

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 02.02.2021 05:26:12
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
2017 г.



СХЕМОТЕХНИКА (элементная база перспективных ЭВМ)

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов направления подготовки 09.04.01

УДК 004.4(076.5)

Составитель О.В. Яковлев

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник *И.А. Ключиков*

Схемотехника (элементная база перспективных ЭВМ):
методические указания к выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос.
ун-т; сост.: О.В. Яковлев. – Курск, 2017. – 73 с.: ил. 116. – Библиогр.: с. 73.

Содержат сведения о порядке выполнения лабораторных работ, характеристику ожидаемых результатов и требования к оформлению отчёта.

Методические указания соответствуют Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, учебному плану направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, одобренному Ученым советом университета (протокол № 9 «25» мая 2015 г.).

Предназначены для студентов направления подготовки 09.04.01 дневной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Бесплатно.

Содержание

Введение.....	3
Общие указания к выполнению лабораторных работ.....	5
Лабораторная работа № 1	
Построение принципиальных электрических схем.....	13
Лабораторная работа № 2	
Измерение статических параметров логических элементов транзисторно-транзисторной логики.....	14
Лабораторная работа № 3	
Измерение статических параметров логических элементов эмиттерно-связанной логики.....	17
Лабораторная работа № 4	
Исследование переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих RC- цепях.....	21
Лабораторная работа № 5	
Операционные усилители в схемотехнике.....	27
Лабораторная работа № 6	
Схемотехника преобразовательных устройств.....	36
Лабораторная работа № 7	
Исследование двоичного счётчика.....	48
Лабораторная работа № 8	
Исследование сумматоров.....	51
Лабораторная работа № 9	
Исследование синхронных триггерных устройств.....	53
Лабораторная работа № 10	
Исследование десятичных дешифраторов.....	55
Лабораторная работа № 11	
Исследование 8-канальных мультиплексоров.....	61
Лабораторная работа № 12	
Исследование сдвигающих регистров.....	65
Лабораторная работа № 13	
Изучение основ работы в САПР MAX+plus II 10.2 BASELINE.....	67
Лабораторная работа № 14	
Исследование работы функциональных узлов последовательного типа: триггерные устройства.....	76
Лабораторная работа № 15	
Исследование работы функциональных узлов последовательного типа: счётчики.....	79
Список использованной литературы.....	81

Введение

Лабораторные занятия – это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования.

Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Лабораторные занятия проводятся в составе академической группы с разделением на подгруппы.

Лабораторные занятия, как и другие виды практических занятий, являются средним звеном между углубленной теоретической работой обучающихся на лекциях, семинарах и применением знаний на практике. Эти занятия удачно сочетают элементы теоретического исследования и практической работы.

Проведением лабораторных занятий со студентами достигаются следующие цели:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Методические указания содержат методику построения, моделирование электронных устройств и исследования параметров принципиальных схем логических элементов, с использованием программного обеспечения системы моделирования электронных схем Microcap 8 следующих лабораторных работ:

1. Построение принципиальных электрических схем .
2. Измерение статических параметров логических элементов транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).
3. Измерение статических параметров логических элементов эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).
4. Исследование переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих RC- цепях.
5. Операционные усилители(ОУ) в схемотехнике.
6. Схемотехника преобразовательных устройств.

Выполняемые лабораторные работы позволяют глубже усвоить материал, полученный студентами на лекциях по устройству и принципам работы принципиальных схем электронных устройств. Освоить программную систему компьютерного моделирования электронных схем Microcap 8.

Лабораторные работы выполняются на персональном компьютере с использованием системы компьютерного моделирования Microcap 8.

1 Общие указания к выполнению лабораторных работ

1.1 Система моделирования электронных схем Microcap 8

1.1.1. Общие сведения о системе

В данной методике приведены сведения о системе Microcap 8 в объеме, необходимом для выполнения лабораторных работ. Более подробные сведения о ней приведены в [1]. Microcap 8 предназначена для построения, моделирования и анализа электронных схем, включающих: резисторы, конденсаторы, индуктивности, диоды, различные транзисторы, операционные усилители, переключатели, трансформаторы, логические элементы, сложные электронные схемы и др.

1.1.2. Система экрана Microcap 8

Microcap 8 (далее MC8) представляет собой единую программную среду. Интерфейс программы является стандартным для программы ОС Windows. Вид главного окна программы MC8 представлен на рис.1.1.

В основном, все команды можно вызвать через меню, часть наиболее употребимых выведена на панели(рис.1.2) в виде ярлычков(пиктограмм). Кроме того, многие команды можно вызвать "горячими клавишами".

1.2. Построение принципиальных схем с использованием MC8

1.2.1. Для исследования электронной схемы необходимо нарисовать ее в рабочем окне.

1.2.2. Нарисуем, например (рис.1.3), электрическую принципиальную схему логического элемента транзисторно-транзисторной логики(ТТЛ).

1.2.3. На верхней панели (рис.1.2) выбрать стрелкой мыши ярлычок с обозначением необходимого элемента(например, резистора) и нажать левую кнопку мыши на выбранном элементе. Перевести стрелку мыши в рабочее поле в место предполагаемого построения схемы. Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, можно перемещать компонент по рабочему полю. Если не устраивает ориентация компонента, то, не отпуская левую кнопку, нажать правую кнопку мыши. При каждом нажатии компонент будет поворачиваться на 90 град. После того как компонент будет установлен в нужное место схемы, отпустить левую кнопку мыши, появится окно установки параметров резистора (рис.1.4). Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **PART**(имя): произойдет выделение данной строки – в окне **Значение** записать выражение **R1**.

Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **VALUE** (значение-величина сопротивления), произойдет выделение данной строки. в окне **Значение** записать значение **4K** (четыре килоОма). Нажать кнопку **OK**, и указанные параметры будут присвоены выбранному резистору на схеме. Аналогичным образом установить в соответствующих местах рабочего поля остальные резисторы: **R2 2K**, **R3 1K**, **R4 130**(сто тридцать Ом).

– строго выполнять весь объем самостоятельной подготовки, указанный в описаниях соответствующих лабораторных работ. Проверка готовности студентов проводится преподавателем;

– знать, что после выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов. По результатам собеседования студенту выставляется оценка.

Лабораторные работы выполняются на персональном компьютере с использованием системы компьютерного моделирования Microcap 8.

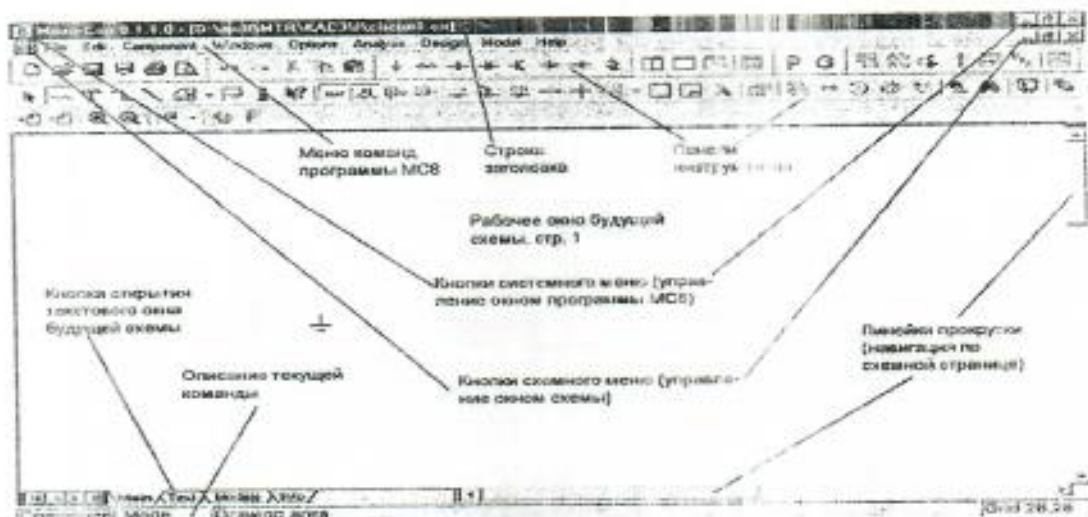


Рис. 1.1. Главное окно программы MC8

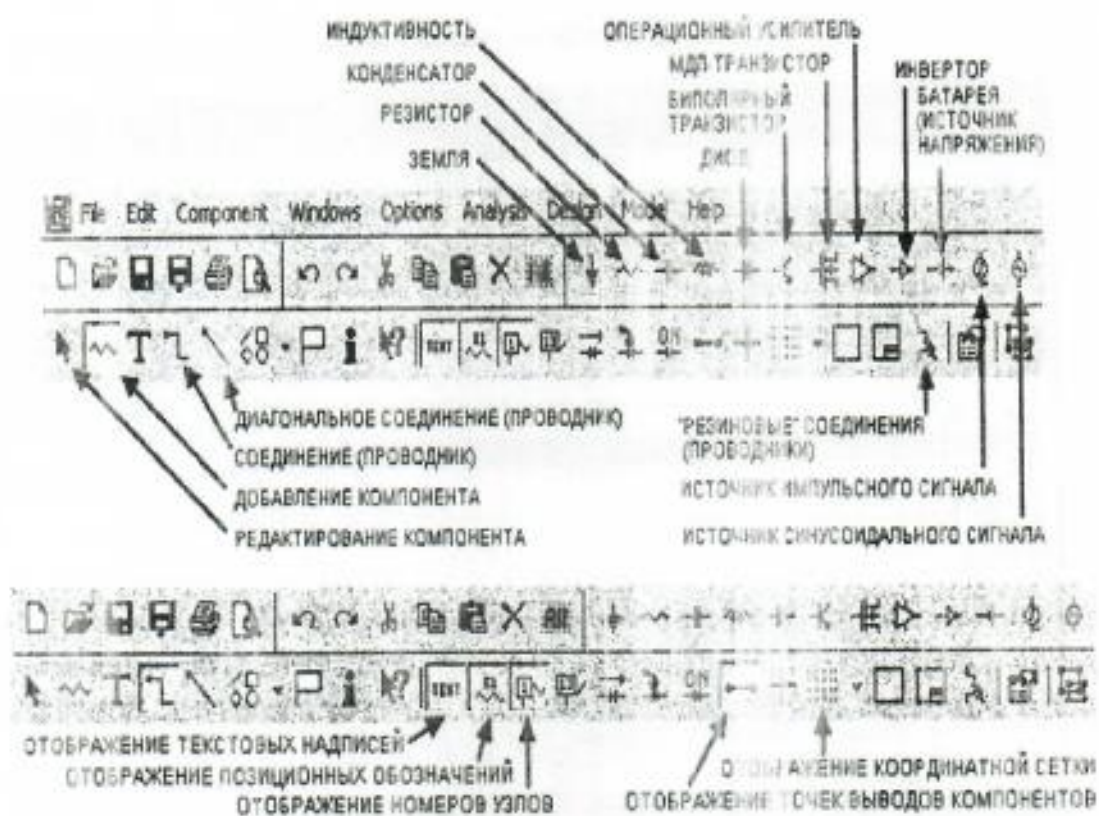


Рис. 1.2. Наиболее часто используемые элементы верхней панели

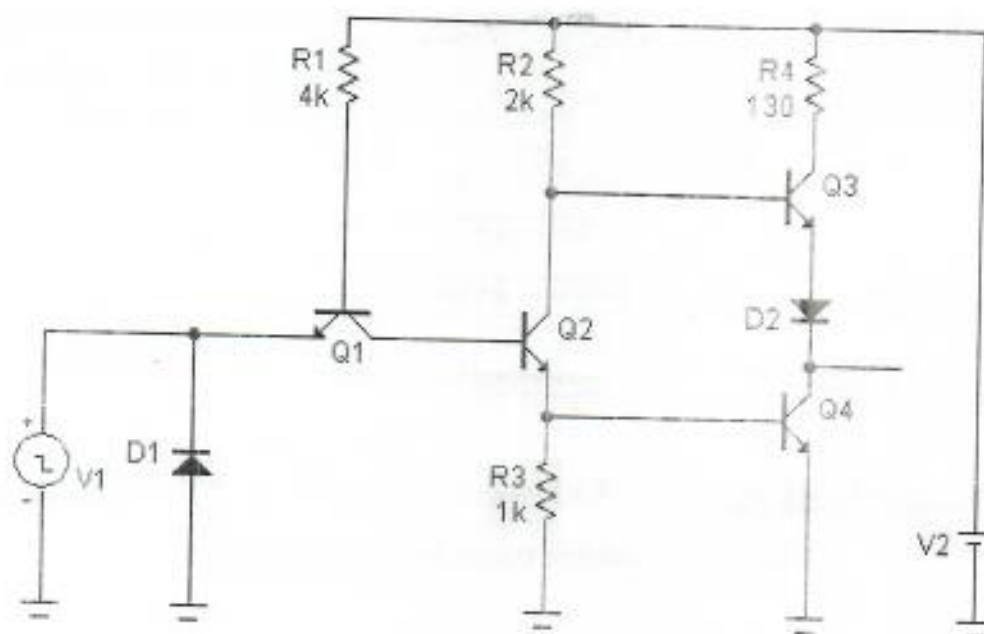


Рис. 1.3. Принципиальная схема логического элемента ТТЛ

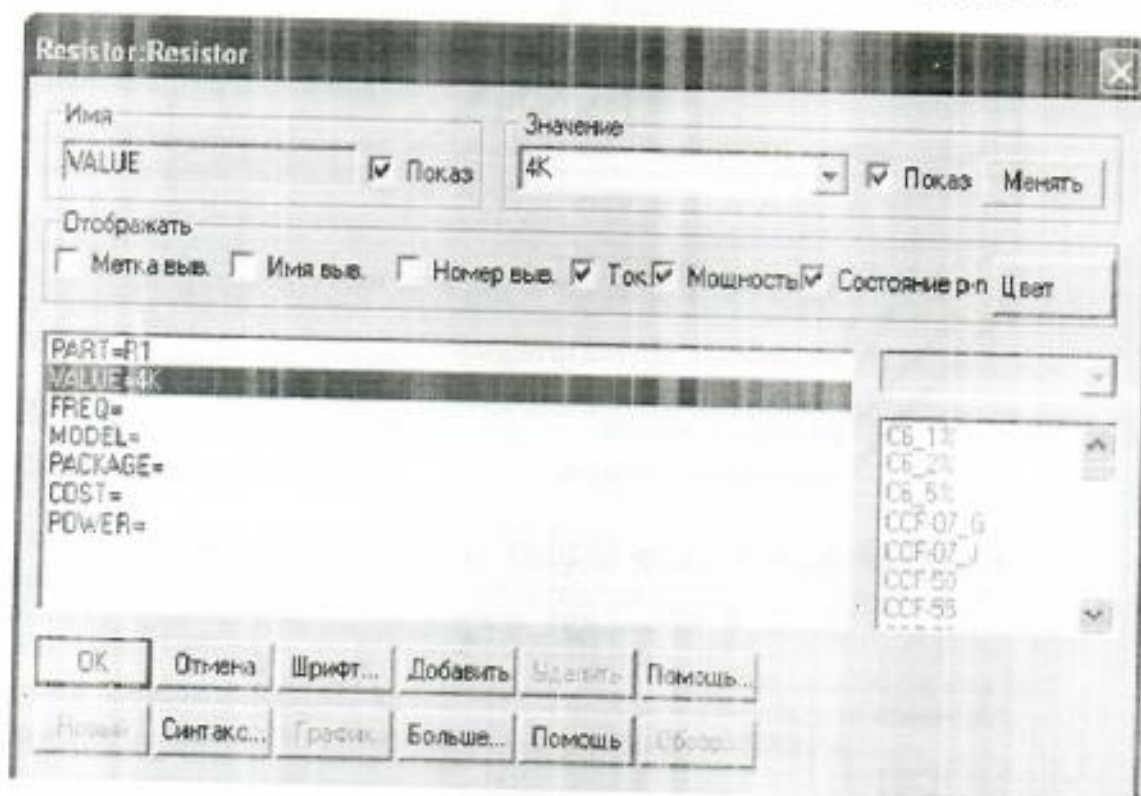


Рис. 1.4. Окно задания параметров резистора

1.2.4 На верхней панели(рис.1.2) выбрать стрелкой мыши ярлычок с обозначением диода и нажать левую кнопку мыши на выбранном элементе. Перевести стрелку мыши в рабочее поле в место предполагаемого построения схемы. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее в нажатом состоянии, можно перемещать компонент по рабочему полю. Если не устраивает ориентация компонента, то, не отпуская левую кнопку, нажать правую кнопку "мыши". При каждом нажатии компонент будет поворачиваться на 90 град. После того как

компонент будет установлен в нужное место схемы, отпустить левую кнопку "мыши", появится окно установки параметров диода(рис.1.5).

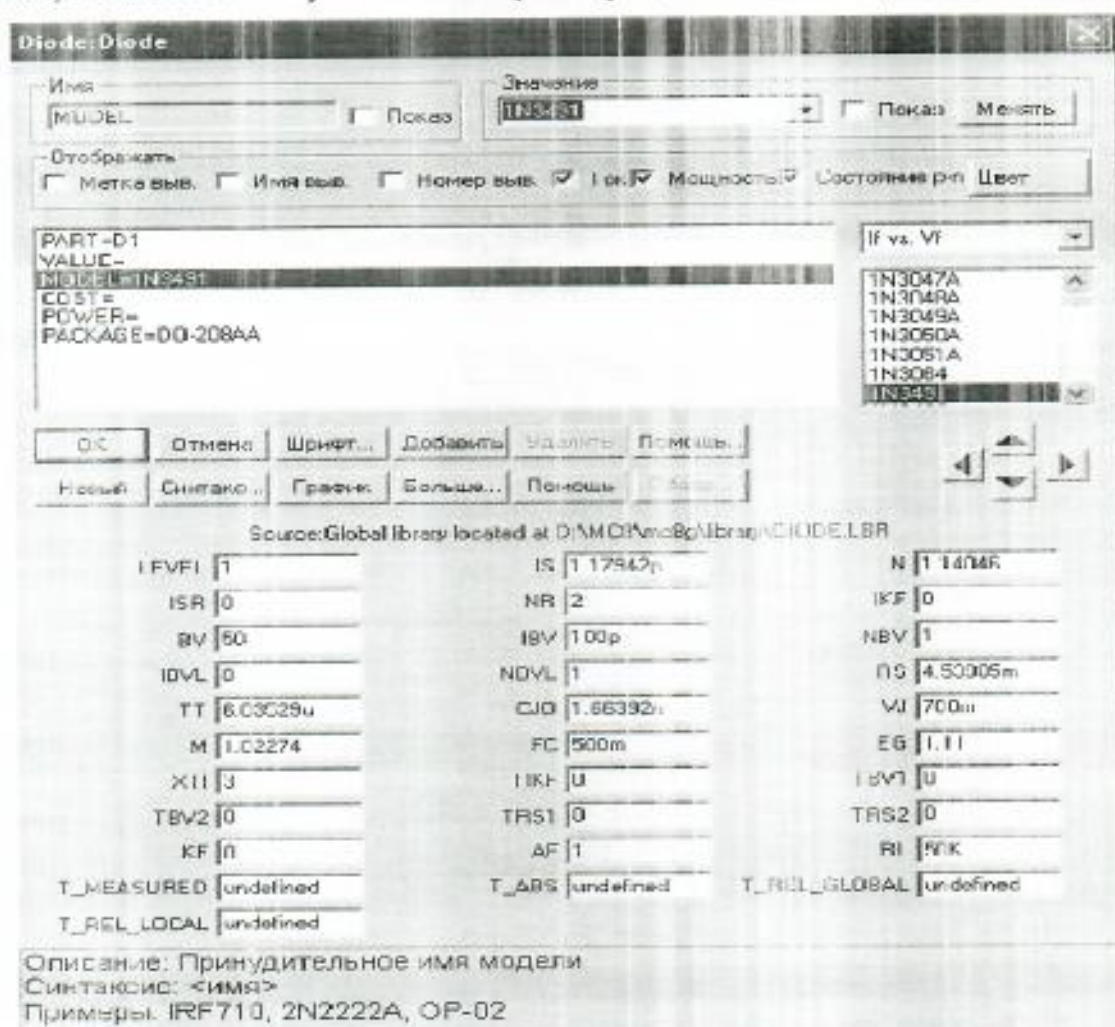


Рис. 1.5. Окно установки параметров диода

Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **PART**, произойдет выделение данной строки. В окне **Значение** записать значение **D1**. Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **MODEL**(имя модели или описание модели компонента), произойдет выделение данной строки. В окне **If vs. Vf** выделить имя модели диода **1N3491** и это имя установится в окнах **Значение** и **MODEL**). Нажать кнопку **ОК**, и указанные параметры будут присвоены выбранному диоду на схеме. Аналогичным образом установить в соответствующем месте рабочего поля диод **D2**, модель которого соответствует **D1**.

1.2.5 На верхней панели (рис.1.2) выбрать стрелкой мыши ярлычок с обозначением биполярного транзистора и нажать левую кнопку мыши на выбранном элементе. Перевести стрелку мыши в рабочее поле в место предполагаемого построения схемы. Нажав левую кнопку мыши и удерживая в нажатом состоянии, можно перемещать компонент по рабочему полю. Если не устраивает ориентация компонента, то, не отпуская левую кнопку, нажать правую кнопку "мыши". При каждом нажатии компонент будет поворачиваться на 90 град. После того как компонент будет установлен в нужное место схемы,

отпустить левую кнопку "мыши", появится окно установки параметров биполярного транзистора (рис.1.6). Нажать левой кнопкой мыши на атрибут

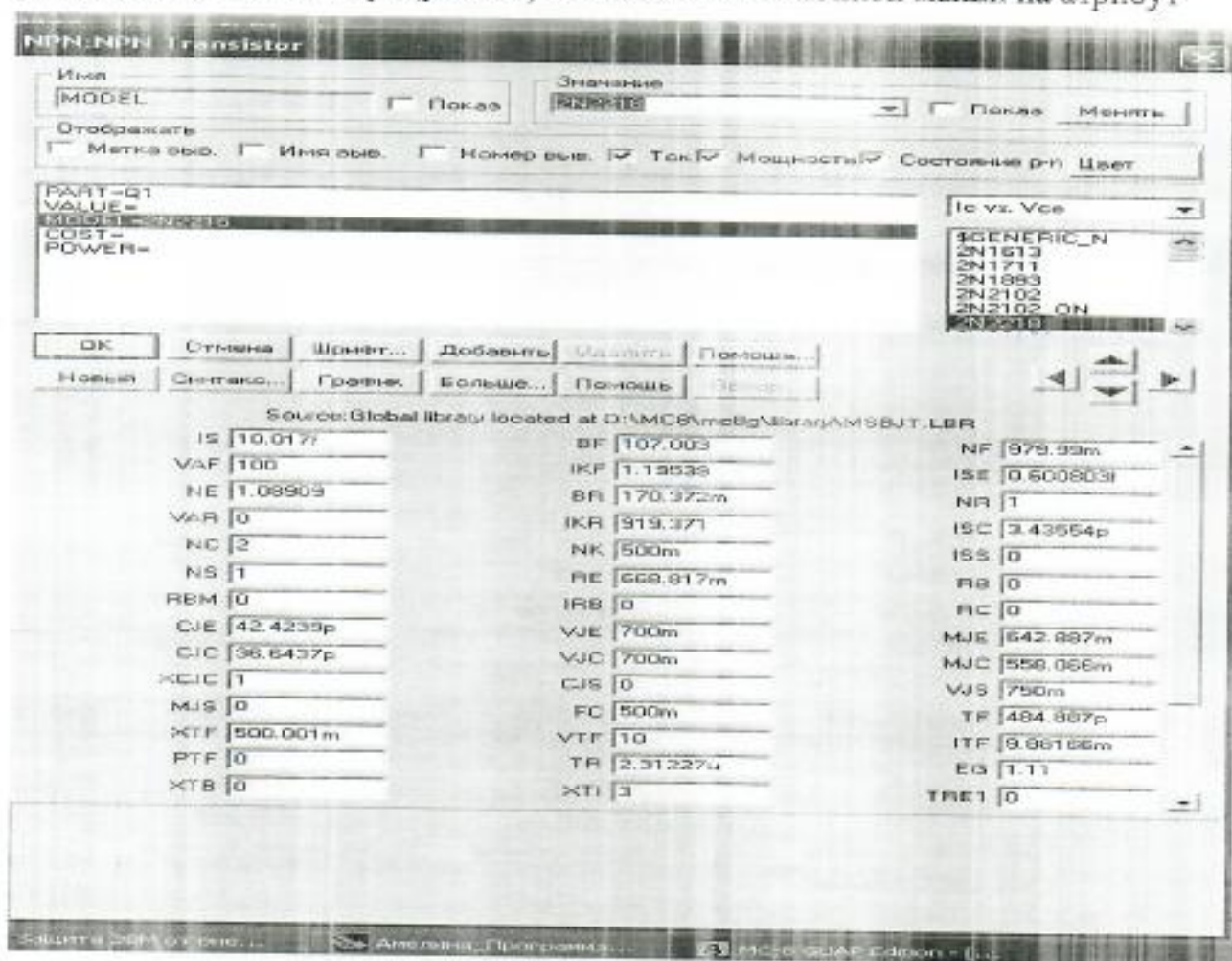


Рис. 1.6. Окно установки параметров биполярного транзистора

PART, произойдет выделение данной строки В окне **Значение** записать значение **Q1**. Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **MODEL**, произойдет выделение данной строки. В окне **Isvs.Vse** выделить имя модели биполярного транзистора **2N2218**, и это имя установится в окнах **Значение** и **MODEL**). Нажать кнопку **ОК**, и указанные параметры будут присвоены выбранному биполярному транзистору на схеме. Установить в соответствующих* местах рабочего поля биполярные транзисторы **Q2**, **Q3**, **Q4**, модели которых соответствуют **Q1**.

1.2.6. На панели (рис.1.7) выбрать стрелкой мыши источник импульсного напряжения (**PulseSource**), выбирая команды в следующей последовательности:

Компоненты-Analog Primitives-Waveform Sources-Pulse Source.

После нажатия левой кнопки "мыши" на **PulseSource** появляется условное изображение источника импульсного напряжения (рис.1.8). После нажатия левой кнопки "мыши" на полученный символ на экране появится окно установки параметров импульсного сигнала (рис.1.9).

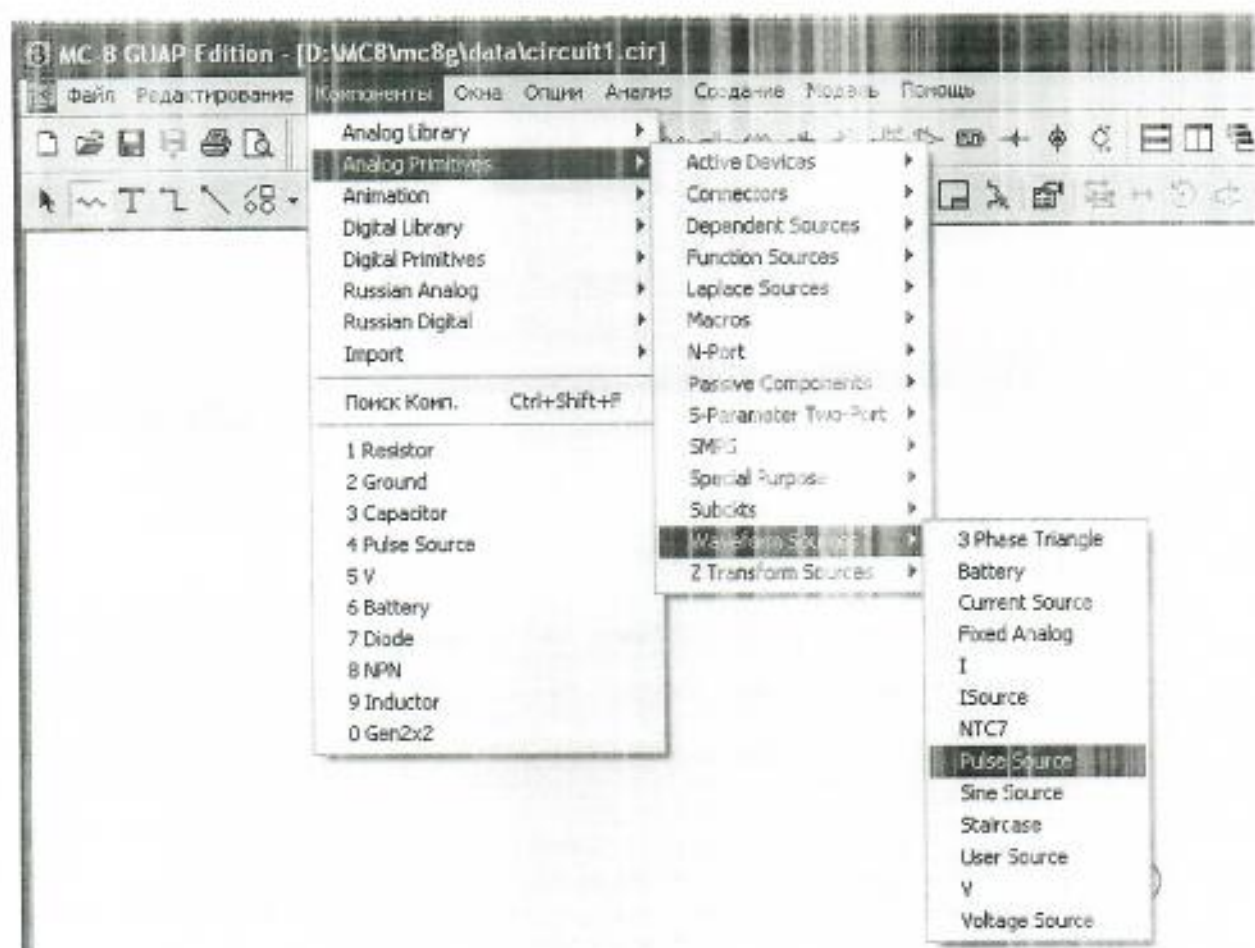


Рис. 1.7. Схема выбора источника импульсного сигнала



Рис. 1.8. Условное изображение источника импульсного сигнала

Нажать левой кнопкой “мыши” на атрибут **PART**, произойдет выделение данной строки. В окне **Значение** записать значение **V1**. Нажать левой кнопкой “мыши” на атрибут **MODEL**, произойдет выделение данной строки. В окне **Voltagevs. Time** выделить имя модели **IMPULSE**, и это имя установится в окнах **Значение** и **MODEL**). Нажать кнопку **OK**, и указанные параметры будут присвоены выбранному источнику импульсного напряжения на схеме.

