

Прикладной программный продукт «Electronics Workbench»

Дисциплина

«Программные средства профессиональной деятельности»

Лектор: к.т.н.,

доцент ОЭЭ ИШЭ

Воронина Наталья Алексеевна

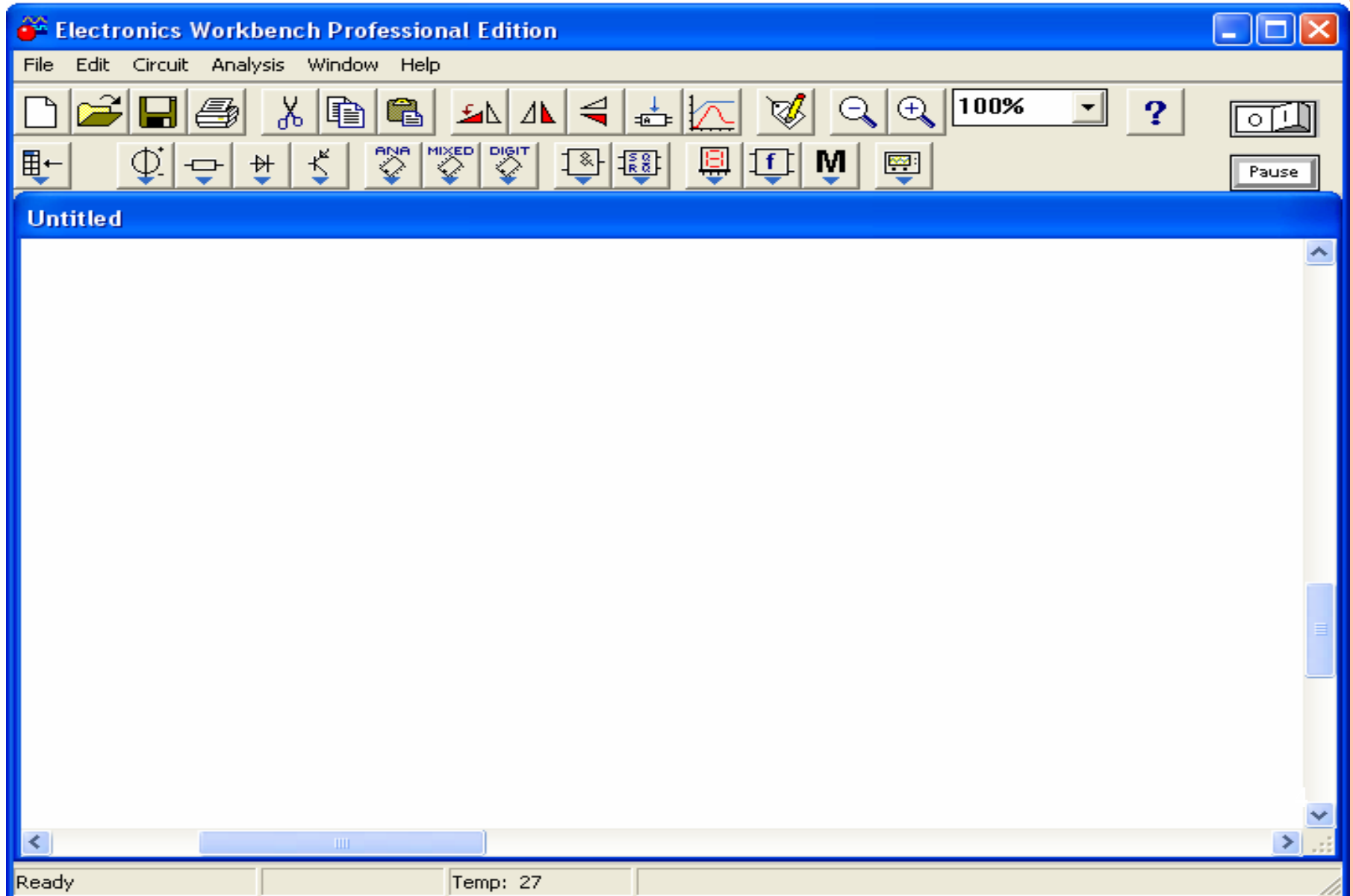
ВВЕДЕНИЕ

- Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB) предназначена для моделирования и анализа аналоговых электрических и цифровых электронных схем.
- Эта программа позволяет создать на каждом компьютере виртуальную электронную лабораторию.
- Версия EWB 5.12 была выпущена в 1996г.
- Последняя, 9 версия EWB выпущена в 2006 г., под названием *Multisim*.
- Однако, работа с программой в последних версиях усложнилась, она утратила простоту и «прозрачность» интерфейса.

