

Лабораторная работа №4: **«Знакомство со средой моделирования электронных схем** ***Electronics Workbench*»**

Цель работы: знакомство со средой и изучение основных возможностей и правил работы в программе Electronics Workbench.

Общие сведения из теории

Разработка радиоэлектронных устройств сопровождается физическим или математическим моделированием. Физическое моделирование связано с большими материальными затратами, поскольку требуется изготовление макетов и их трудоемкое исследование. Часто физическое моделирование просто не возможно из-за чрезвычайной сложности устройства. В этом случае прибегают к математическому моделированию с использованием средств и методов вычислительной техники. Программные пакеты P-CAD, Design Lab, Aplac, System View, Circuit Maker и др. имеют большие возможности моделирования радиоэлектронных устройств, в том числе и цифровых схем, однако для начинающих, в том числе и для студентов, они представляют значительные трудности в освоении. Анализ состояния программного обеспечения схематического моделирования показывает, что на этапе начального освоения методов автоматизированного проектирования целесообразно использовать программы Electronics Workbench и Micro Cap.

Особенностью программы EWB является наличие контрольно-измерительных приборов, по внешнему виду и характеристикам приближенных к промышленным аналогам. При моделировании логической схемы используются три прибора — генератор слов (Word Generator), логический анализатор (LogicAnalyzer), и логический преобразователь (Logic Converter).

Структура окна и система меню

Окно содержит строку команд меню, строку основных типовых электронных устройств, поле для составления исследуемой схемы и полосы управления прокруткой.

Основные команды меню:

- **Меню File:** первые четыре команды меню типовые и пояснений не требуют.
 - **Revert to Saved** -стирание всех изменений, внесенных в текущем сеансе редактирования, и восстановление схемы в первоначальном виде.

- **Install** - установка дополнительных программ с жёстких дисков.
- **Import** - импорт текстовых файлов описания схемы.
- **Export** - составление текстового описания схемы и задания на моделирование в формате SPICE.