1.2.7. Установить в соответствующем месте рабочего поля источник постоянного напряжения **V2**, для этого необходимо на верхней панели(рис.1.2) выбрать стрелкой мыши ярлычок с обозначением **Батарея(источник напряжения)** и нажать левую кнопку мыши на выбранном элементе.

Перевести стрелку мыши в рабочее поле в место предполагаемого построения схемы. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее в нажатом состоянии, можно перемещать компонент по рабочему полю. Если не устраивает ориентация компонента, то, не отпуская левую кнопку, нажать правую кнопку “мыши”. При каждом нажатии компонент будет поворачиваться на 90 град.

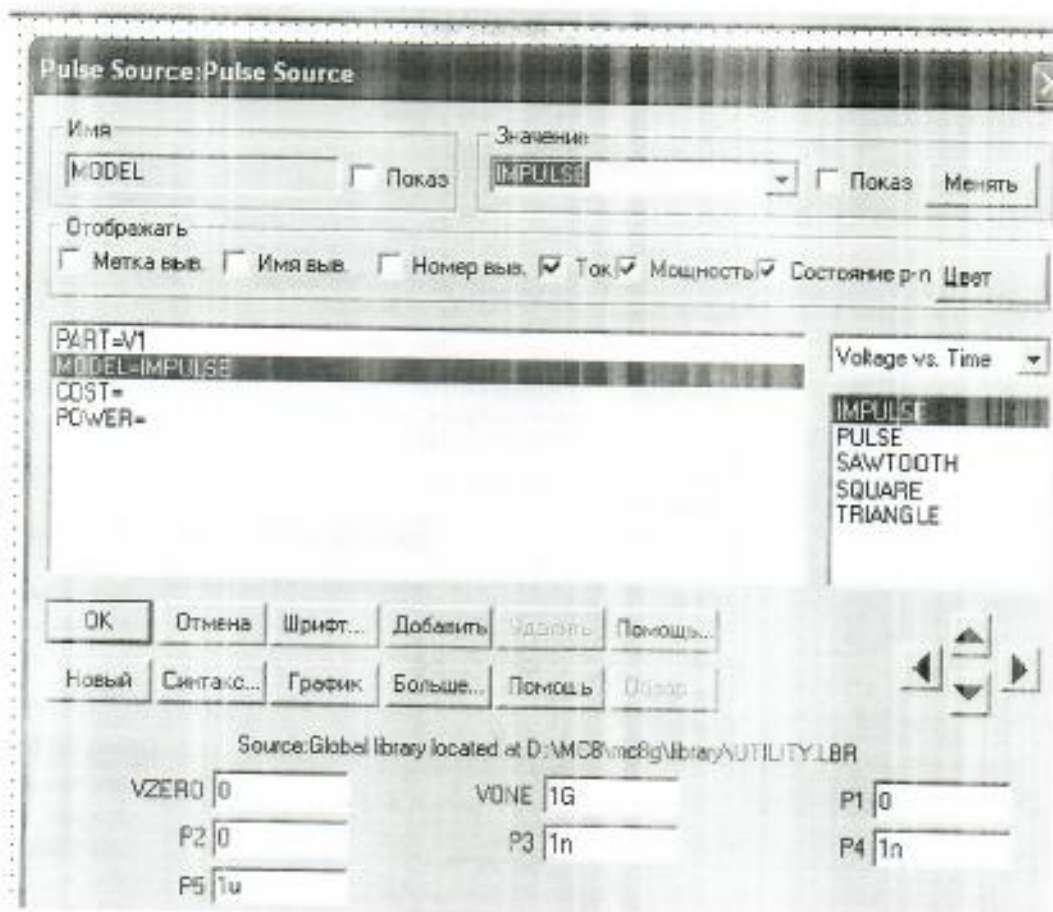


Рис. 1.9. Окно установки параметров источника импульсного сигнала

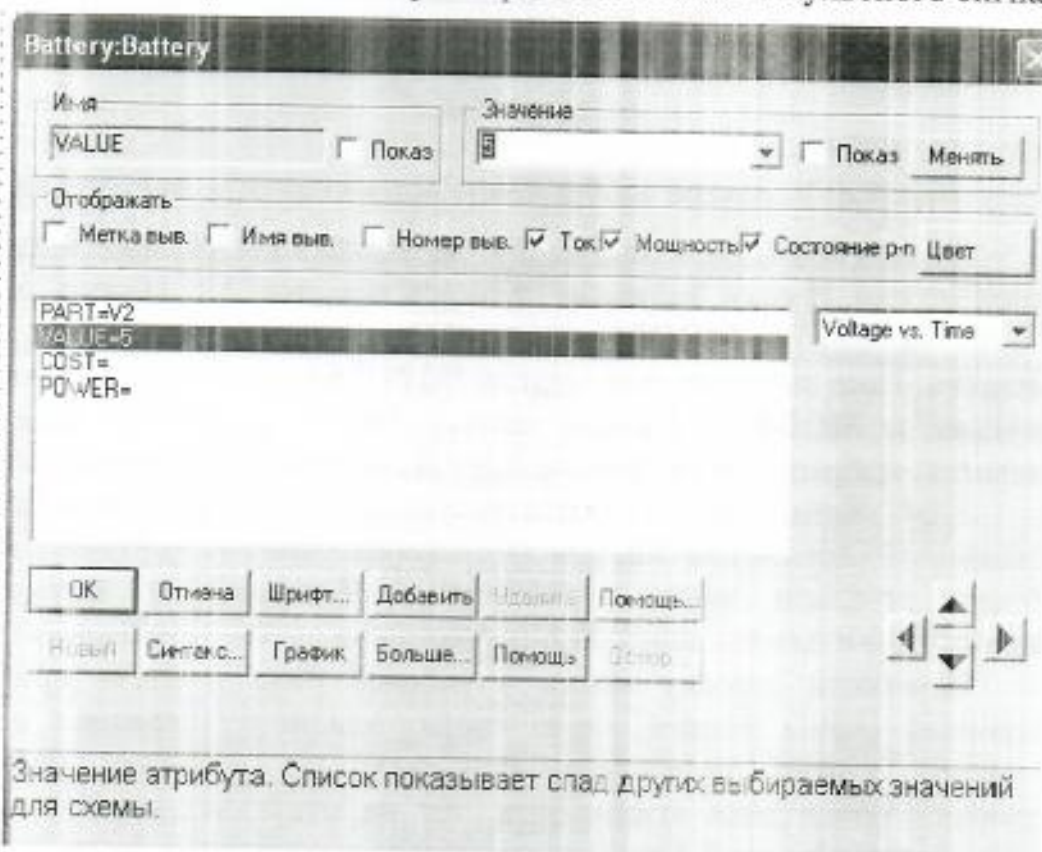


Рис. 1.10. Окно установки параметров источника постоянного напряжения

Лабораторная работа № 1.

Построение принципиальных электрических схем

Цель работы. Обучение студентов методам построения принципиальных электрических схем на персональных ЭВМ с использованием системы моделирования электронных схем Microcap 8.

Методика выполнения лабораторной работы

Каждый студент получает индивидуально принципиальную электрическую схему.

1. Включить ЭВМ.
2. Выбрать дисковод D.
3. Открыть папку MS8, на экране должно появиться изображение(рис.1.1 с незаполненным рабочим полем).
4. Построить принципиальную схему по предложенному варианту на экране монитора в соответствии с приведенной выше (раздел 1.3) методикой.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе в письменной или печатной форме не составляется. Студенты при защите лабораторной работы должны показать свое умение строить электрические принципиальные схемы на персональном компьютере с использованием системы MS8.

6. Выставить в окне параметры, указанные на рис. 2.2., причем $V(1)$ -напряжение в точке 1 (вход схемы), $V(7)$ - напряжение в точке 7 (выход схемы). В численных значениях переменных целая часть от дробной отделяется точкой, а максимальная и минимальная величины диапазона разделяются запятой.

В окне **Диапазон** указывается диапазон изменения напряжения в точке 1(3.0,0.0) от 0 до 3В. Передаточная функция, как зависимость выходного напряжения $V(7)$ от входного $V(1)$ задается в нижней строке. **X Range** задает диапазон изменения величины входного напряжения, а **Y Range**- диапазон изменения величины выходного напряжения схемы.

7.левой кнопкой “мыши” нажать кнопку **Запуск**, на экране появится передаточная характеристика логического элемента ТТЛ(рис.2.3), где по горизонтальной оси - входное напряжение, по вертикальной – выходное. Перемещая стрелку “мыши” по графику передаточной характеристики, наблюдаем строку из двух чисел, причем первое число указывает на значение входного напряжения, а второе число - на выходное напряжение для данной точки(показано на рис. 2.3). Снять передаточную характеристику ЛЭ ТТЛ.

8. Составить таблицу, в которой должны быть рассчитаны по передаточной характеристике все основные параметры логического элемента(значение напряжения логических нуля и единицы; порогов переключения; зоны неопределенности; логического перепада; помехоустойчивость к помехам положительной и отрицательной полярностей). Вывести на печать схему электрическую принципиальную(рис.2.1) и передаточную характеристику логического элемента (ЛЭ) ТТЛ(рис. 2.3).

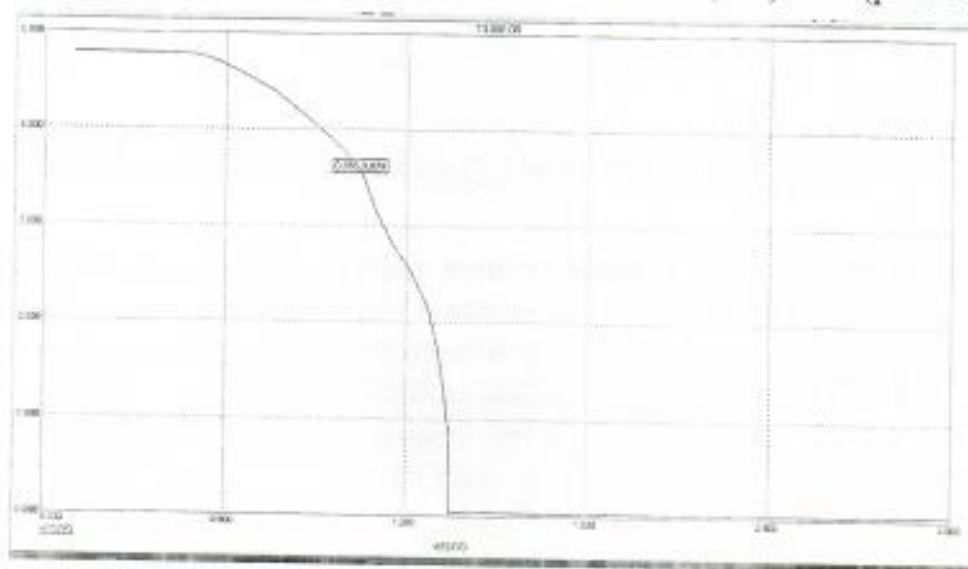


Рис.3.3. Передаточная характеристика логического элемента ТТЛ.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Подготовить отчет, включающий в себя:

- наименование лабораторной работы;

Лабораторная работа № 2

Измерение статических параметров логических элементов транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ)

Цель работы. Измерение статических параметров ЛЭ ТТЛ с использованием системы программного обеспечения Micro-Cap8

Методика выполнения лабораторной работы

1. Включить ЭВМ.
2. Выбрать дискет D.
3. Открыть программу MC8, на экране должно появиться изображение (рис.1.1 с незаполненным рабочим полем).
4. Из папки **DATA** выбрать схему TTL000 (рис.3.1).

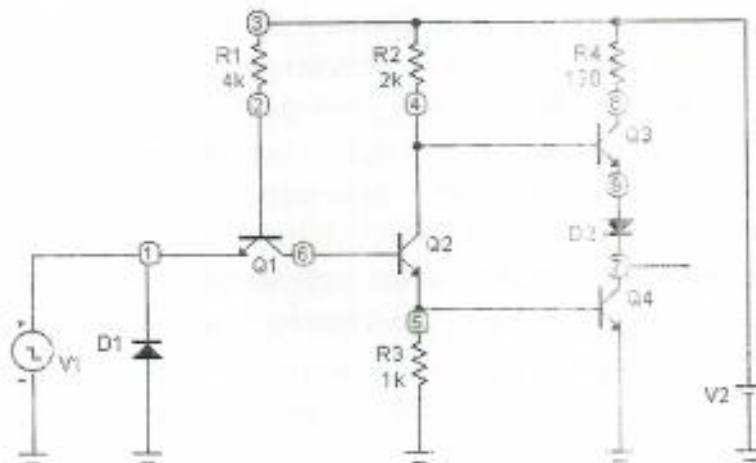


Рис.3.1. Электрическая принципиальная схема ЛЭ ТТЛ.

5. Выбрать пункт **Передаточные характер.** по постоянному току меню **Анализ.** На экране появится окно задания параметров схемы (рис.3.2).



Рис. 3.2. Окно задания параметров схемы ЛЭ ТТЛ

После того как компонент будет установлен в нужное место схемы, отпустить левую кнопку "мыши", появится окно установки параметров резистора (рис.1.10). Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **PART**(имя), и произойдет выделение данной строки. В окне **Значение** записать **V2**. Нажать левой кнопкой мыши на атрибут **VALUE** (значенье-величина напряжения), произойдет выделение данной строки и, в окне **Значение** записать значение **5**(пять вольт). Нажать кнопку **ОК**, и указанные параметры будут присвоены выбранному резистору на схеме.

1.2.8 Поместить на свое место в схеме элемент **Земля** (\perp).

Таким образом, завершено построение электрической принципиальной схемы логического элемента ТТЛ.

- цель работы;
- распечатку электрической принципиальной схемы ЛЭ ТТЛ (рис.3.1);
- таблицу числовых значений передаточной характеристики ЛЭ ТТЛ;
- распечатку графика передаточной характеристики и показанные на нем все основные параметры ЛЭ ЭСЛ;

Вопросы для самопроверки

1. Назвать, дать определения основных параметров ЛЭ ТТЛ и показать их на графике передаточной характеристики $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$
2. Уметь рассчитывать величины напряжений и токов в узловых точках схемы.
3. Знать принцип работы электрической принципиальной схемы ЛЭ ТТЛ.
4. Показать путь прохождения сигнала на электрической принципиальной схеме ЛЭ ТТЛ от входа к выходу.

Range задает диапазон изменения величины входного напряжения (от -10 В до 0), а Y Range- диапазон изменения величины выходного напряжения схемы (0.0,-2.0) от -2.0В до 0.

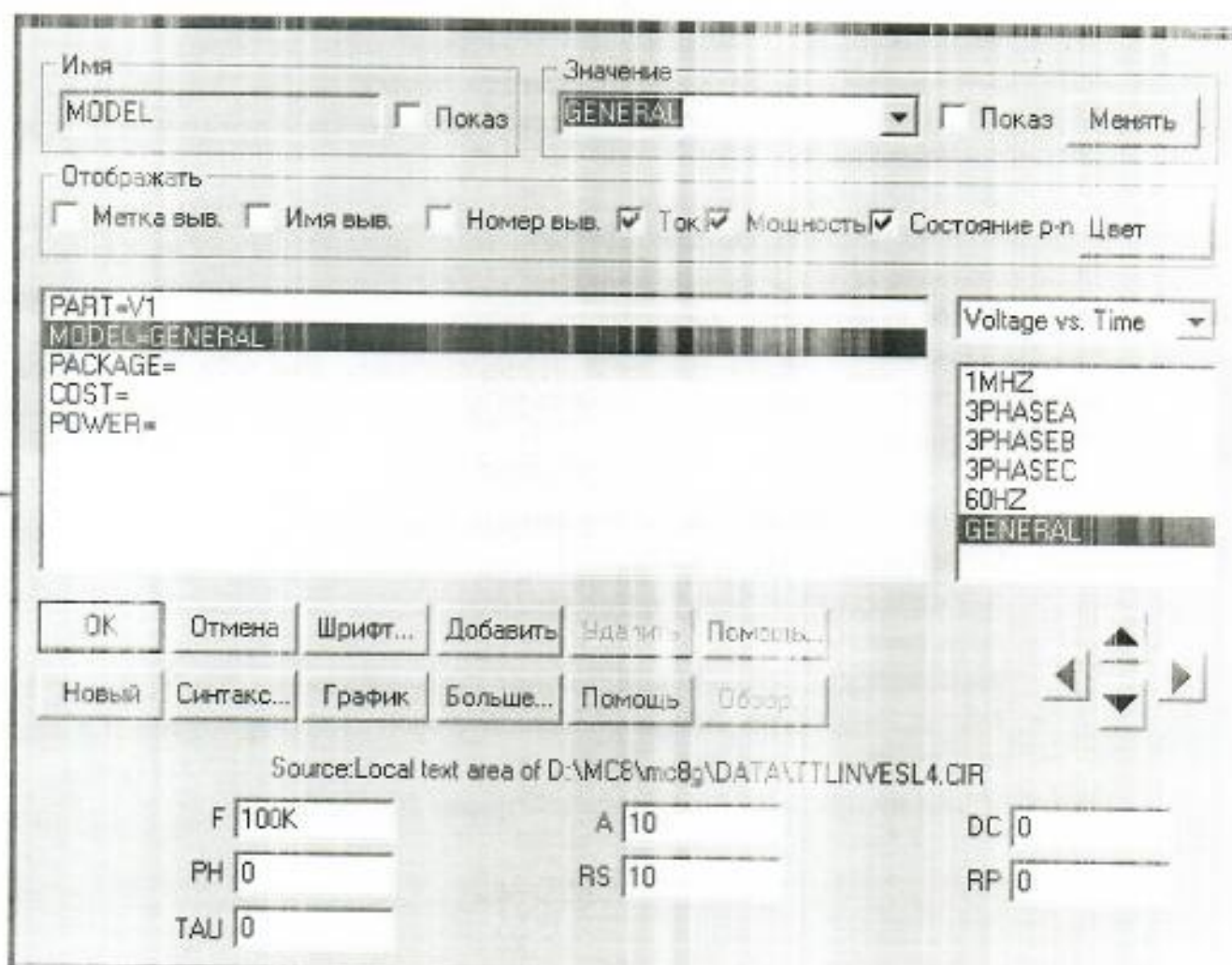


Рис. 4.2. Окно задания параметров входного сигнала ЛЭ ЭСЛ

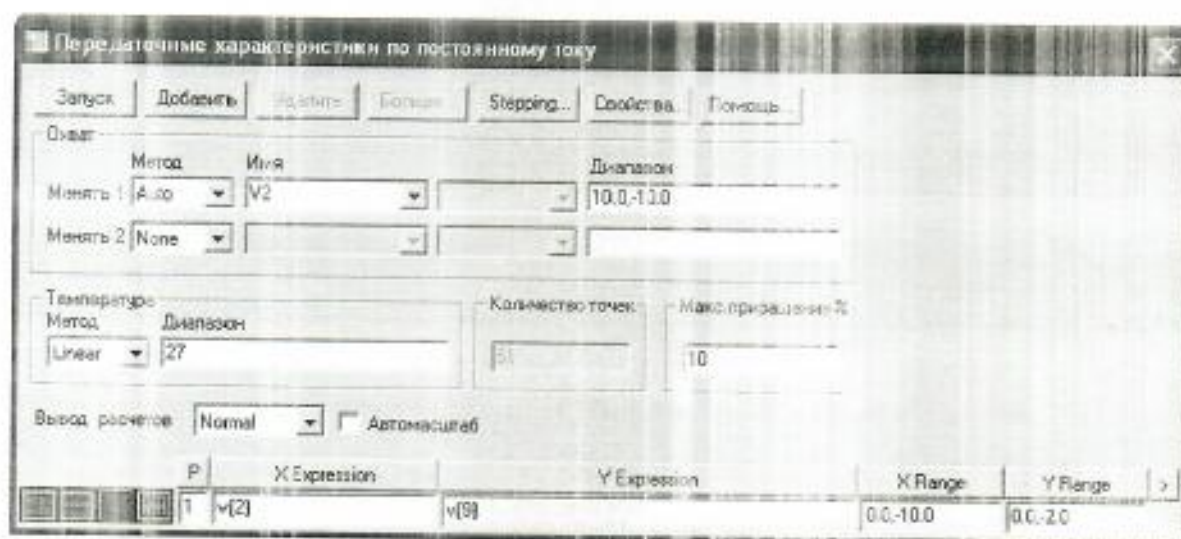


Рис.4.3. Окно задания параметров схемы ЛЭ ЭСЛ

7.левой кнопкой “мыши” нажать кнопку **Запуск**, на экране появится передаточная характеристика логического элемента ЭСЛ(рис.4.3), где по горизонтальной оси - входное напряжение, по вертикальной – выходное. Перемещая стрелку “мыши” по графику передаточной характеристики, наблюдаем строку из двух чисел, причем первое число указывает на значение входного напряжения, а второе число - на выходное напряжение для данной точки(показано на рис.4.3).

8. Составить таблицу, в которой должны быть рассчитаны по передаточной характеристике все основные параметры логического элемента ЭСЛ(значение напряжения логических нуля и единицы; порогов переключения; зоны неопределенности; логического перепада; помехоустойчивость к помехам положительной и отрицательной полярностей). Вывести на печать схему электрическую принципиальную и передаточную характеристику логического элемента(ЛЭ ЭСЛ).

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

- наименование лабораторной работы;
- цель работы;
- распечатку электрической принципиальной схемы ЛЭ ЭСЛ (рис.3.1);
- таблица числовых значений передаточной характеристики ЛЭ ЭСЛ;
- распечатку графика передаточной характеристики(рис. 3.4) с показанными на нем основными параметрами ЛЭ ЭСЛ;

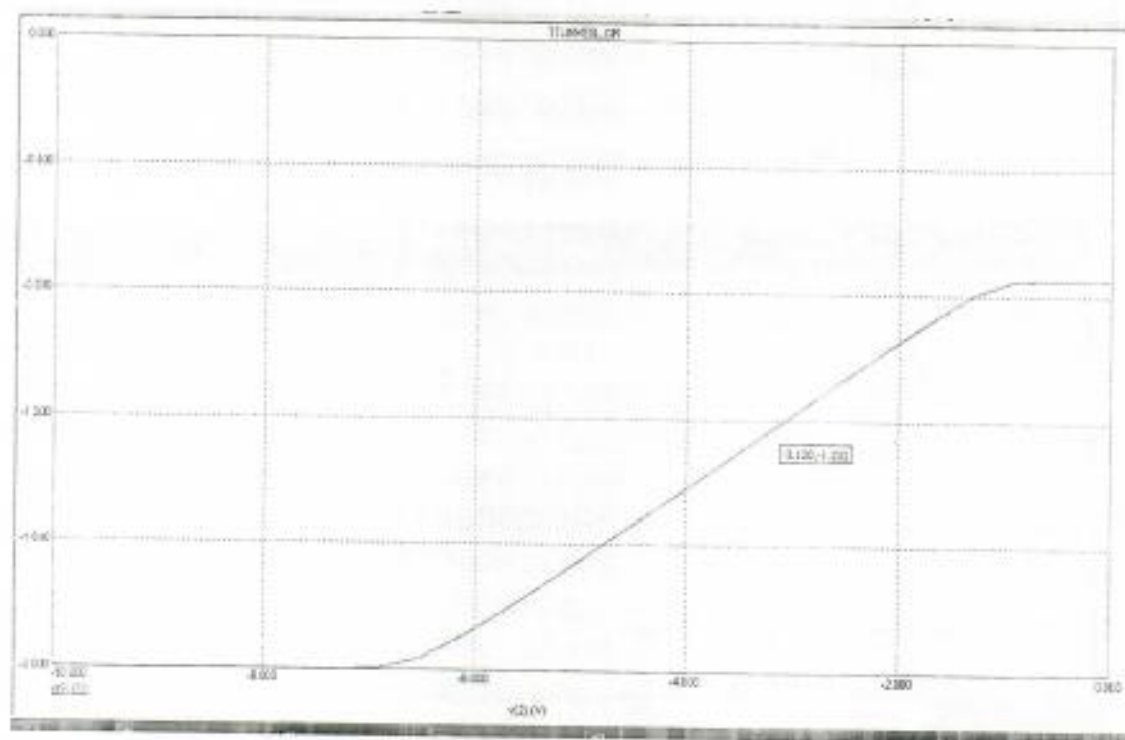


Рис. 4.4. Передаточная характеристика ЛЭ ЭСЛ

Лабораторная работа № 4.
**Исследование переходных процессов
в дифференцирующих и интегрирующих RC- цепях**

Цель работы. Исследование переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих RC-цепях в зависимости от параметров резисторов и конденсаторов

Методика выполнения лабораторной работы

1. Включить ЭВМ.
2. Открыть программу МС 8.

3. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему дифференцирующей цепи(diff1 1.). Схема представлена на рисунке 5.1. Вывести схему на печать (Ctrl +P). На схеме $R=10$ Ом, $C=1$ н(наносекунда). Установить параметры генератора импульсов V1 в соответствии с рис. 5.2.

Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ. На экране появится таблица задания параметров. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис. 5.3. Нажать кнопку Run (Пуск) и на экране появятся два графика (рис. 5.4):зависимость напряжения генератора от времени и зависимость выходного напряжения с дифференцирующей цепи от времени. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах. Вывести страницу с графиками на печать.

Установить параметры схемы в следующей последовательности:

- $R1=10$ Ом, $C1=5$ н
- $R1=10$ Ом, $C1=15$ н
- $C1=1$ н, $R1=50$ Ом,
- $C1=1$ н, $R1=150$ Ом

Выполнить требования п 5.2.3 для всех указанных комбинаций и вывести графики на печать.

Провести расчет постоянной времени дифференцирования для всех вариантов и занести в таблицу.

5.2.4. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему интегрирующей цепи(TTL-0000-01-инт). Схема представлена на рисунке 5.5. Вывести схему на печать(Ctrl +P). На схеме $R=250$ Ом, $C=0,1$ н(наносекунда). Установить параметры генератора импульсов V1 в соответствии с рис. 5.6.

Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ. На экране появится таблица задания параметров. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис. 5.7. Нажать кнопку Run (Пуск) и на экране появятся два графика (Рис. 5.8): зависимость напряжения генератора от времени и зависимость выходного напряжения с интегрирующей цепи от времени. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по

Вопросы для самопроверки

1. Назвать, дать определения и показать на графике $U_{\text{вых}} = f (U_{\text{вх}})$ основные параметры ЛЭ ЭСЛ.
2. Уметь рассчитывать величины напряжений и токов в узловых точках схемы.
3. Знать принцип работы электрической принципиальной схемы ЛЭ ЭСЛ.
4. Показать путь прохождения сигнала на электрической принципиальной схеме ЛЭ ЭСЛ от входа к выходу.

