

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Липецкий Государственный Технический Университет
Факультет автоматизации и информатики
Кафедра автоматизированных систем управления

Лабораторная работа
по основам электроники и схемотехники №2
“Полупроводниковые элементы”

Студент

(подпись, дата)

Станиславчук С. М.

Группа АС-21-1

Руководитель

(подпись, дата)

Болдырихин О. В.

Доцент, к.т.н

Липецк 2023 г.

Цель работы

Цель работы – изучение свойств и характеристик основных полупроводниковых элементов: диода и транзистора. Исследование режимов работы транзистора, построение и исследование комбинационных и последовательностных схем из транзисторов.

Задание кафедры

Вариант 41, ИЛИ-НЕ, NJFET, MR751

Задание 1. Исследование односторонней проводимости рп-перехода.

Создать схему последовательного соединения диода и резистора и исследовать ее с помощью осциллографа.

Задание 2. Построение вольтамперной характеристики диода.

Создать схему для построения вольтамперной характеристики диода. Произвести измерения силы тока и напряжения. Построить вольтамперную характеристику диода. Рассчитать статическое и динамическое сопротивление диода в зависимости от напряжения. Результаты оформить в виде таблицы и графиков.

Задание 3. Исследование режимов работы транзистора.

Создать схему включения транзистора с общим эмиттером (истоком) с резисторами в цепях базы (затвора) и коллектора (стока).

Исследовать работу схемы с помощью осциллографа в линейном режиме и в режимах насыщения и отсечки.

Задание 4. Построение характеристик транзистора.

Создать схему для построения характеристик транзистора.

Произвести измерения и построить характеристики транзистора: входную (для биполярного транзистора - $I_B(U_{БЭ})$ при нескольких фиксированных значениях $U_{КЭ}$, выходную (для биполярного транзистора - $I_K(U_{КЭ})$ при нескольких фиксированных значениях $U_{БЭ}$, полевого - $I_C(U_{СИ})$ при нескольких фиксированных значениях $U_{ЗИ}$ и передаточную (для биполярного транзистора - $I_K(U_{БЭ})$ при нескольких фиксированных значениях $U_{КЭ}$, полевого - $I_C(U_{ЗИ})$ при нескольких фиксированных значениях $U_{СИ}$).

Результаты оформить в виде таблиц и графиков.

Задание 5. Создание логического элемента из транзисторов.

Создать из транзисторов схему заданного логического элемента. Исследовать работу схемы с помощью осциллографа.

Задание 6. Создание триггера из транзисторов.

Создать из двух транзисторов схему триггера. Исследовать его работу. Составить таблицу истинности.

Ход работы

1. Задание 1

1.1. Схема для исследования односторонней проводимости pn-перехода

Схема для исследования односторонней проводимости pn-перехода представлена на рисунке 1.

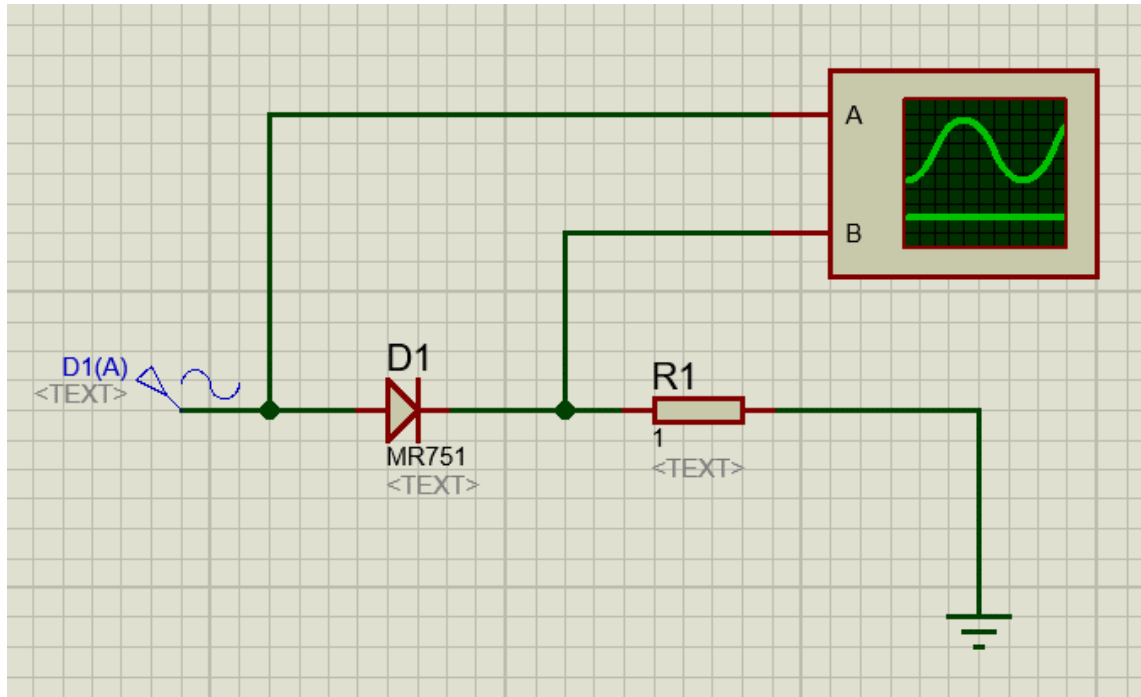


Рисунок 1 — Схема для первого задания

1.2. Осциллограмма

Осциллограмма представлена на рисунке 2.