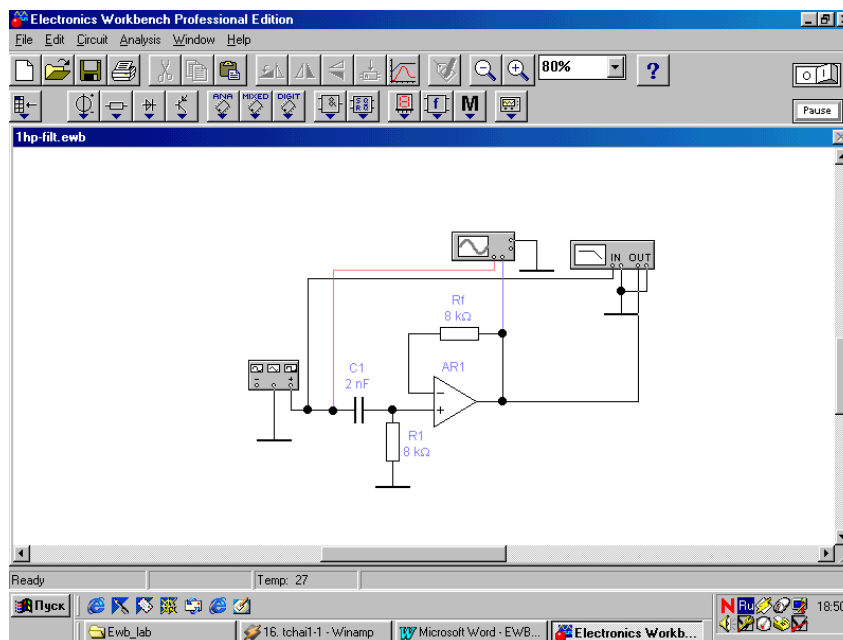


Рис. 1. Окно программы EWB

➤ **Меню Edit:**

- **CUT** - стирание (вырезание) выделенной части схемы с сохранением в буфере обмена. Выделение одного компонента производится щелчком мыши на изображении компонента. Для выделения части схемы или нескольких компонентов курсор мыши в левый угол воображаемого прямоугольника, охватывающего выделяемую часть, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская её, протянуть курсор по диагонали этого прямоугольника, контуры которого появляются уже в начале движения мыши, и затем отпустить кнопку. Выделенные компоненты окрашиваются в красный цвет.
- **COPY** - копирование выделенной части схемы в буфер обмена.
- **PAST**- вставка содержимого буфера обмена на рабочее поле программы. Фрагмент затем ещё будучи отмеченным перетаскивается с помощью мыши в нужное место.
- **DELETE** - стирание выделенной части схемы.
- **SELECT ALL** - выделение всей схемы.
- **COPYBITS** - команда превращает курсор мыши в крестик, которым по правилу прямоугольника можно выделить нужную часть экрана, после отпускания левой кнопки мыши выделенная часть копируется в буфер обмена, после чего его содержимое может быть импортировано

в любое приложение Windows. Копирование всего экрана производится нажатием клавиш Print Screen; копирование активной в данный момент части экрана, например, диалогового окна - комбинацией Alt+Print Screen.

- **Show Clipboard**- показать содержимое буфера обмена.
- **Copy as Bitmap** - копирует выделенный участок в буфер обмена.
- **Меню Circuit** - используется при подготовке схем, а также для задания параметров моделирования.
 - **Activat** - запуск моделирования.
 - **Stop** - остановка моделирования. Эти две команды дублируются нажатием кнопки выключателя, расположенного в правом верхнем углу экрана.
 - **Pause** - прерывание моделирования.
 - **Label** - ввод позиционного обозначения выделенного компонента с помощью диалогового окна.
 - **Value** - изменение номинального значения параметра компонента с помощью диалогового окна.
 - **Model** - выбор модели компонента, команда выполняется также двойным щелчком по компоненту. Работа с меню, как и во всех других подобных случаях, заканчивается нажатием кнопок **Accept** или **Cancel** - с сохранением или без сохранения введённых изменений.
 - **Zoom** - раскрытие (развёртывание) выделенной подсхемы или контрольно-измерительного прибора, команда выполняется также двойным щелчком мыши по иконке компонента или прибора.
 - **Rotate**- вращение выделенного компонента.
 - **Fault** - имитация неисправности выделенного компонента путём

введения :

- leakage- сопротивления утечки,
- short - короткого замыкания,
- open - обрыва,
- none - отсутствие неисправности (включено по умолчанию).

- **Subcircuit** - преобразование предварительно выделенной части схемы в подсхему.
- **Wire Color** - изменение цвета предварительно выделенного проводника. Расцветка проводников важна в случае применения логического анализатора, - в этом случае цвет проводника определяет цвет временной диаграммы.

- **Preferences-** выбор элементов оформления схемы в соответствии с меню.

Создание схем и технология создания

Для создания схем, рассматриваемых в рамках лабораторных работ по курсу "Архитектура аппаратных средств" достаточно воспользоваться имеющимися типовыми компонентами.

Для открытия нужной библиотеки компонентов нужно подвести курсор мыши к соответствующей иконке и нажать один раз её левую кнопку. В выпадающем множестве выбирается необходимый значок, и передвигается при удержании левой клавиши мыши на рабочее поле программы. Для установки параметров необходимо двойным нажатием левой кнопкой мыши раскрыть меню настройки параметров компонента. Выбор подтверждается нажатием кнопкой **Accept** и клавишей **Enter**.

После размещения компонентов производится соединение их выводов проводниками. При этом необходимо учитывать, что к выводу компонента можно подключить только один проводник.

Для выполнения подключения курсор мыши подводится к выводу компонента и после появления прямоугольной площадки синего цвета, нажимается левая кнопка и появляющийся при этом проводник протягивается к выводу другого компонента до появления на нём такой же прямоугольной площадки, после чего кнопка мыши отпускается и соединение готово. При необходимости подключения к этим выводам других проводников в библиотеке **Passive** выбирается точка (символ соединения) и переносится на ранее установленный проводник. После удачной постановки точки проводнику подсоединяется ещё два проводника.

Точка соединения может быть использована не только для подключения проводников, но и для введения надписей.

Если необходимо переместить отдельный сегмент проводника, к нему подводится курсор, нажимается левая кнопка и после появления в вертикальной или горизонтальной плоскости двойного курсора производятся нужные перемещения.