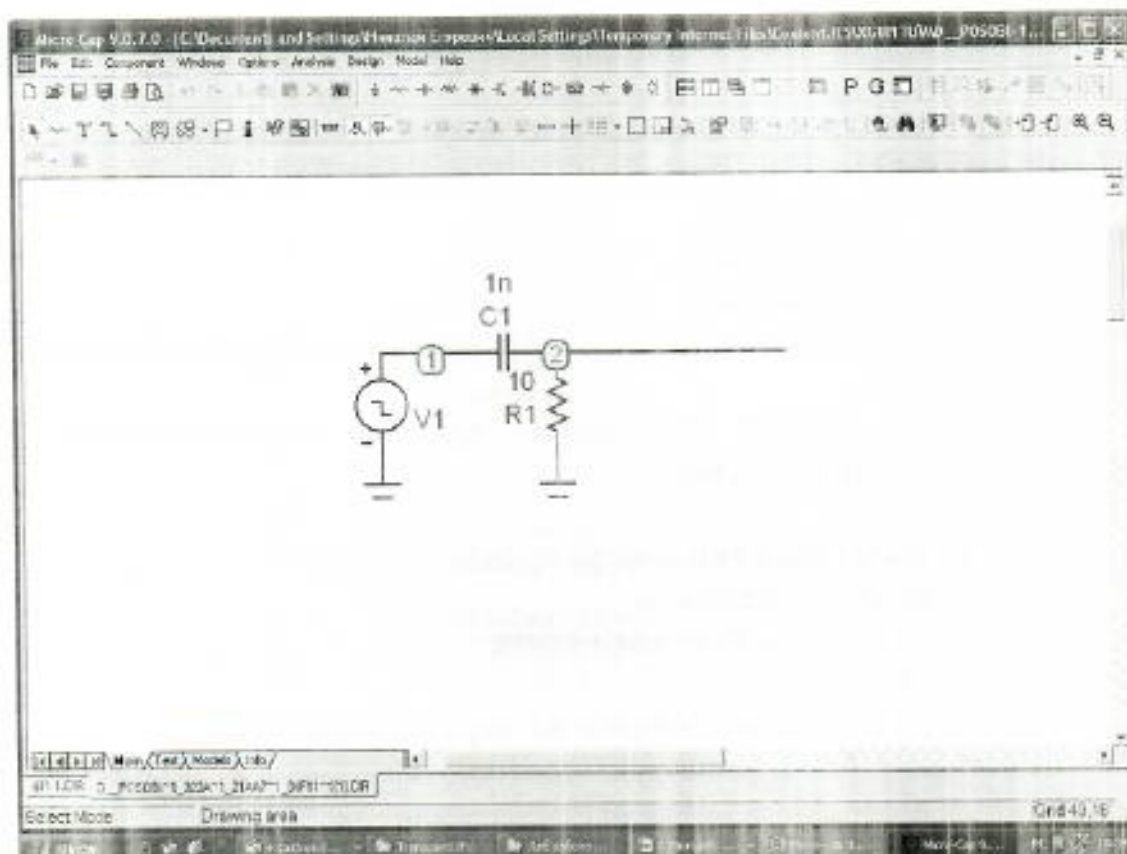


Рис.5.1 Принципиальная схема электрическая дифференцирующей цепи

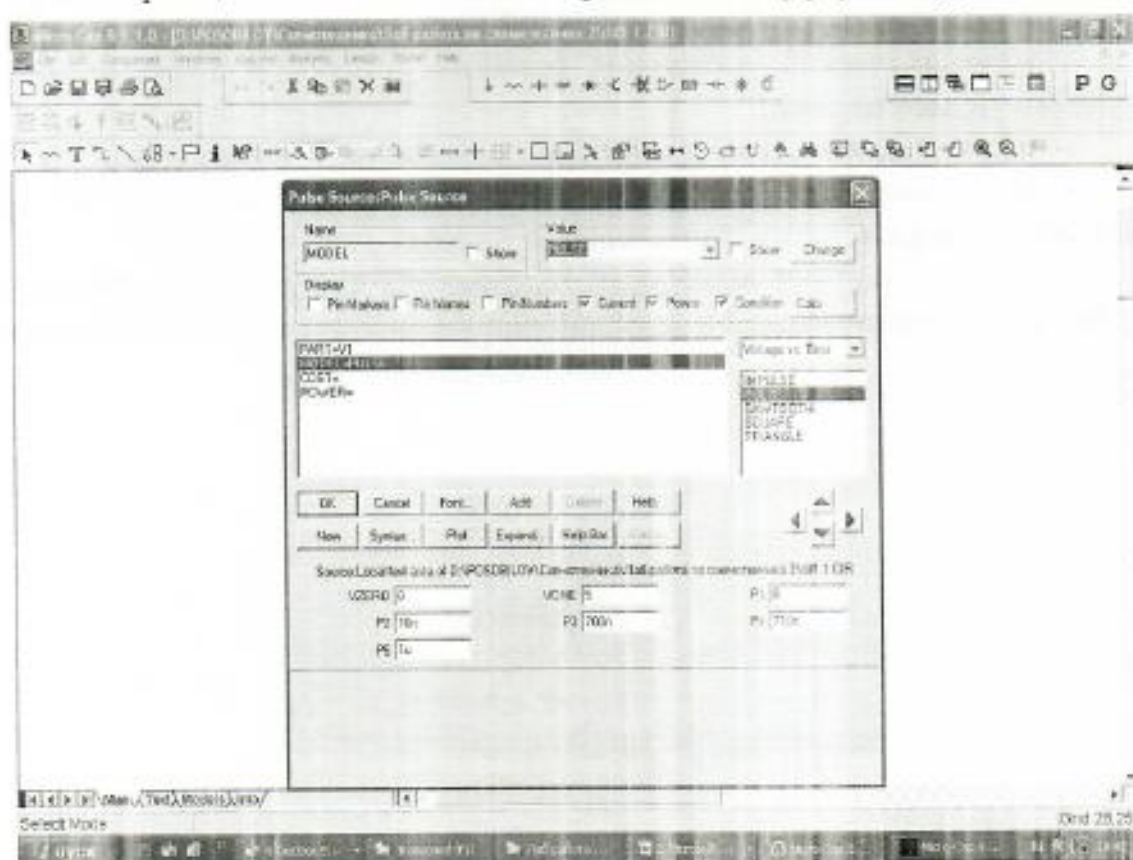


Рис.5.2 Параметры генератора в дифференцирующей цепи

вертикальной оси- напряжение в вольтах. Вывести страницу с графиками на печать.

Установить параметры схемы в следующей последовательности:

$R1=250 \text{ Ом}, C1=0,05 \text{ н}$

$R1=250 \text{ Ом}, C1=0,5 \text{ н}$

$C1=0,1 \text{ н}, R1=100 \text{ Ом},$

$C1=0,1 \text{ н}, R1=1000 \text{ Ом}$

Выполнить требования п 5.2.4 для всех указанных комбинаций и вывести графики на печать.

Провести расчет постоянной времени интегрирования для всех вариантов и занести в таблицу.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схемы дифференцирующей и интегрирующей цепей;
- сочетания RC-параметров, соответствующие им графики и таблицы вычисленных постоянных времени дифференцирования и интегрирования.

Вопросы для самопроверки

- определения дифференцирующей и интегрирующей цепей;
- математические выражения функций, решаемых дифференцирующей и интегрирующей цепями;
- области применения дифференцирующей и интегрирующей цепей;
- как изменяется сопротивление конденсатора по мере его заряда от полностью разряженного до полностью заряженного состояния.
- почему графики выходного напряжения с разными параметрами RC – цепей дифференцирующей и интегрирующей имеют различную крутизну?

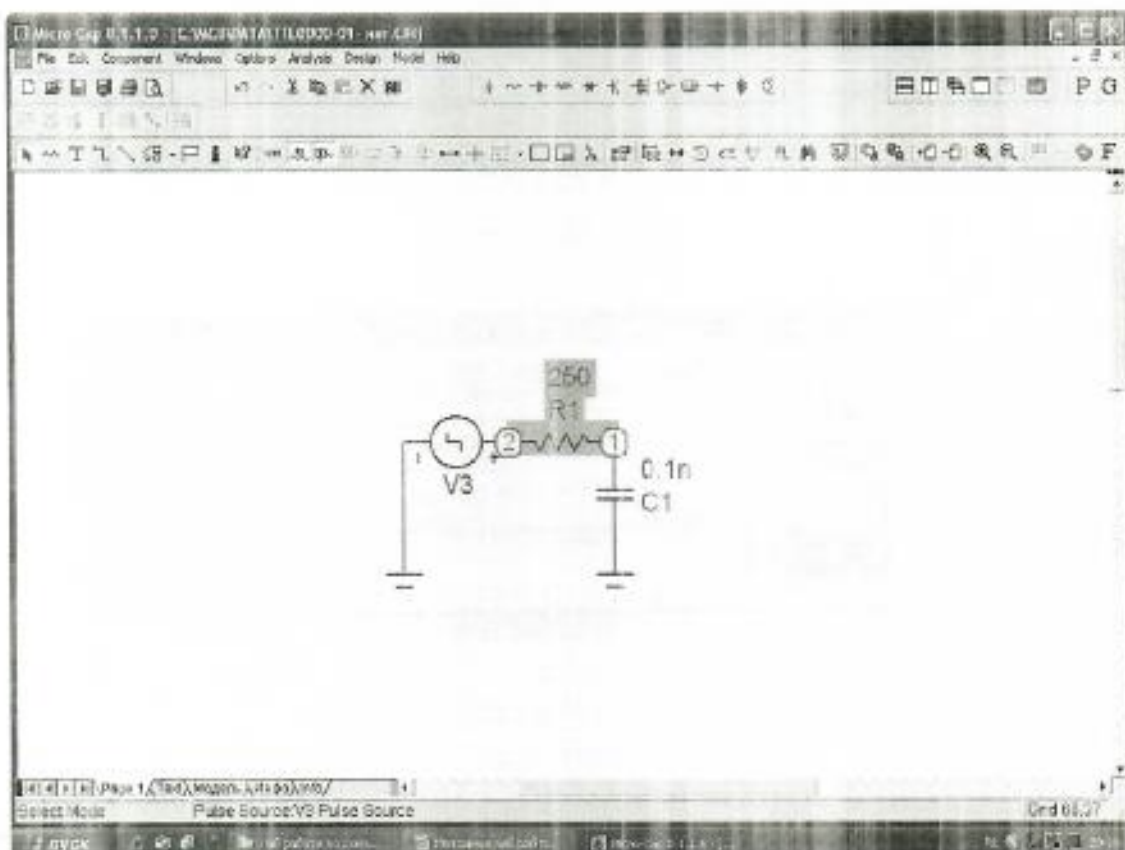


Рис 5.5 Принципиальная схема электрическая интегрирующей цепи



Рис. 5.6 Параметры генератора импульсов

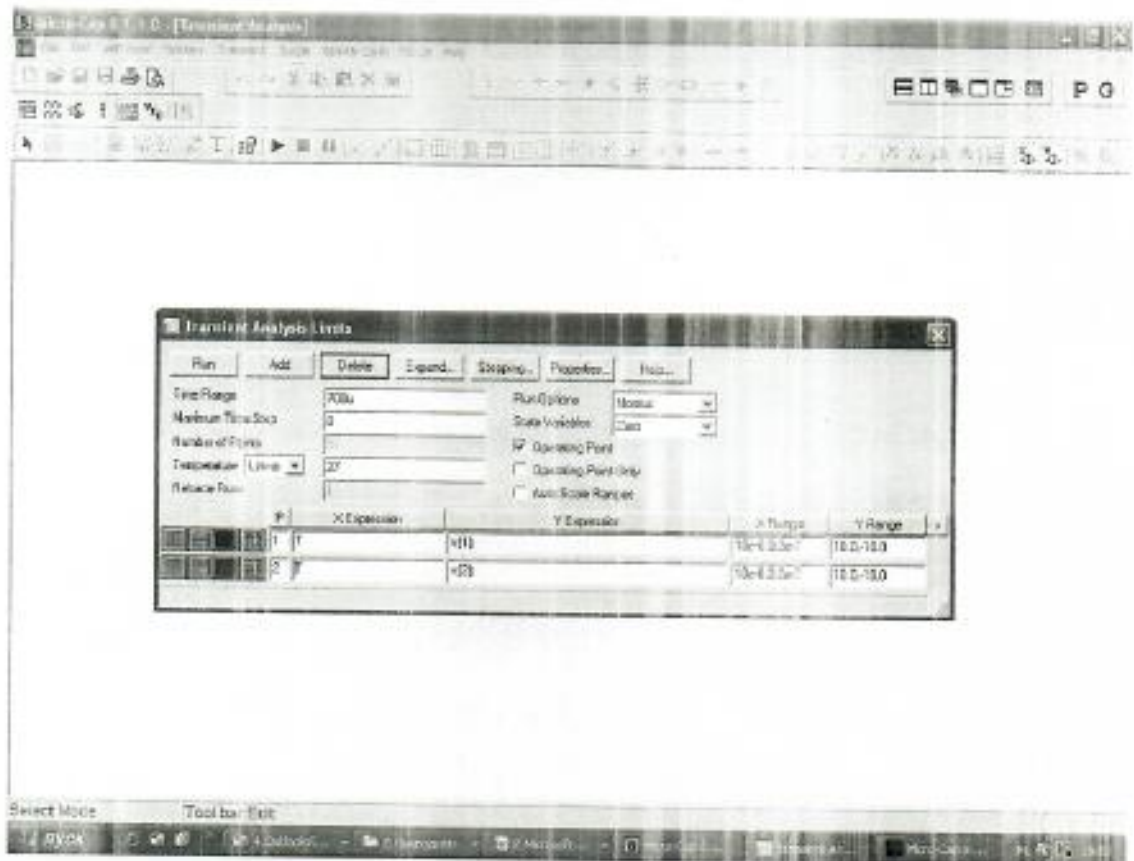


Рис. 5.3 Параметры моделирования дифференцирующей цепи

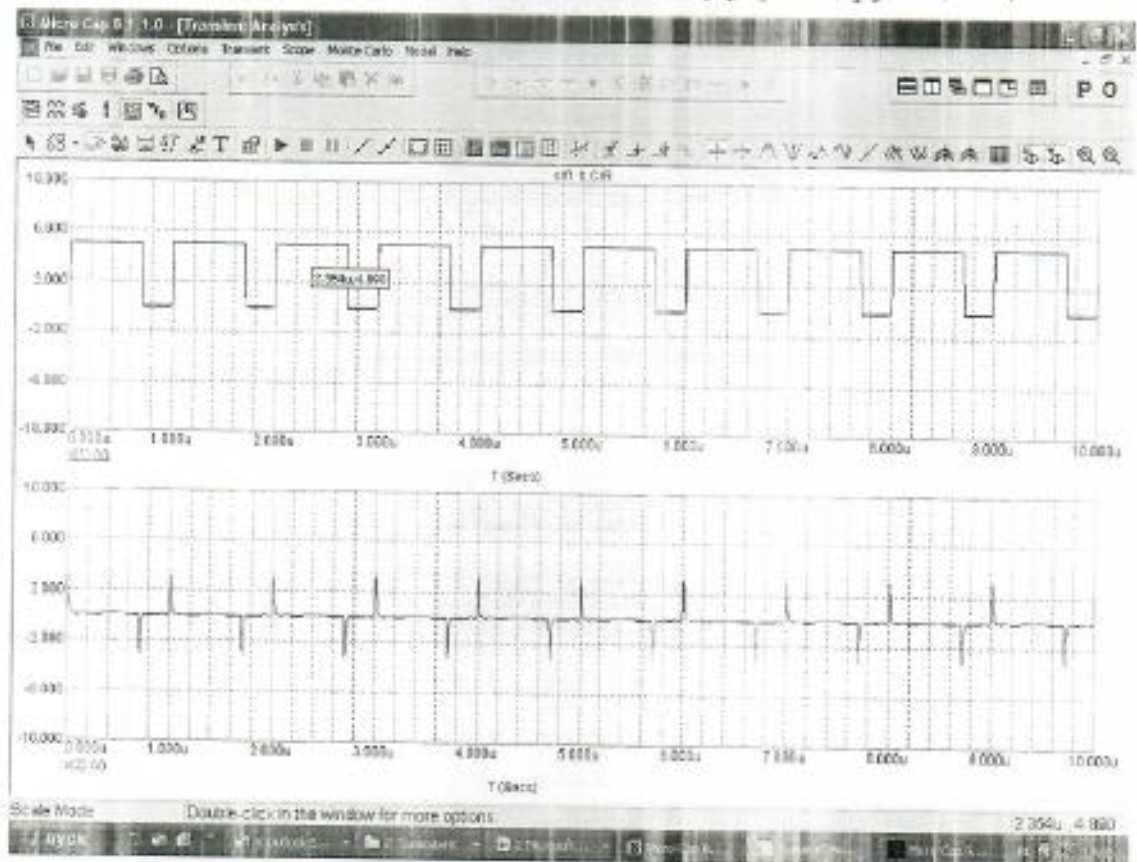


Рис.5.4 Зависимости входного и выходного напряжения дифференцирующей цепи от времени

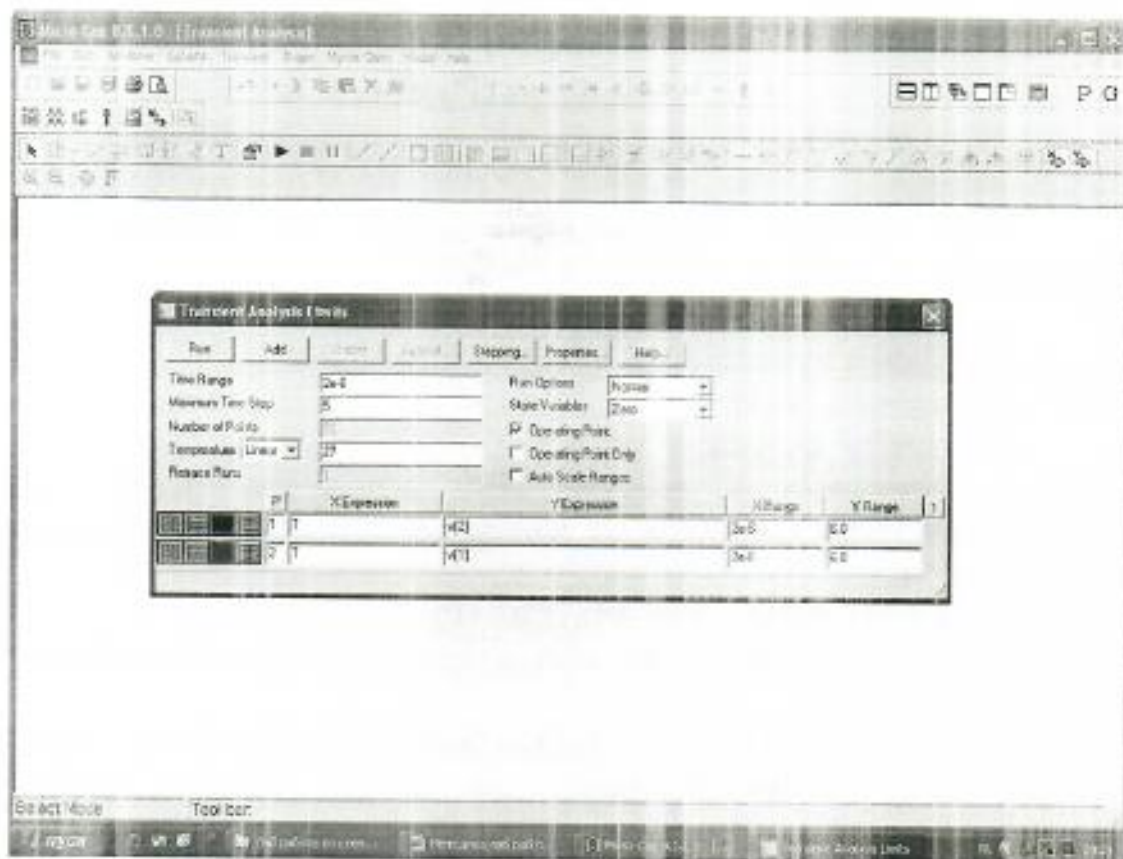


Рис. 5.7 Параметры моделирования интегрирующей цепи

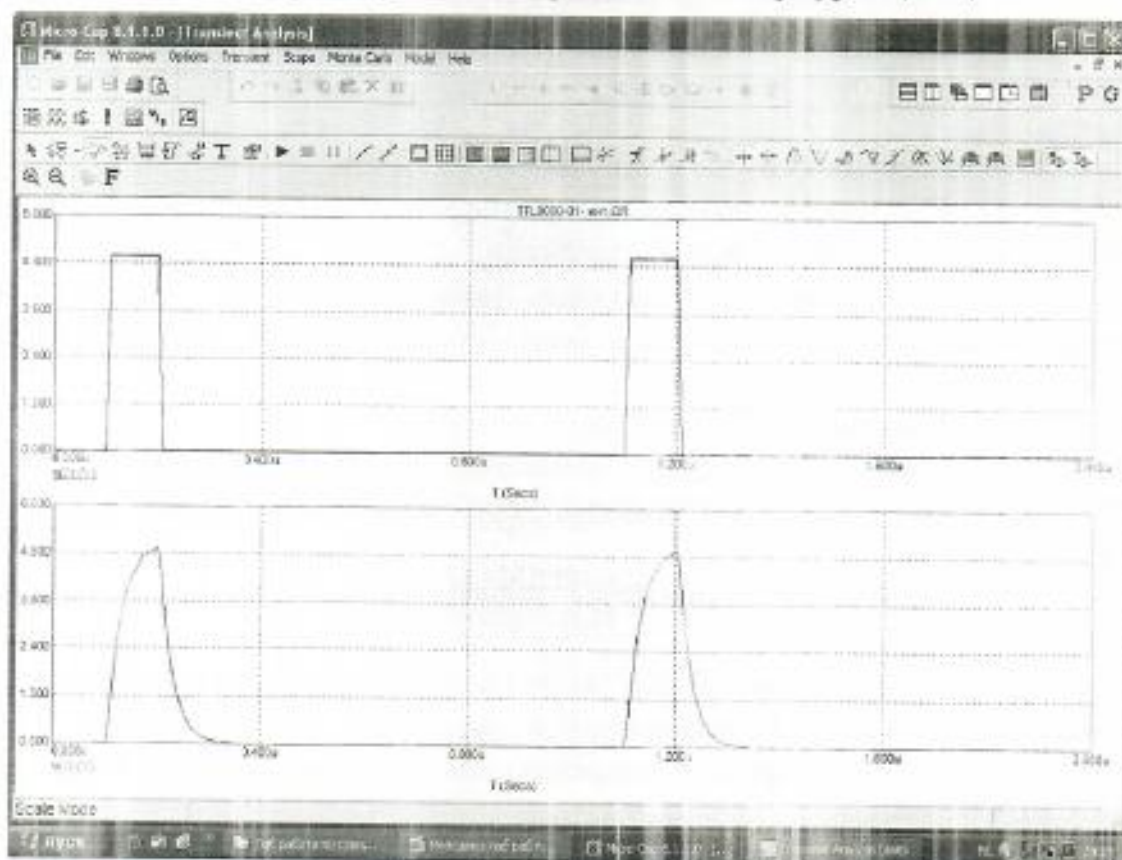


Рис.5.8 Графики зависимости от времени входного и выходного напряжения интегрирующей цепи

Лабораторная работа № 5.
Операционные усилители в схемотехнике

Цель работы. Исследование свойств операционных усилителей в зависимости от характера обратных связей.

Методика выполнения лабораторной работы.

- 1 Включить ЭВМ.
- 2 Открыть программу МС 8.
- 3 Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему неинвертирующего усилителя на основе ОУ (ОРАМРНУ). Схема представлена на рисунке 6.1.
4. Вывести схему на печать (Ctrl +P).
5. Установить параметры генератора импульсов V1 в соответствии с рис. 6.2.
6. Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient). На экране появится таблица задания параметров.
- 7 Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис.6.3.
8. Нажать кнопку Run (Пуск) и на экране появятся два графика (Рис. 6.4): зависимость входного напряжения и выходного напряжения от времени. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси-напряжение в вольтах.
9. Вывести страницу с графиками на печать.
10. Рассчитать коэффициент усиления неинвертирующего усилителя, используя для этого данные из графиков.
11. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему инвертирующего усилителя на основе ОУ (ОРАМРИУ). Схема представлена на рисунке 6.5.
12. Вывести схему на печать(Ctrl +P).
13. Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient). На экране появится таблица задания параметров.
- 14 Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис.6.6.
15. Нажать кнопку Run (Пуск), на экране появятся два графика (Рис. 6.7): зависимость входного напряжения и выходного напряжения от времени.. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси-напряжение в вольтах.
16. Вывести страницу с графиками на печать.
17. Рассчитать коэффициент усиления инвертирующего усилителя, используя для этого данные из графиков.

18. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему эмиттерного повторителя на основе ОУ (ОРАМПЭП). Схема представлена на рисунке 6.8.

19. Вывести схему на печать(Ctrl +P).

20. Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient). На экране появится таблица задания параметров.

21. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис.6.9.

22. Нажать кнопку Run (Пуск), на экране появятся два графика (Рис. 6.10): зависимость входного напряжения и выходного напряжения от времени.. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах.

23. Вывести страницу с графиками на печать.

24. Рассчитать коэффициент усиления эмиттерного повторителя, используя для этого данные из графиков.

25. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему суммирующего усилителя на основе ОУ (ОРАМПССУМ). Схема представлена на рисунке 6.11.

26. Вывести схему на печать(Ctrl +P).

27. Нажать кнопки АНАЛИЗ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient). На экране появится таблица задания параметров.

28. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис.6.12.

29. Нажать кнопку Run (Пуск), на экране появятся 4 графика (Рис. 6.13): зависимость входного напряжения (по 3 входам)и выходного напряжения от времени.. По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах.

30. Вывести страницу с графиками на печать.

31. Определить по графикам уровни суммируемых входных напряжений и выходного напряжения. Определить погрешность суммирования.

Отчет о выполнении лабораторной работы

По результатам выполнения лабораторной работы должен быть составлен отчет, содержащий:

- титульный лист с названием темы;

- цель работы;

– схемы неинвертирующего и инвертирующего усилителей, эмиттерного повторителя и суммирующего усилителя на основе ОУ;

– графики зависимости от времени напряжений входов и выходов неинвертирующего и инвертирующего усилителей, эмиттерного повторителя и суммирующего усилителя на основе ОУ;

– таблицы с рассчитанными коэффициентами усиления схем неинвертирующего и инвертирующего усилителей, эмиттерного повторителя;

Рис. 6.2. Параметры задающего генератора импульсов

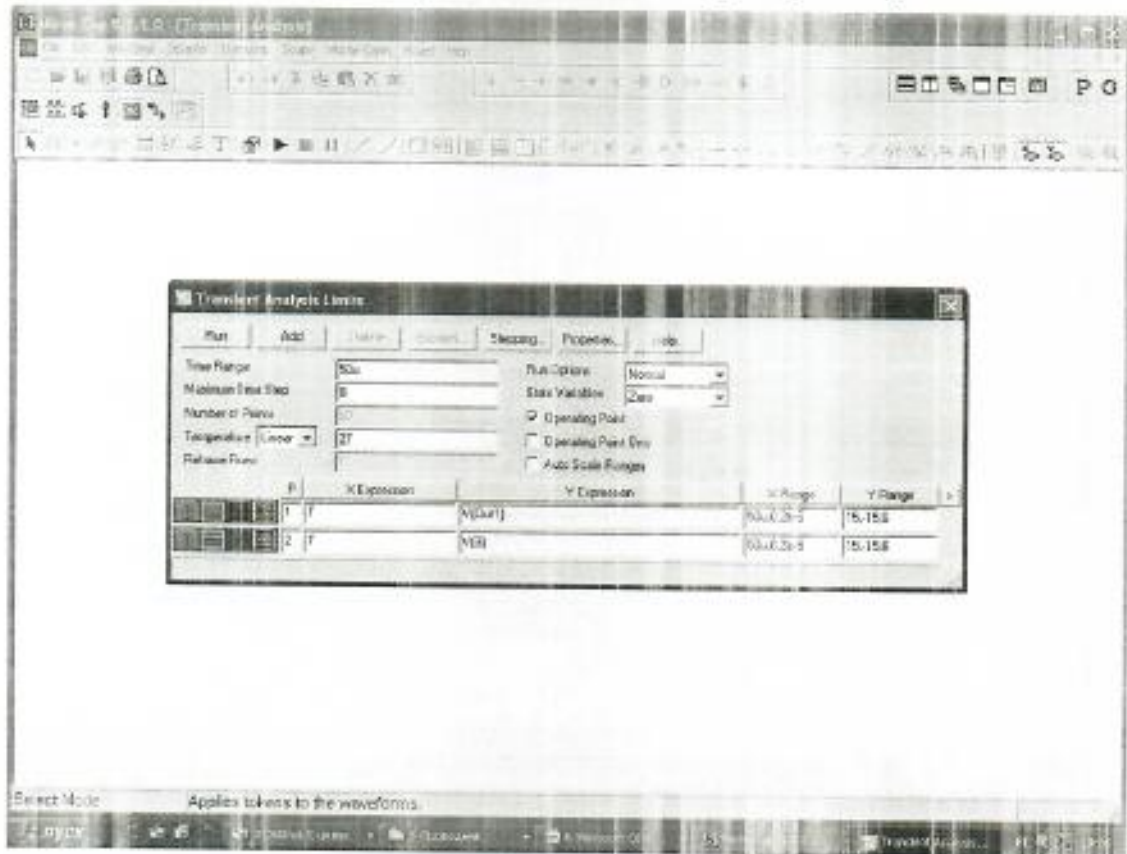


Рис.6.3. Параметры моделирования неинвертирующего усилителя на основе ОУ



Рис. 6.4. Формы напряжений на входе и выходе неинвертирующего усилителя на основе ОУ