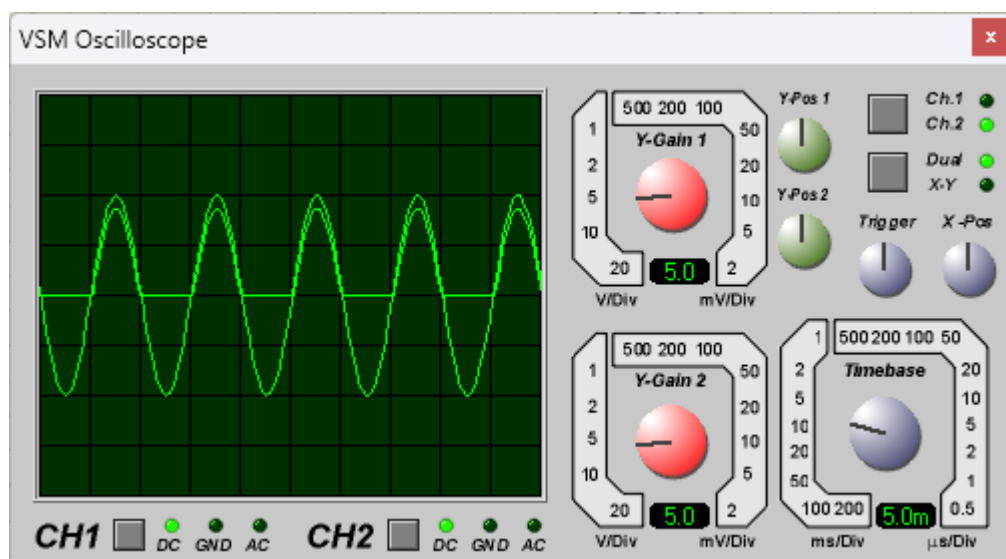


Рисунок 2 — Осциллограмма

В проводящий полупериод диод обладает малым сопротивлением и пропускает ток, во второй полупериод ток диод обладает большим сопротивлением и ток через сопротивление не течет.

2. Задание 2

2.1. Схема для построения вольтамперной характеристики диода

Схема для построения вольтамперной характеристики диода представлена на рисунке 3.

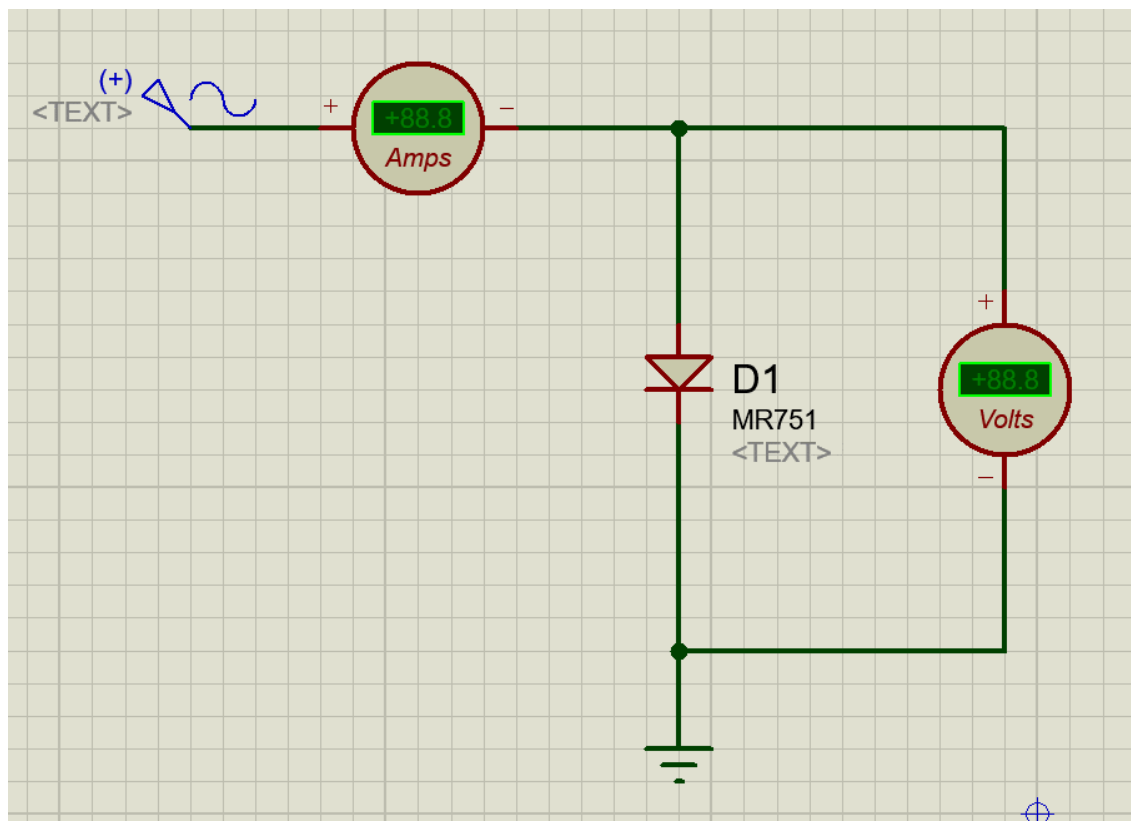


Рисунок 3 — Схема для второго задания

2.2. Таблица с результатами измерений силы тока и напряжения, расчета статического и динамического сопротивлений диода.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты измерений

Время от начала процесса t , с	Напряжение на диоде U , В	Сила тока в цепи I , А	Статическое сопротивление диода R_S , Ом	Динамическое сопротивление диода R_d , Ом
0,0	0,00	0,0000	-	-
0,8	0,08	0,0000	-	-
1,6	0,17	0,0000	-	-
2,4	0,25	0,0000	-	-

3,2	0,33	0,0000	-	-
4,0	0,41	0,0000	-	-
4,8	0,48	0,0000	-	-
5,6	0,55	0,0000	-	-
6,4	0,62	0,0000	-	-
7,2	0,68	0,0068	100,0000	100,0000
8,0	0,74	0,0300	24,6667	2,5862
8,8	0,8	0,1000	8,0000	0,8571
9,6	0,84	0,2500	3,3600	0,2667
10,4	0,89	0,5100	1,7451	0,1923
11,2	0,92	0,8300	1,1084	0,0938
12,0	0,95	1,1600	0,8190	0,0909
12,8	0,97	1,4500	0,6690	0,0690
13,6	0,99	1,6700	0,5928	0,0909
14,4	1,00	1,8000	0,5556	0,0769
15,2	1,00	1,8300	0,5464	0,0000
16,0	0,99	1,7500	0,5657	0,1250
16,8	0,98	1,5700	0,6242	0,0556
17,6	0,96	1,3100	0,7328	0,0769
18,4	0,94	1,0000	0,9400	0,0645
19,2	0,90	0,6600	1,3636	0,1176
20,0	0,87	0,3700	2,3514	0,1034