Подключение к схеме контрольно-измерительных приборов производится аналогично. Причём для таких приборов, как осциллограф или логический анализатор, соединения целесообразно проводить цветными проводниками, поскольку их цвет определяет соответствующую осциллограмму.

Основные компоненты EWB

➤ Компонент Выход из EWB



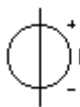
➤ Вспомогательные компоненты - группа SOURCES:



заземление (метка) . точка нулевого потенциала в схеме.



источник фиксированного напряжения +5 вольт

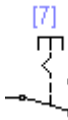


□ 1000 Hz/50%

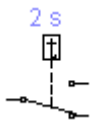
генератор однополярных прямоугольных импульсов (амплитуда, частота, коэффициент заполнения).

➤ Основные пассивные элементы - группа BASIC:

● - точка соединения проводников, используется также для введения на схему надписей длиной не более 14 символов (других способов введения текста в EWB не существует).



- переключатель, управляемый нажатием задаваемой клавишей клавиатуры (в квадратных скобках), по умолчанию- клавиша пробела.

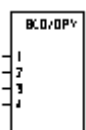


- переключатель, автоматически срабатывающий через заданное время на включение и выключение (время в секундах).

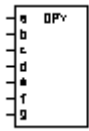
➤ Индикаторные приборы - группа INDICATORS:



- светоиндикатор (свет свечения может быть настроен красным, зелёным и синим)



- семисегментный индикатор с дешифратором.



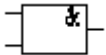
- семисегментный индикатор .

10 W/12 V

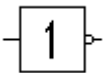
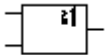


- лампа накаливания

➤ Логические элементы - группа LOGIC GATES

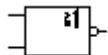


- логический элемент "И"

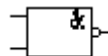


- логический элемент "ИЛИ"

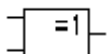
- логический элемент "НЕ"



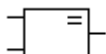
- логический элемент "ИЛИ-НЕ"



- логический элемент "И-НЕ"

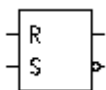


- логический элемент исключающее "ИЛИ"

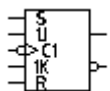


- логический элемент импликация

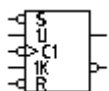
➤ Комбинированные цифровые компоненты



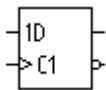
- асинхронный RS-триггер



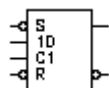
- универсальный JK-триггер с прямым тактовым входом и входами предустановки



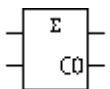
- универсальный JK-триггер с инверсным тактовым входом и инверсными входами предустановки



