)

DC Sweep

?

Analysis parameters

Output

Analysis options

Summary

Source 1

Source:

V1

Change filter...

Start value:

0

V

Stop value:

10

V

Increment:

0.05

V

☐ Use source 2

Source 2

Source:

V1

Change filter...

Start value:

0

V

Stop value:

1

V

Increment:

0.5

V

Рис. 10, шаг для V1

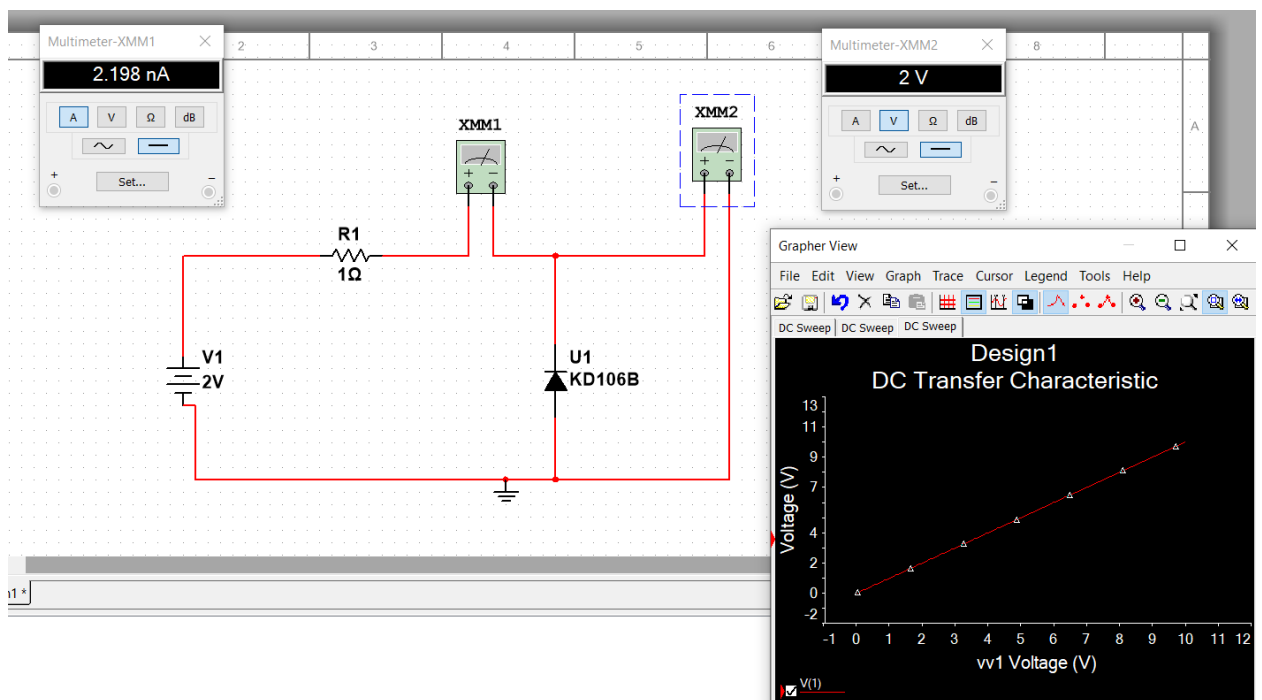


Рис. 11 – график

Эксперимент 3

Для получения ВАХ диода в Multisim составим следующую схему (рис. 12)

