

УДК 621.3
М23

Рецензент
кандидат технических наук, доцент *Р.Р. Васильев*

Маняхин Ф.И., Фединцев В.Е.

М23 Электротехника и электроника: Лаб. практикум – М.:
МИСиС, 2003. – 139 с.

Лабораторный практикум содержит краткую инструкцию пользователя программы Electronics Workbench интерактивной работы с виртуальными электрическими и электронными цепями. Он состоит из двух частей, соответствующих разделам учебных планов указанных специальностей «Электротехника» и «Электроника» в которые входят 8 лабораторных работ. Настоящий практикум отличается тем, что позволяет студентам в часы самостоятельной работы получать практические навыки работы с электрическими цепями и электронными схемами, использовать виртуальную программу Electronics Workbench для проверки правильности теоретических расчетов в рамках домашних заданий и курсовых работ.

© Московский государственный институт
стали и сплавов (Технологический
университет) (МИСиС), 2003


ОГЛАВЛЕНИЕ

Инструкция пользователю программой Electronics Workbench	4
Лабораторная работа 1	
Элементы и схемы замещения электрических цепей	30
Лабораторная работа 2	
Экспериментальное изучение законов Ома и Кирхгофа.....	46
Лабораторная работа 3	
Цепи переменного тока	57
Лабораторная работа 4	
Резонансные явления и переходные процессы в электрических цепях.....	70
Лабораторная работа 5	
Двигатель постоянного тока независимого возбуждения.....	90
Лабораторная работа 6	
Полупроводниковый диод и выпрямительные схемы.....	100
Лабораторная работа 7	
Биполярный транзистор и его применение в усилительных схемах.....	114
Лабораторная работа 8	
Тиристор и его применение в выпрямительных схемах	130

Инструкция пользователю программой Electronics Workbench

Общие свойства программы

Программа **Electronics Workbench** предназначена для моделирования и анализа электрических и электронных схем средней сложности. Версия программы **Electronics Workbench 5.12** является учебной версией и предназначена для работы и обучения студентов основам электротехники и электроники. Программа предназначена для проведения лабораторных работ и практических занятий. Она имеет простой и понятный интерфейс, выполненный в традиционном для WINDOWS виде.

Программа запускается либо из меню «Пуск» последовательным переходом в submenu «Программы», «Electronics Workbench», «Electronics Workbench», либо с рабочего стола Windows через пиктограмму  .

EWB 5.12.lnk

После загрузки программы на экране монитора появляется ее рабочее окно (рис. 1).

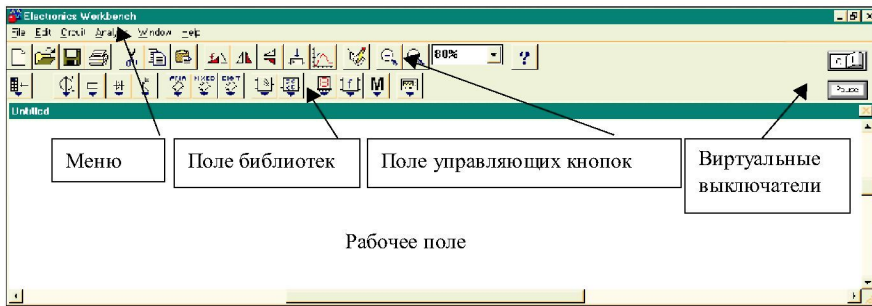


Рис. 1. Рабочее окно программы **Electronics Workbench**

В верхней части рабочего окна располагаются меню, поле управляющих кнопок, поле библиотек элементов и приборов.

Исследуемая схема собирается на рабочем поле из элементов, содержащихся в библиотеке элементов и приборов. Библиотеки откры-

ваются путем нажатия левой кнопки мыши, когда ее указатель находится на пиктограмме нужной библиотеки (рис. 2).