Достоинства программы

- Широкий набор измерительных приборов.
- Все приборы изображаются в виде, максимально приближенном к реальному виду.
- У пользователя создается полная иллюзия наблюдения процессов, происходящих в реальной схеме и оперирования с реальными измерительными приборами.

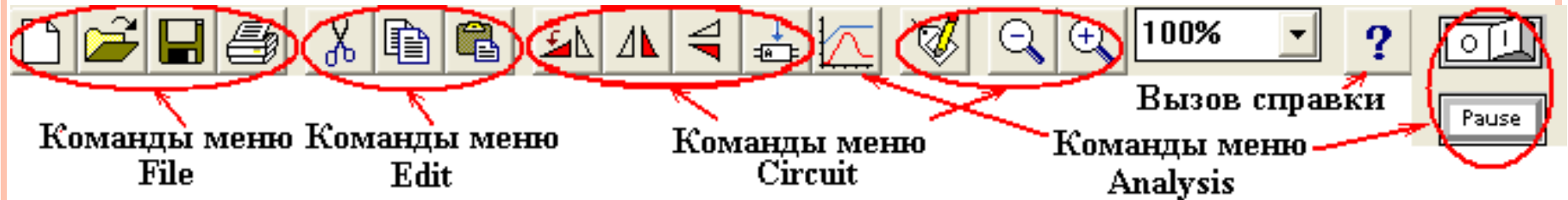
Интерфейс EWB



Структура интерфейса

- В верхней части окна программы расположена строка меню. Она содержит: File, Edit, Circuit, Analysis, Window, Help.
- Под меню в виде строки пиктограмм расположена стандартная панель инструментов.

Панель инструментов



Панель линейки инструментов позволяет выбрать элементы для моделируемой схемы и набор необходимых измерительных приборов.

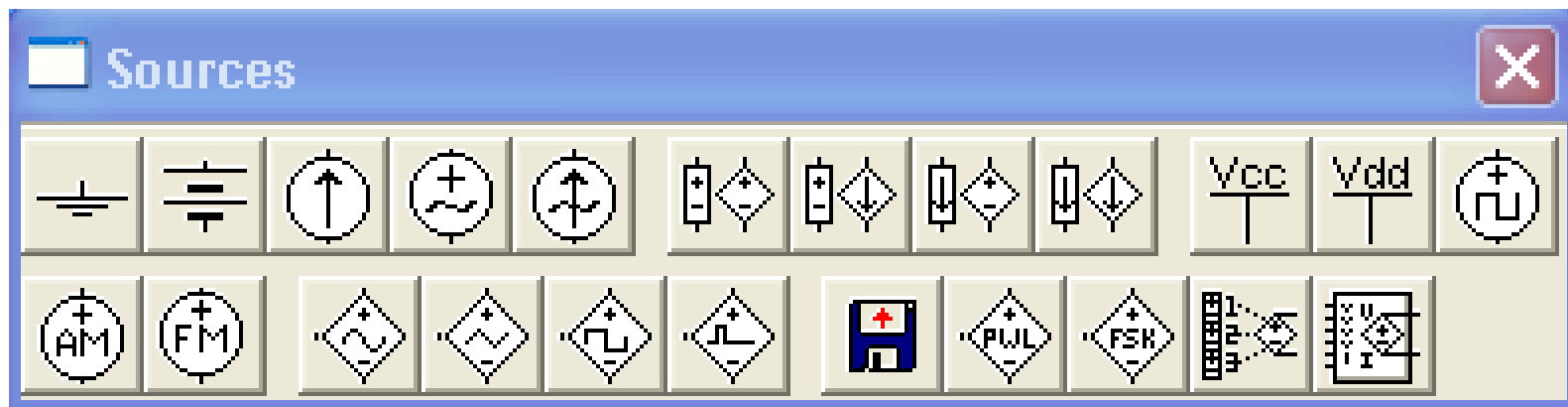
Панель линейки инструментов

Содержит следующие библиотеки элементов:

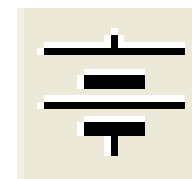
- Sources – источники питания;
- Basic – группа пассивных компонентов;
- Diodes – полупроводниковые диоды, стабилитроны и т. п.;
- Transistors – полупроводниковые транзисторы
- Analog ICs – аналоговые микросхемы;
- Mixed ICs – микросхемы смешанного типа (АЦП, ЦАП);
- Digital ICs – цифровые микросхемы;

- Logic Gates – логические цифровые микросхемы;
- Digital – цифровые микросхемы (отличающиеся от Digital ICs);
- Indicators – индикаторные устройства;
- Controls – аналоговые вычислительные устройства (дифференциаторы, интеграторы и т.д.);
- Miscellaneous – компоненты смешанного типа;
- Instruments – контрольно-измерительные приборы.