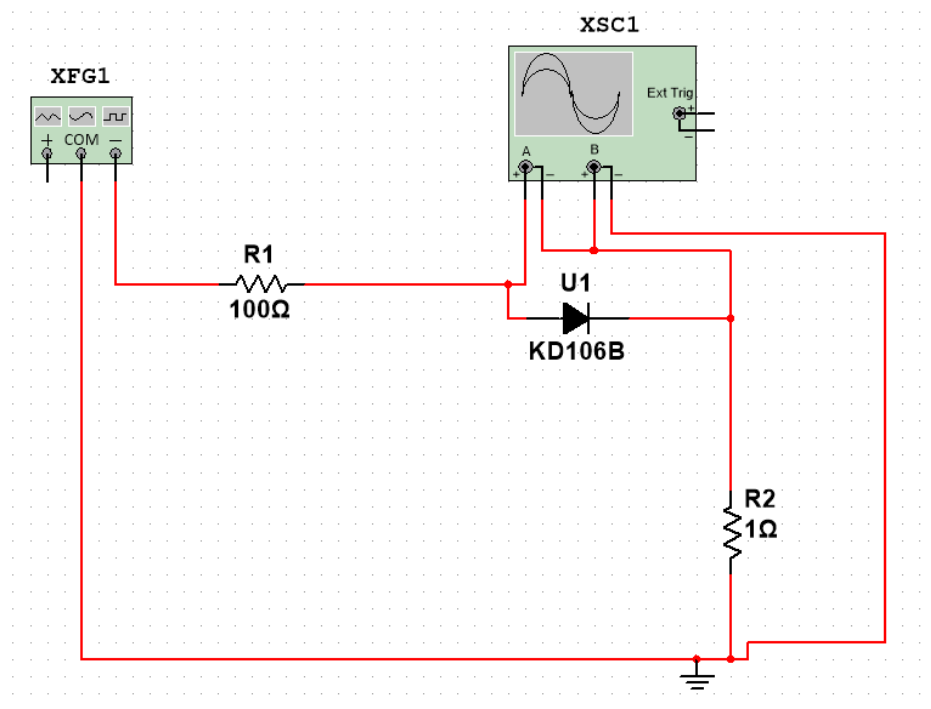


Рис. 12, схема

Настроим осциллограф и генератор (рис. 13)

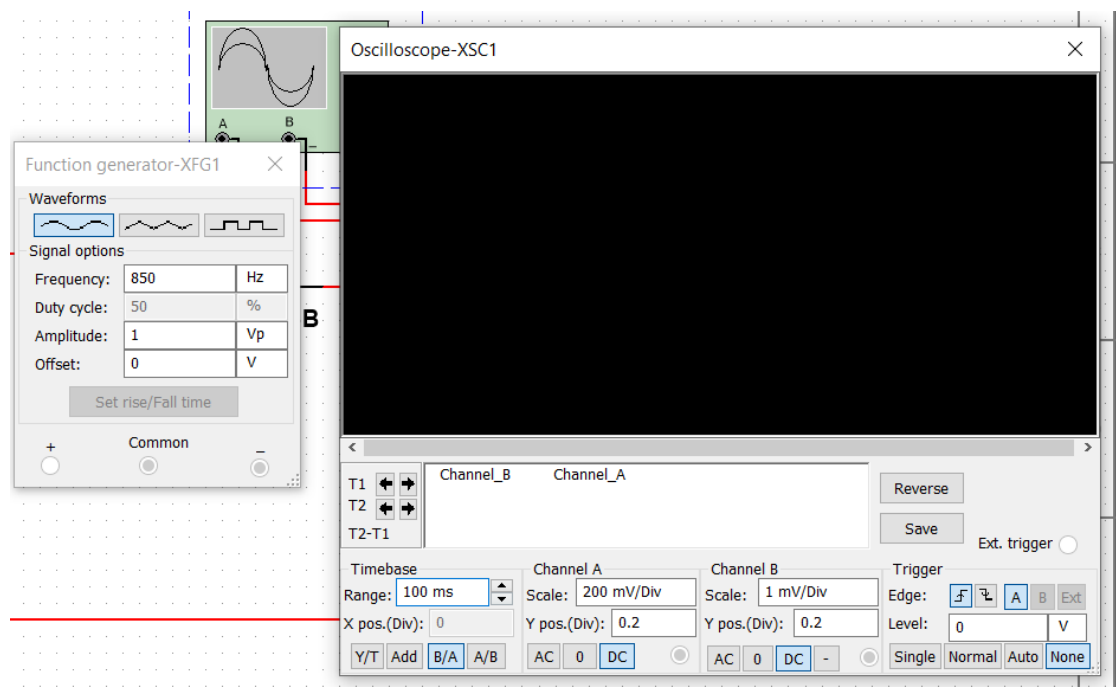


Рис. 13, настройки

Включим цепь и получим следующий график (рис. 14)