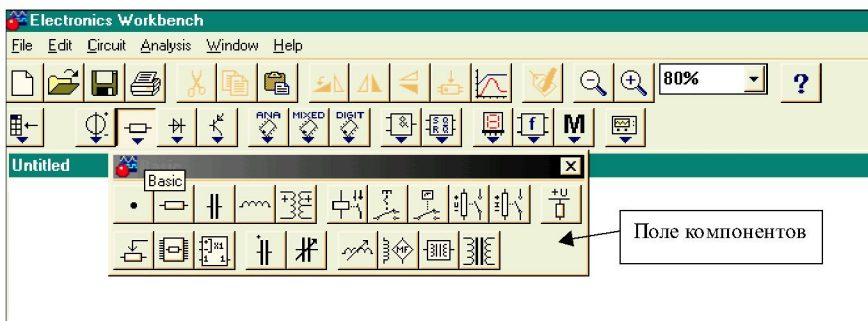


Рис. 2. Пример открытой библиотеки пассивных элементов

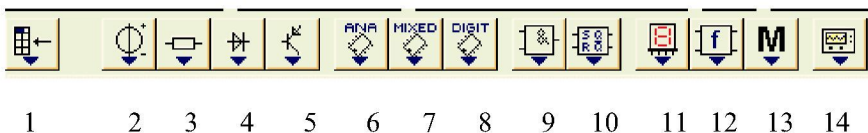


Рис. 3. Пиктограммы библиотек элементов и приборов

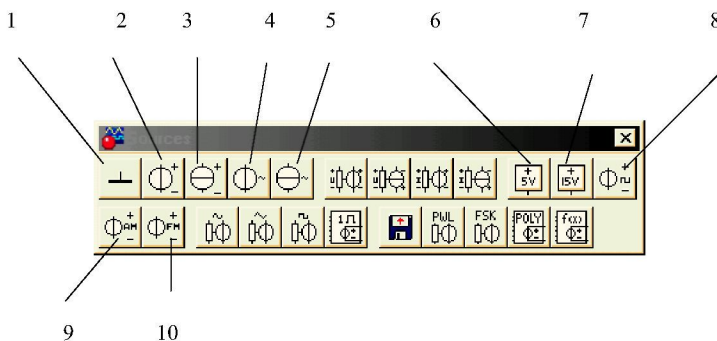
В программе **Workbench** имеются следующие библиотеки (рис. 3)

№	Наименование библиотеки	№	Наименование библиотеки
1	Личная (Favorites)	8	Цифровые микросхемы (Digital Ics)
2	Источники (Sources)	9	Логические элементы (Logic Gates)
3	Пассивные элементы (Basic)	10	Триггеры (Digital)
4	Диоды (Diodes)	11	Индикаторы (Indicators)
5	Транзисторы (Transistors)	12	Преобразователи (Controls)
6	Операционные усилители (Analog Ics)	13	Разное (Miscellaneous)
7	АЦП и ЦАП (Mixed Ics)	14	Приборы (Instruments)

Личная библиотека предназначена для хранения нестандартных элементов, создаваемых автором.

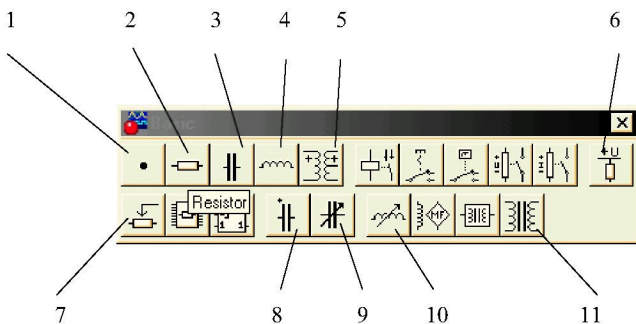
Ниже показаны некоторые необходимые для лабораторных работ элементы электрических схем, входящие в указанные библиотеки:

- Библиотека источников



- 1 – заземление (нулевой потенциал);
- 2 – источник постоянного напряжения;
- 3 – источник постоянного тока;
- 4 – источник переменного напряжения;
- 5 – источник переменного тока;
- 6 – источник напряжения для интегральных схем 5 В;
- 7 – источник напряжения 15 В для интегральных схем;
- 8 – генератор прямоугольных импульсов;
- 9 – генератор амплитудно-модулированного напряжения;
- 10 – генератор частотно-модулированного напряжения.