2.3. Графики вольтамперной характеристики, статического и динамического сопротивлений диода

График вольтамперной характеристики диода представлен на рисунке

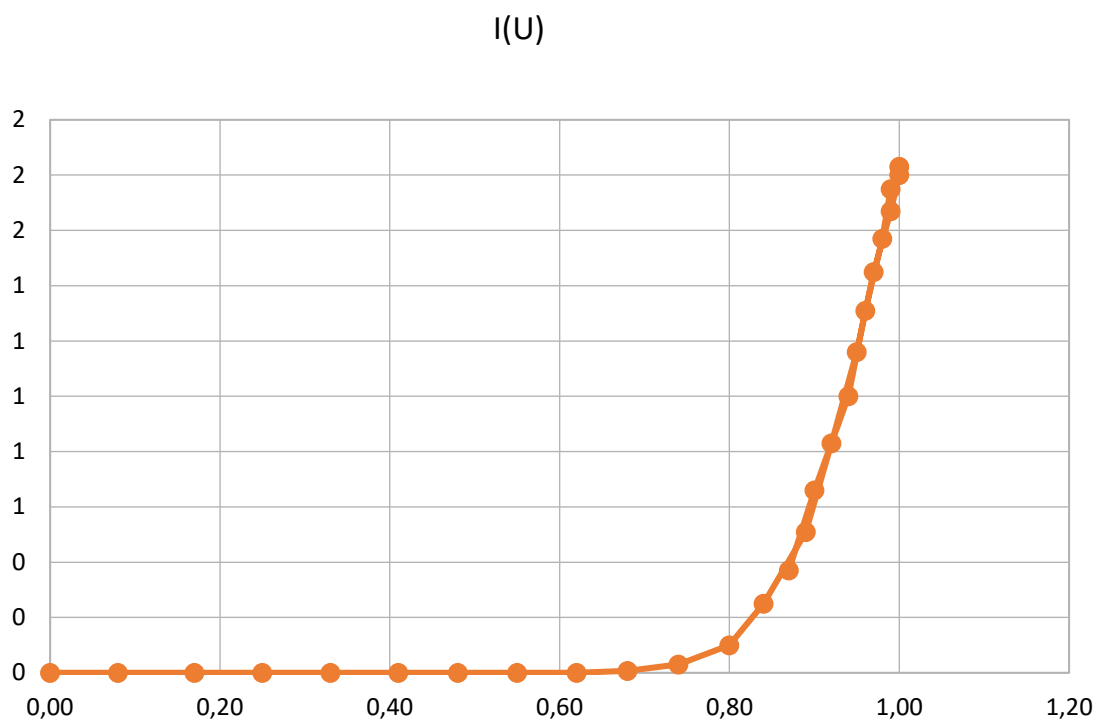


Рисунок 4 — Вольтамперная характеристика диода

Графики зависимости статического и динамического сопротивлений диода от напряжения представлены на рисунке 5.

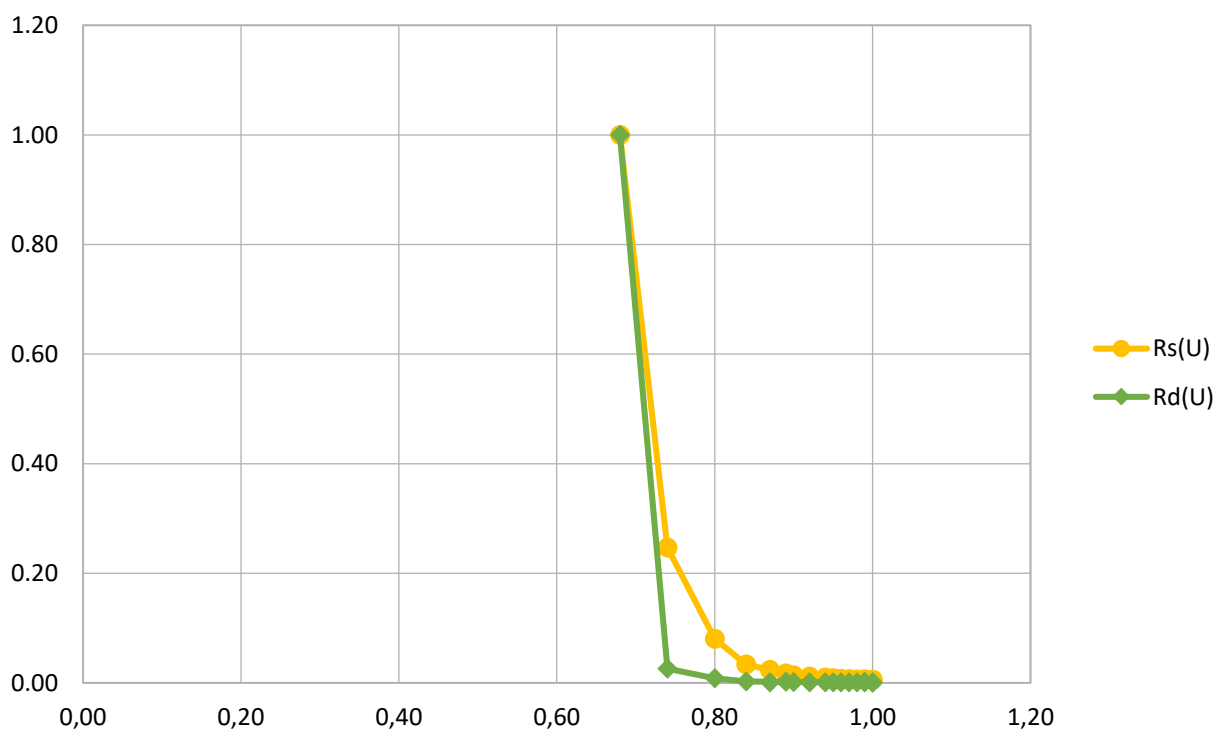


Рисунок 5 — Статическое и динамическое сопротивления диода

3. Задание 3

3.1. Схема для исследования режимов работы транзистора

Схема включения транзистора с общим эмиттером (исток) с резисторами в цепях базы (затвора) и коллектора (стока) представлена на рисунке 6.