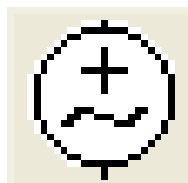
Панель *Sources* – источники питания



- Идеальные источники постоянного

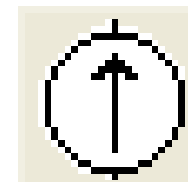


и переменного

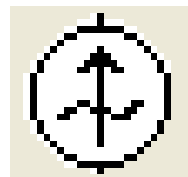


напряжения.

- Идеальные источники постоянного



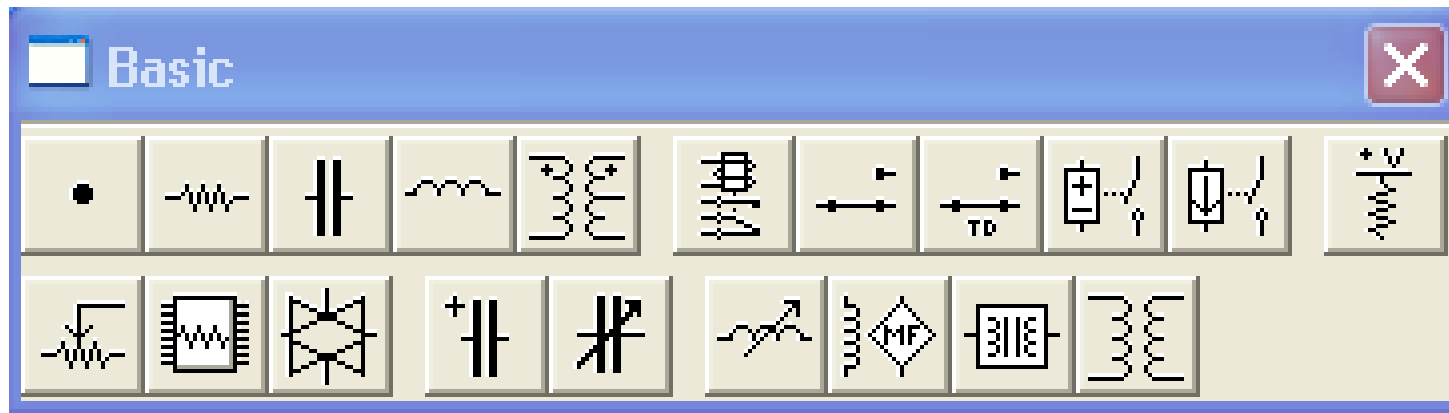
и переменного



тока

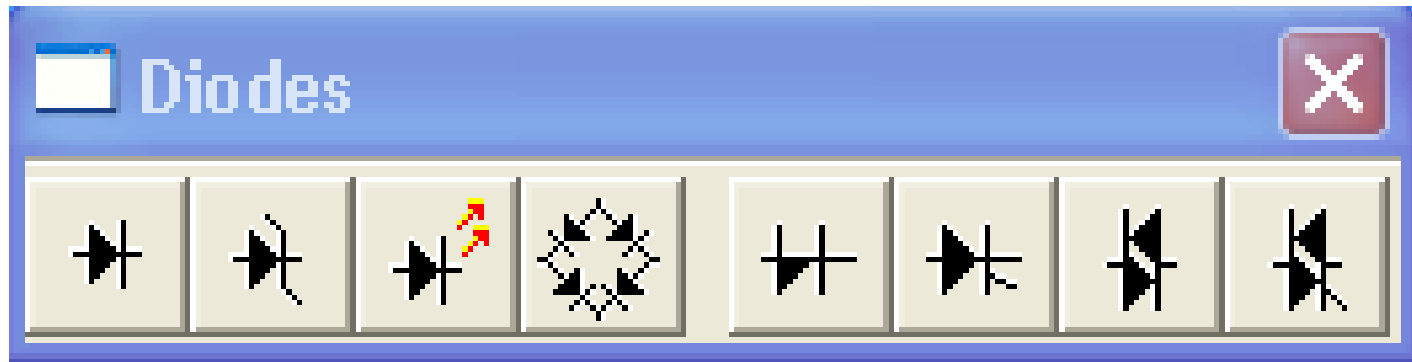
- Управляемые источники тока и напряжения 12-ти видов, которые позволяют выполнять моделирование практически всех реальных процессов в электрических и электронных схемах.
- Специальные источники напряжения и токов для моделирования процессов в цифровых электронных схемах.