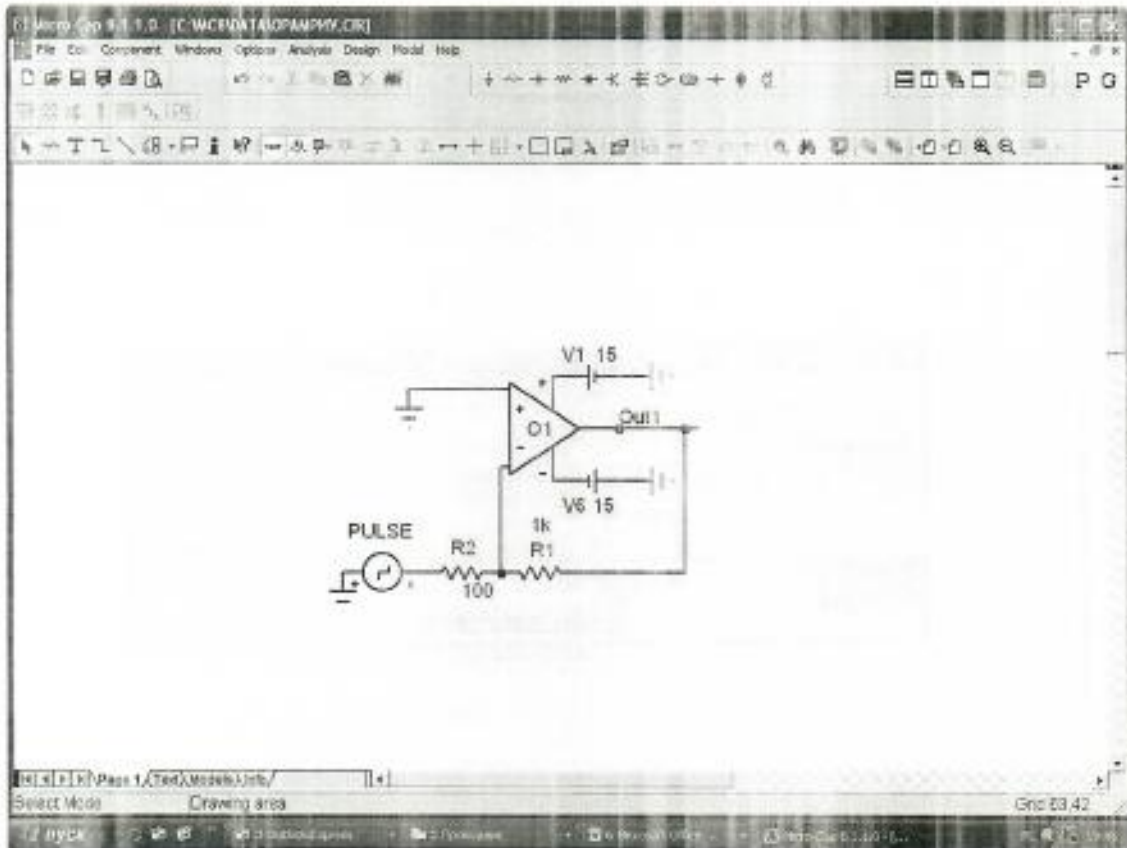


Рис. 6.5. Схема инвертирующего усилителя на основе ОУ

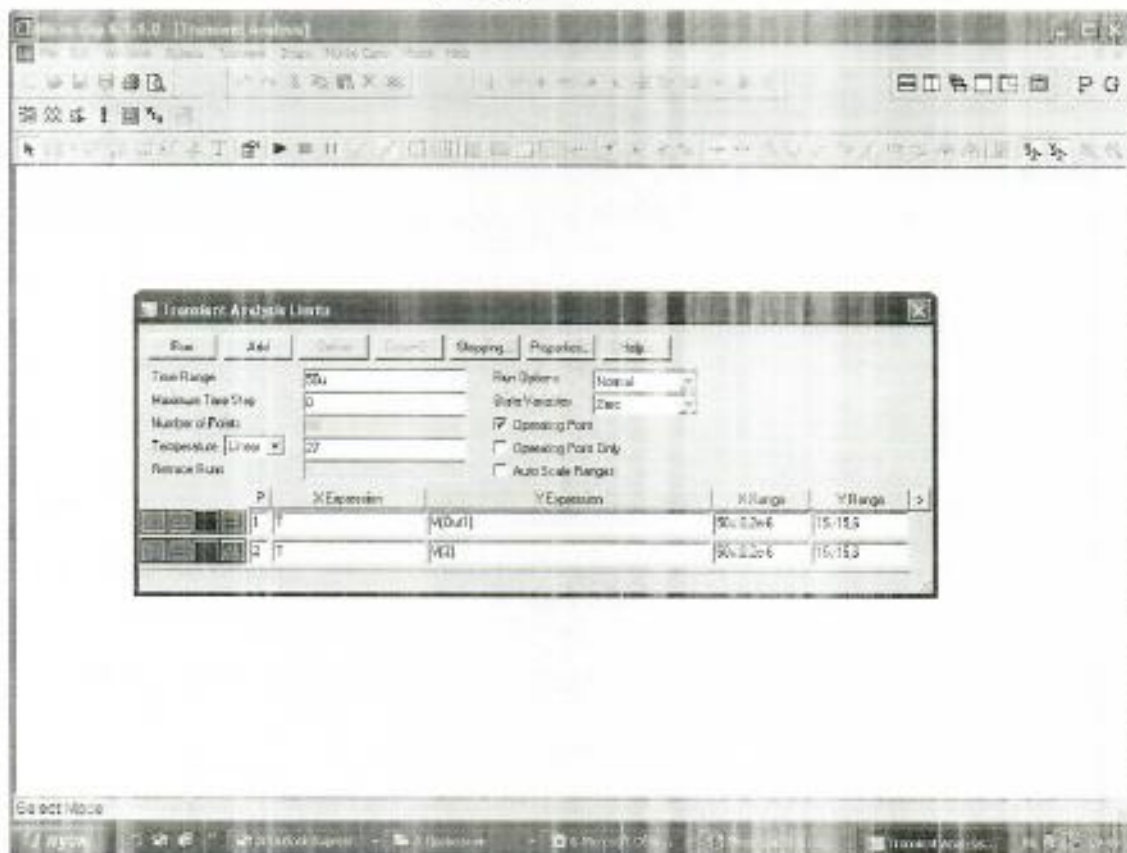
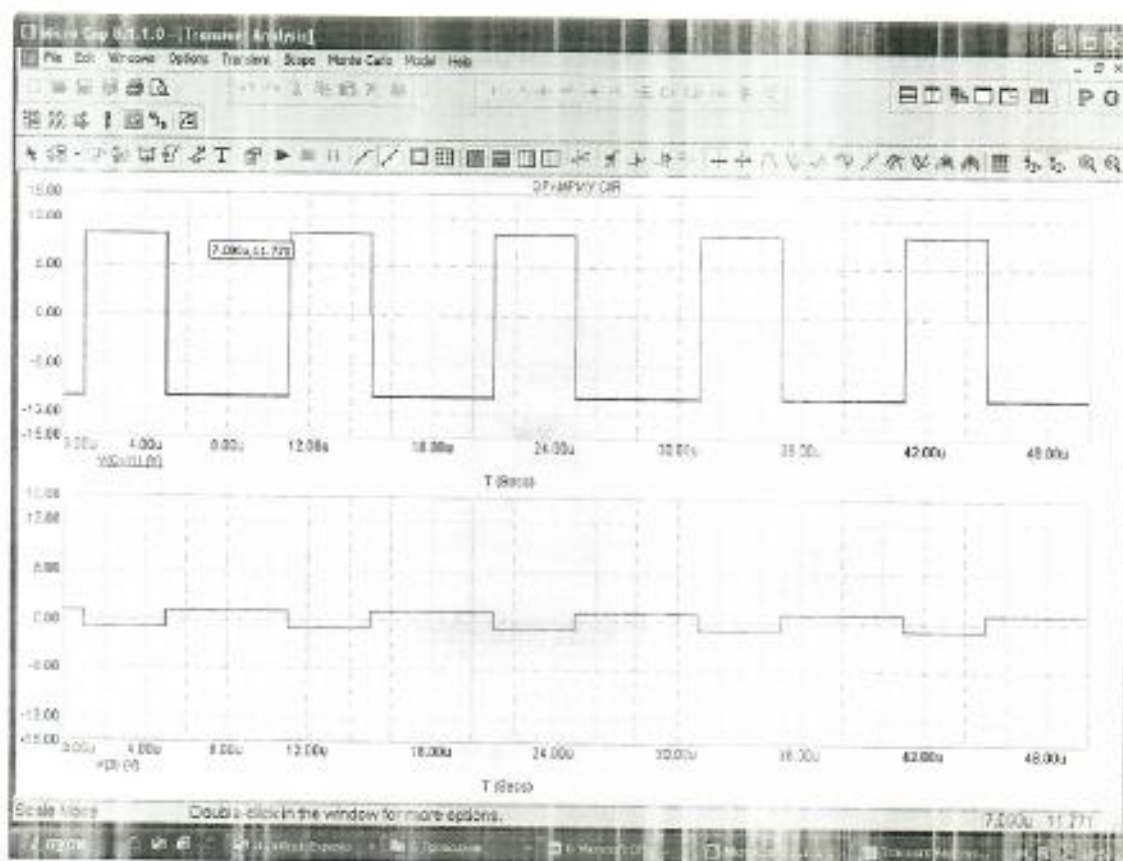


Рис. 6.6. Параметры моделирования инвертирующего усилителя на основе ОУ



6.7. Формы напряжений на входе и выходе инвертирующего усилителя на основе ОУ

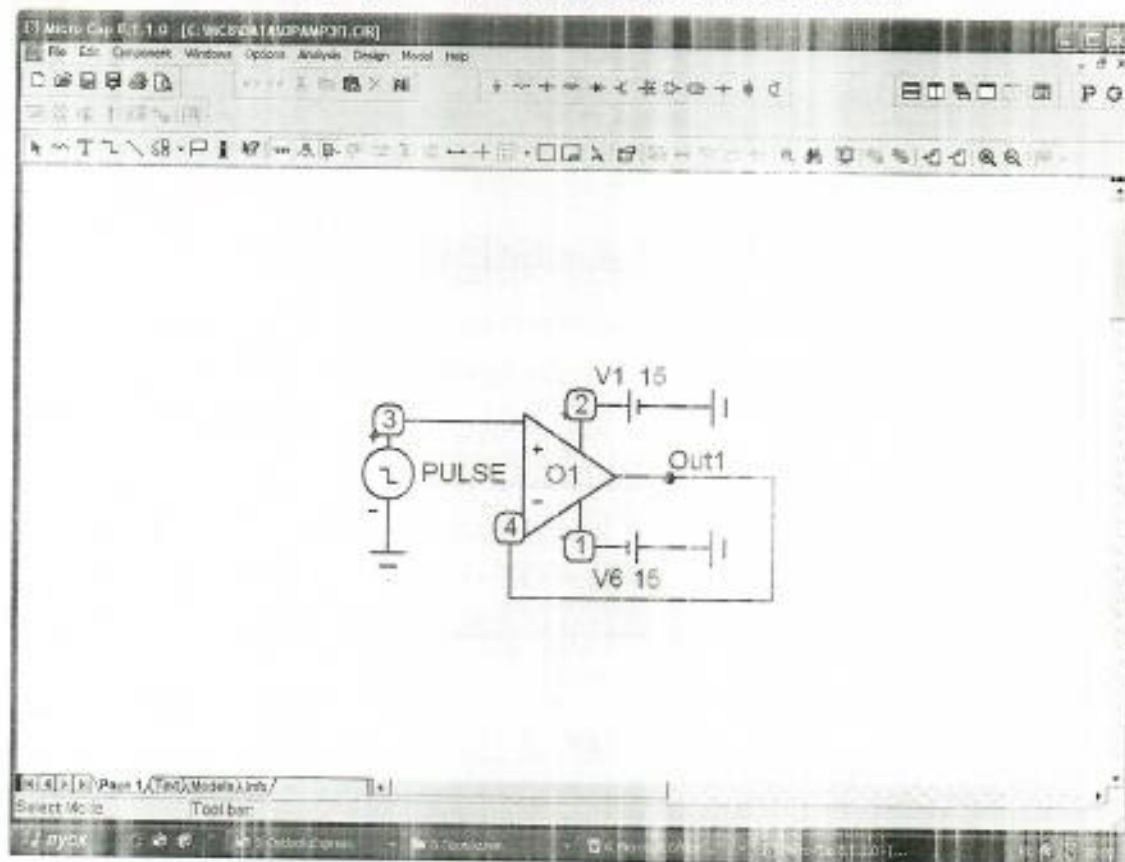


Рис.6.8. Схема эмиттерного повторителя на основе ОУ

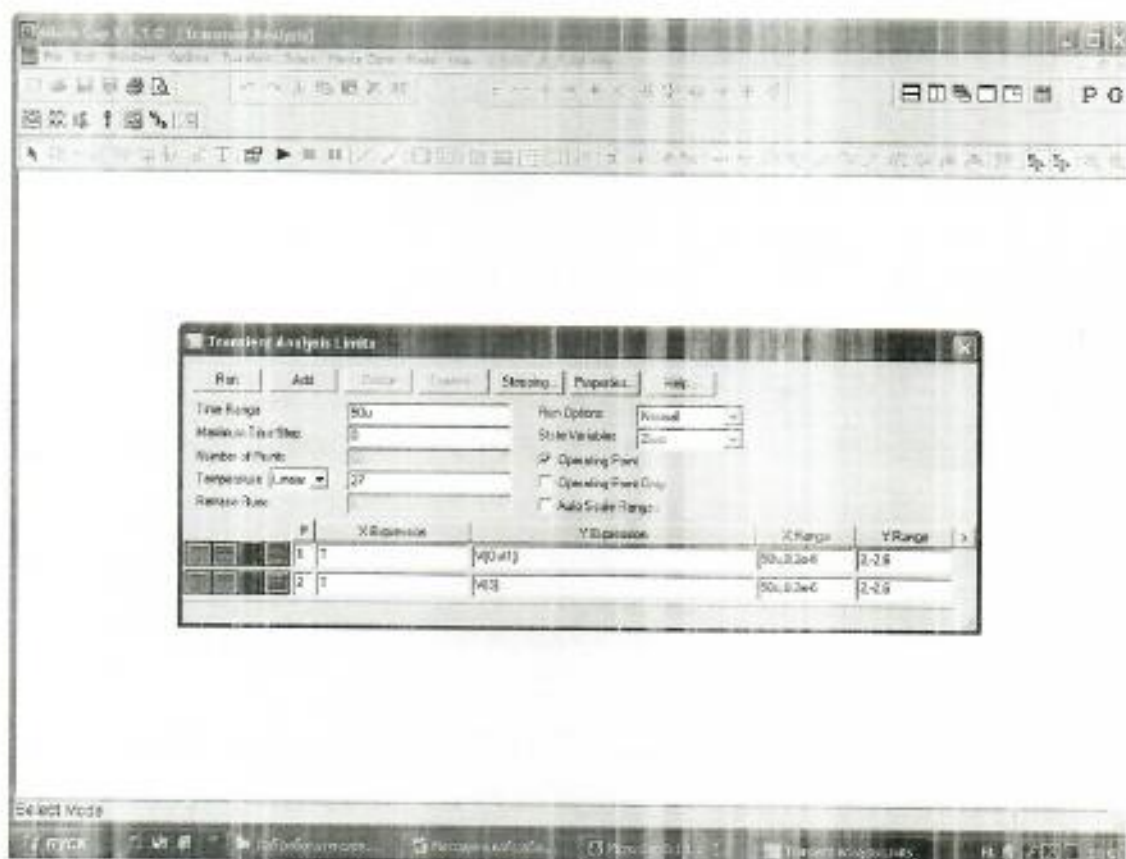


Рис. 6.9. Параметры моделирования эмиттерного повторителя на основе ОУ

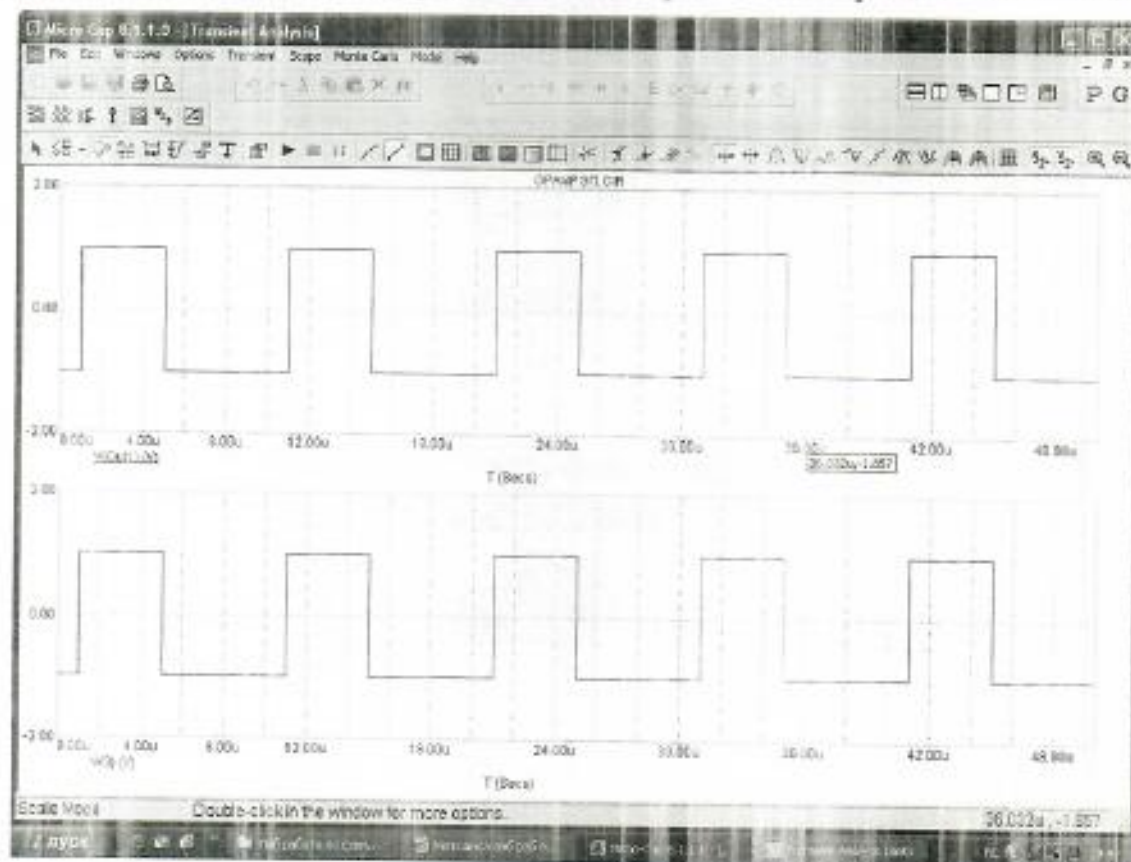


Рис. 6.10. Формы напряжений на входе и выходе эмиттерного повторителя на основе ОУ

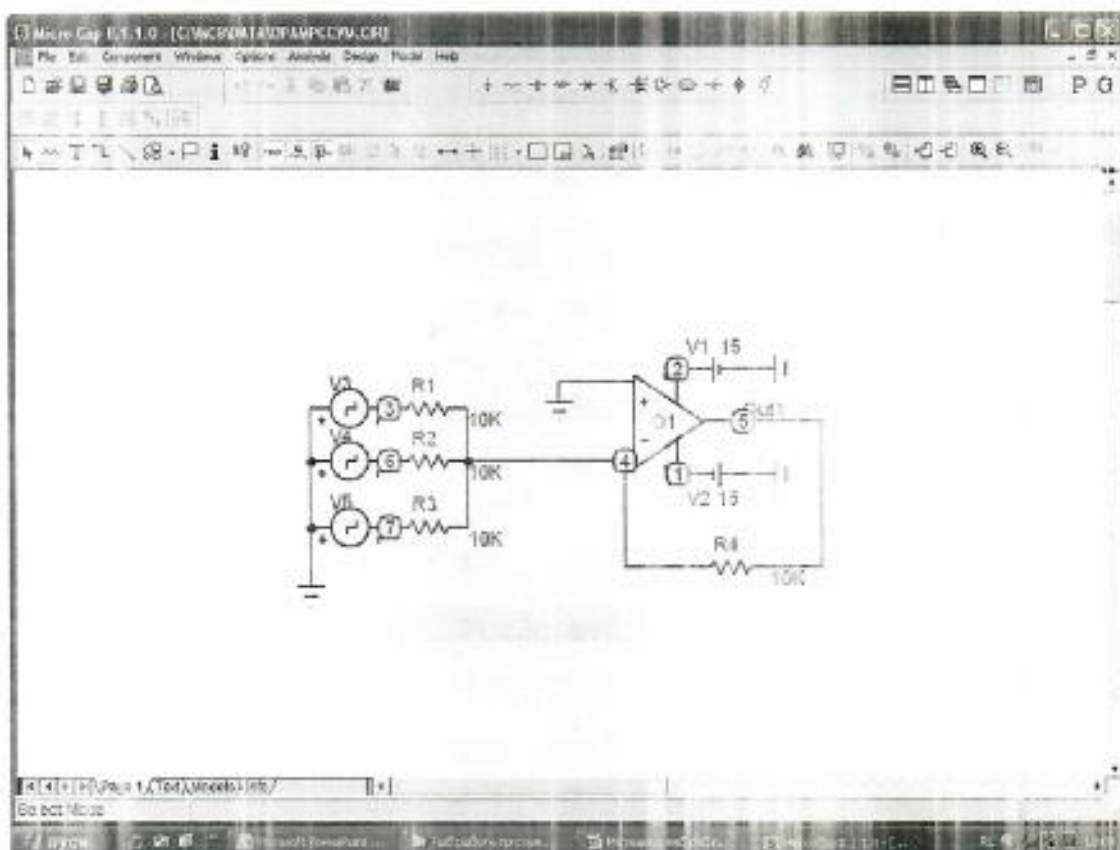
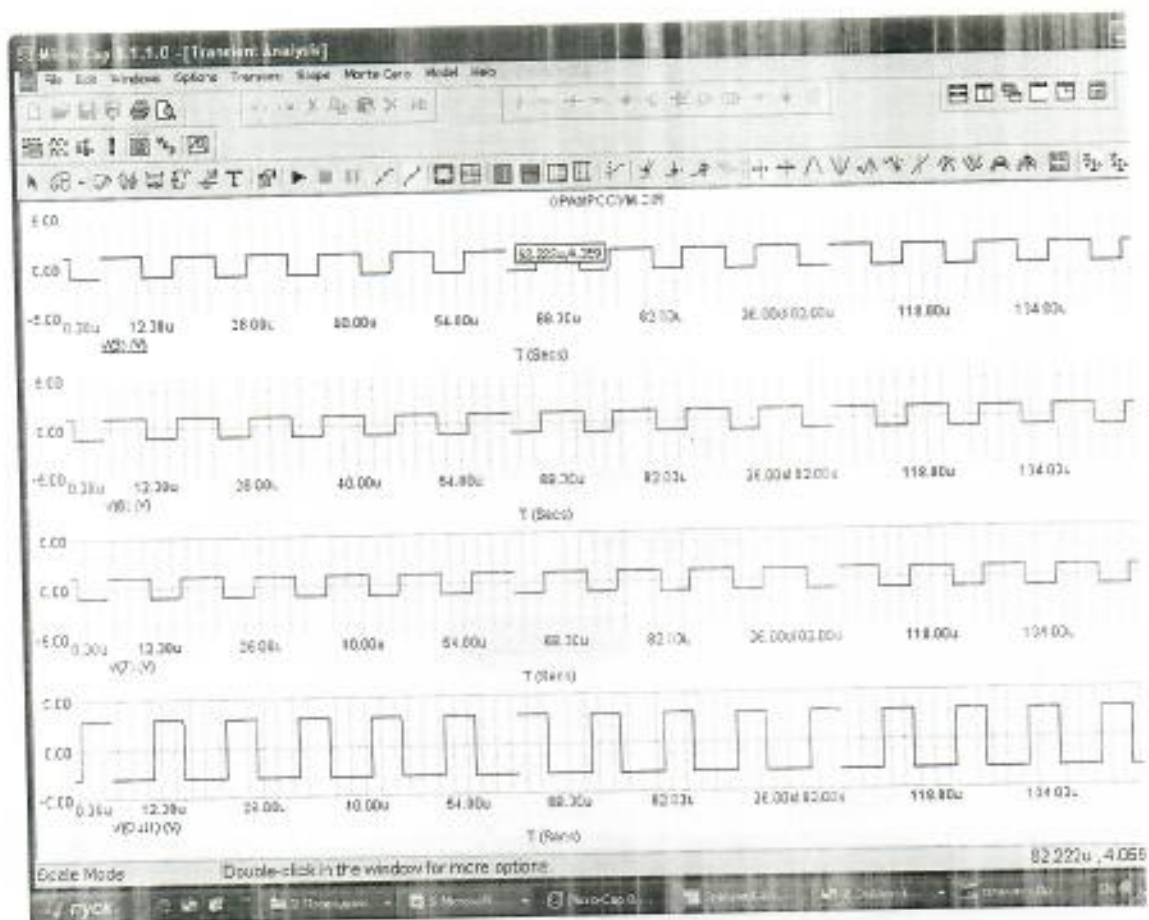


Рис. 6.11. Схема сумматора напряжений на основе ОУ



6.12. Параметры моделирования сумматора напряжений на основе ОУ



6.13. Формы напряжений на входе и выходе сумматора напряжений на основе ОУ

Вопросы для самопроверки

- операционные усилители(определение);
- параметры ОУ(коэффициент усиления, напряжения смещения, средний входной ток, разность входных токов, входное сопротивление для синфазного сигнала, коэффициент ослабления синфазного сигнала);
- динамические свойства ОУ;
- частотная коррекция ОУ;
- роль отрицательной обратной связи в ОУ;
- инвертирующего и неинвертирующего усилители на основе ОУ;
- схема эмиттерного повторитель на основе ОУ;
- схема инвертирующего сумматора на основе ОУ.

Лабораторная работа № 6. Схемотехника преобразовательных устройств

Цель работы.

Исследование схемных решений преобразования переменного напряжения синусоидальной формы в постоянное напряжение.

Методика выполнения лабораторной работы

1. Включить ЭВМ.
2. Открыть программу МС 8.
3. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему выделения положительной полуволны **ДИОД ПР И РЕЗИСТОР 1** (рис. 7.1). Вывести на печать.

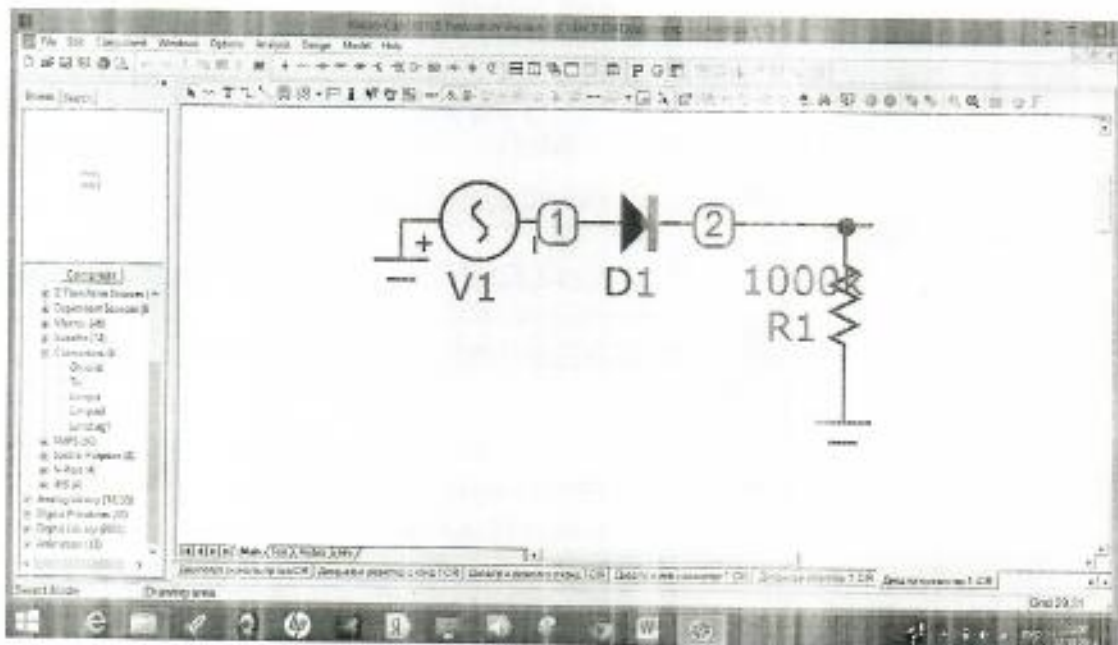


Рис.7.1 Схема выделения положительной полуволны синусоидального напряжения

4. Установить параметры генератора импульсов V1, диода D1, резистора R1 в соответствии с рисунками 7.2, 7.3, 7.4, соответственно.

5. Нажать кнопки **АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient)**. На экране появится таблица задания параметров. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис. 7.5. Нажать кнопку **Run (Пуск)** и на экране появится 2 графика: зависимость входного синусоидального напряжения генератора от времени и зависимость выходного напряжения от времени

6. На выходе наблюдается только положительная полуволна (рис. 7.6). По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах.