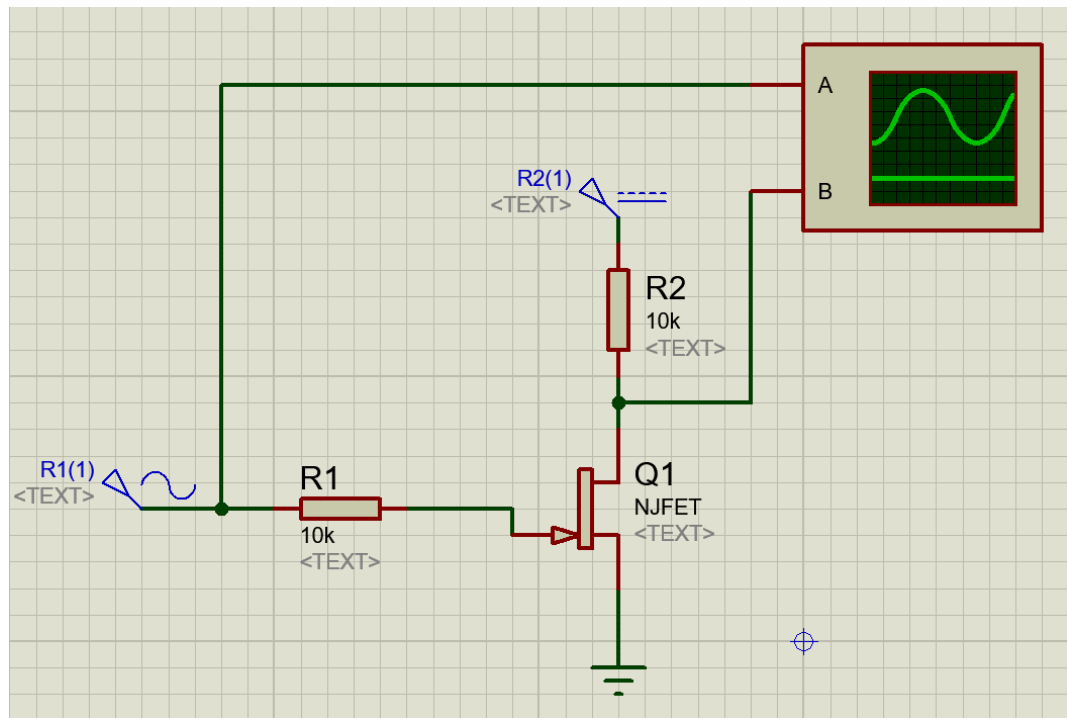


Рисунок 6 — Схема для третьего задания

3.2. Осциллограмма для линейного режима

Осциллограмма для исследования транзистора в линейном режиме представлена на рисунке 7.

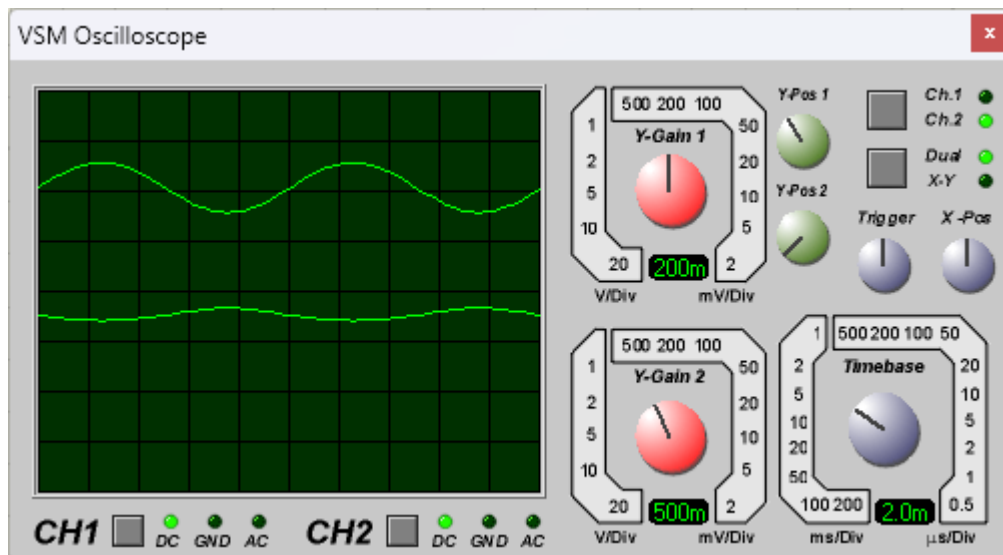


Рисунок 7 — Осциллограмма для транзистора в линейном режиме

3.3. Осциллограмма для режимов насыщения и отсечки

Осциллограмма для исследования транзистора в режимах насыщения и отсечки представлена на рисунке 8.