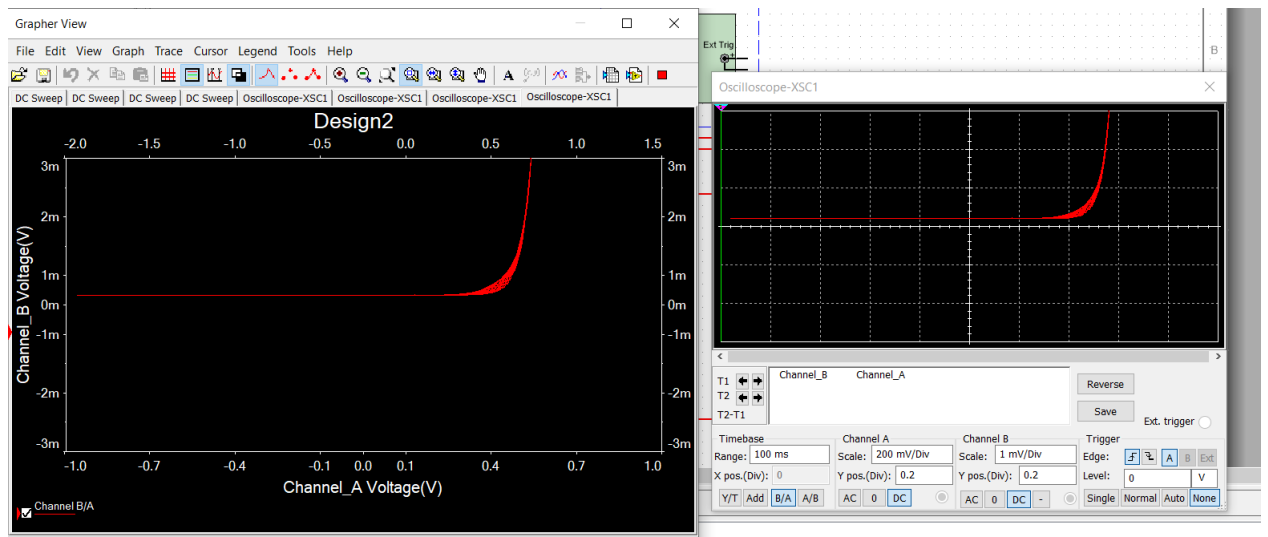


Рис. 14, график

Экспортируем данные из графика для обработки в Mathcad (рис. 15)

```

|-0.0890456, -4.62793e-07
-0.272201, -6.02048e-07
-0.454697, -5.27013e-07
-0.619719, -4.44922e-07
-0.760924, -3.54275e-07
-0.872886, -2.61558e-07
-0.951304, -1.61116e-07
-0.993162, -6.20061e-08
-0.996854, 4.20201e-08
-0.962238, 1.4145e-07
-0.890643, 2.42503e-07
-0.784822, 3.35785e-07
-0.648842, 4.2773e-07
-0.487928, 5.08858e-07
-0.308265, 5.87388e-07
-0.116756, 6.54872e-07
0.0792367, 7.23063e-07

```

Рис. 15, вид данных с графика, сохраненные для обработки в Mathcad

Далее, используя Mathcad, построим график ВАХ, как мы это делали в первой лабораторной работе, следуя шагам, указанным на рисунках 16-18

M := READPRN("E:\Бауманка\Электроникс\Отчет Лаба 3\Design2.csv")

	0	1
1	-0.272	$-6.02 \cdot 10^{-7}$
2	-0.455	$-5.27 \cdot 10^{-7}$
3	-0.62	$-4.449 \cdot 10^{-7}$
4	-0.761	$-3.543 \cdot 10^{-7}$
5	-0.873	$-2.616 \cdot 10^{-7}$
6	-0.951	$-1.611 \cdot 10^{-7}$
7	-0.993	$-6.201 \cdot 10^{-8}$
8	-0.997	$4.202 \cdot 10^{-8}$
9	-0.962	$1.415 \cdot 10^{-7}$
10	-0.891	$2.425 \cdot 10^{-7}$
11	-0.785	$3.358 \cdot 10^{-7}$
12	-0.649	$4.277 \cdot 10^{-7}$
13	-0.488	$5.089 \cdot 10^{-7}$
14	-0.308	$5.874 \cdot 10^{-7}$
15	-0.117	$6.549 \cdot 10^{-7}$
16	0.079	...