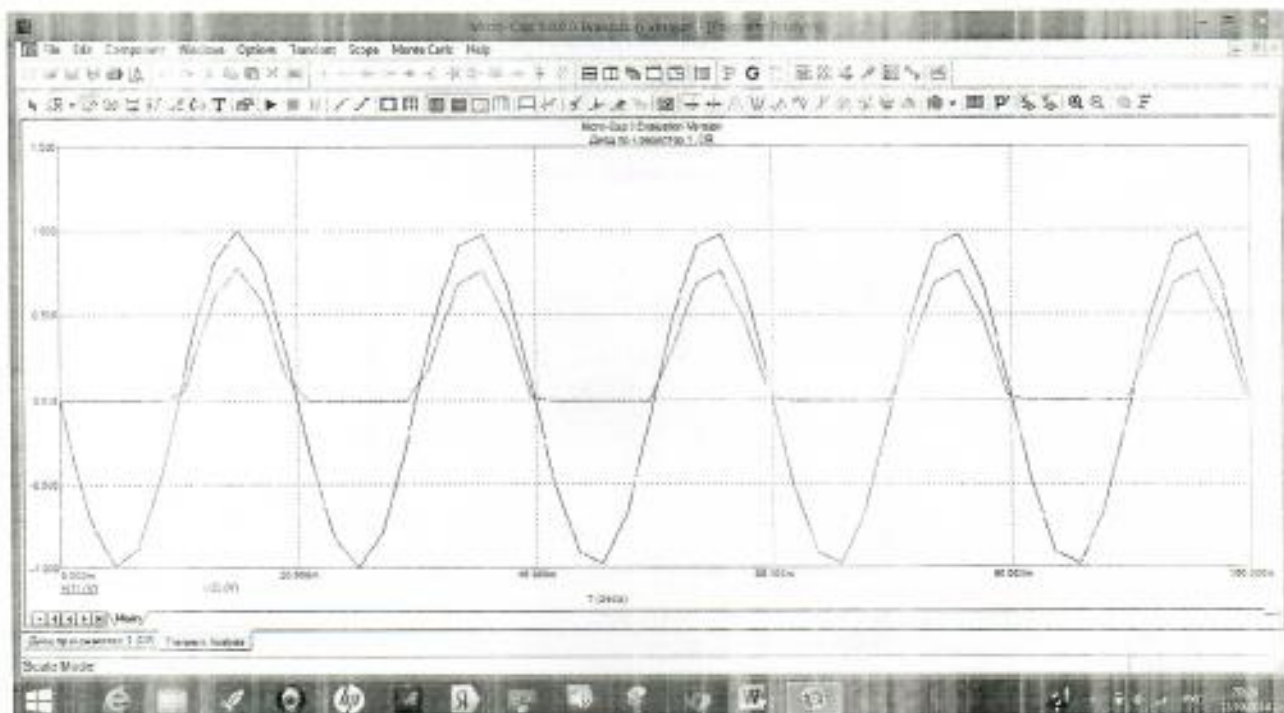
Рис. 7.2 Параметры источника синусоидального напряжения



Рис.7.3 Параметры диода

7. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA схему выделения отрицательной полуволны **ДИОД ИНВ И РЕЗИСТОР 1** (рис.7.7). Вывести на печать.

8. Выполнить требования пунктов 4, 5. На выходе наблюдается только отрицательная полуволна (рис.7.8). По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах. Вывести на печать.



7.6. Результаты работы схемы выделения положительной полуволны синусоидального напряжения

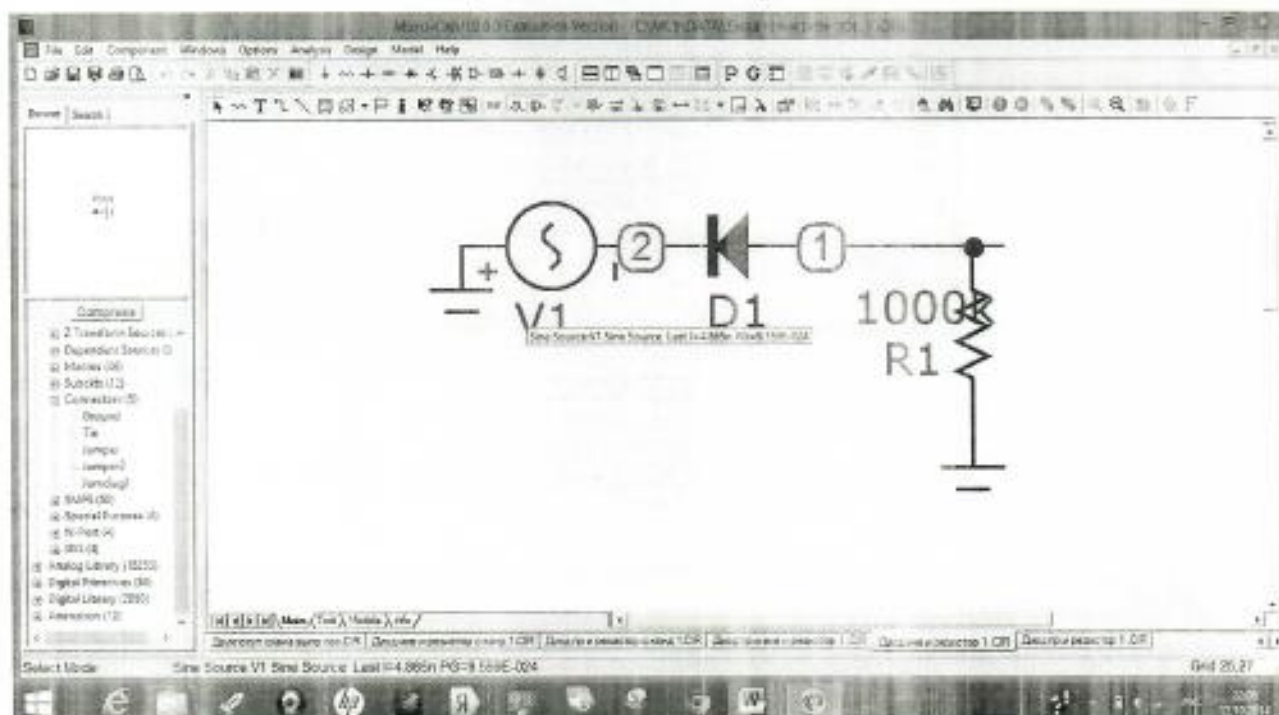


Рис. 7.7. Схема выделения отрицательной полуволны

11. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA однополупериодную схему выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение положительной полярности ДИОД ПР И РЕЗИСТОР С КОНД 1 (рис. 7.11). Вывести на печать.

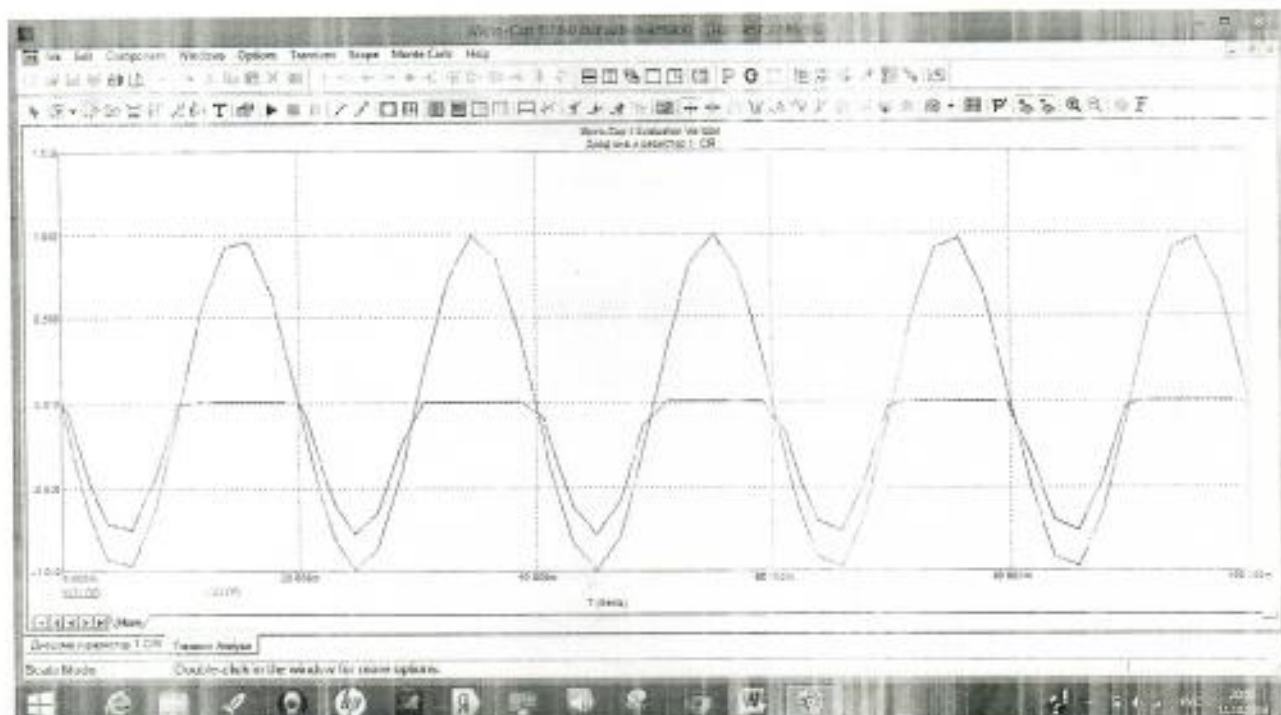
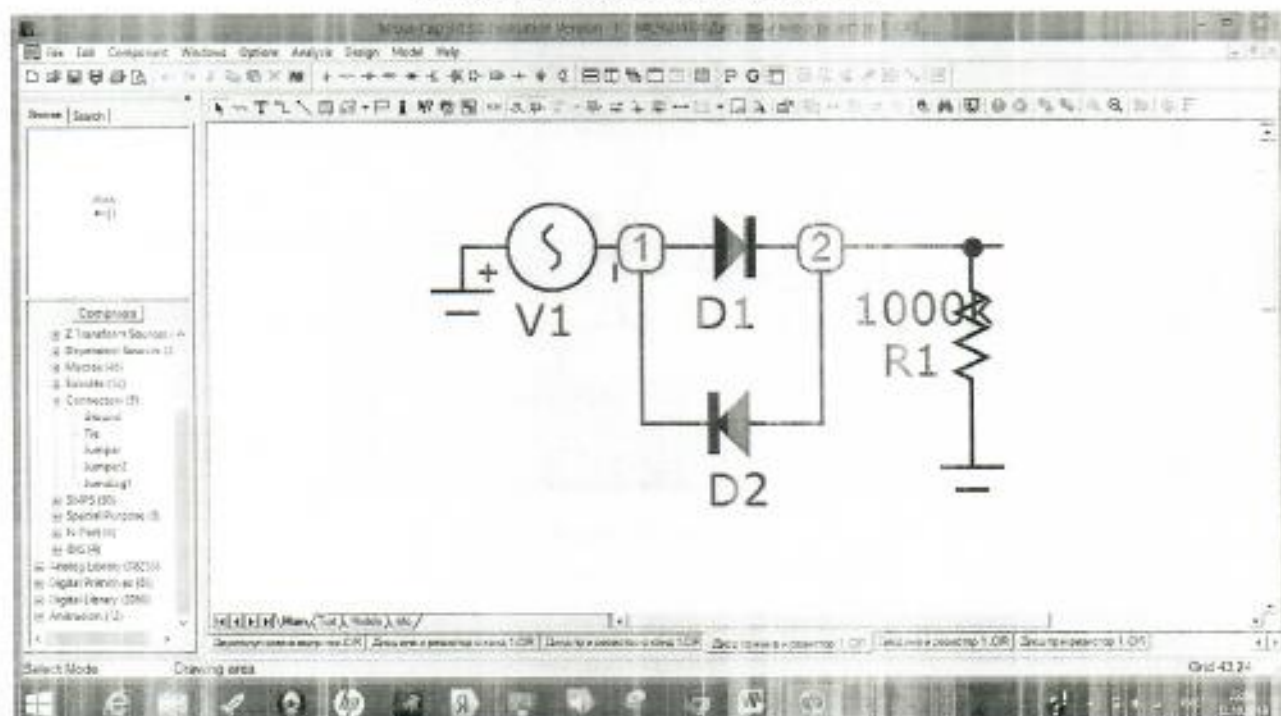


Рис.7.8. Результаты работы схемы выделения отрицательной полуволны синусоидального напряжения



7.9.Схема выделения положительной и отрицательной полуволн синусоидального напряжения

12. Установить параметры конденсатора С1 в соответствии с рис 7.12.

13. Выполнить требования пунктов 4, 5. На выходе наблюдается постоянное напряжение положительной полярности (рис.7.13). По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси-напряжение в вольтах. Вывести на печать. Вывести на печать.

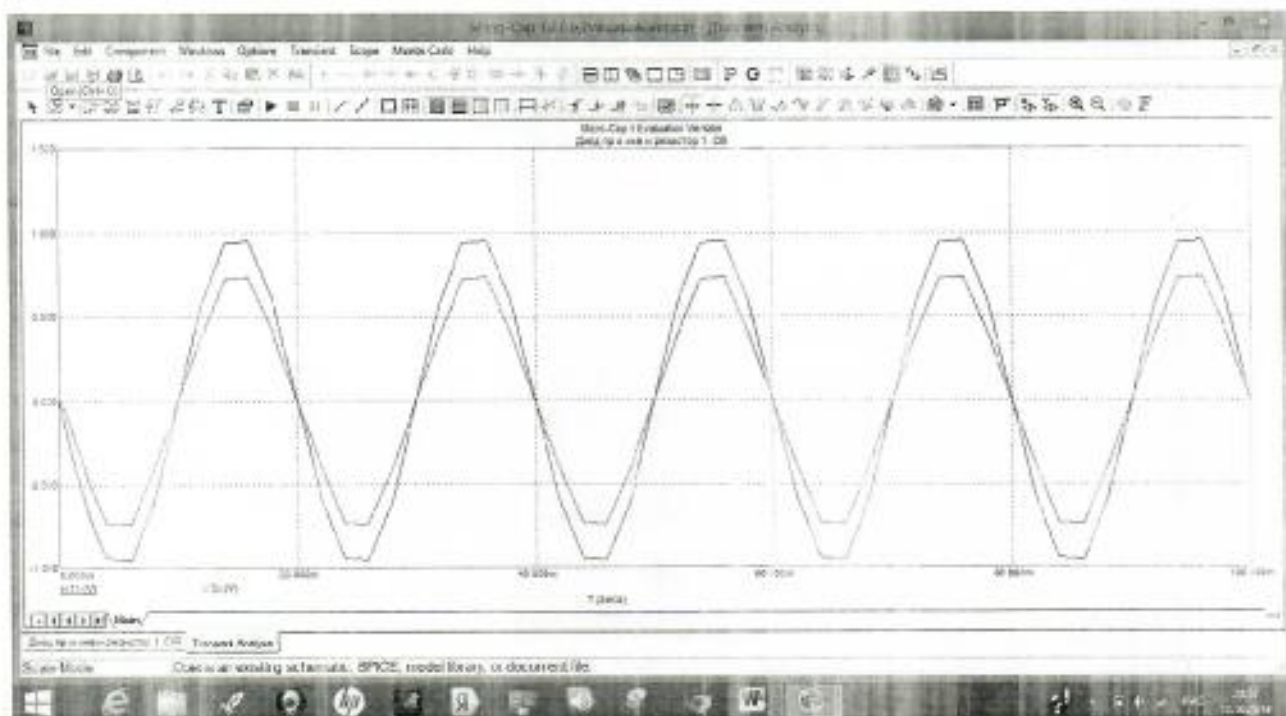


Рис.7.10. Результаты работы схемы выделения положительной и отрицательной полуволн синусоидального напряжения

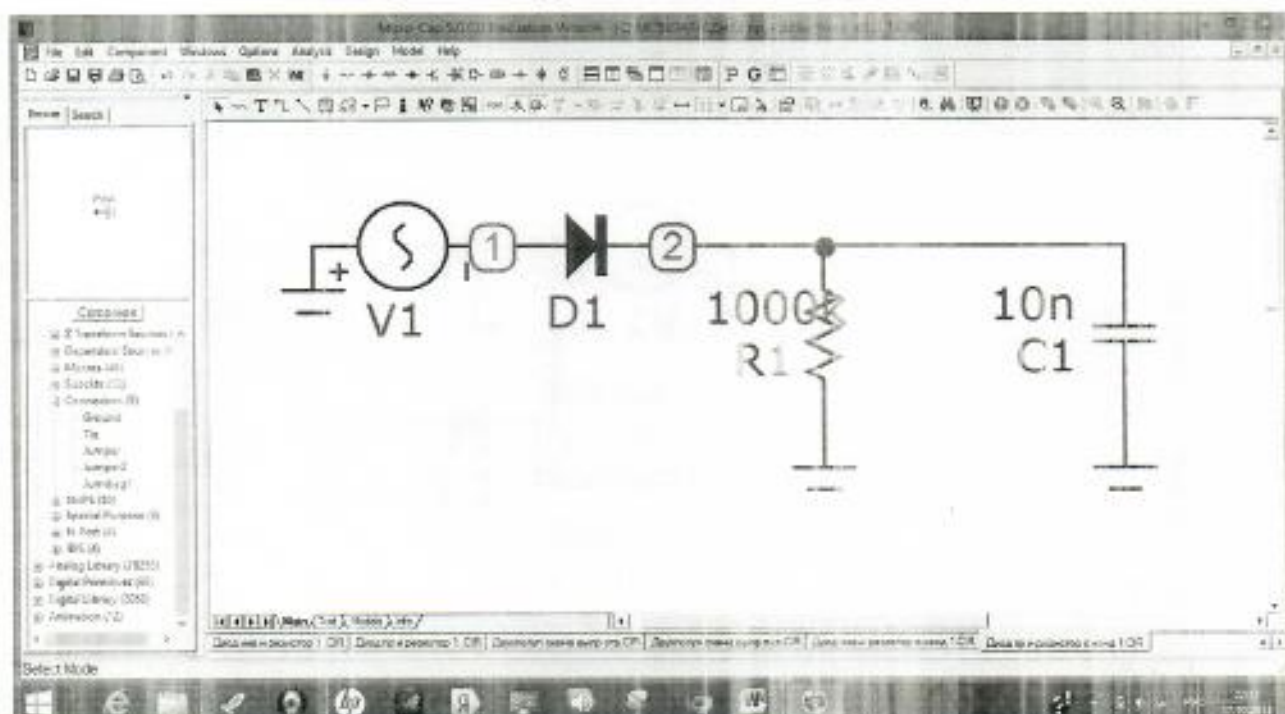


Рис.7.11. Однополупериодная схема выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение положительной полярности

14. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA однополупериодную схему выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение отрицательной полярности **ДИОД ИНВ И РЕЗИСТОР С КОНД 1** (рис. 7.14). Вывести на печать.

16. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA двухполупериодную схему выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение положительной полярности **ДВУХПОЛУП СХЕМА ВЫПР ПОЛ** (рис.7.16). Вывести на печать.

17. Выполнить требования пунктов 4, 12. .

18. Нажать кнопки **АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient)**. На экране появится таблица задания параметров. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис. 7.17.

19. Нажать кнопку **Run (Пуск)** и на экране появится 2 графика: зависимость входного синусоидального напряжения генератора от времени и зависимость выходного напряжения от времени в виде постоянного напряжения положительной полярности (рис.7.18). По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах. Вывести на печать.

20. Поместить в рабочее поле экрана из папки DATA двухполупериодную схему выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение отрицательной полярности **ДВУХПОЛУП СХЕМА ВЫПР ОТР** (рис. 7.19). Вывести на печать.

21. Выполнить требования пунктов 4, 12. .

22. Нажать кнопки **АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (Analysis-Transient)**. На экране появится таблица задания параметров. Установить параметры моделирования схемы в соответствии с рис. 7.20.

23. Нажать кнопку **Run (Пуск)** и на экране появится 2 графика: зависимость входного синусоидального напряжения генератора от времени и зависимость выходного напряжения от времени в виде постоянного напряжения отрицательной полярности (рис. 7.21). По горизонтальной оси- время в микросекундах, а по вертикальной оси- напряжение в вольтах.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схемы всех рассмотренных вариантов;
- графики результатов работы схем всех рассмотренных вариантов;
- постоянные времени заряда и разряда конденсатора C1.

Вопросы для самопроверки

- принцип работы схем выпрямления переменного синусоидального напряжения в постоянное положительной и отрицательной полярности;
- как изменяется сопротивление конденсатора по мере его заряда от полностью разряженного до полностью заряженного состояния?
- какими элементами схемы определяется уровень выходного напряжения?

– чем определяется крутизна траектории выходного напряжения схем, содержащих конденсатор?

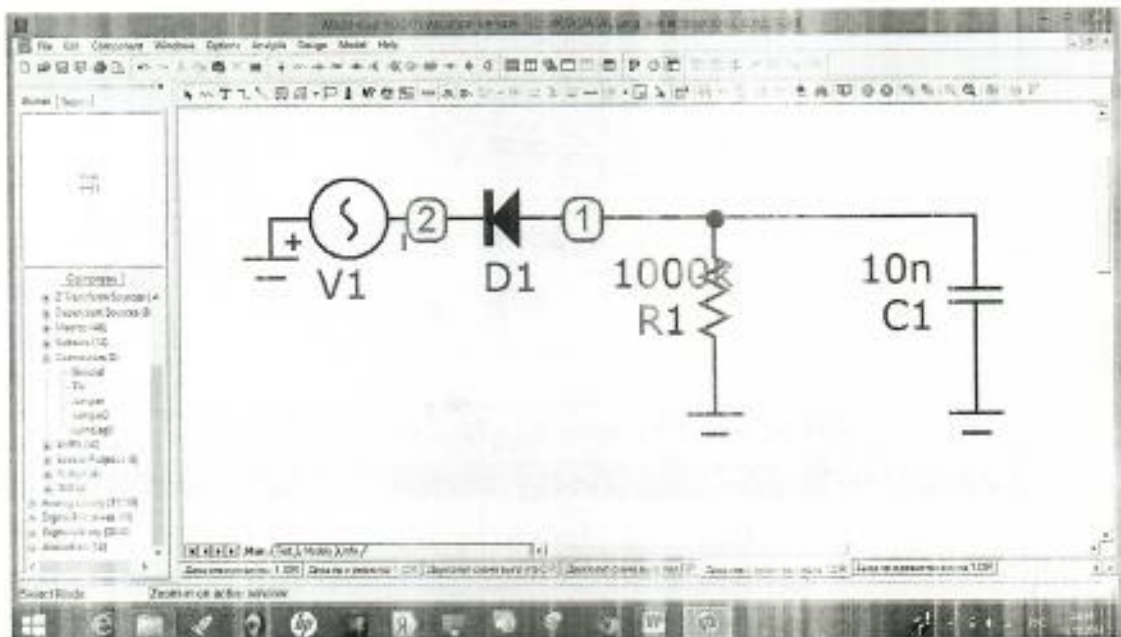


Рис.7.14.Однополупериодная схема выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение отрицательной полярности

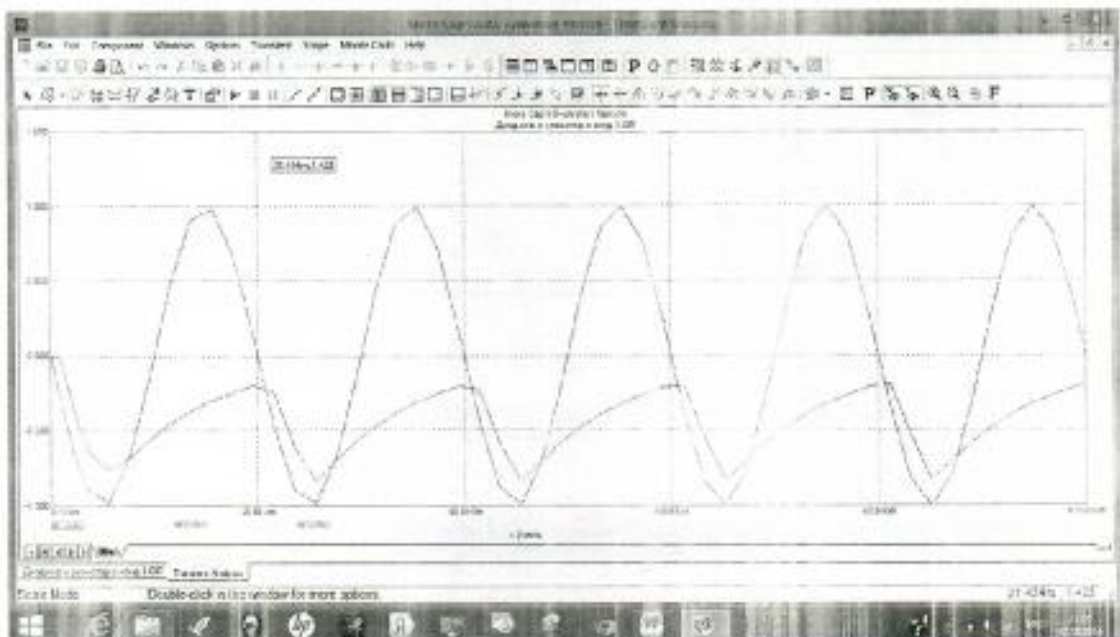


Рис.7.15. Результаты работы однополупериодной схемы выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение отрицательной полярности

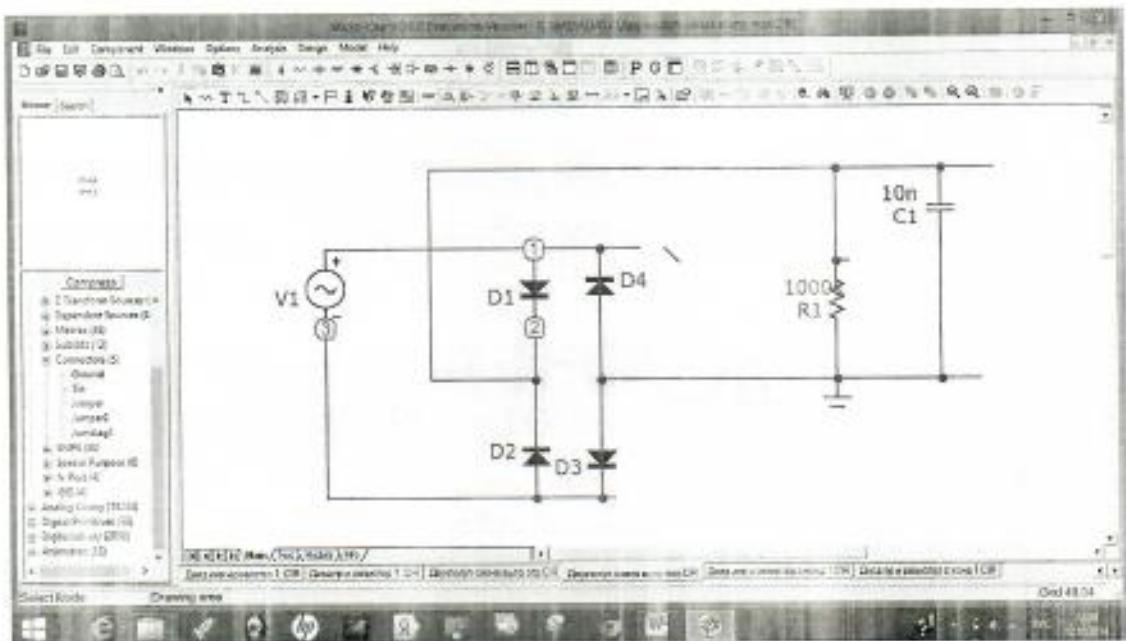


Рис.7.16. Двухполупериодная схема выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение положительной полярности



7.17. Параметры моделирования двухполупериодной схемы выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение

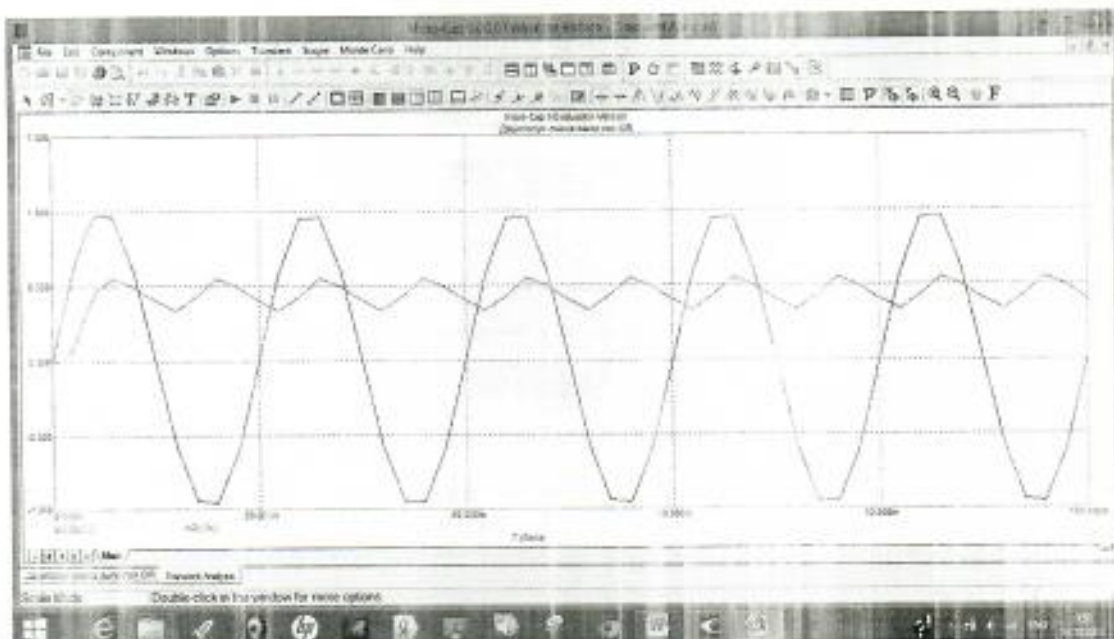
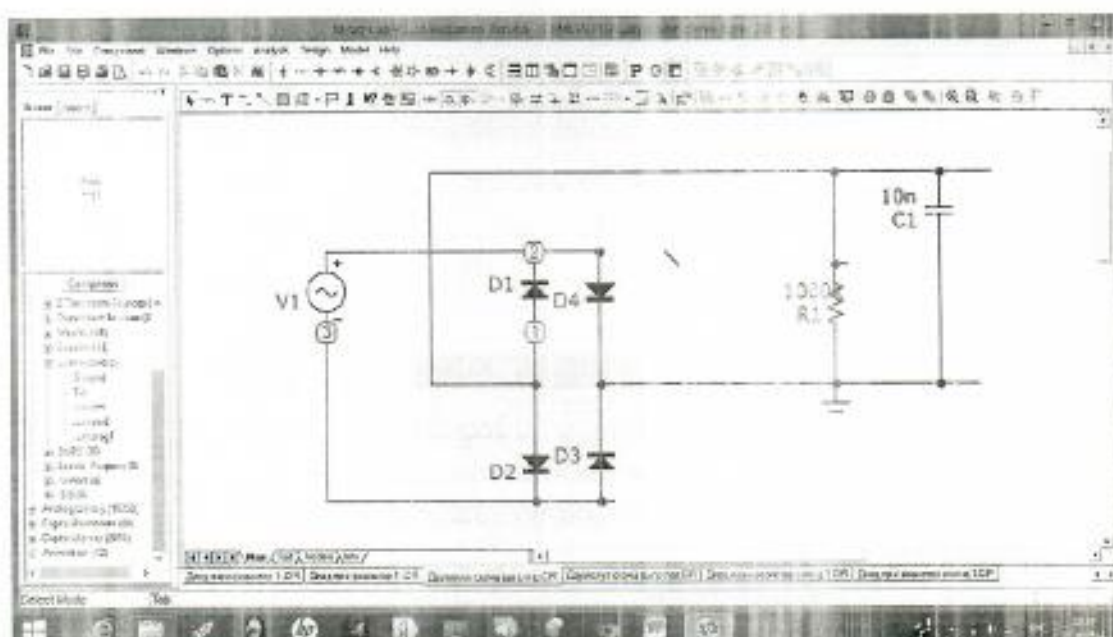


Рис. 7.18. Результаты работы двухполупериодной схемы выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение положительной полярности



7.19. Двухполупериодная схема выпрямления синусоидального напряжения в постоянное напряжение отрицательной полярности

Лабораторная работа № 7 Исследование двоичного счётчика

Цель работы. Освоение методики реализации и исследования двоичных счётчиков с заданным коэффициентом пересчёта.