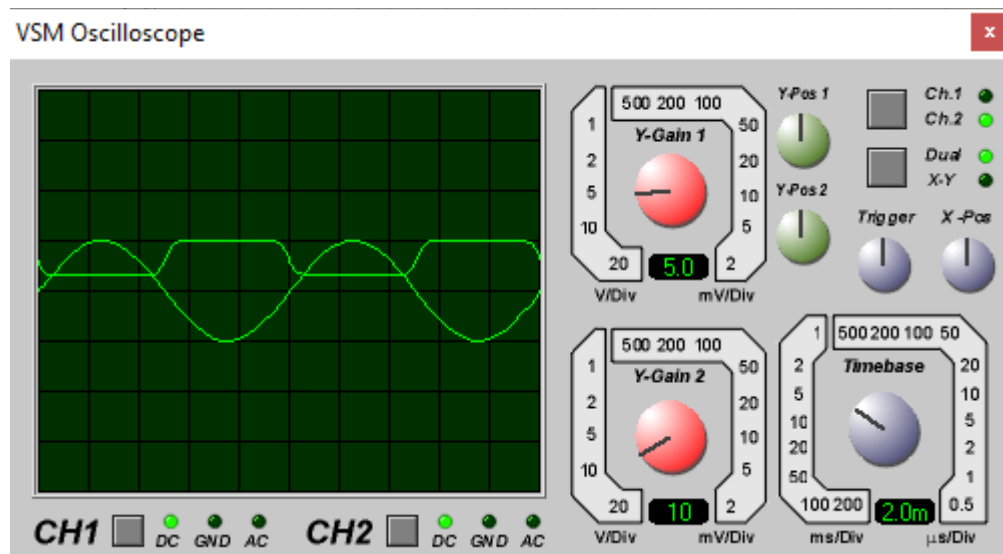


Рисунок 8 — Осциллограмма для транзистора в режимах насыщения и отсечки

4. Задание 4

4.1. Схема для построения характеристик транзистора

Схема для построения характеристик транзистора представлена на рисунке 9.

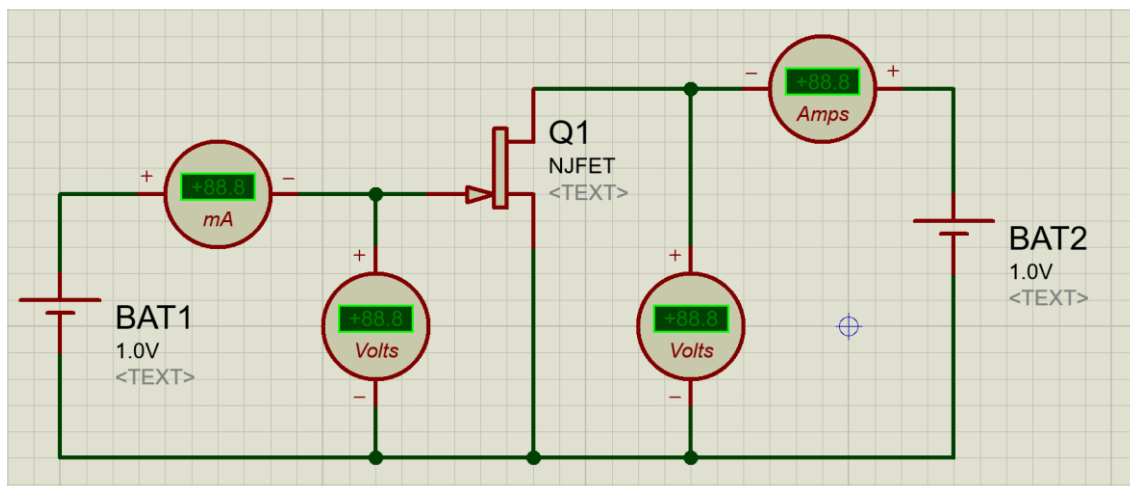


Рисунок 9 — Схема для четвертого задания

4.2. Таблица с результатами измерений

Результаты измерений ВАХ представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Результаты измерений ВАХ

Передаточная ВАХ				Выходная ВАХ			
	I _с , мкА				I _с , мкА		
U _{си} , В	1,00	1,5	2,0	U _{зи} , В	0,8	0,9	1
U _{зи} , В				U _{си} , В			
50	310	390	420	0,4	0,21	0,21	0,23
100	320	405	440	0,6	0,3	0,31	0,32
150	330	420	460	0,8	0,38	0,4	0,42
200	340	435	480	1	0,46	0,48	0,5
250	350	450	500	1,2	0,53	0,55	0,58
300	360	465	520	1,4	0,59	0,62	0,64
350	370	480	540	1,6	0,64	0,67	0,7
400	380	495	560	1,8	0,68	0,72	0,76
450	390	510	580	2	0,72	0,76	0,8
500	400	525	600	2,2	0,75	0,79	0,84

4.3. Графики выходной и передаточной характеристик

График передаточной ВАХ представлен на рисунке 10.