Панель *Basic* – пассивные элементы



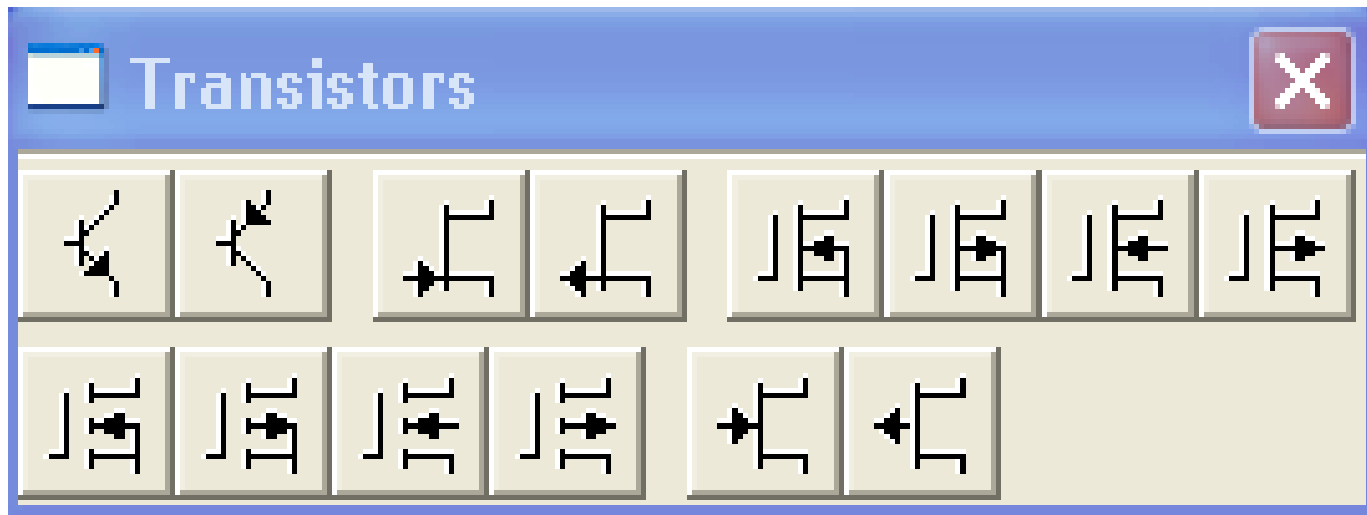
Панель *Basic* содержит библиотеку пассивных элементов электрических цепей и коммутирующих устройств.

Панель *Diodes* – диоды



Панель *Diodes* содержит полупроводниковые элементы

Панель *Transistors* – транзисторы



Панель *Transistors* содержит биполярные и полевые транзисторы всех известных типов

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительные приборы размещены на двух панелях:

1. Панель *Indicators* содержит не только индикаторы, а также приборы измерения тока

и напряжения: вольтметр 

и амперметр 

Особенностью указанных приборов является то, что их можно установить в собранную схему в неограниченном количестве.

2. Панель *Instruments*:



содержит контрольно-измерительные приборы и генераторы, используемые для анализа работы электрических и электронных схем.

В библиотеке контрольно-измерительных электронных приборов представлены:

1. *Мультиметр* – универсальный измерительный прибор, с помощью которого можно выполнять измерения тока, напряжения, сопротивления и относительный уровень напряжения.

2. *Функциональный генератор* – универсальный генератор колебаний является идеальным источником напряжения, вырабатывает сигналы синусоидальной, треугольной или прямоугольной формы.

3. *Осциллограф* – прибор, показывающий уровень напряжения исследуемого сигнала на специальном экране.

4. *Прибор для построения частотных характеристик* – это измеритель амплитудно-частотных характеристик предназначен для анализа амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик электрических и электронных схем.

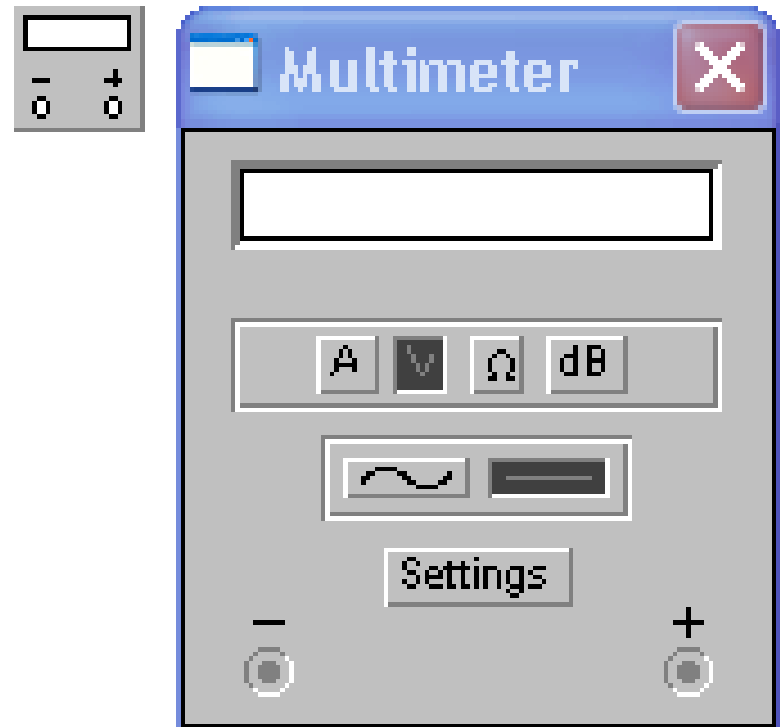
Порядок работы с контрольно-измерительными приборами