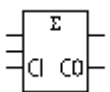
- D-триггер без предустановки



- D- со входами предустановки

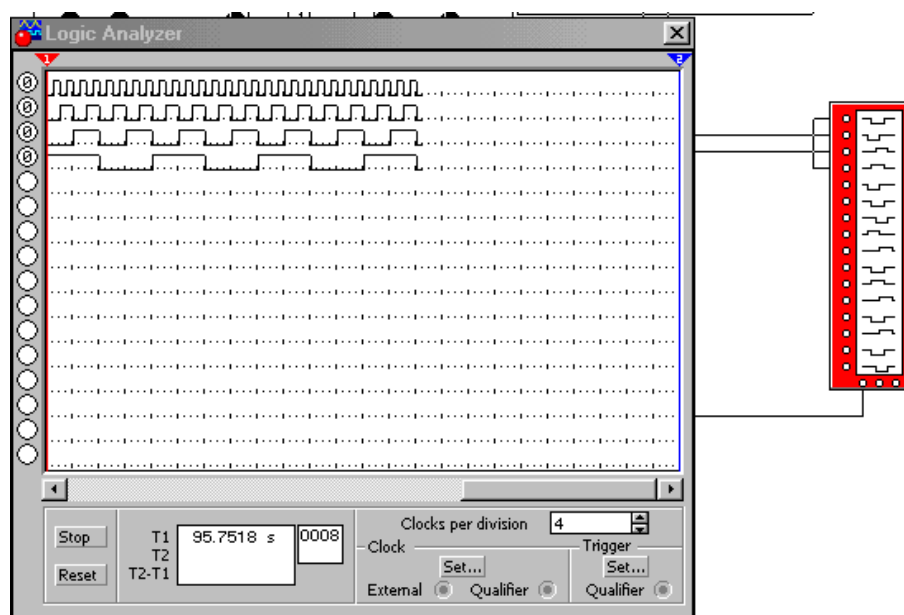


- полусумматор

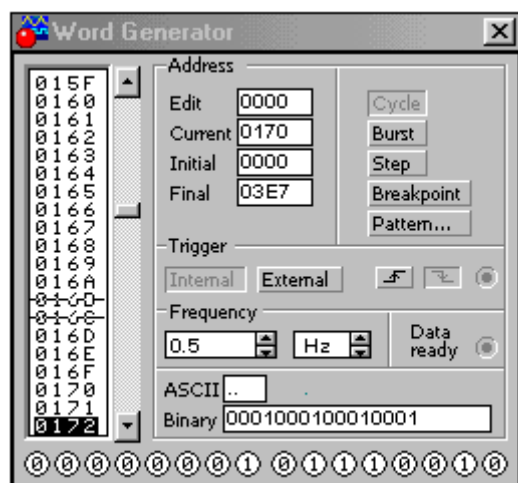
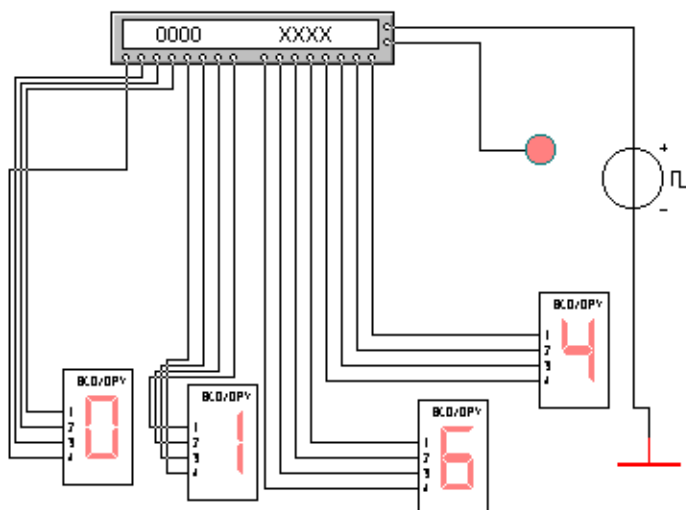


- полный сумматор

➤ Приборы, группа INSTRUMENTS



- логический анализатор



- генератор слова - **Word Generator**

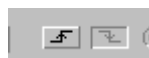
На первом рисунке показан генератор слова с подключенными семисегментными индикаторами и внешним генератором синхроимпульсов.

На втором рисунке генератор слова показан в развёрнутом виде.

Генератор (или кодовый генератор) предназначен для генерации 16-ти 16-ти разрядных двоичных слов, которые набираются пользователем на экране, расположенным в левой части лицевой панели. Для набора двоичных комбинаций необходимо щёлкнуть мышью на соответствующем разряде и затем ввести с клавиатуры число в десятичном коде.

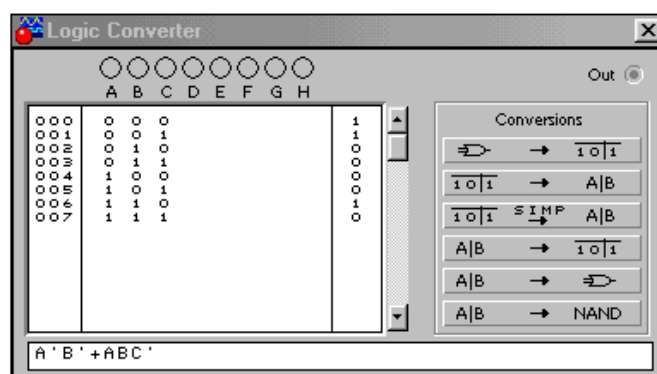
Сформированные слова выдаются на шестнадцать расположенных в нижней части прибора выходных клемм-индикаторов:

- с индикацией в двоичном коде в строке окна binary;
- в пошаговом (step), циклическом (cycle) или с выбранного слова до конца (при нажатии кнопки BURST) при заданной частоте посылок (установка-заданием частоты в окнах FREQUENCY);
- при внутреннем или внешнем запуске (при нажатии кнопки EXTERNAL, справа верхняя клемма служит для подключения сигнала синхронизации);
- при запуске по переднему или заднему фронту сигнала синхронизации



служит кнопка

- на правую нижнюю клемму выдается выходной синхронизирующий импульс.