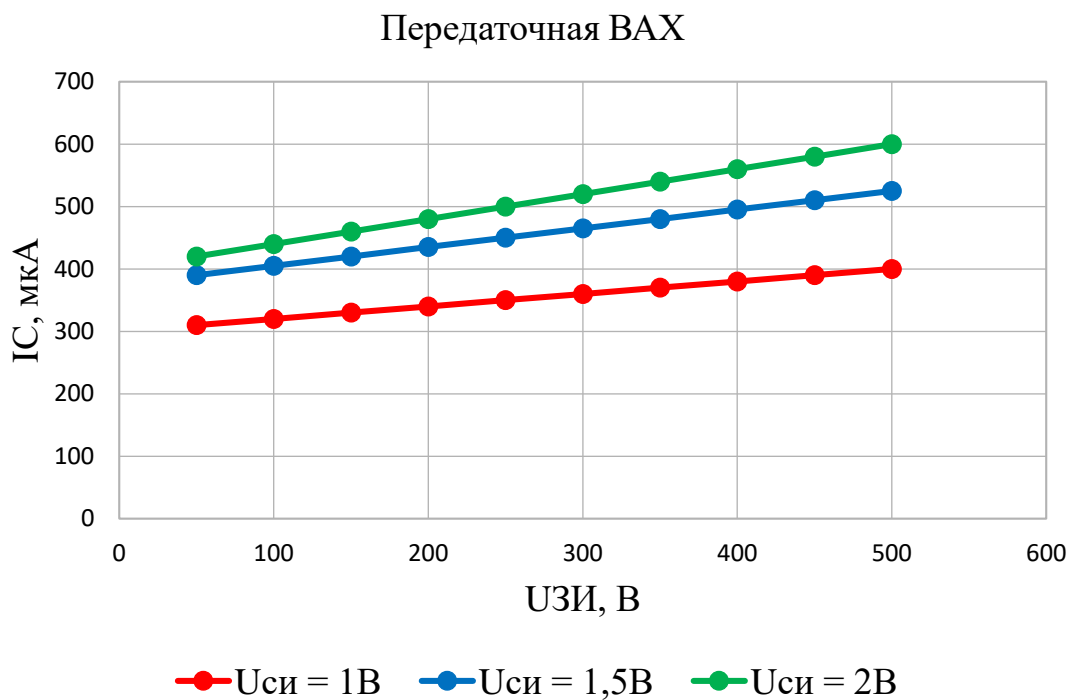


Рисунок 10 — График передаточной ВАХ

График выходной ВАХ представлен на рисунке 11.

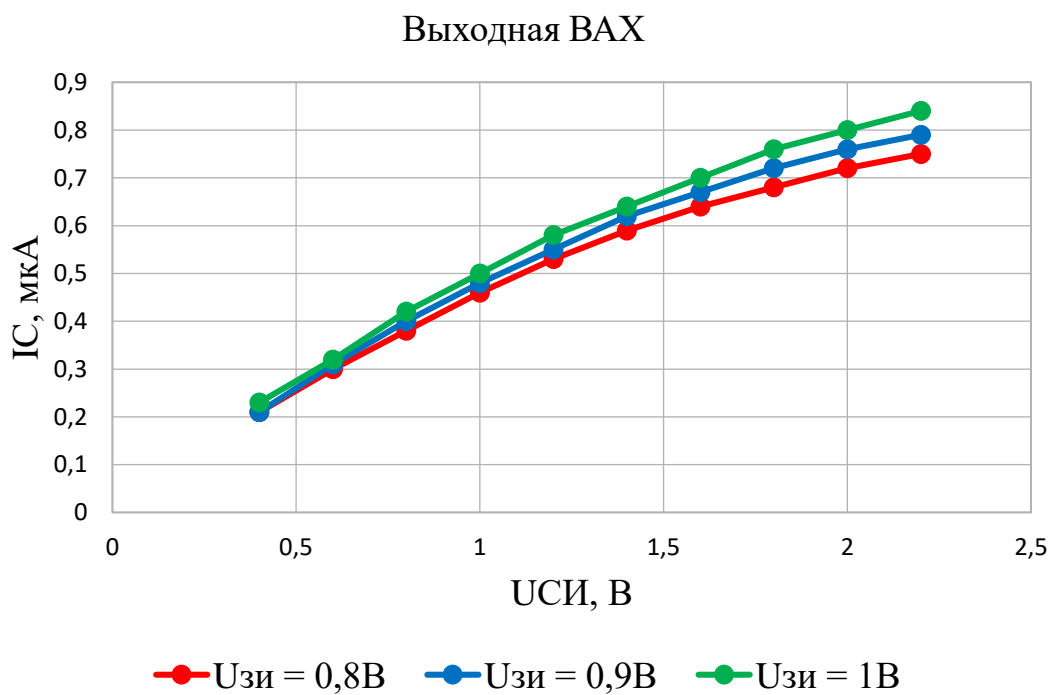


Рисунок 11 — График выходной ВАХ

5. Задание 5

5.1. Схема заданного логического элемента

Схема логического элемента «ИЛИ-НЕ» представлена на рисунке 12.