Общий порядок работы с приборами такой: «иконка» прибора курсором переносится на рабочее поле и подключается проводниками к исследуемой схеме. Для приведения прибора в рабочее (развернутое) состояние необходимо дважды щелкнуть курсором по его «иконке».

Мультиметр (*Multimeter*)

Подключение проводников к выводам прибора выполняется в уменьшенном изображении, а настройка режима работы и снятие показаний выполняется на увеличенном изображении прибора.

Лицевая панель
мультиметра

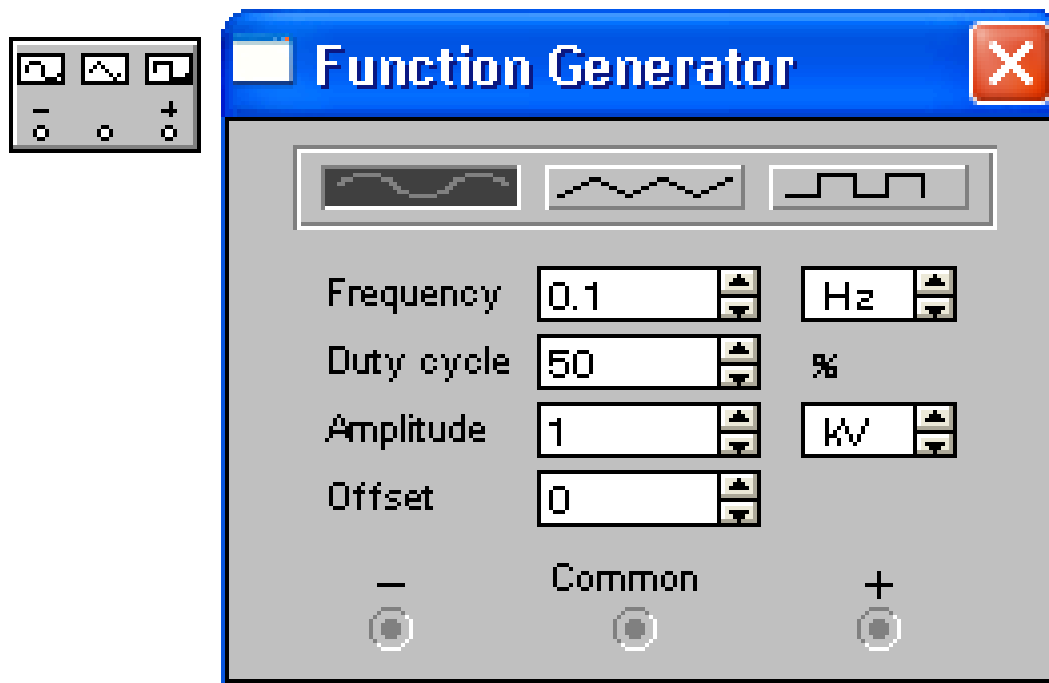


Клавиша *Settings*

Нажатие клавиши *Settings* вызывает окно настройки параметров прибора, в котором можно задать внутреннее сопротивление вольтметра и амперметра, ток прибора в режиме измерения сопротивления и величину опорного напряжения, используемого в режиме измерения относительного уровня напряжения, а именно:

- *Ammeter resistance* — внутреннее сопротивление амперметра;
- *Voltmeter resistance* — входное сопротивление вольтметра;
- *Ohmmeter current* — ток через контролируемый объект;
- *Decibel standard* — установка эталонного напряжения при измерении ослабления или усиления в децибелах

Функциональный генератор (*Function Generator*)



Управление генератором

осуществляется кнопками:

- Выбор формы выходного сигнала



- *Frequency* – установка частоты выходного сигнала;
- *Duty cycle* – установка коэффициента заполнения в %: для импульсных сигналов;
- *Amplitude* – установка амплитуды выходного сигнала;
- *Offset* – установка смещения (постоянной составляющей) выходного сигнала;