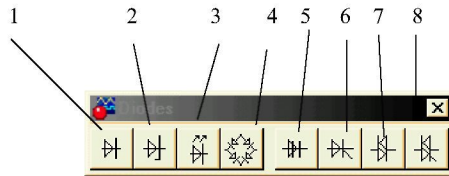
- Библиотека пассивных элементов



- 1 – потенциальный узел;

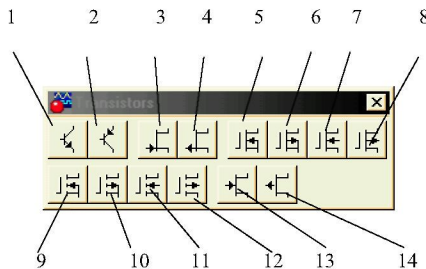
- 2 – резистор;
- 3 – конденсатор униполярный;
- 4 – катушка индуктивности;
- 5 – трансформатор;
- 6 – источник напряжения логической единицы;
- 7 – резистор переменной величины;
- 8 – полярный конденсатор;
- 9 – конденсатор переменной емкости;
- 10 – катушка индуктивности с переменной величиной индуктивности;
- 11 – трансформатор с нелинейной характеристикой.

- Библиотека диодов



- 1 – выпрямительный диод;
- 2 – стабилитрон;
- 3 – светодиод;
- 4 – диодный мостик;
- 5 – динистор;
- 6 – тиристор;
- 7 – симметричный динистор;
- 8 – симметричный тиристор.

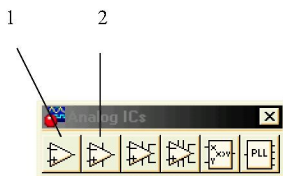
- Библиотека транзисторов



- 1 – *n-p-n* биполярный транзистор;

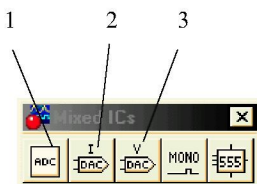
- 2 – $p-n-p$ биполярный транзистор;
- 3 – n -канальный полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом;
- 4 – p -канальный полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом;
- 5 – полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n -типа, у которого один из электродов соединен с подложкой;
- 6 – полевой транзистор с изолированным затвором и каналом p -типа, у которого один из электродов соединен с подложкой
- 7 – полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n -типа;
- 8 – полевой транзистор с изолированным затвором и каналом p -типа;
- 9 – полевой транзистор с индуцированным каналом n -типа, в котором один из электродов соединен с подложкой;
- 10 – полевой транзистор с индуцированным каналом p -типа, в котором один из электродов соединен с подложкой;
- 11 – полевой транзистор с индуцированным каналом n -типа;
- 12 – полевой транзистор с индуцированным каналом p -типа;
- 13, 14 – полевые транзисторы на основе GaAs.

- Библиотека аналоговых микросхем



- 1 – операционный усилитель с напряжением питания, установленным по умолчанию
- 2 – операционный усилитель с возможностью установки внешних источников питания

- Библиотека ЦАП и АЦП

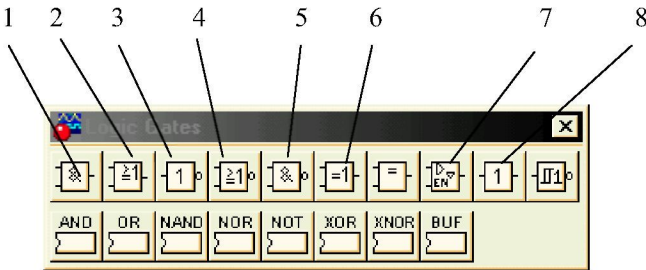


- 1 – 8-разрядный АЦП;
- 2 – 8-разрядный ЦАП с внешним опорным источником тока и паразитным выходом;
- 3 – 8-разрядный ЦАП с внешним опорным источником напряжения.