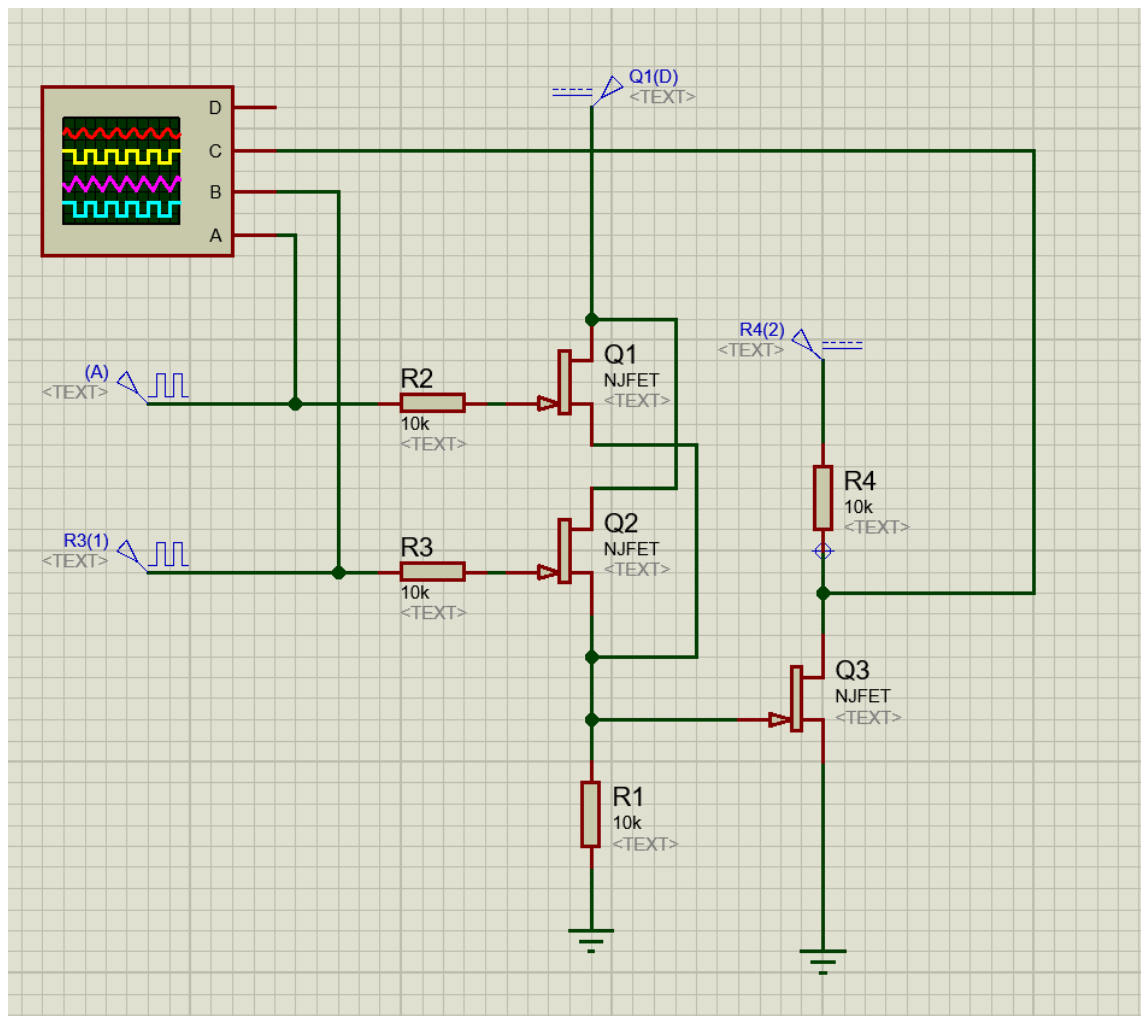


Рисунок 12 — Схема для пятого задания

5.2. Осциллограмма работы схема

Осциллограмма работы схемы представлена на рисунке 13.

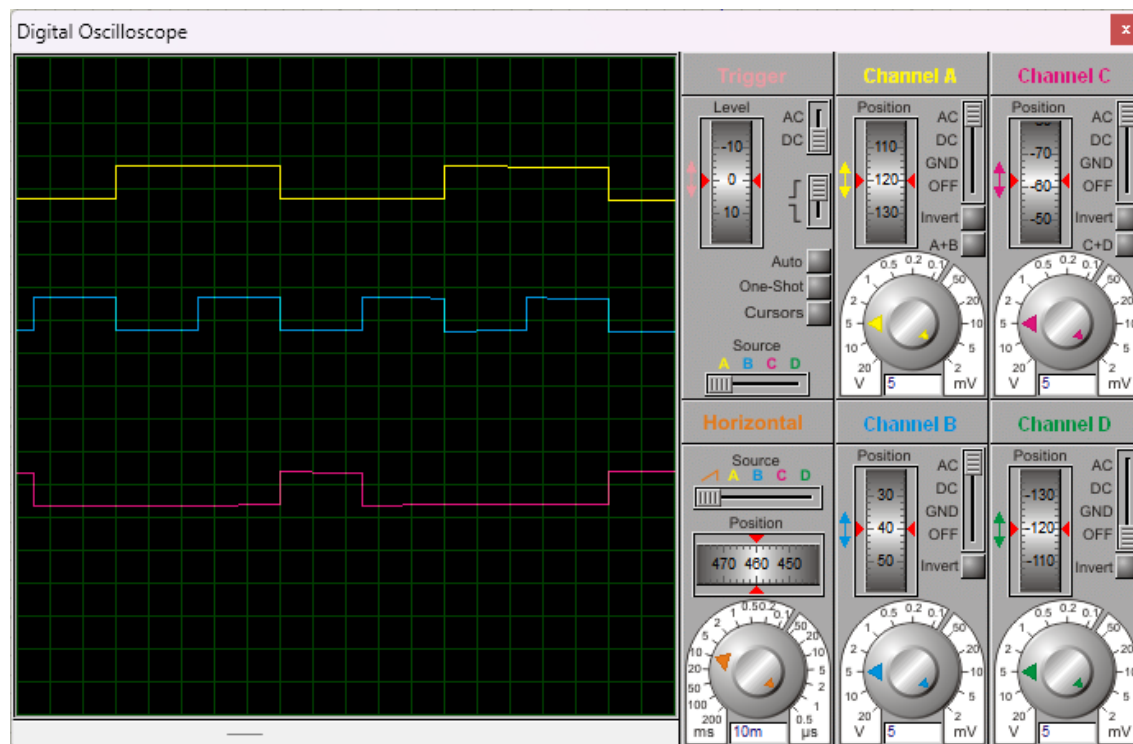


Рисунок 13 — Осциллограмма работы схемы

Задание 6

6.1. Схема триггера

Схема триггера представлена на рисунке 14.