Методика выполнения лабораторной работы

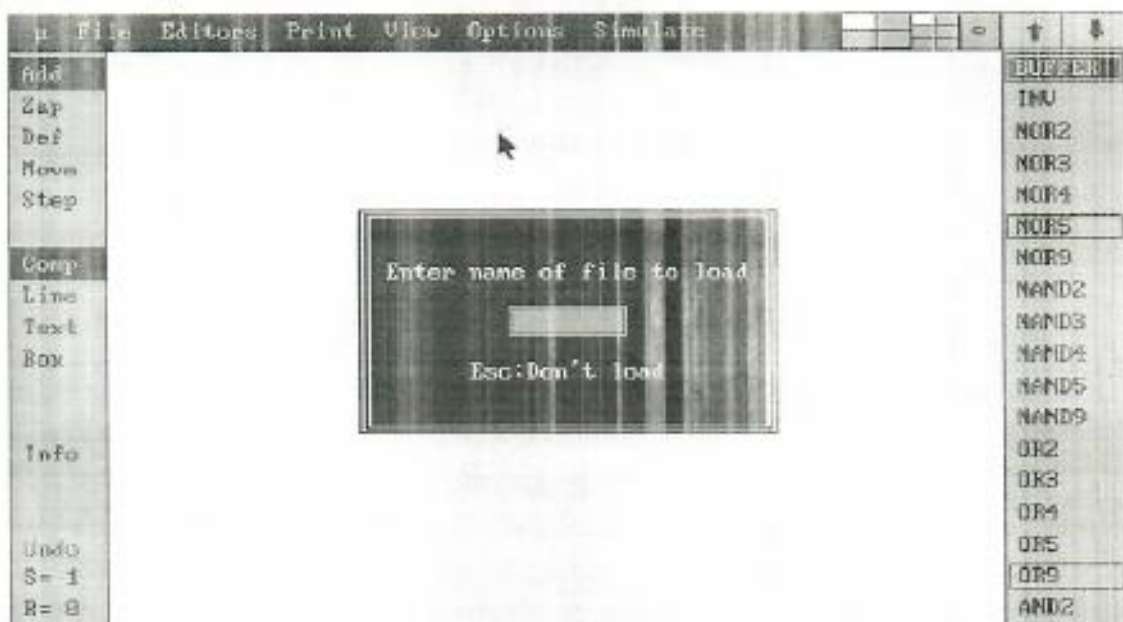
Задание:

а) построить схему счётчика, вырабатывающую циклическую последовательность двоичных чисел, заданных преподавателем. В качестве элементов памяти использовать триггеры типов D, DV, RS, JK, T (тип триггера задаётся преподавателем).

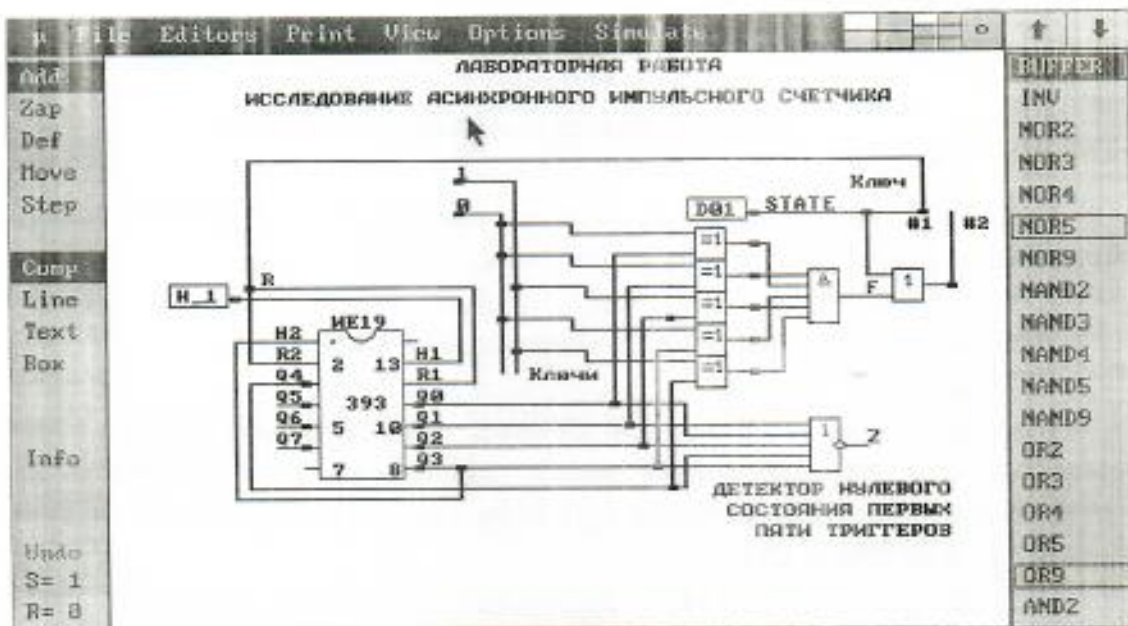
б) измерить задержку выходных сигналов $Q_1...Q_n$ относительно тактового сигнала H .

в) установить переключателями заданный модуль пересчёта.

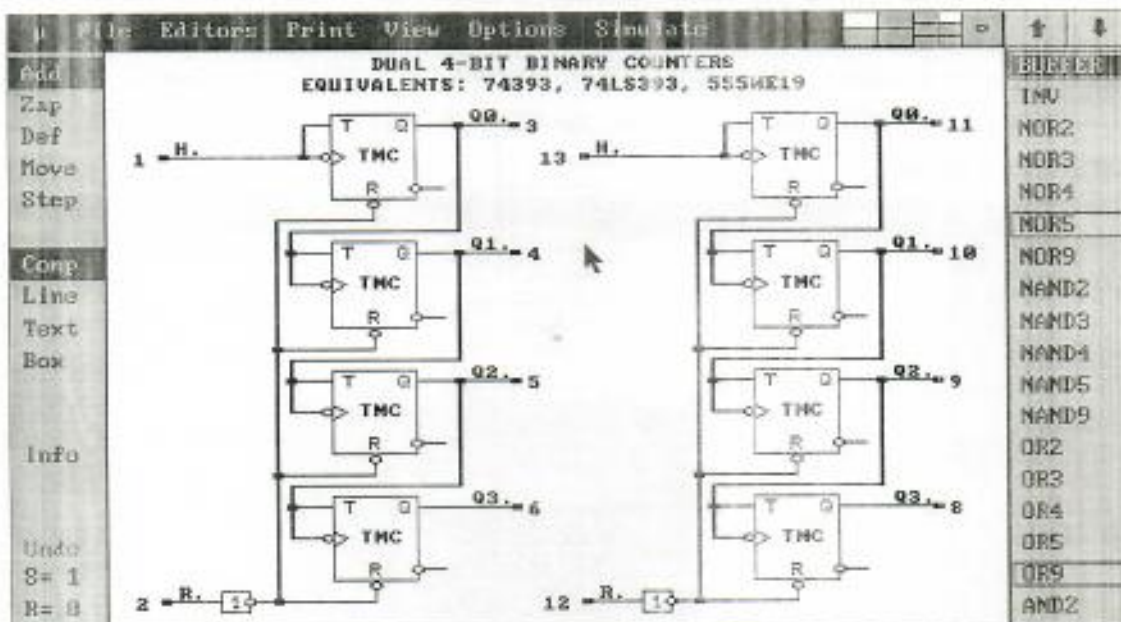
1. Загрузить файл U \square CT-AS.DWG. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу Alt, и, продолжая её удерживать, нажать клавишу F, отпустить обе клавиши и нажать клавишу. Диалоговое окно примет следующий вид:



2. В строке ввода наберите U_CT-AS (или U_CT-S) и нажмите Enter. На экране появится схема асинхронного (синхронного) счётчика:

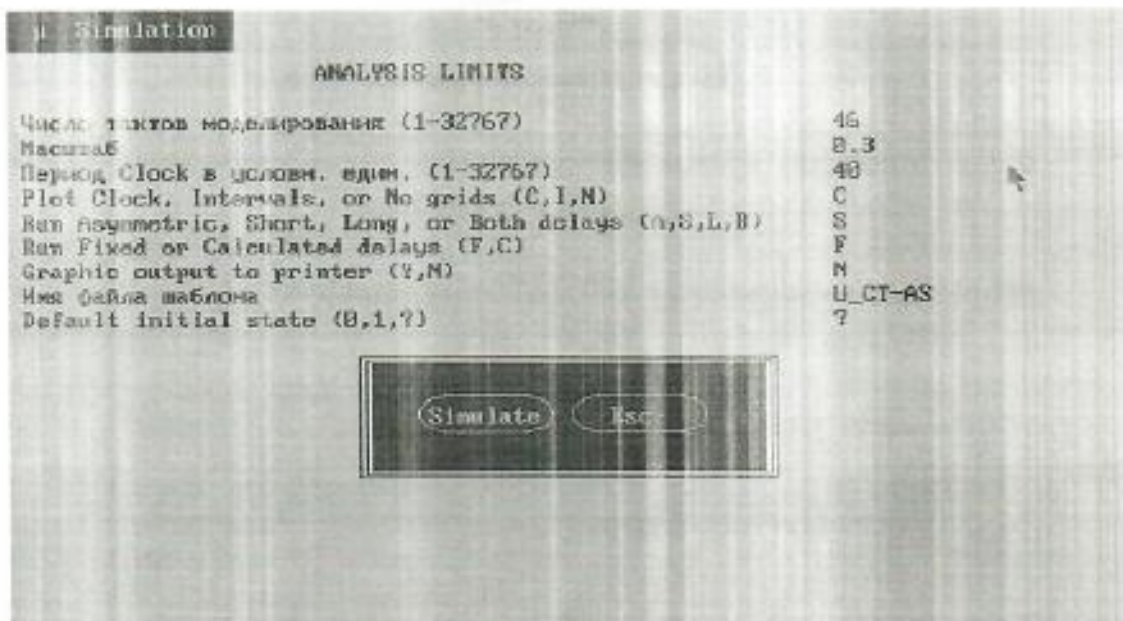


Обозначения элементов приведены ниже:

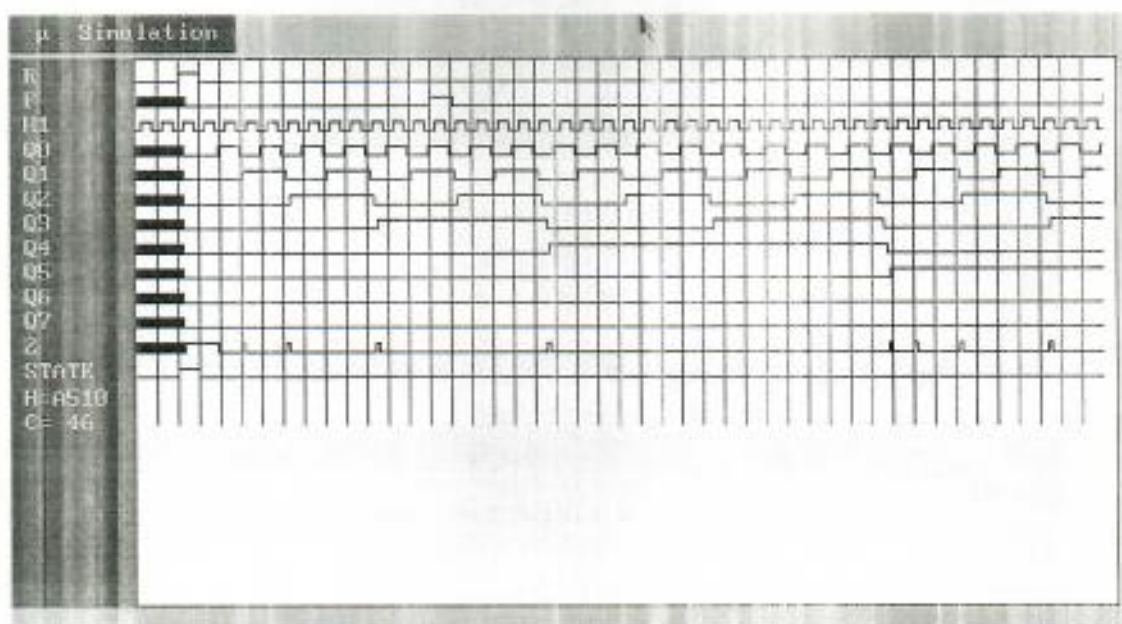


3. Перейдите в режим симуляции. Для этого последовательно нажмите клавиши Alt+S, 1 или выберите мышью в меню Simulate пункт 1 Simulate.

4. В появившемся диалоговом окне установки параметров моделирования введите данные в соответствии с заданием, полученным от преподавателя (пример ввода данных приведён ниже).



5. Для распечатки временной диаграммы нажмите курсором мыши на кнопку Simulate. На экране появится временная диаграмма следующего вида:



6. Выйдите из режима симуляции, нажав клавишу ESC.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

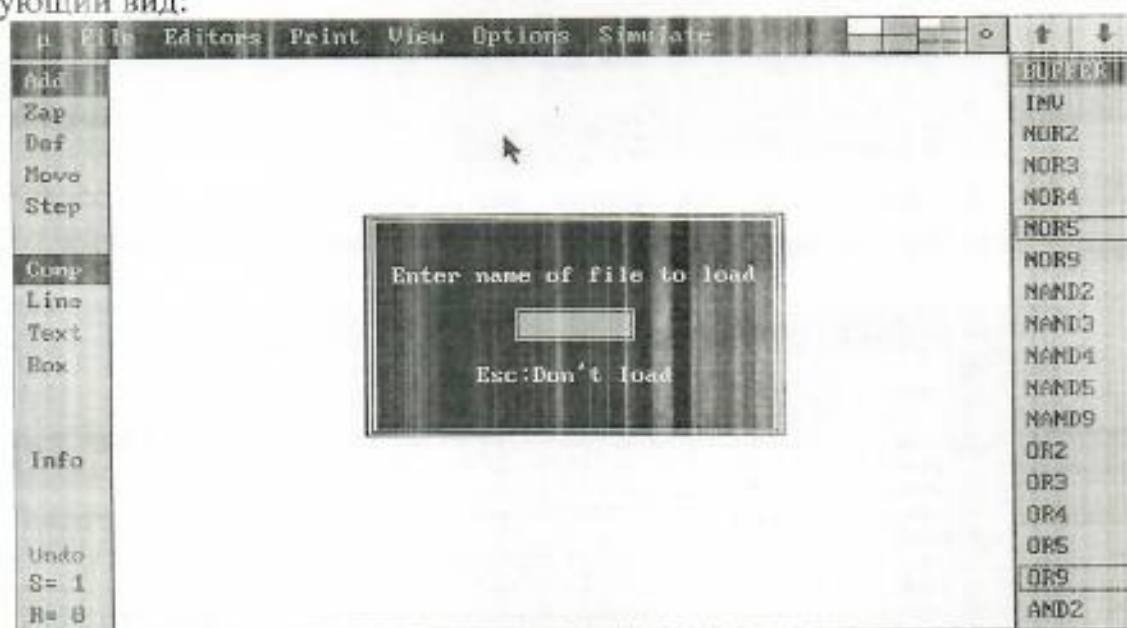
- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схему счётчика.
- временные диаграммы работы счётчика для заданного модуля пересчёта.
- результаты измерения задержки выходных сигналов счётчика.

Лабораторная работа № 8 Исследование сумматоров

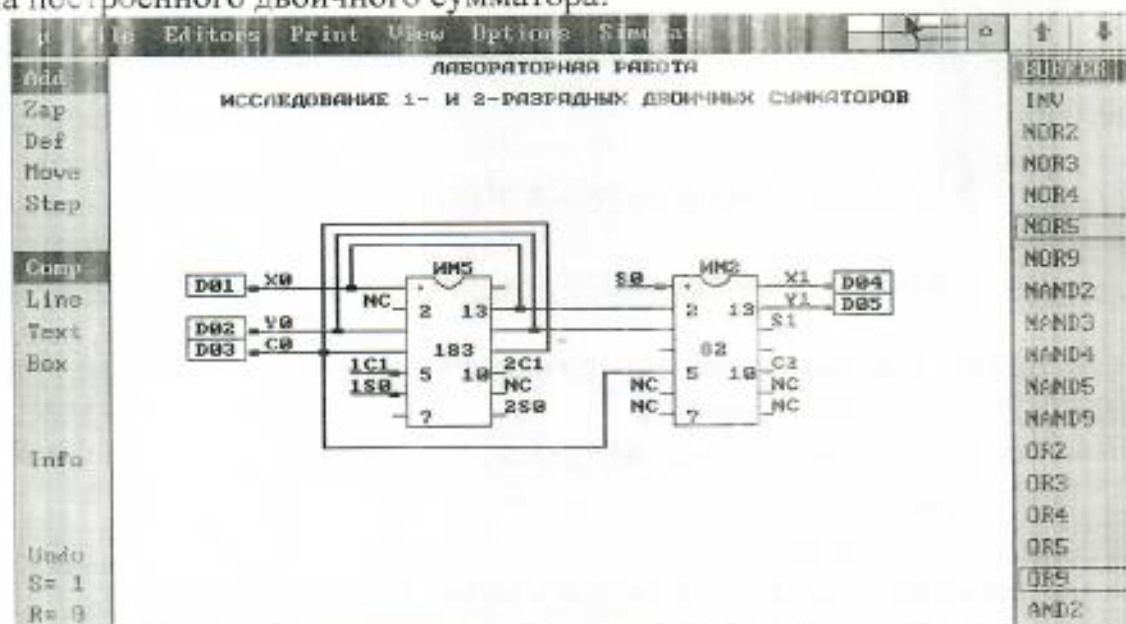
Цель работы. Освоение методики проектирования, реализации и исследования одно- и двухразрядных сумматоров.

Методика выполнения лабораторной работы

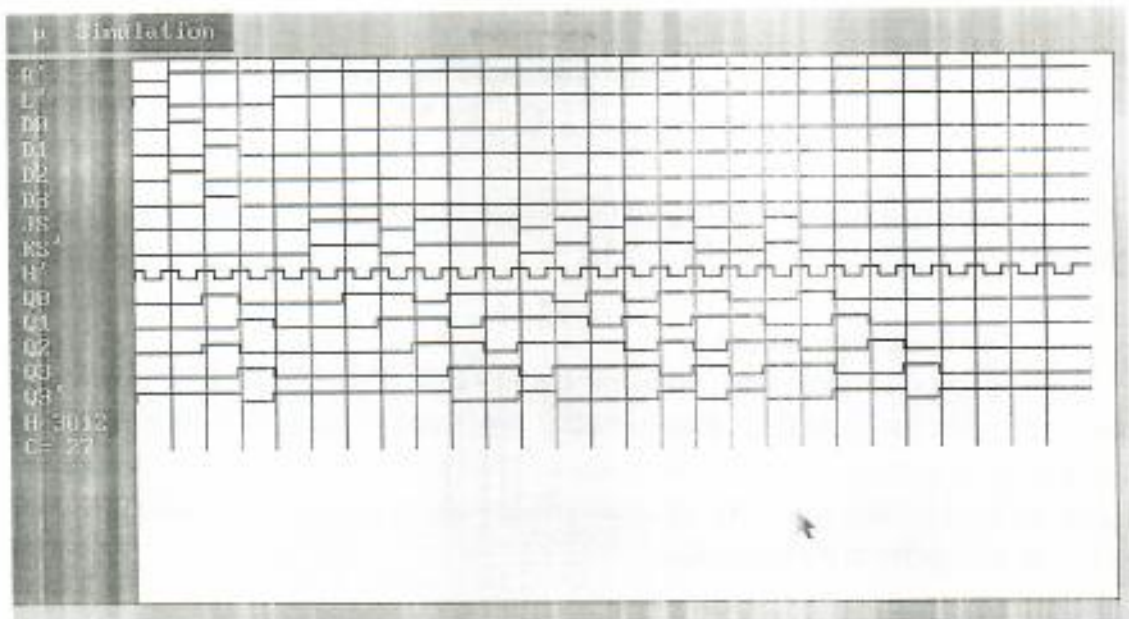
1. Загрузить файл T_IM2!5.DWG. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу Alt, и, продолжая её удерживать, нажать клавишу F, отпустить обе клавиши и нажать клавишу. Диалоговое окно примет следующий вид:



2. В строке ввода наберите T_IM2!5 и нажмите Enter. На экране появится схема построенного двоичного сумматора:



3. Перейдите в режим симуляции. Для этого последовательно нажмите клавиши Alt-S, 1 или выберите мышью в меню Simulate пункт 1 Simulate.

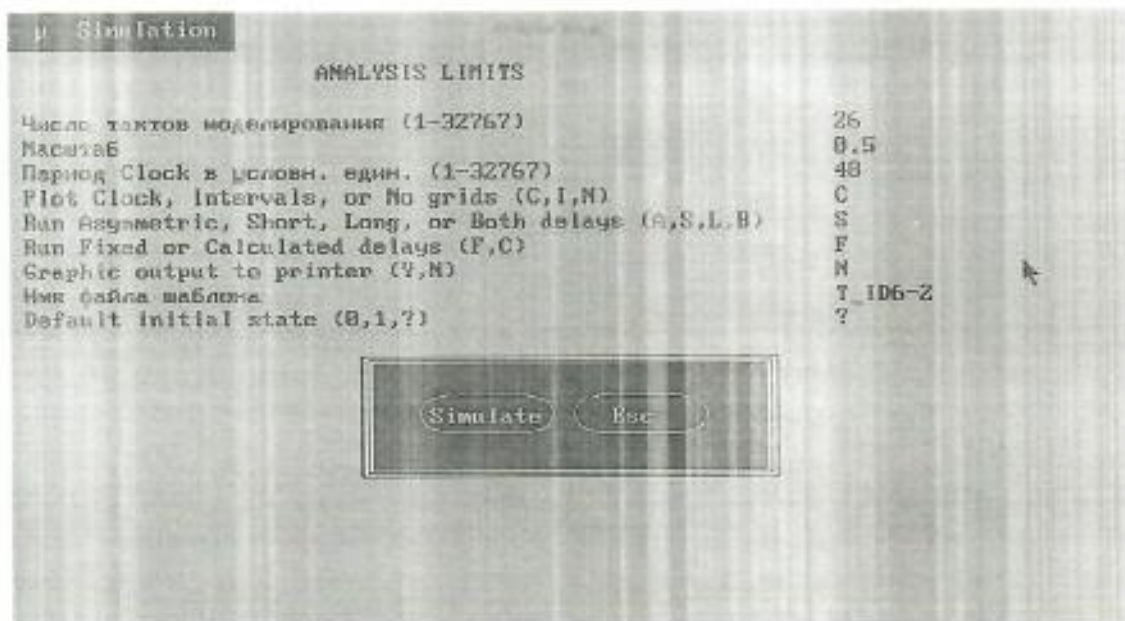


6. Выйдите из режима симуляции, нажав клавишу ESC.

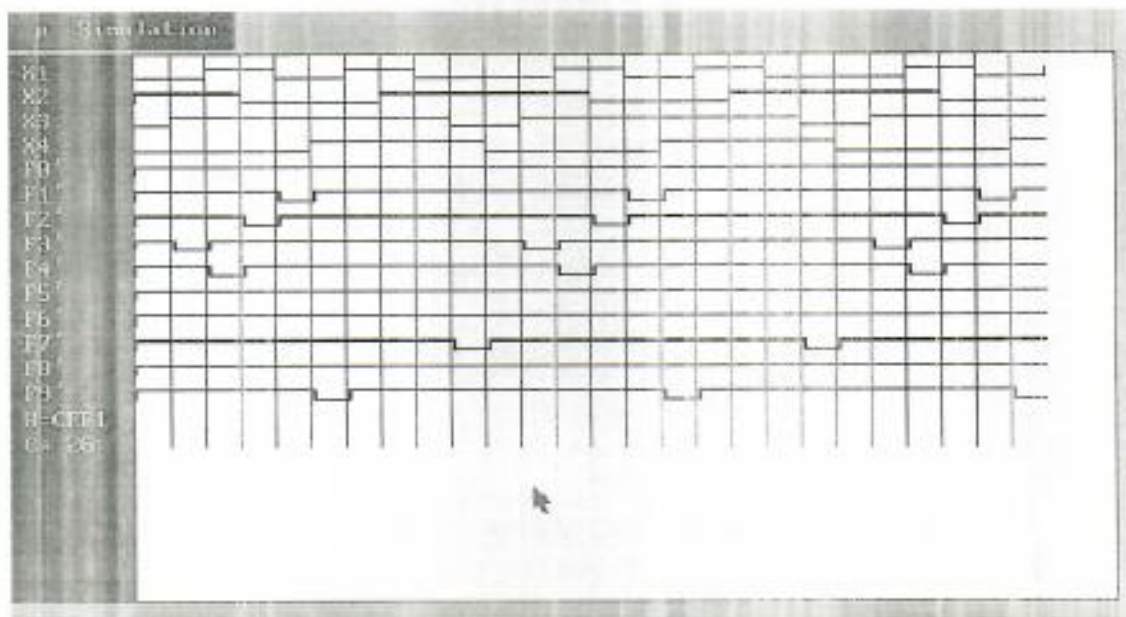
Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схему исследуемого регистра;
- временные диаграммы работы регистра.