- Библиотека цифровых интегральных схем различного назначения

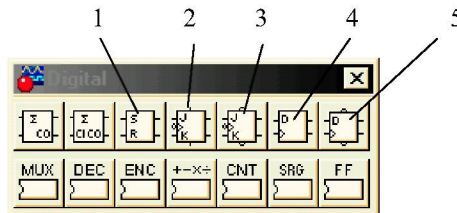


- Библиотека логических элементов



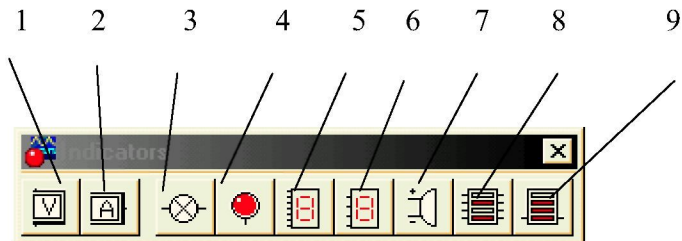
- 1 – И;
- 2 – ИЛИ;
- 3 – НЕ;
- 4 – ИЛИ–НЕ;
- 5 – И–НЕ;
- 6 – ИЛИ;
- 7 – Трехстабильный элемент;
- 8 – буфер.

- Библиотека триггеров



- 1 – RS-триггер;
- 2, 3 – JK-триггеры;
- 4, 5 – D-триггеры.

- Библиотека индикаторов



1 – вольтметр (устанавливается внутреннее сопротивление, режим измерения постоянного или переменного тока);

2 – амперметр (устанавливается внутреннее сопротивление, режим измерения постоянного или переменного тока);

3 – лампа накаливания (устанавливается напряжение и мощность);

4 – светоиндикатор (устанавливается цвет свечения); предназначен для индикации наличия потенциала относительно земли;

5 – семисегментный индикатор;

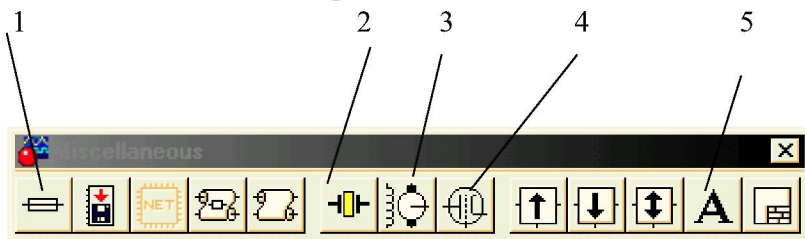
6 – семисегментный индикатор с дешифратором;

7 – звуковой индикатор (зуммер).

- Библиотека преобразователей различного типа

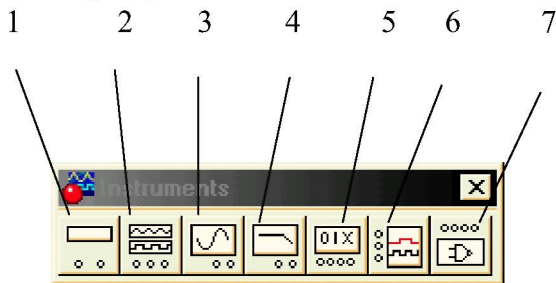


- Библиотека элементов различного назначения



- 1 – предохранитель (устанавливается ток срабатывания);
- 2 – кварцевый резонатор (устанавливается тип резонатора);
- 3 – двигатель постоянного тока;
- 4 – вакуумный триод;
- 5 – текстовый редактор.

- Библиотека приборов



- 1 – мультиметр;
- 2 – функциональный генератор (генератор сигналов специальной формы);
- 3 – осциллограф;
- 4 – измеритель АЧХ и ФЧХ;
- 5 – генератор слова;
- 6 – логический анализатор;
- 7 – логический преобразователь.

В процессе проектирования электрических цепей элемент из библиотеки переносится на рабочее поле. Для этого необходимо установить курсор на выбранном элементе, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, ее перенести выбранный элемент в область рабочего поля. После этого кнопку мыши нужно отпустить.