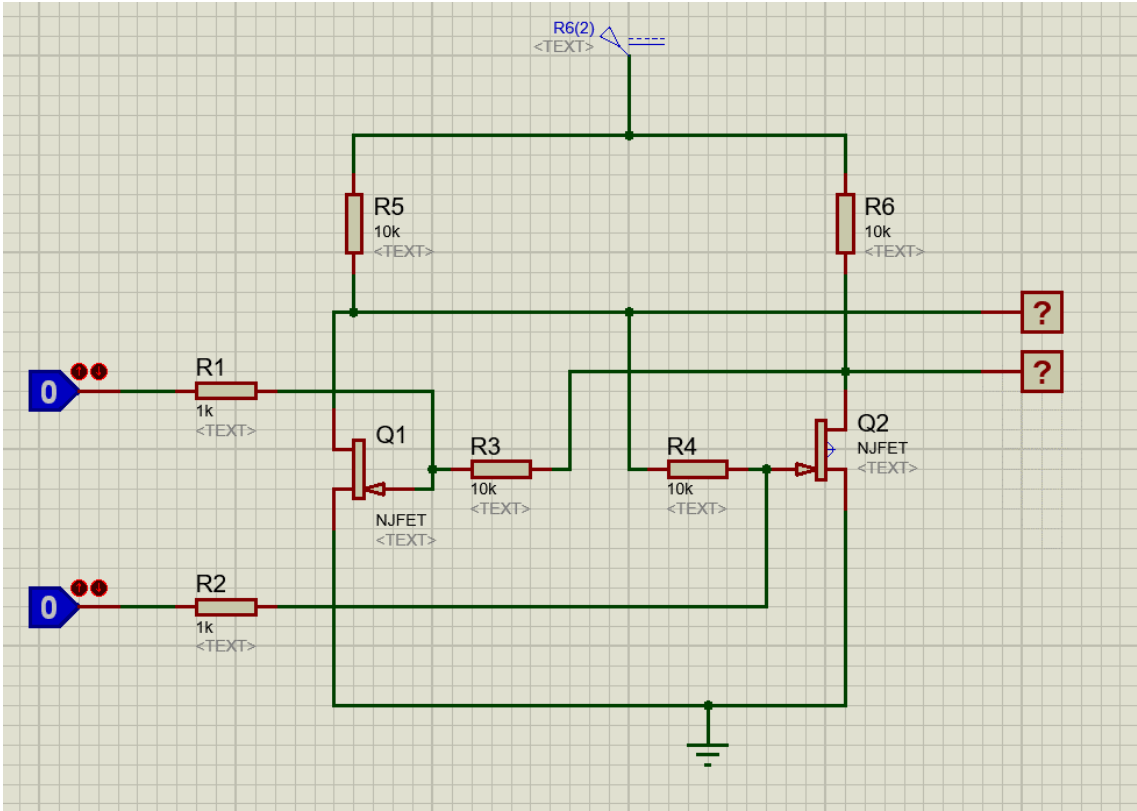


Рисунок 14 — Схема для шестого задания

6.2. Таблица истинности триггера

Результаты исследования для задания 6 представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Таблица истинности триггера

IN1	IN2	OUT1	OUT2
0	0	Хранение бита	Хранение бита
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Недопустимо	Недопустимо

6.3. Схема конечного автомата (диаграмма состояний).

Диаграмма состояний представлена на рисунке 15.

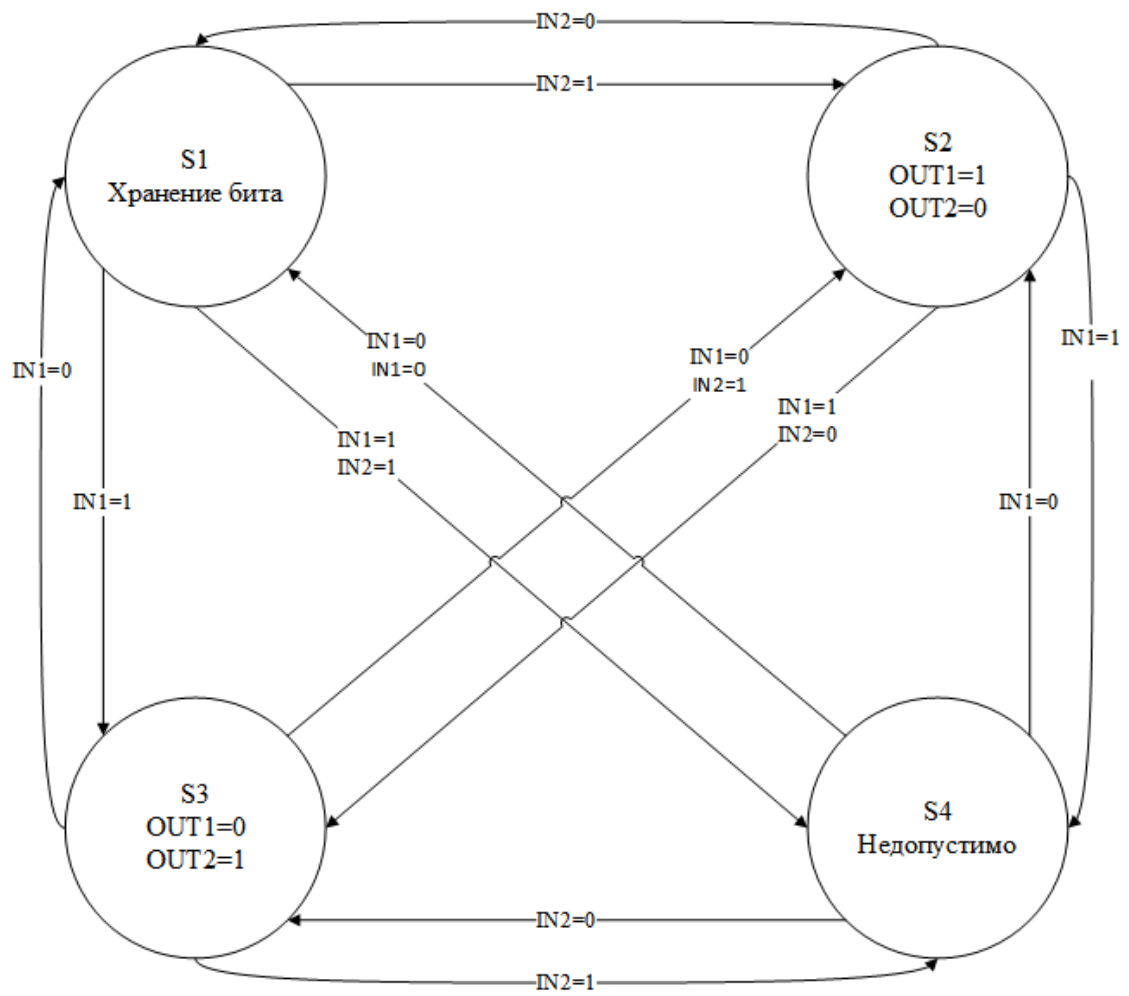


Рисунок 15 – Диаграмма состояний триггера

Вывод

По итогу выполнения лабораторной работы, ознакомился с принципами работы таких полупроводниковых элементов как диод и транзистор, а также создал триггер.