M =

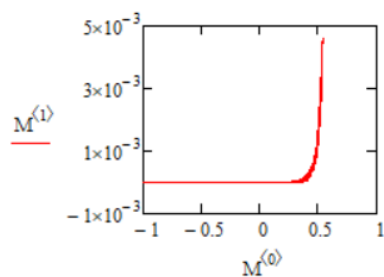


Рис. 16, получение данных с файла

Ud1 := 0.39478 Ud2 := 0.43554 Ud3 := 0.45795 Ud4 := 0.48203
Id1 := 5.13597e-005 Id2 := 0.00019016 Id3 := 0.00038089 Id4 := 0.000815635

Rb := 1 m := 2 Ft := 0.02 Is0 := 0.0000001

Given

$$\begin{aligned} Ud1 &= Id1 \cdot Rb + m \cdot Ft \cdot \ln \left[\frac{(Is0 + Id1)}{Is0} \right] \\ Ud2 &= Id2 \cdot Rb + m \cdot Ft \cdot \ln \left[\frac{(Is0 + Id2)}{Is0} \right] \\ Ud3 &= Id3 \cdot Rb + m \cdot Ft \cdot \ln \left[\frac{(Is0 + Id3)}{Is0} \right] \\ Ud4 &= Id4 \cdot Rb + m \cdot Ft \cdot \ln \left[\frac{(Is0 + Id4)}{Is0} \right] \end{aligned}$$

Diod_P := Minerr(Is0, Rb, m, Ft)

$$Diod_P = \begin{pmatrix} 1.658 \times 10^{-10} \\ 1.381 \\ 1.757 \\ 0.018 \end{pmatrix}$$

Is0 := $1.658 \cdot 10^{-10}$ Rb := 1.381 m := 1.757 Ft := 0.018

Рис. 17, расчет параметров Is0, Rb, m, Ft

$$Idiod := 0,10^{-5} .. 0.0045819$$

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

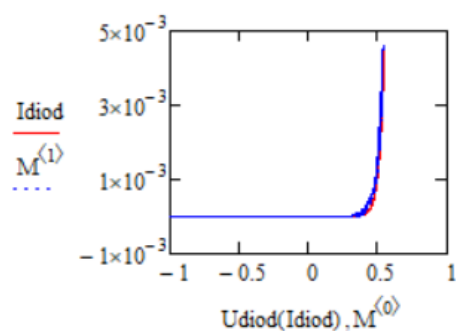
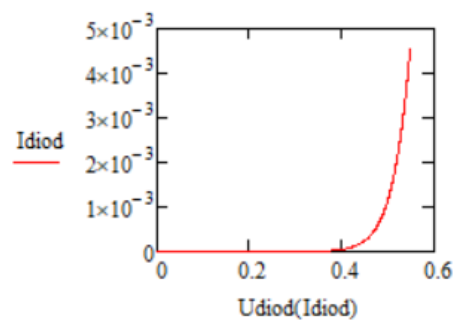


Рис. 18, получение графика I_{diod} , сравнение с графиком, построенным на основе полученных из Multisim данных

Эксперимент 4

Построим следующую цепь, настроив осциллограф и генератор следующим образом (рис. 19)

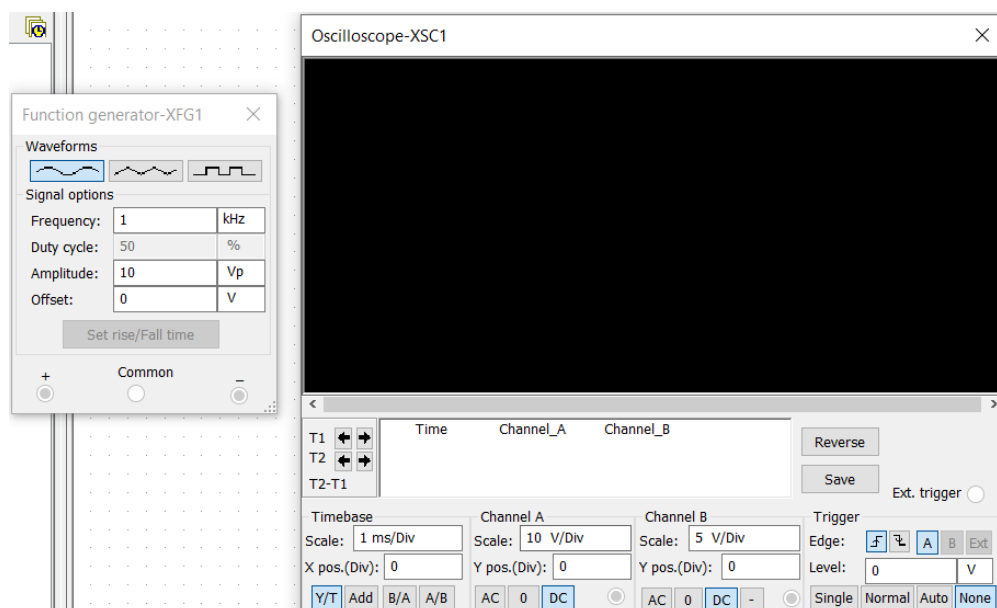


Рис. 19, параметры осциллографа и генератора

Включим цепь, получим следующие показания осциллографа (рис. 20)