Для соединения элементов схем виртуальными проводниками курсор подводят к выводу элемента таким образом, чтобы около него появилась точка. После этого надо нажать левую кнопку мыши и не отпуская ее провести проводник к выводу другого элемента. В ряде случаев проводник можно вести от узла к узлу. Узлы находятся в библиотеке пассивных элементов. Техника проводки такая же, как и для соединения выводов элементов.

В то время как число устанавливаемых элементов не ограничено, каждый прибор из библиотеки приборов может быть установлен только в единичном экземпляре.

Контрольно-измерительные приборы

Мультиметр (Multimeter)

На лицевой панели мультиметра (рис. 4) расположен дисплей для отображения результатов измерения, клеммы для подключения к схеме и кнопки управления (см. рис. 1).

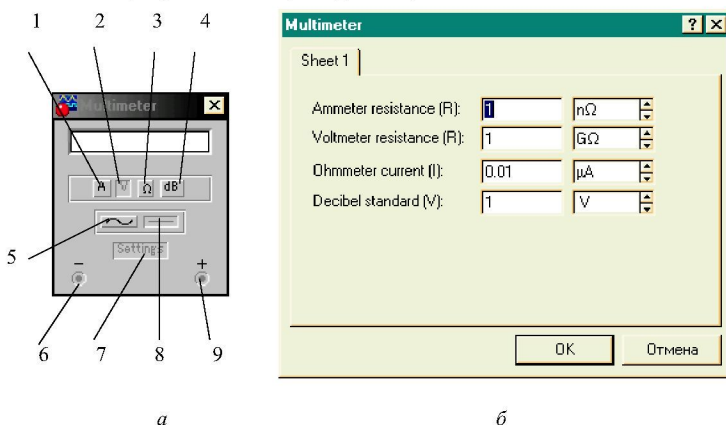


Рис. 4. Лицевая панель мультиметра (а)
и окно установки его параметров (б):

1 – Выбор режима измерения тока; 2 – выбор режима измерения напряжения; 3 – выбор режима измерения сопротивления; 4 – выбор режима измерения ослабления сигнала; 5 – выбор режима переменного тока; 6 – клемма (-); 7 – кнопка установки параметров мультиметра; 8 – выбор режима постоянного тока; 9 – клемма (+)

Кнопка Settings – кнопка установки параметров мультиметра – вызывает окно установки параметров:

- Ammeter resistance – внутреннее сопротивление амперметра;
- Voltmeter resistance – внутреннее сопротивление вольтметра;
- Ohmmeter current – ток через контролируемый объект;
- Decibel standard – установка эталонного напряжения V_1 при измерении ослабления или усиления в децибелах (по умолчанию $V_1 = 1$ В). При этом коэффициент передачи (дБ) рассчитывается по формуле:

$$K = 20 \lg \frac{V_2}{V_1}.$$

Функциональный генератор (Function Generator)

Функциональная панель генератора показана на рис. 5.

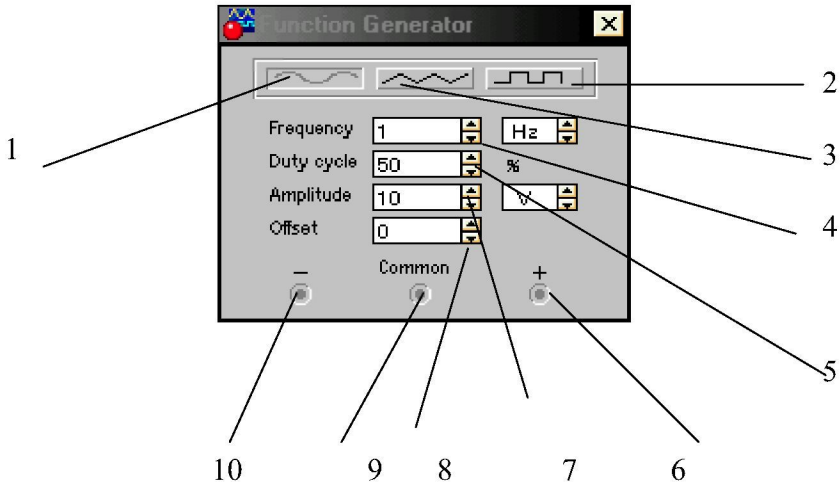


Рис. 5. Лицевая панель функционального генератора:

- 1 – 3 – выбор формы выходного сигнала соответственно синусоидальная, треугольная, прямоугольная; 4 – установка частоты выходного сигнала; 5 – установка заполнения импульса в процентах: это отношение длительности импульса к периоду повторения (величина, обратная скважности); для сигнала треугольной формы - соотношение между длительностью переднего и заднего фронтов;
- 6 – клемма (+); 7 – установка амплитуды выходного сигнала;
- 8 – установка смещения (постоянной составляющей) выходного сигнала; 9 – общая клемма; 10 – клемма (-)

Осциллограф (Oscilloscope)

Лицевая панель осциллографа показана на рис. 6.

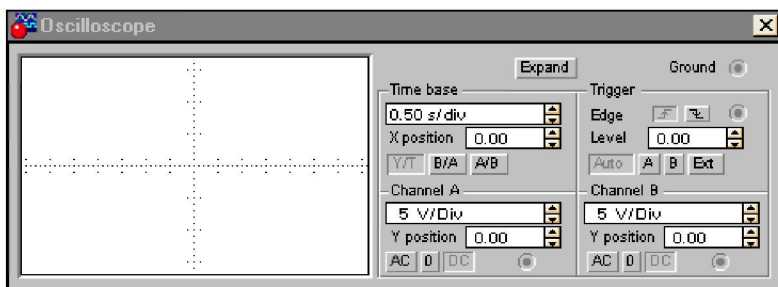


Рис. 6. Сжатый вариант лицевой панели осциллографа

Она может быть развернута при нажатии клавиши [Expand] к виду с большими функциональными возможностями (рис. 7), либо свернута к виду (см. рис. 6), нажатием клавиши [Reduce].

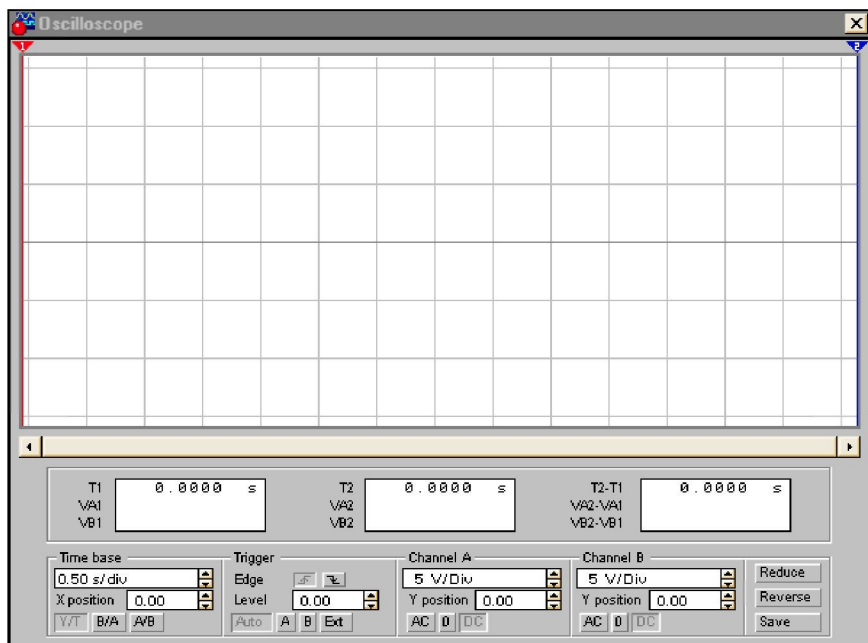


Рис. 7. Развернутая лицевая панель осциллографа

Осциллограф имеет два канала *A* и *B* с отдельной регулировкой чувствительности в диапазоне от 10 мкВ/дел до 5 кВ/дел и регули-