Подключение прибора

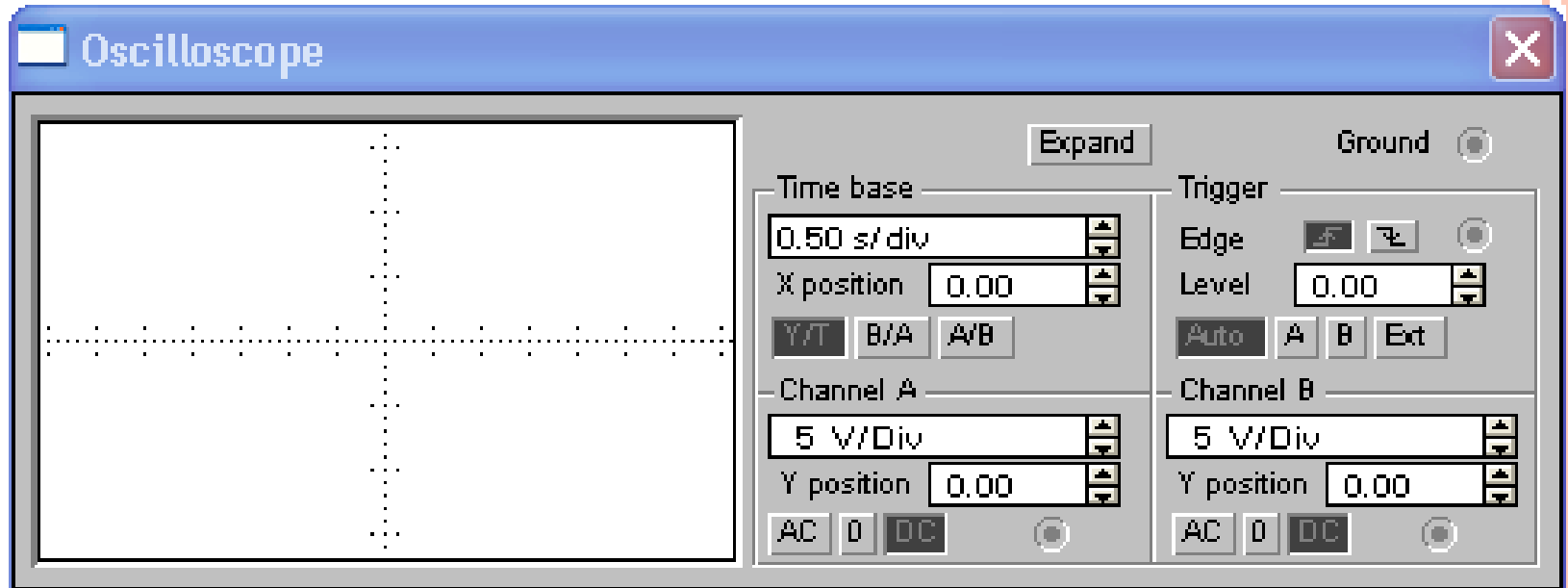
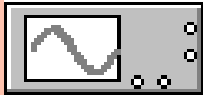
Подключение проводников к выводам прибора выполняется в уменьшенном изображении, настройка режима работы выполняется на увеличенном изображении прибора.

Прибор имеет три вывода, вывод *Common* – средняя точка. Если необходимо чтобы уровень сигнала изменялся от нуля в сторону увеличения, то два проводника подключают к выводам $+$ и *Common*. Если же требуется, чтобы выходной сигнал генератора не имел постоянной составляющей, проводники подключают к крайним выводам.

Осциллограф (*Oscilloscope*)

- Осциллограф – прибор, показывающий уровень напряжения исследуемого сигнала на специальном экране. Экран имеет градуировку, благодаря которой можно не только увидеть форму изменяющегося напряжения, но и измерить его величину и длительность.
- В EWB используется двухканальный цифровой запоминающий осциллограф.

Формы отображения осциллографа



- Прибор имеет четыре вывода, подключение к которым выполняется на малом изображении осциллографа.
- Два нижних вывода – входы каналов (*Channel*) А и (*Channel*) В работают независимо друг от друга, с отдельной регулировкой чувствительности в диапазоне от 10 мкВ/дел ($\mu\text{V}/\text{Div}$) до 5кВ/дел (kV/Div) и регулировкой смещения по вертикали (*Y position*).

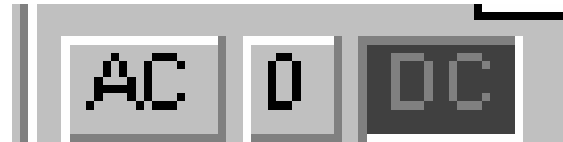
- Верхний вывод справа – заземление, как правило, именно относительно этого вывода отсчитывается напряжение на входных зажимах, поэтому подключение заземления необходимо для правильной работы осциллографа.

Настройка осциллографа

- Настройка осциллографа для работы осуществляется в три этапа:
 1. Выбор режима по входу;
 2. Выбор режима развертки;
 3. Выбор режима синхронизации.