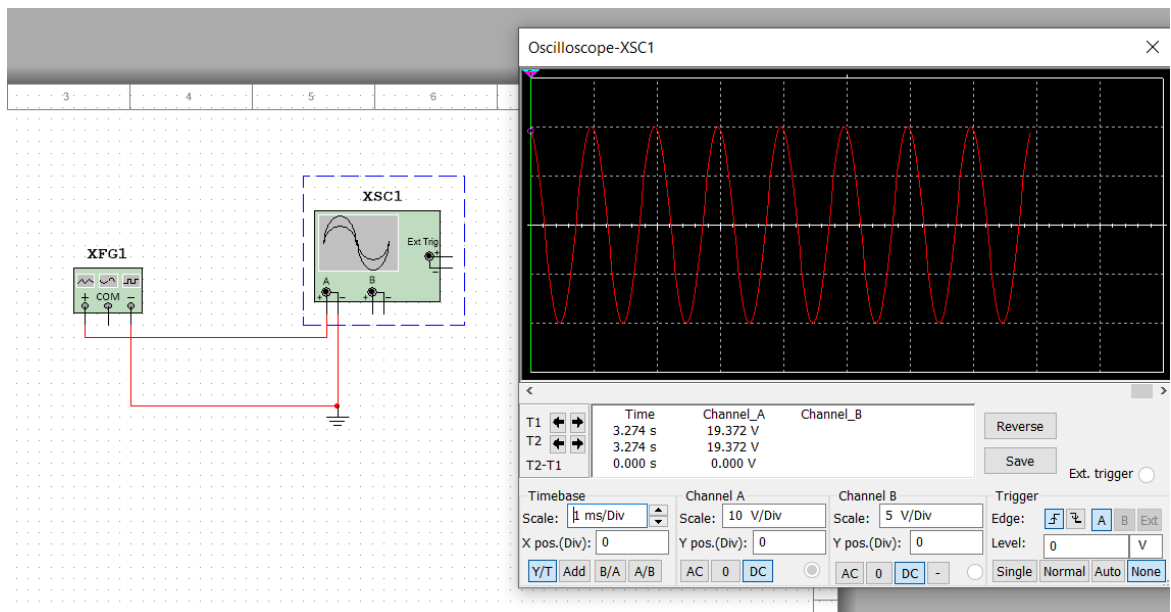


Рис. 20, показания осциллографа

Добавим резисторы, диод, перестроим цепь и получим показания, изображенные на рисунках 21-23