9. Для распечатки временной диаграммы нажмите курсором мыши на кнопку Simulate. На экране появится временная диаграмма следующего вида:



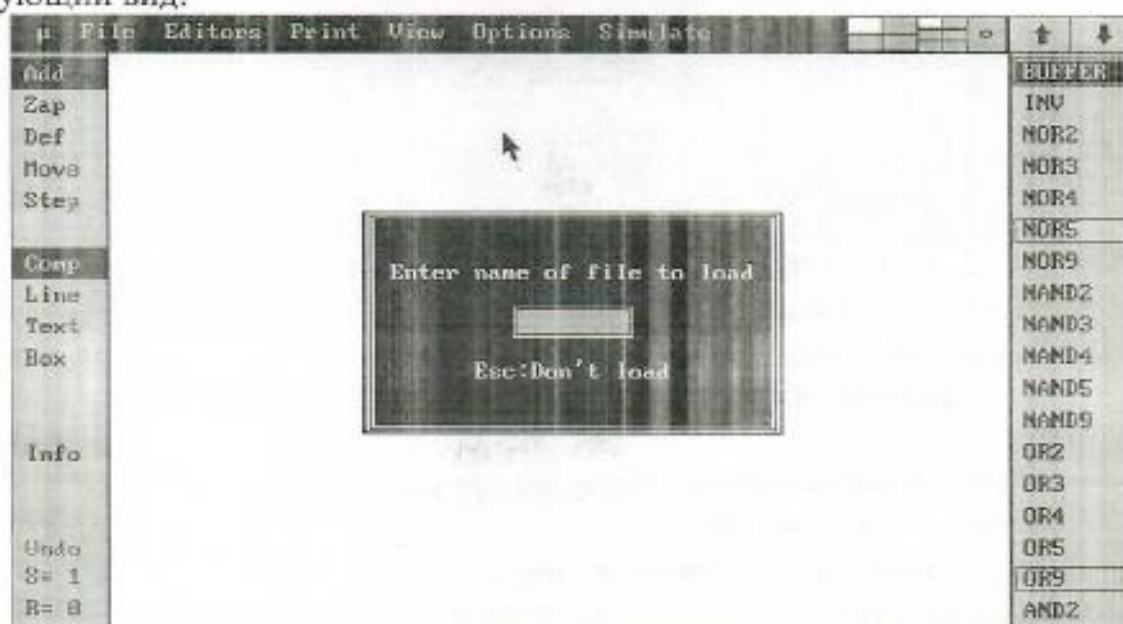
Обозначения элементов приведены ниже

Лабораторная работа № 10 Исследование десятичных дешифраторов

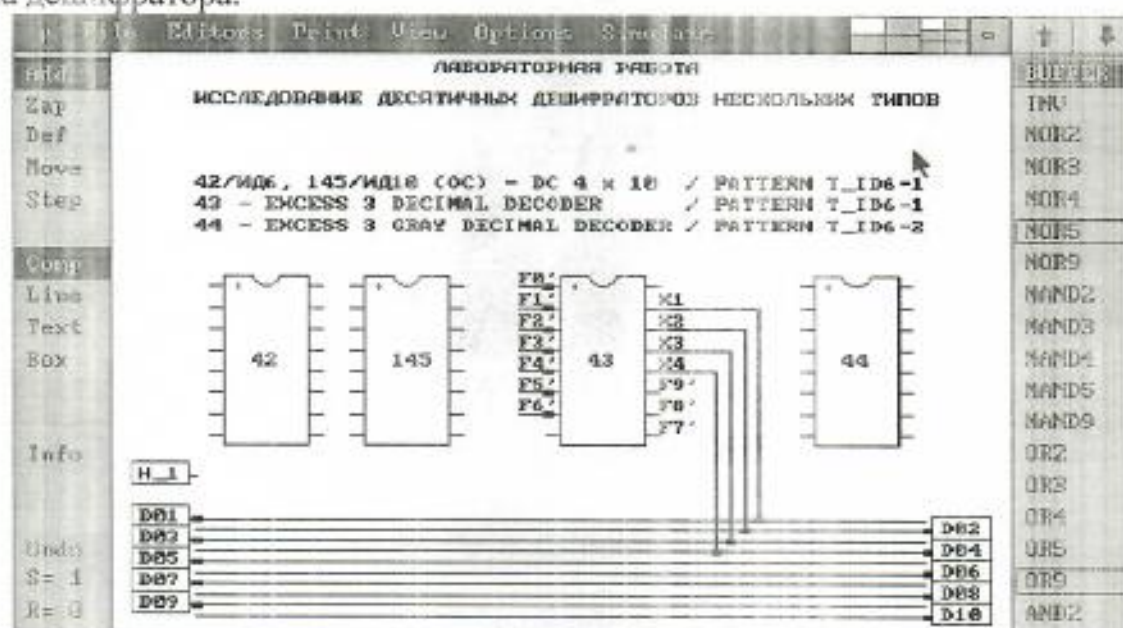
Цель работы. Освоение методики реализации и исследования десятичных дешифраторов.

Методика выполнения лабораторной работы

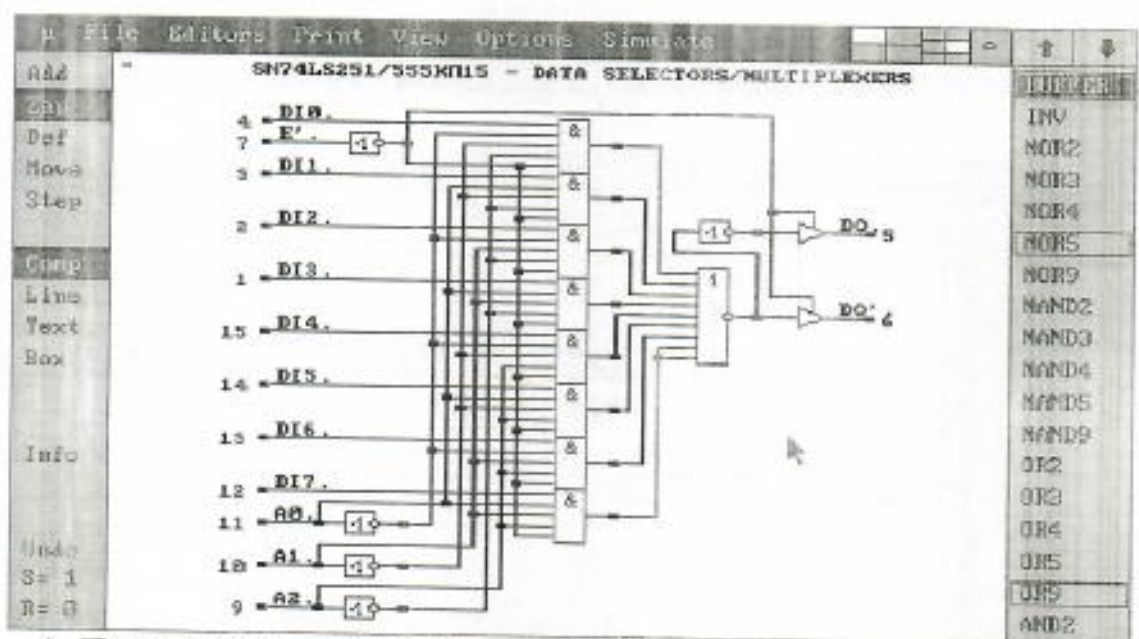
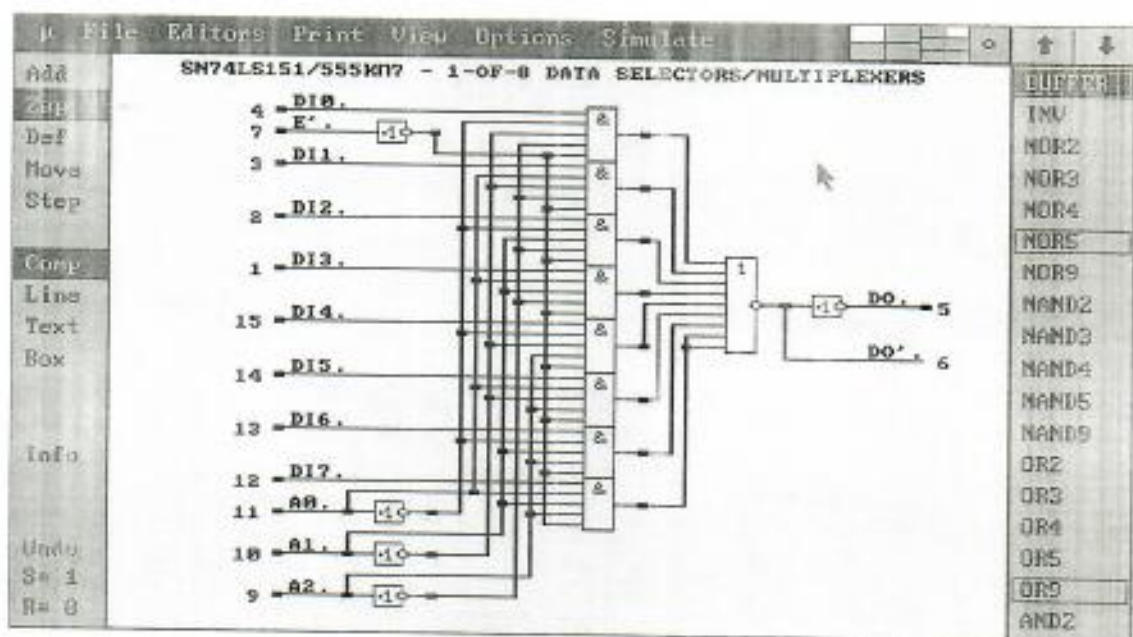
1. Загрузить файл T_ID6.DWG. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу Alt, и, продолжая её удерживать, нажать клавишу F, отпустить обе клавиши и нажать клавишу. Диалоговое окно имеет следующий вид:



2. В строке ввода наберите T_ID6 и нажмите Enter. На экране появится схема дешифратора.



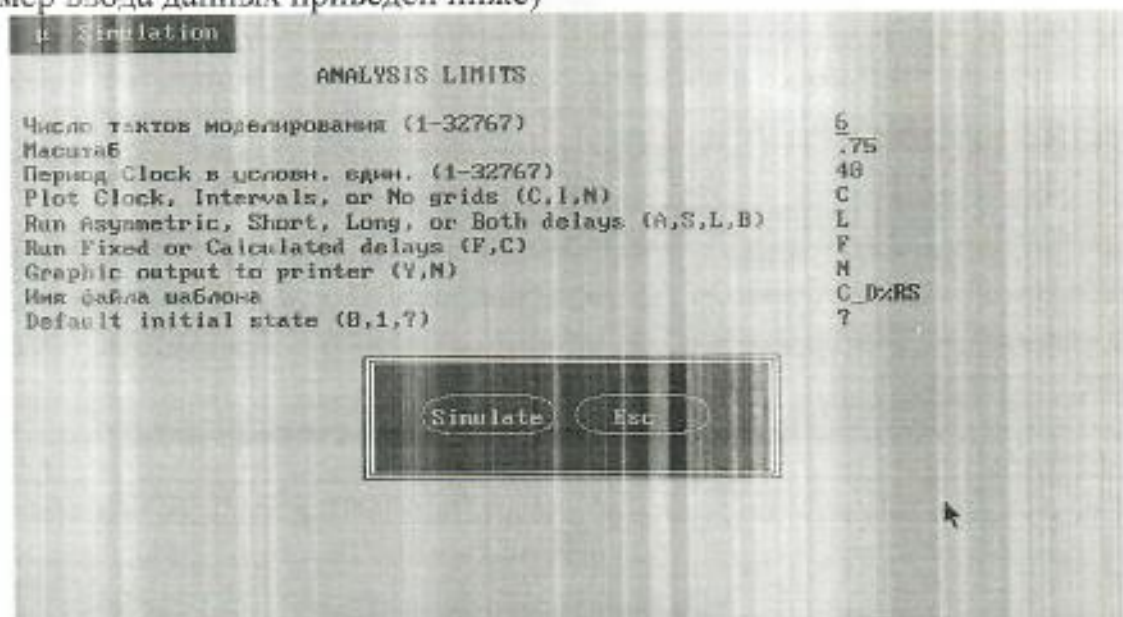
Обозначения элементов приведены ниже



4. Перейдите в режим симуляции. Для этого последовательно нажмите клавиши Alt+S, 1 или выберите мышью в меню Simulate пункт 1 Simulate.

5. В появившемся диалоговом окне установки параметров моделирования введите данные в соответствии с заданием, полученным от преподавателя (пример ввода данных приведен ниже).

4. В появившемся на экране окне установки параметров моделирования, введите данные в соответствии с заданием, полученным от преподавателя (пример ввода данных приведён ниже)



4. Для распечатки временной диаграммы работы выбранного типа триггерного устройства на основании заданных параметров моделирования, нажмите курсором мыши на кнопку «Simulate».

5. Выйдите из режима симуляции, нажав клавишу ESC.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

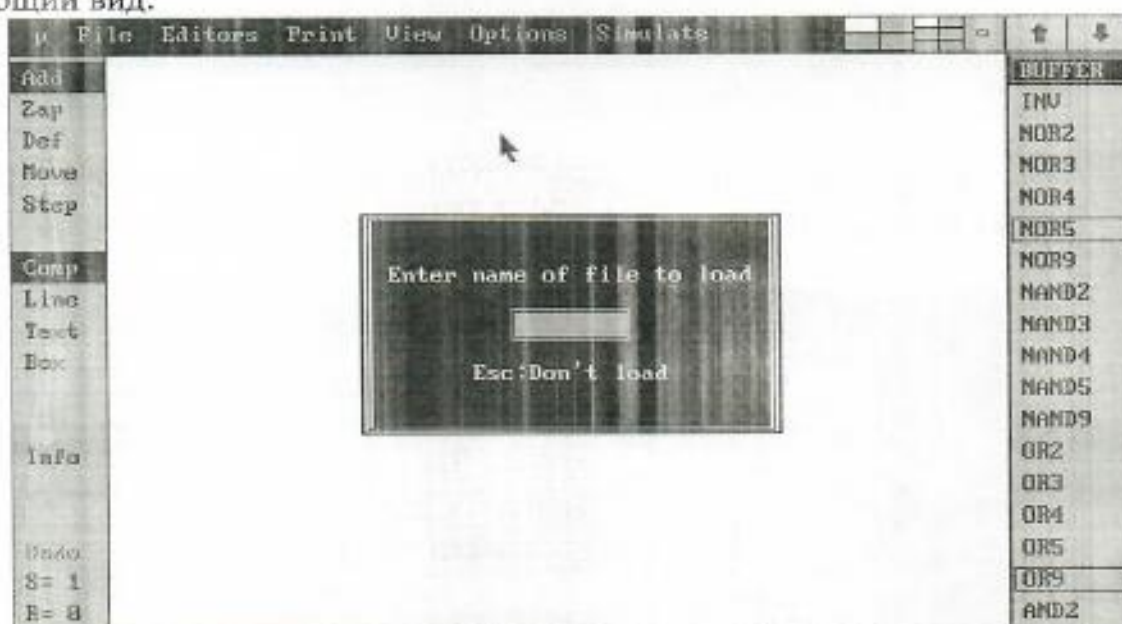
- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схему электрическую функциональную, исследованного триггерного устройства;
- распечатку временной диаграммы работы триггерного устройства.

Лабораторная работа № 11 Исследование 8-канальных мультиплексоров

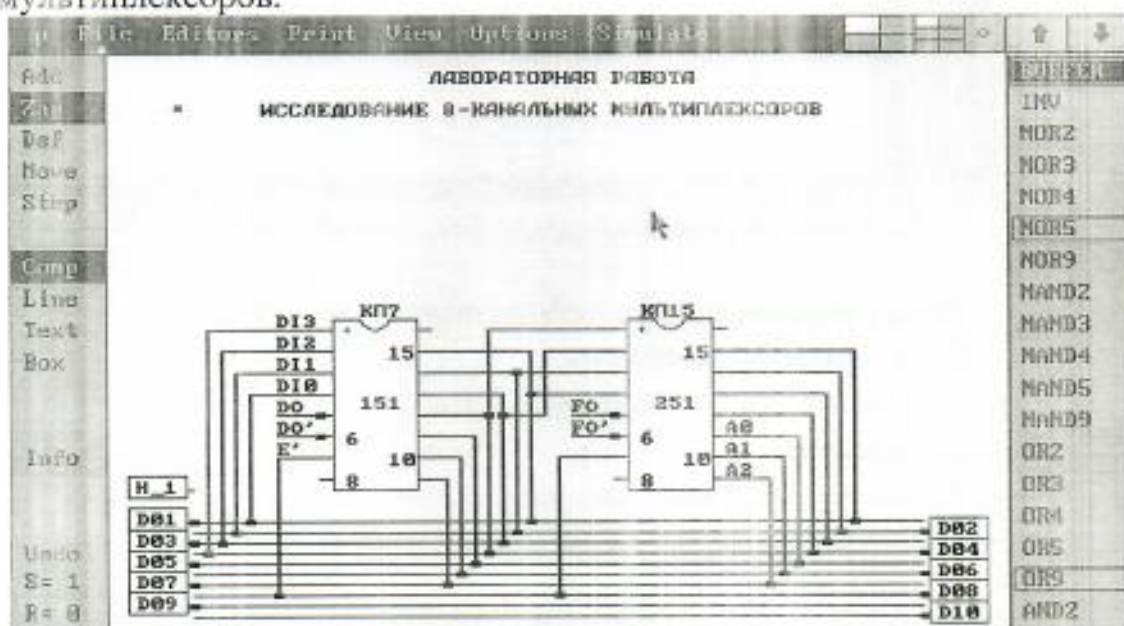
Цель работы. Освоение методики реализации и исследования мультиплексоров.

Методика выполнения лабораторной работы

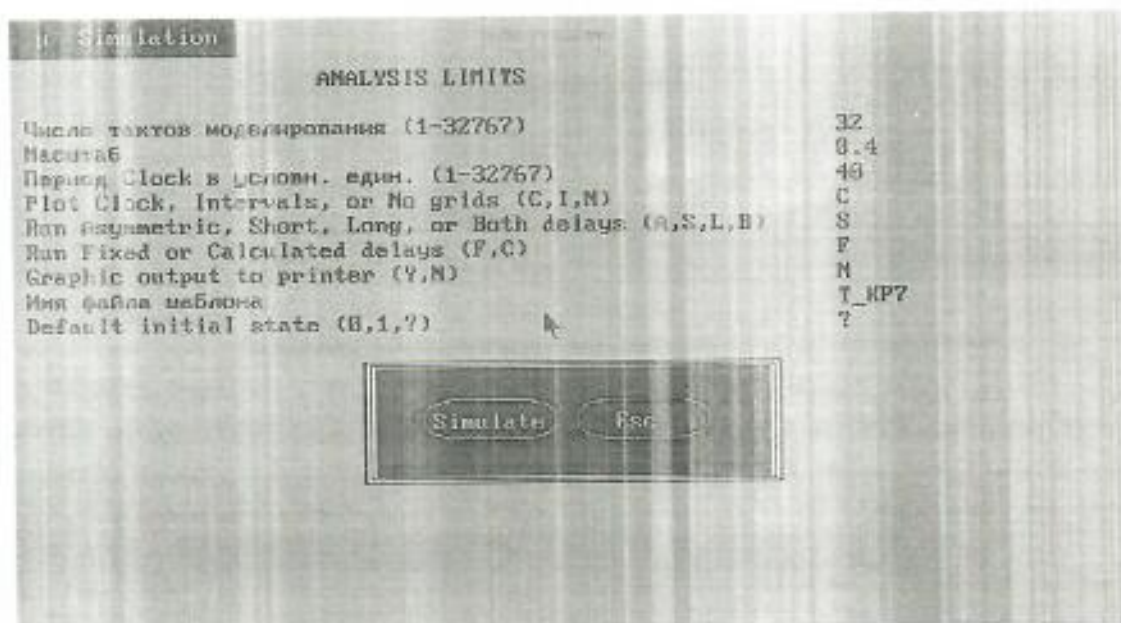
1. Загрузить файл T_KP7.DWG. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу Alt, и, продолжая её удерживать, нажать клавишу F, отпустить обе клавиши и нажать клавишу 2. Диалоговое окно имеет следующий вид:



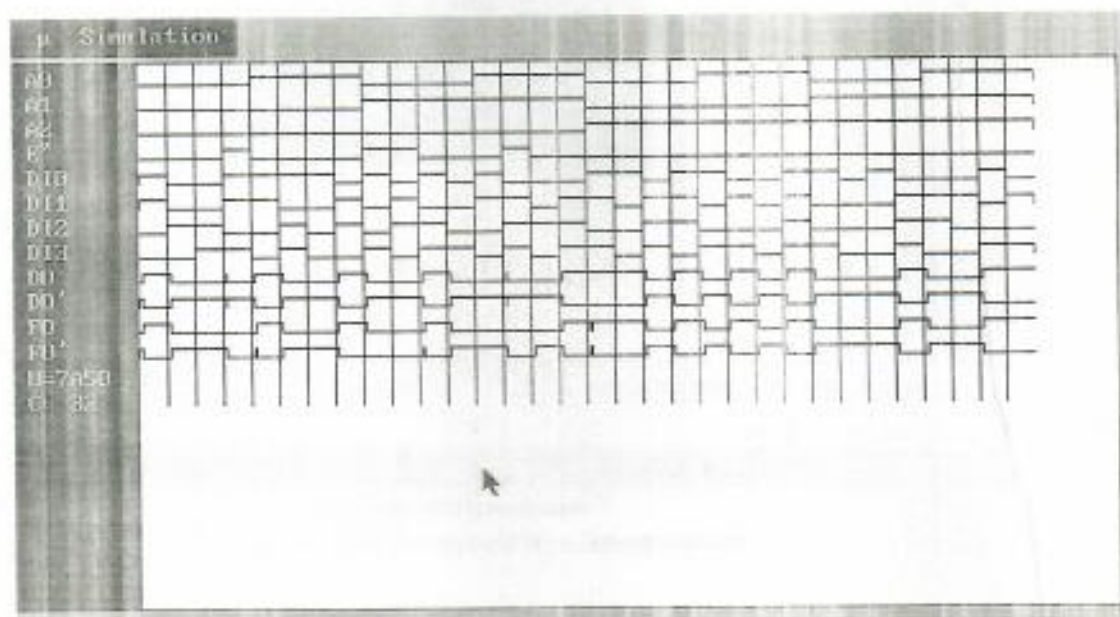
В строке ввода наберите T_KP7 и нажмите Enter. На экране появится схема мультиплексоров.



Обозначения элементов приведены ниже



6. Для распечатки временной диаграммы нажмите курсором мыши на кнопку Simulate. На экране появится временная диаграмма следующего вида:



7. Выйдите из режима симуляции, нажав клавишу ESC.

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет должен содержать:

- титульный лист с названием темы;
- цель работы;
- схемы исследуемых дешифраторов.
- временные диаграммы работы дешифраторов.

Лабораторная работа № 12 Исследование сдвигающих регистров

Цель работы. Освоение методики реализации и исследования сдвигающего регистра.

Методика выполнения лабораторной работы

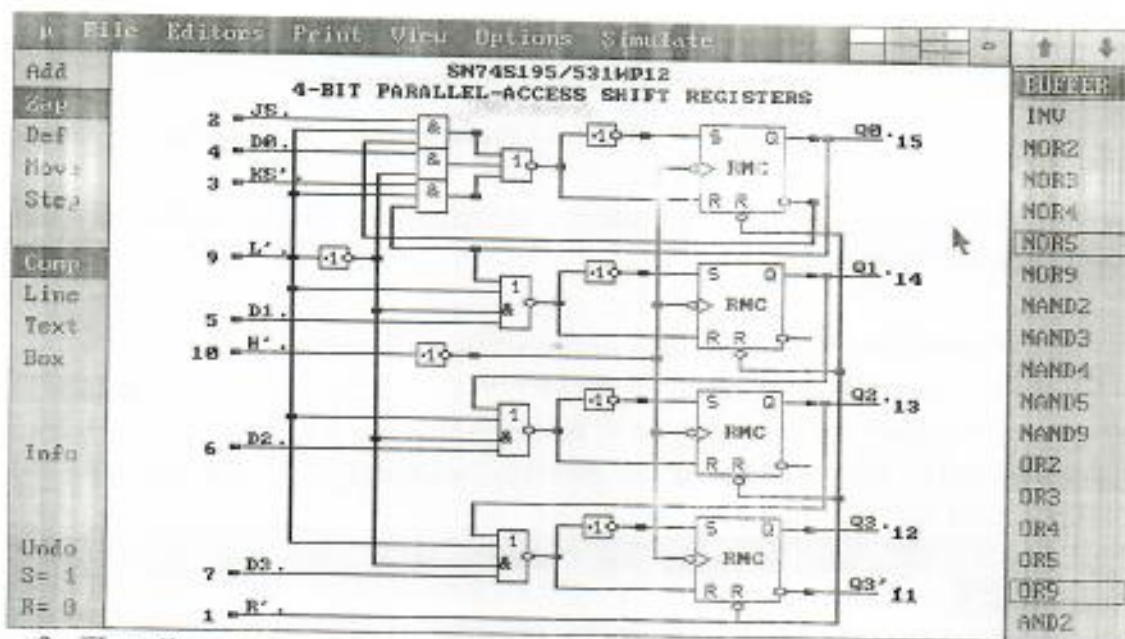
1. Загрузить файл T_IR12.DWG. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу Alt, и, продолжая её удерживать, нажать клавишу F, отпустить обе клавиши и нажать клавишу 2. Диалоговое окно имеет следующий вид:



В строке ввода наберите T_IR12 и нажмите Enter. На экране появится схема сдвигающего регистра.

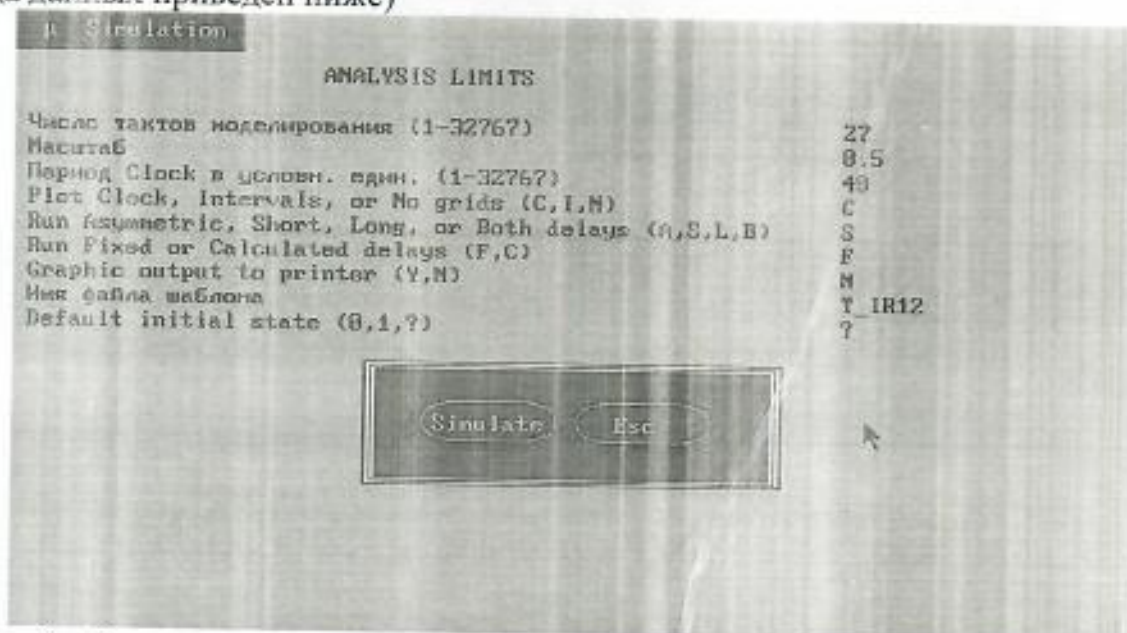


Обозначения элементов приведены ниже



3. Перейдите в режим симуляции. Для этого последовательно нажмите клавиши Alt+S, 1 или выберите мышью в меню Simulate пункт 1 Simulate.

4. В появившемся диалоговом окне установки параметров моделирования введите данные в соответствии с заданием, полученным от преподавателя (пример ввода данных приведен ниже)



5. Для распечатки временной диаграммы нажмите курсором мыши на кнопку Simulate. На экране появится временная диаграмма следующего вида:

Лабораторная работа № 13 Изучение основ работы в САПР MAX+plus II 10.2 BASELINE

Цель работы: получить знания и опыт проектирования цифровых устройств в САПР MAX+PLUS II.


Постановка задачи

Изучить базовые возможности САПР MAX+plus II 10.2 BASELINE (далее просто САПР). Научиться создавать проект цифрового устройства, принципиальную схему с помощью графического редактора САПР в формате .gdf, моделировать работу созданной схемы и создавать стандартный символ, на основе разработанной схемы.

Методические указания

Создание файла проекта. Для открытия программы Max+plus II нужно выполнить команду «*Пуск*» → «*Max+plus II 10.2 Baseline*», либо в каталоге установленной программы запустить файл max2win.exe. После запуска пакета открывается главное окно программы. В самой верхней строке содержится имя последнего проекта, с которым велась работа.

Перед началом работы над новым проектом следует создать рабочий каталог проекта, так как в процессе работы создается не только файл проекта, но и множество вспомогательных файлов, относящихся к нему.

Для создания нового файла проекта нужно выбрать пункт «*New*» меню «*File*», либо нажать на иконку  панели инструментов. При этом пользователю будет предложен набор типов файлов (рис.1). Так как в данной лабораторной работе рассматривается создание графических схем, то из предложенного списка нужно выбрать пункт «*Graphic Editor file*» с расширением .gdf.

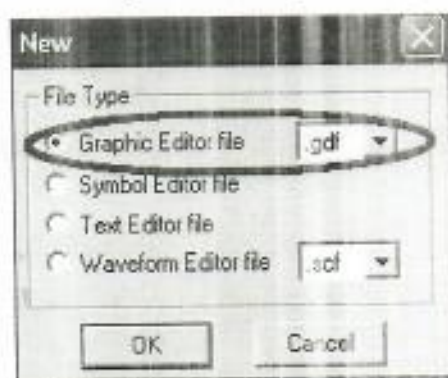


Рис. 1. Окно выбора типа файла

При этом откроется окно для графического ввода схемы (рис.2). Также это окно можно открыть, выбрав в меню «*Max+plus II*» пункт «*Graphic Editor*».





Рис. 2. Окно приложения Graphic Editor


Новый файл проекта необходимо сохранить в ранее созданной рабочей папке, используя меню «*File→Save*». Далее имя файла проекта обязательно нужно привязать к имени проекта, то есть сделать файл текущим рабочим проектом. Для этого нужно выбрать пункт «*Set Project to Current File*» меню «*File→Project*».