Режим по входу

1. Выбор режима по входу осуществляется нажатием кнопок



Режим AC предназначен для наблюдения только сигналов переменного тока (его еще называют режимом "закрытого входа", поскольку в этом режиме на входе усилителя включается разделительный конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую)

В режиме 0 входной зажим замыкается на землю.

В режиме DC (включен по умолчанию) можно проводить осциллографические измерения как постоянного, так и переменного тока. Этот режим называют режимом "открытого входа", поскольку входной сигнал поступает на вход вертикального усилителя непосредственно. С правой стороны от кнопки *DC* расположен входной зажим.

Режим развертки

2. Режим развертки выбирается кнопками



В режиме Y/T (обычный режим, включен по умолчанию) реализуются следующие режимы развертки: по вертикали – напряжение сигнала, по горизонтали – время;

В режиме B/A: по вертикали – сигнал канала В, по горизонтали – сигнал канала А;

В режиме A/B: по вертикали – сигнал канала А, по горизонтали – сигнал канала В.

Режим синхронизации

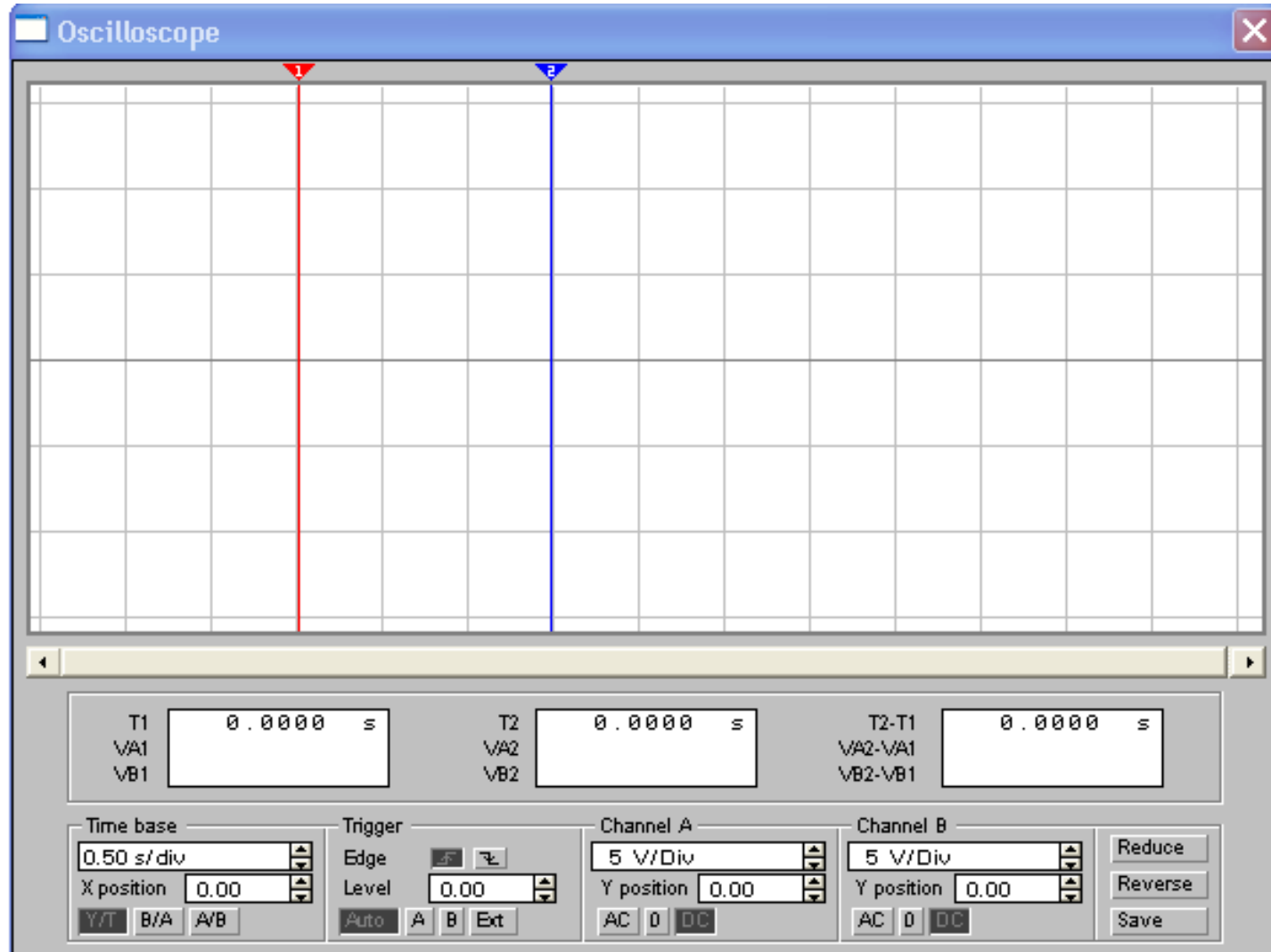
- Внешняя синхронизация осциллографа осуществляется через блок *Trigger* нижний вывод справа – вход для сигнала внешней синхронизации;
- Обычно осциллограф работает в режиме внутренней синхронизации, в этом случае в блоке синхронизации установлен режим *Auto*, а на вход синхронизации не подается никакого сигнала.