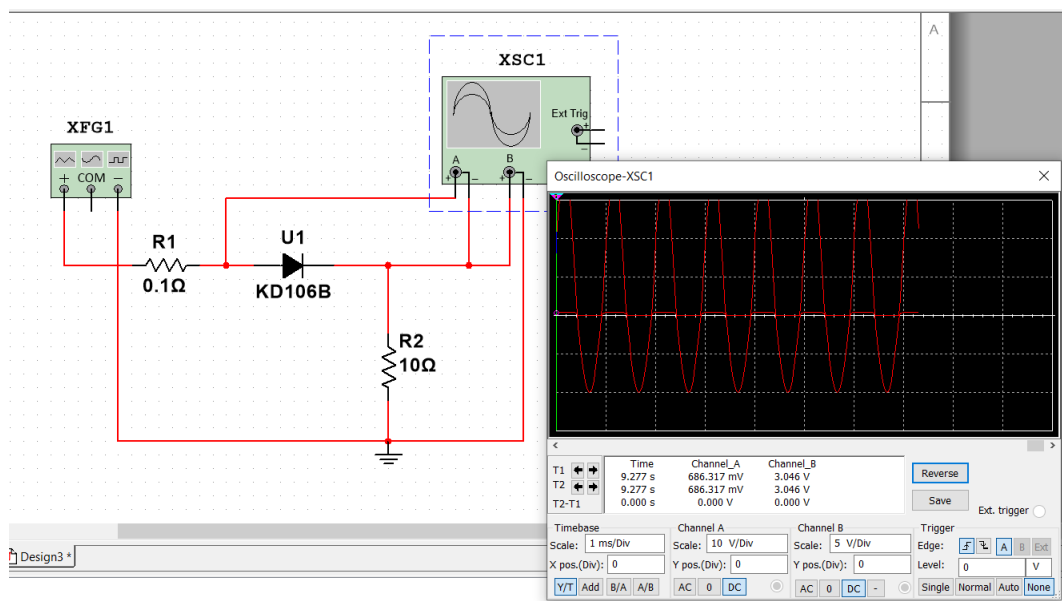


Рис. 21

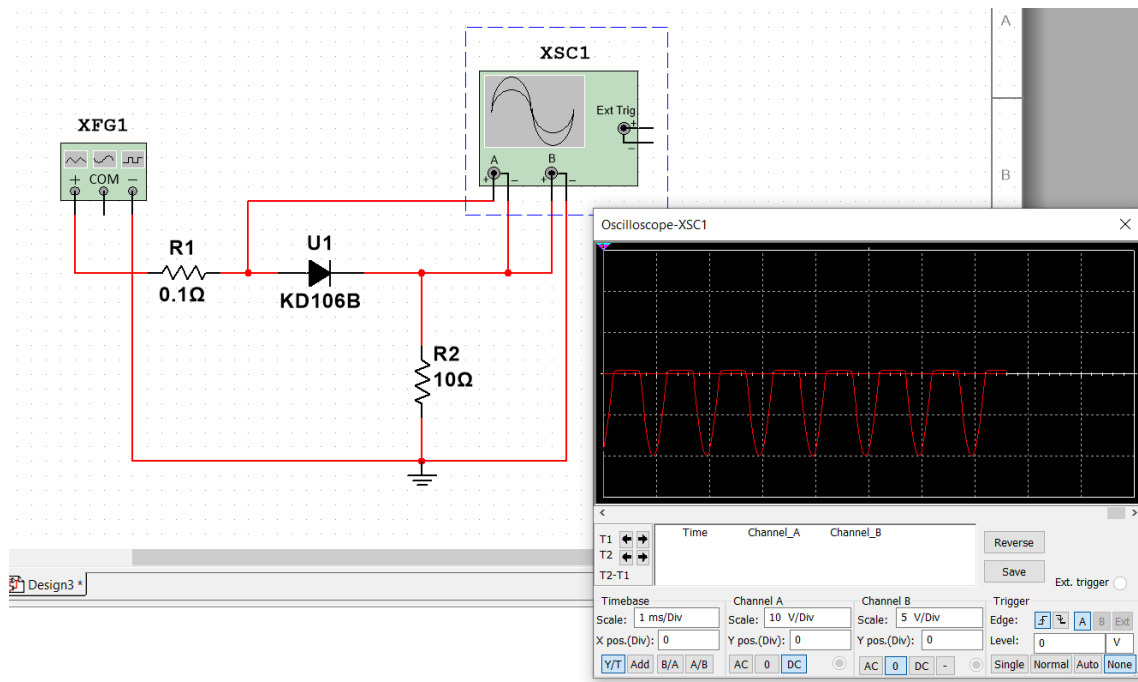


Рис. 22

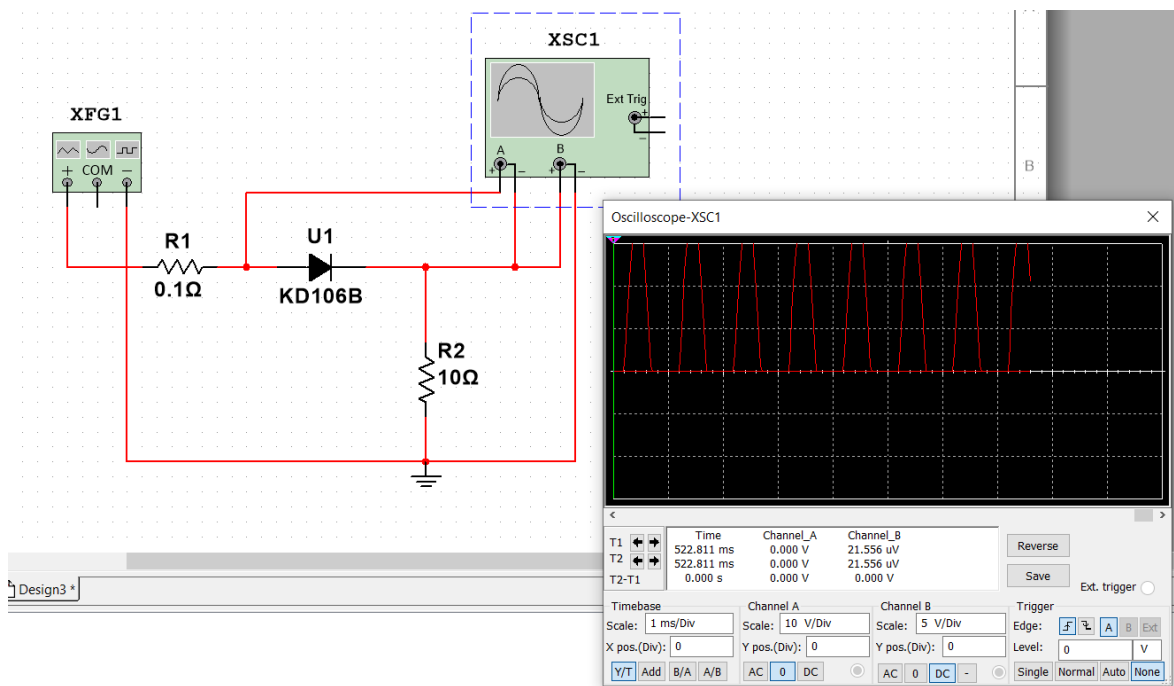