Логический преобразователь- **Logic Converter**

На лицевой панели преобразователя показаны клеммы-индикаторы входов A,B,.....H и одного выхода OUT, экран для отображения таблицы истинности

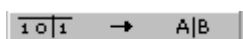
исследуемой схемы, экран-строка для отображения её булева выражения (в нижней части).

Логический анализ n-входового устройства с одним выходом может осуществлять следующие действия, используя кнопки управления:

1.



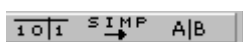
- таблицу истинности исследуемого устройства;



2.

- булево выражение, реализуемое устройством;

3.



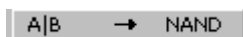
- минимизированное булево выражение;

4.



- схему устройства на логических элементах без ограничения их типа;

5.

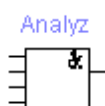


- схему устройства только на логических элементах И-НЕ.

Пример составления исследуемой схемы

Задача: Собрать схему логического элемента "И".

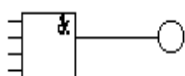
В группе Logic Gates, выбирается логический элемент "И".



Двумя щелчками мыши на изображении логического элемента переходим к настройкам параметров логического элемента "И". Выбираем количество входов, например 4.

Можно присвоить название логическому элементу.

К выходу логического элемента присоединяем из группы **INDICATORS** красный светодиод.



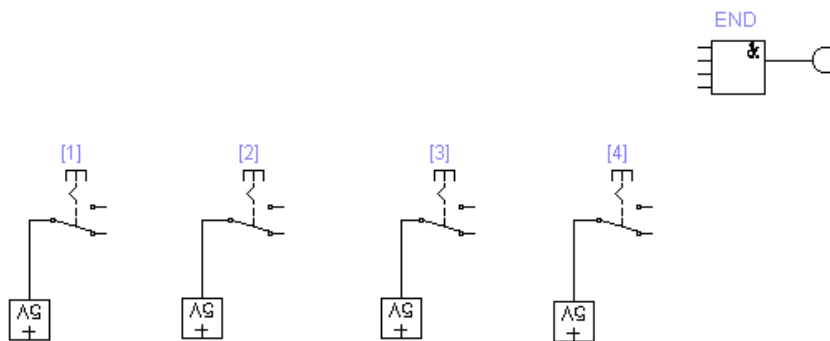
Для получения логического сигнала (0 или 1) удобно воспользоваться источником напряжения