Разработка схемы в графическом редакторе


Инструменты графического редактора. Прежде чем приступить к созданию схемы рассмотрим возможности графического редактора. Слева в окне располагается линейка с инструментами. Некоторые инструменты редактора предназначены для создания поясняющих надписей, рисунков и таблиц, которые не являются частью проекта и не обрабатываются при компиляции проекта.


 – при активизации этого инструмента становится возможным выделение, передвижение, копирование или удаление объектов. Горячая клавиша вызова инструмента - «*ESC*»;


 – инструмент, позволяющий создавать новые надписи или редактировать существующие. Шрифт и его размер задаются при помощи меню «*Options*» → «*Fonts*» и «*Options*» → «*Text Size*». Горячая клавиша - «*F2*»;



 – рисование отрезков горизонтально/вертикально и под любым углом. Кроме того, этот инструмент используется для задания связей между графическими элементами. Горячие клавиши «*F3,F4*».

 – рисование дуг и окружностей. Горячие клавиши «*F5,F6*».

 – инструменты масштабирования, соответственно увеличение и уменьшение. Горячие клавиши «*Ctrl+Space*» и «*Ctrl+Shift+Space*».

 – этот инструмент также относится к группе масштабирования и позволяет уменьшить масштаб до значения, при котором поле ввода схемы уменьшается до размеров окна. Горячая клавиша «*Ctrl+W*».

 – этот инструмент необходим для создания или удаления точек соединения связей графических элементов. Активизируется при выделении одной из линий связи.

  – данная функция определяет положение линий связи при передвижении графических компонентов. Если данная функция включена, то при перетаскивании компонента линии связи не обрываются, а передвигаются вместе с компонентом. В противном случае, при смене местоположения графического компонента связи его с другими элементами обрываются.

Часто в графических редакторах необходимым является наличие сетки. В приложении «*Graphic Editor*» сетка включается/отключается нажатием комбинации клавиш «*Ctrl+Shift+G*» или при помощи меню «*Options*» → «*Show Guidelines*». Настройка шага сетки осуществляется пунктом меню «*Options*» → «*Guideline Spacing*».

Ввод графических элементов. Для размещения элементов в окне редактора используется диалоговое окно «*Enter Symbol*» (рис.3), которое можно открыть через меню «*Symbol*» → «*Enter Symbol*». Удобнее вызывать это окно двойным щелчком левой клавиши мыши по свободному пространству открытого окна редактора, после чего выбранный элемент будет размещён именно в этом месте.



Рис.3. Окно ввода графических элементов

Необходимые для дальнейшей работы стандартные логические элементы находятся в каталоге `..\maxplus2\max2lib\prim`.

Примеры часто используемых графических элементов:

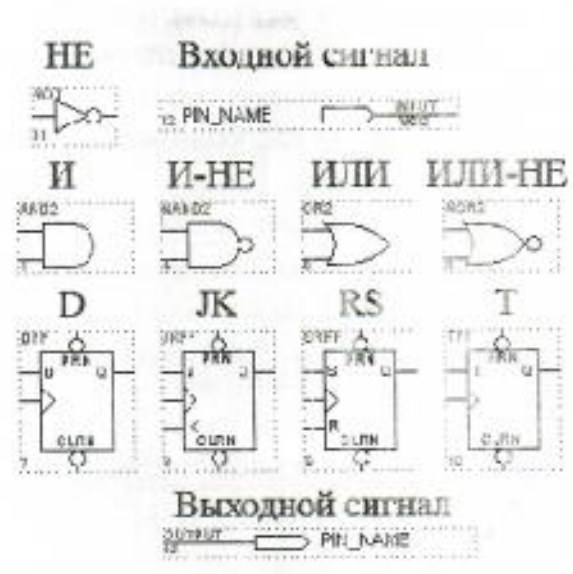


Рис. 4. Графические элементы

Так как в схеме может быть несколько входов и выходов, они должны иметь разные имена. Редактирование имен примитивов осуществляется при помощи инструмента редактирования текста.

Проведение связей и шин. Для проведения сигнальной линии необходимо активизировать инструменты рисования прямых отрезков; совместить указатель курсора с выводом элемента, при этом курсор автоматически превращается в инструмент рисования ортогональных линий (перекрестие). После этого проводится необходимая линия (при нажатой и удерживаемой левой кнопке мыши). Для соединения элементов необязательно проводить сплошные соединительные линии между выводами. Достаточно выводам, которые должны быть соединены между собой, присвоить одинаковые имена. Поименованный вывод элемента называется узлом («Node»). Для присвоения узлу имени необходимо сначала провести короткую сигнальную линию. Так как по окончании рисования линии она остаётся выделенной (такие элементы обозначаются красным цветом или красной рамкой), то имя узла можно вводить сразу. Если линия не выделена (имеет чёрный цвет), то необходимо выделить её щелчком левой кнопки мыши в том месте, где должно начинаться имя узла, и набрать на клавиатуре требуемое имя.

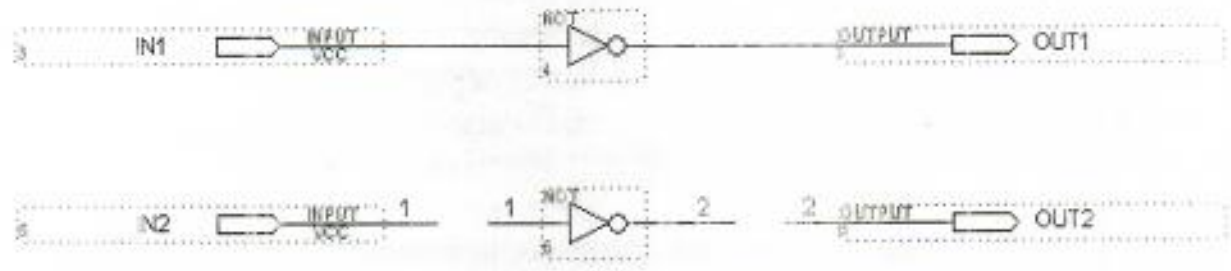


Рис.5. Пример ввода графических элементов

На рис.5 показан результат ввода трех элементов, входного вывода (примитив input) , инвертора (примитив not) и выходного вывода (примитив output) и их связей двумя способами.

Если схема имеет большое количество линий связи, то для соединения элементов удобнее использовать шины, то есть линии, содержащие несколько линий связи. Для проведения шин необходимо в меню «Options» «Line Style» выбрать жирную сплошную линию, активизировать инструменты рисования прямых отрезков, затем, нажав левую клавишу мыши провести шину. На рис. 6 приведен пример использования шин. Входы в шину и выходы из нее должны быть поименованы.

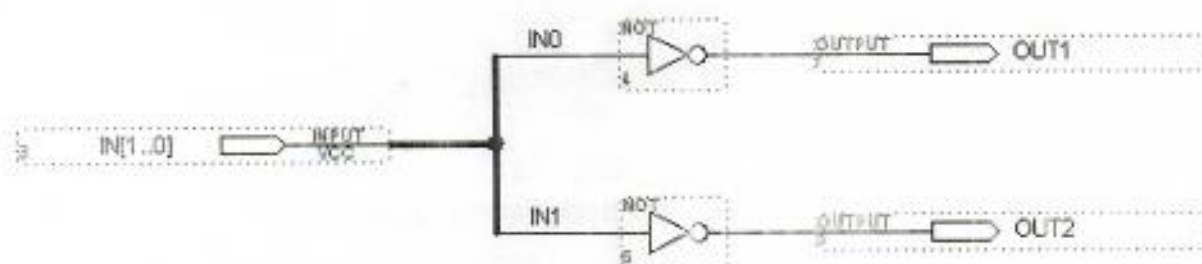


Рис.6. Пример использования шин

Редактирование графической схемы. Выделение отдельных элементов, включая и соединительные линии, производится щелчком левой кнопки мыши на изображении символа элемента. Выделение области возможно при нажатой и удерживаемой левой кнопке мыши. Выделенная область обозначается рамкой чёрного цвета, а все выделенные элементы – красным цветом. Перемещение выделенной области осуществляется перемещением на ней курсора мыши при нажатой левой клавише.

Для удаления, копирования, вырезания, поворота и некоторых других операций с элементами можно использовать выпадающее контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши по выбранному элементу. Все эти операции также можно выполнять с использованием пунктов меню «Edit», предварительно выделив требуемую область или элемент.

Построение схемы. Для примера спроектируем на базовом элементе ИЛИ-НЕ простую схему – RS-триггер.

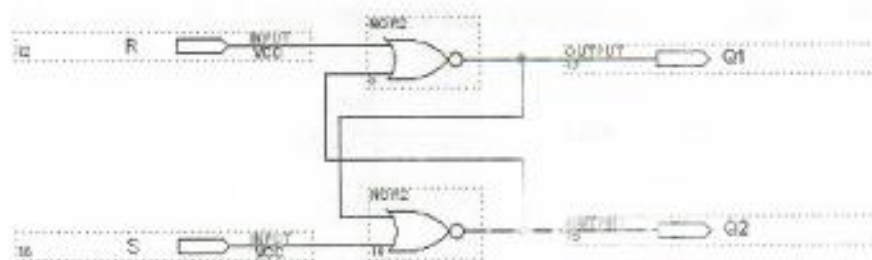


Рис. 7. Схема RS-триггера на базовом элементе ИЛИ-НЕ

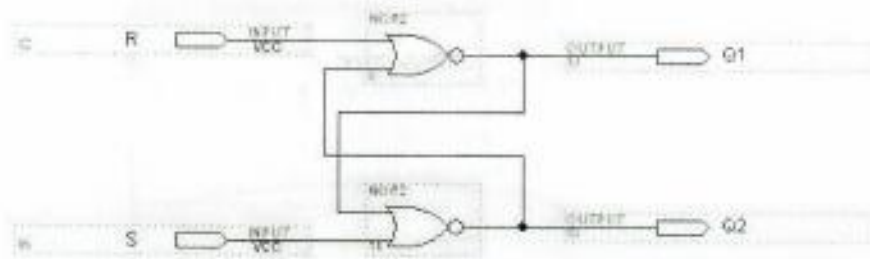


Рис. 13.7. Схема RS-триггера на базовом элементе ИЛИ-НЕ



Компиляция проекта. Перед компиляцией проекта рекомендуется выполнить его проверку на наличие ошибок. Для этого нужно выбрать пункт меню «File» → «Project» → «Save&Check» или нажатием комбинации клавиш «Ctrl+K». Также можно проверить схему, нажав кнопку  панели инструментов. При обнаружении ошибок компилятор выдаст сообщение об ошибке в окне с заголовком «Messages - Compiler», если мышью дважды щелкнуть на сообщении, программа выделит красной рамкой место ошибки в окне редактора. Если ошибок не обнаружено, можно проводить полную компиляцию (рис. 8). Для этого необходимо выбрать пункт меню «File» → «Project» → «Save&Compile» или нажать клавиши «Ctrl+L». Еще один способ – нажать кнопку  панели инструментов.



Рис. 13.8. Компиляция проекта

Моделирование работы схемы. Для проверки работоспособности спроектированной схемы необходимо провести функциональное моделирование. Для этого необходимо создать исходный файл с расширением .SCF, задать тестовые (эталонные) состояния входов, выбрать проверяемые выходы и запустить приложение «Simulator».

Для создания исходного файла необходимо создать новый файл в меню «File» и в диалоговом окне «New» выбрать пункт «Waveform Editor file» с расширением .scf (рис. 9), а затем сохранить его через меню «File» основного меню.

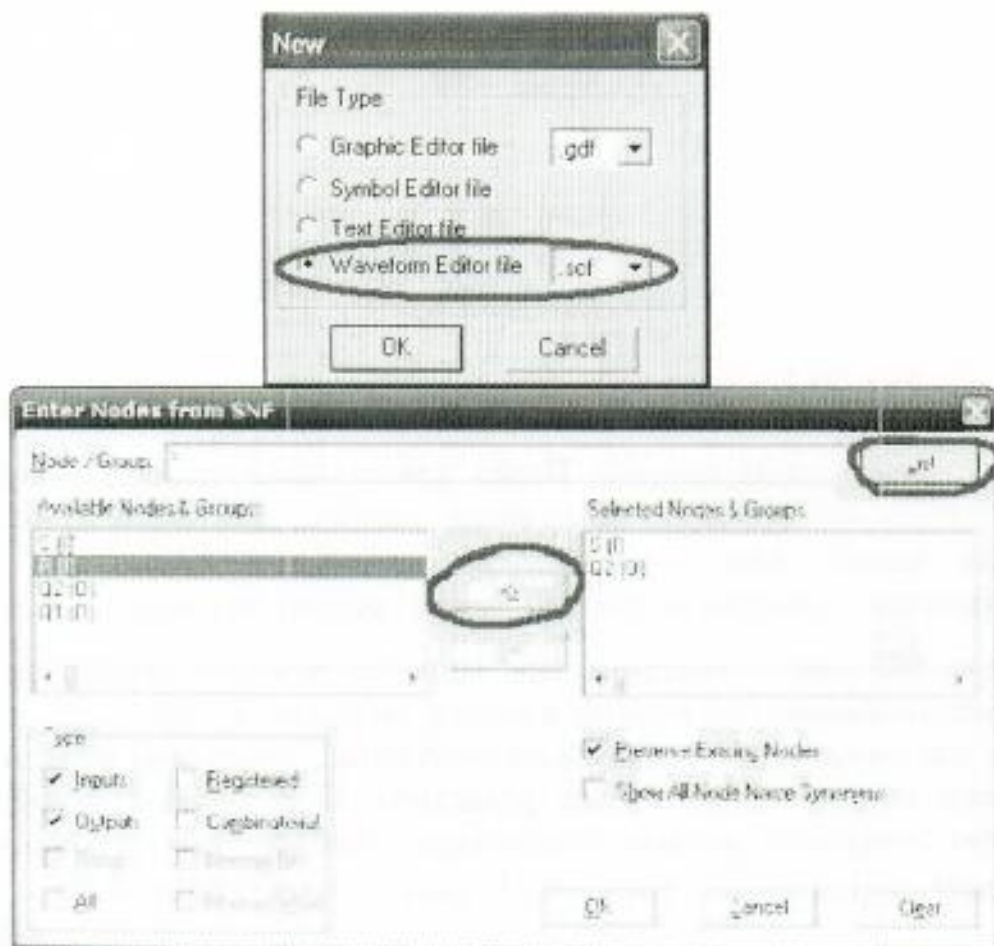


Рис. 13.9. Создание файла моделирования

Затем нужно связать файл с проектом. Для этого необходимо войти в меню «Node» и выбрать пункт «Enter Nodes from SNF». После нажатия кнопки «List» в левой панели диалогового окна «Enter Nodes from SNF» (рис. 10) появляется список доступных узлов («Available Nodes&Groups») который необходимо перенести на правую панель («Selected Nodes&Groups»), для чего нужно нажать кнопку со стрелкой, расположенную между панелями. После нажатия кнопки «OK» в окне редактора появляется готовый шаблон для задания тестовых состояний входов.

Рис. 13.10. Диалоговое окно «Enter Nodes from SNF»

Перед началом ввода тестовых состояний необходимо задать длительность интервала моделирования через меню «File» → «End Time...» и установить шаг сетки («Option» → «GridSize..»). При выборе временных интервалов следует учитывать, что моделирование ведется с учетом реальных задержек внутри выбранной микросхемы (или микросхемы по умолчанию), поэтому стоит выбирать шаг сетки с их учетом.

Иногда бывает удобно рассматривать сигналы не как отдельные, а объединенными в группы. Для объединения нескольких сигналов в группу необходимо при помощи мыши выделить нужные сигналы, нажать правую

– значение не определено;
 – сигнал находится в третьем состоянии;
 – инвертирование сигнала;
 – активизация этого инструмента задает на входе переменный сигнал периодом $T = 2*(n*t)$, где n любое целое положительное число, не превышающее 32000, а t шаг временной сетки.

– счетный вход. Используется в основном для задания состояний групповых сигналов. При нажатии на эту иконку появляется окно, в котором задается закон изменения состояния на входе группы сигналов.

– задание постоянного значения на входе группы сигналов, постоянного в течение выбранного периода. Значение задается в принятой для группы системе счисления (*BIN, OCT, DEC, HEX*).

После того, как все значения тестовых сигналов на входах схемы были установлены, можно приступить непосредственно к моделированию. Для этого сначала нужно сохранить установки, принятые в «*Waveform Editor*», и из меню «*Max+plus II*» вызвать приложение «*Simulator*». Далее в появившемся окне нажать кнопку «*Start*». Либо нажать на иконку панели инструментов. Также можно начать моделирование с помощью пункта меню «*File*» → «*Project*» → «*Save&Compile*», горячие клавиши «*Ctrl+Shift+L*».

После проведения моделирования необходимо проанализировать состояние выходов схемы и убедиться, что оно соответствует расчетному. В противном случае нужно искать логические ошибки в схеме, исправить их и повторить процесс компиляции и моделирования. Из приведенной на рис.11 временной диаграммы видно, что схема дешифратора работает верно – положение единицы на выходах определяется двоичным кодом входов.

Создание символа. После успешной компиляции можно создать символ, чтобы использовать схему в проектах более высокого уровня. Создание символа проекта осуществляется через меню «*File*» → «*Create Default Symbol*» – этот пункт становится доступным только после закрытия окна компилятора. Созданный символ будет помещен в каталог проекта с тем же именем, что и проект. Использование созданных символов, так же как и элементов других библиотек, производится через диалоговое окно «*Enter Symbol*». На рис. 12 показан символ, созданный на базе схемы RS-триггера.

Max+plusII позволяет редактировать изображение символа. Для этого необходимо вызвать приложение «*Symbol Editor*» используя меню «*File*» → «*Edit Symbol*».

Порядок выполнения работы

Нарисовать принципиальную схему RS-триггера, используя редактор САПР MAX+PLUS II в графическом режиме. Скомпилировать и проверить на ошибки созданный проект RS-триггера. Промоделировать работу схемы. Преобразовать созданную схему в символ.

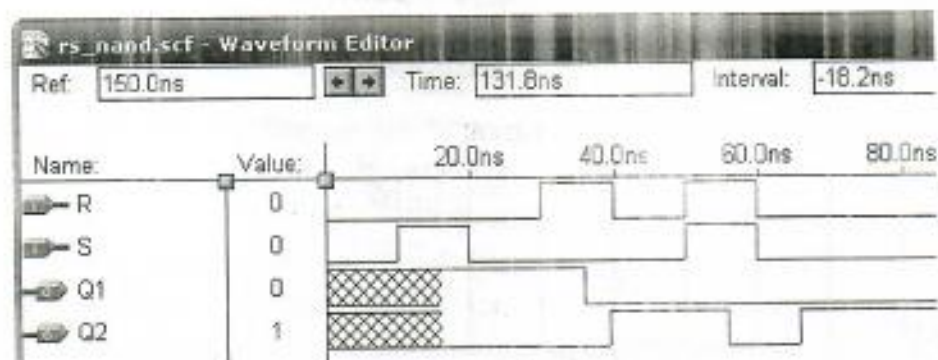


Рис. 11. Временная диаграмма моделирования работы RS-триггера

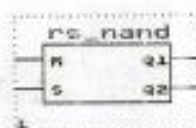


Рис. 12. Пример символа

Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе должен содержать :

- цель работы;
- постановка задачи;
- графическое изображение созданной схемы и символа;
- описание схемы;
- результаты моделирования;
- выводы.

Лабораторная работа № 14

Исследование работы функциональных узлов последовательного типа: триггерные устройства

Цель работы: изучить структуру и алгоритмы работы асинхронных и синхронных триггеров.

Постановка задачи

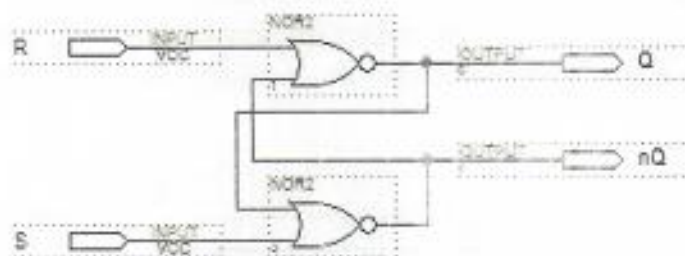
Исследовать функционирование основных типов триггерных устройств. Изучить взаимозаменяемость триггеров различных типов.

Методические указания

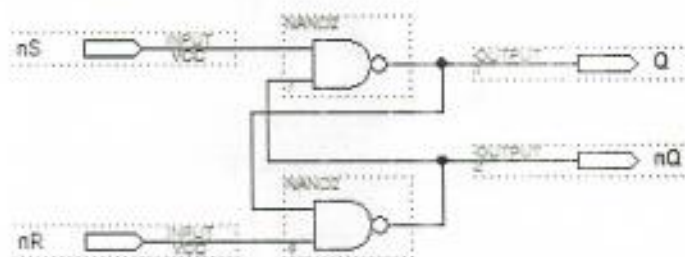
Изучить структуру и алгоритм работы асинхронных и синхронных триггеров, составить таблицы функционирования для изучаемых триггеров. В таблицах функционирования указать входы, все имеющиеся выходы и примечание, в котором указать режим работы триггера для набора входных и выходных сигналов.

Порядок выполнения работы

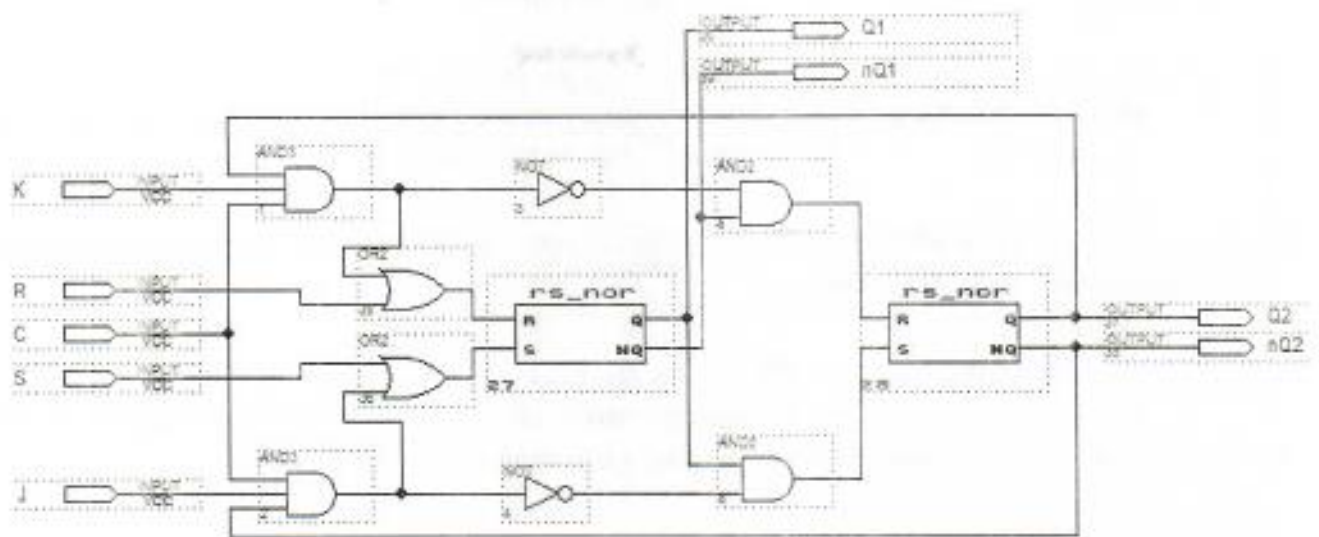
1. Исследовать RS-триггер на базе ИЛИ-НЕ. Составить таблицу функционирования, промоделировать работу. Преобразовать полученную схему в символ.



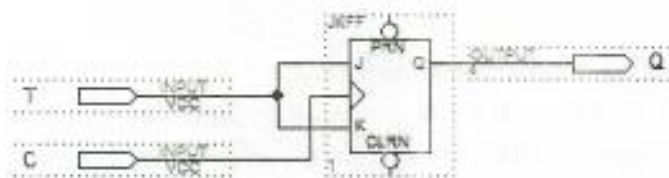
2. Исследовать RS-триггер на базе И-НЕ. Составить таблицу функционирования, промоделировать работу. Преобразовать полученную схему в символ.



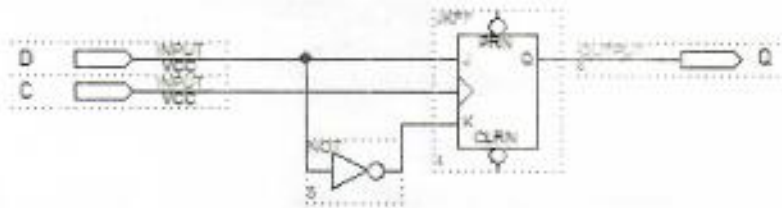
3. Исследовать JK-триггер на базе RS-триггера. Составить таблицу функционирования, промоделировать работу. Преобразовать полученную схему в символ.



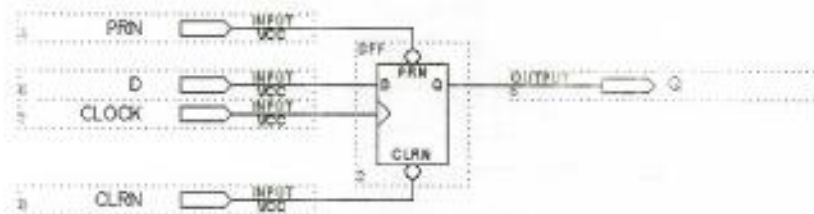
4. Исследовать Т-триггер (JK-триггер в счетном режиме). Составить таблицу функционирования, промоделировать работу. Преобразовать полученную схему в символ.



5. Исследовать D-триггер (на базе JK-триггера). Составить таблицу функционирования, промоделировать работу. Преобразовать полученную схему в символ.



6. Исследовать D-триггер. Составить таблицу функционирования, промоделировать работу.



7. Исследовать Т-триггер. Составить таблицу функционирования, промоделировать работу.

Лабораторная работа № 15

Исследование работы функциональных узлов последовательного типа: счётчики

Цель работы: ознакомиться с принципом работы суммирующих и вычитающих счетчиков, изучить способы изменения коэффициента пересчёта счётчика.

Постановка задачи

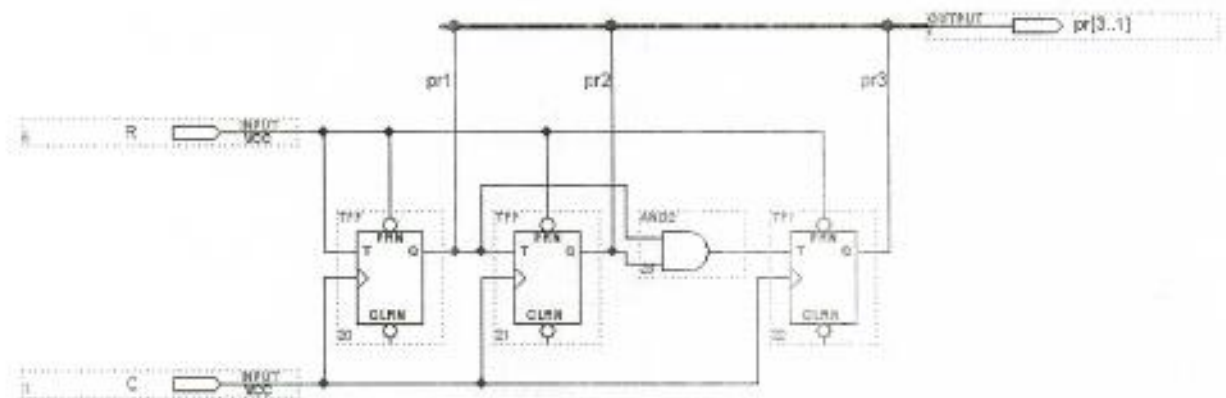
Изучить принципы функционирования суммирующих и вычитающих счётчиков на основе Т и D триггеров. Научиться создавать счётчики с заданным коэффициентом пересчёта.

Методические указания

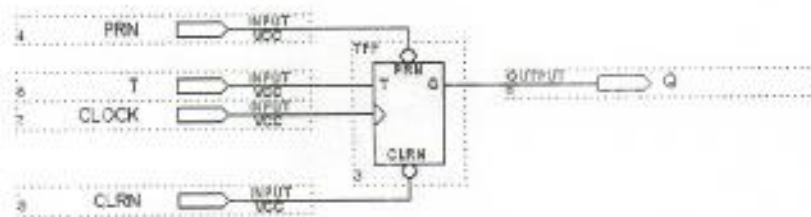
Изучить принципы работы суммирующих и вычитающих счётчиков, а также изменение коэффициента пересчёта на основе Т-триггеров. Составить схемы с заданным коэффициентом пересчёта на Т и D триггерах.

Порядок выполнения работы

1. Подавая на вход *C* схемы тактовые импульсы и наблюдая состояние выходов счётчика *pr*[3..1], составьте временные диаграммы работы суммирующего счётчика. На входе *R* в течение всего моделирования должен быть высокий уровень сигнала. Определите коэффициент пересчёта счётчика.



2. Подавая на вход *C* схемы тактовые импульсы и наблюдая состояние выходов счётчика *pr* [3..1], составьте временные диаграммы работы вычитающего счётчика. На входе *R* в течение всего моделирования должен быть высокий уровень сигнала. Определите коэффициент пересчёта счётчика.



Отчет о выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- постановка задачи;
- графическое изображение созданной схемы и символа;
- описание схемы;
- результаты моделирования;
- таблицы функционирования триггеров;
- выводы.