Рис. 23

Добавим конденсатор, получим однополупериодный выпрямитель (рис. 24)

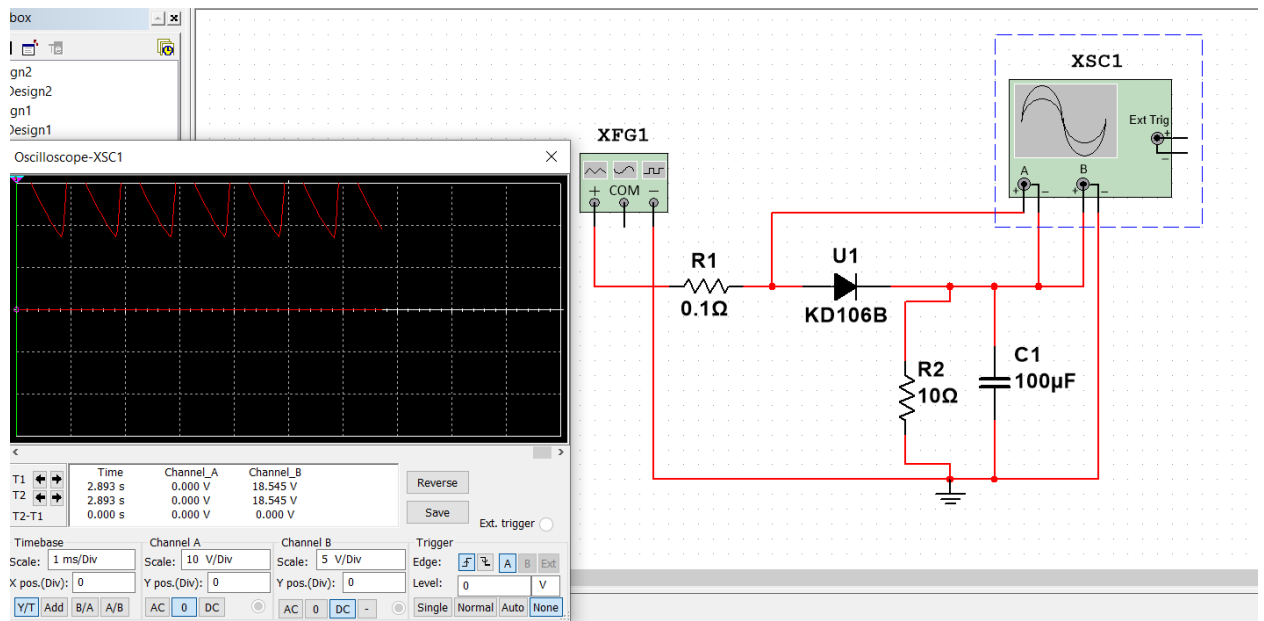


Рис. 24