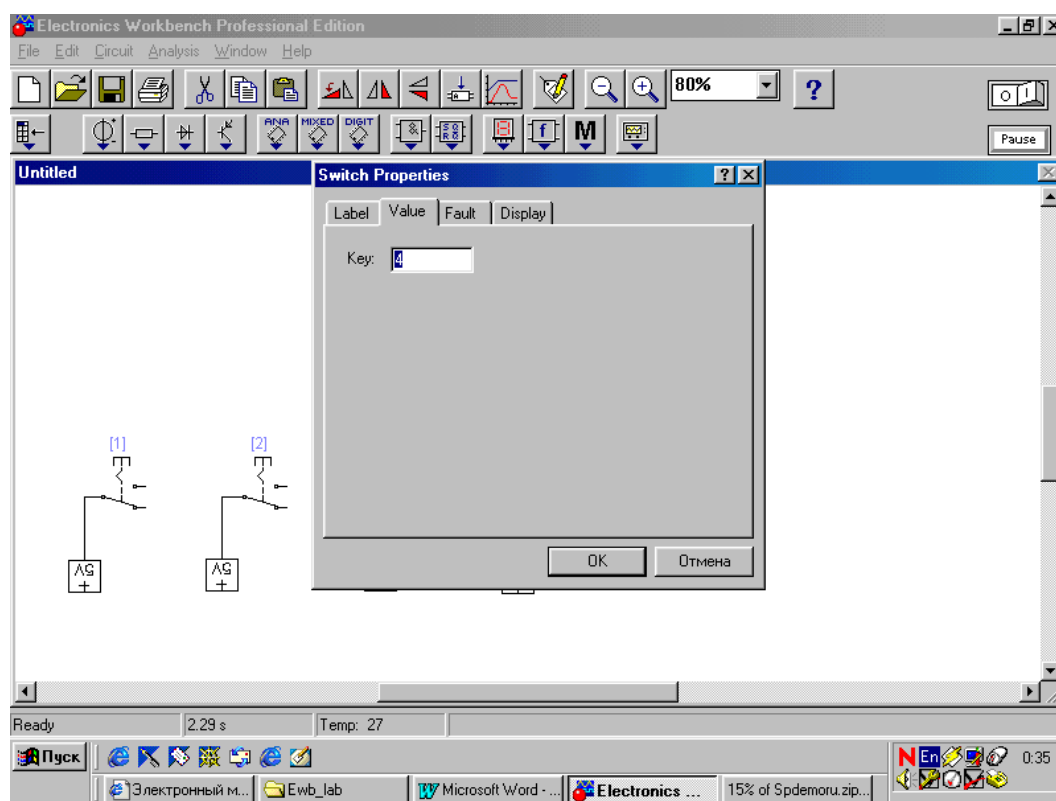
и переключателем



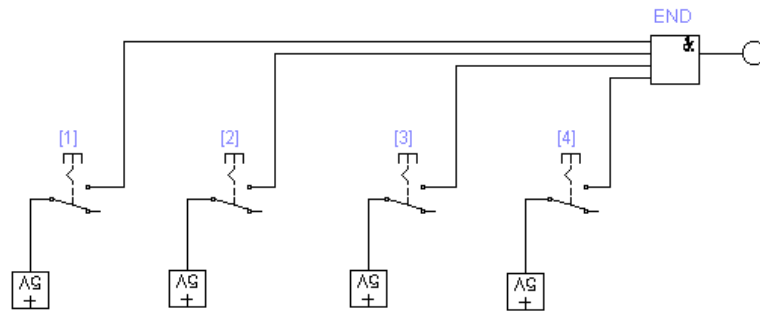
Затем набираем 4 источника и 4 переключателя



При этом присваиваем каждому переключателю клавишу переключения

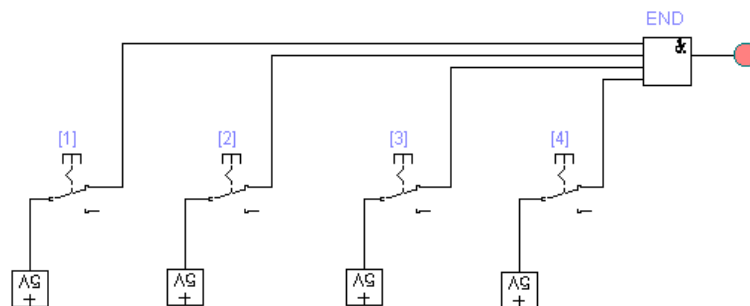


Затем соединяем входы логической схемы "И" с каждым из переключателей.



Проверка состоит в подаче различных кодовых комбинаций на вход логической схемы.

На выходе логической схемы "И" появляется логическая 1 (горит светодиод) только при подаче логических 1 (потенциал 5 вольт) на все четыре входа логической схемы "И".



Содержание отчета:

1. Правила запуска и настройки программного моделирующего комплекса EWB.
2. Перечень основных элементов из библиотеки EWB, необходимый для моделирования логических схем и цифровых устройств ЭВМ.
3. Примеры, выполненные по заданию преподавателя. Последовательность составления моделируемой схемы.

Контрольные вопросы:

1. Какие логические элементы имеются в библиотеке EWB?
2. Какие параметры являются настраиваемыми генераторе прямоугольных импульсов.
3. Как производится соединение более двух входов или выходов между собой?
4. Какой командой можно скопировать изображение схемы в отчёт по лабораторной работе, подготавливаемой в текстовом редакторе WORD.
5. С помощью каких элементов можно смоделировать подачу логической 1 и логического 0?