Кнопка *Expand*

При нажатии на кнопку *Expand* лицевая панель осциллографа существенно меняется, а именно: увеличивается размер экрана.

Появляется возможность прокрутки изображения по горизонтали и его сканирования с помощью вертикальных визирных линий

Третья форма отображения осциллографа – цифровой осциллограф

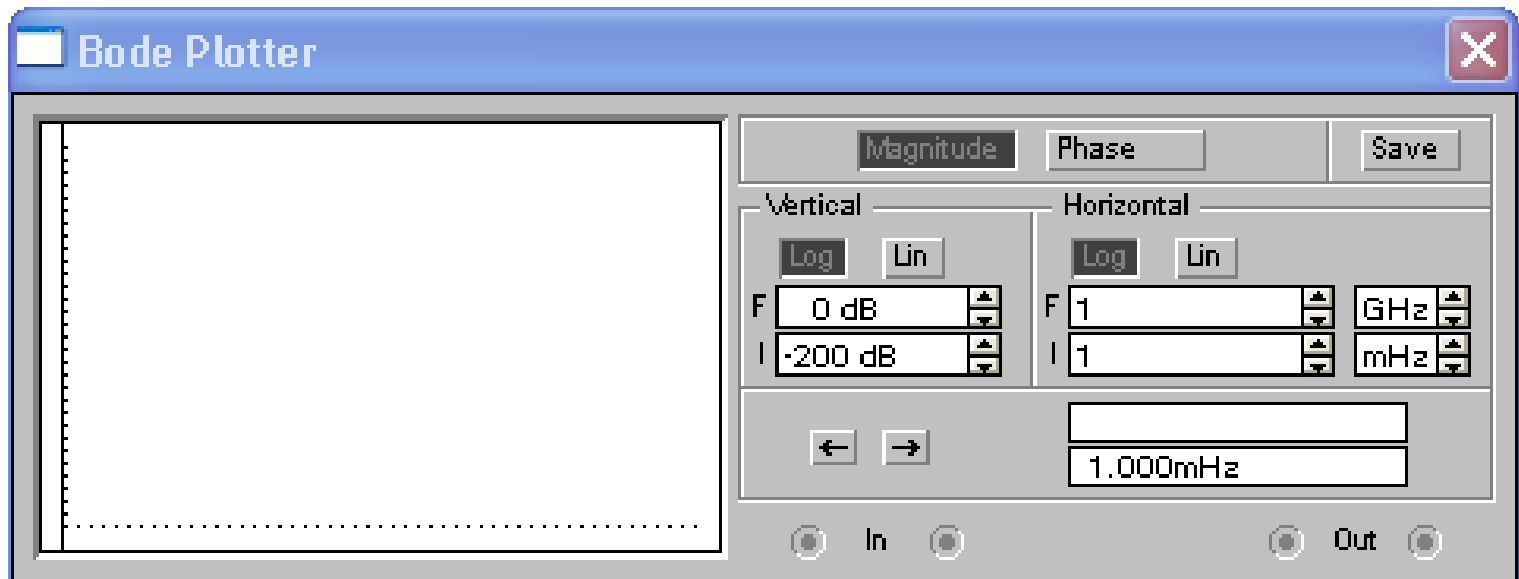


В этом режиме на панели осциллографа появляются три цифровых шкалы, показания которых определяются положением вертикальных меток T1 и T2. Первая шкала показывает уровень напряжения для обоих каналов и положение метки на оси времени для метки T1, вторая – такие же показания для метки T2, третья шкала отображает разность первых двух показаний.

Кроме того, под экраном появляется линейка прокрутки, позволяющая наблюдать любой временной отрезок от момента включения до момента выключения схемы. В этом режиме измерения, выполненные с помощью осциллографа, могут быть очень точными.

- Три управляющие клавиши в правом нижнем углу лицевой панели осциллографа выполняют следующие функции:
- *Reduce* – возвращает режим простого двухканального осциллографа;
- *Reverse* – обращает цвет фона изображения (черный вместо белого);
- *Save* – позволяет сохранить отображаемую осциллограмму во внешний файл специального типа *.SCP.

Построитель амплитудо-частотных характеристик (*Bode Plotter*)



Подключение прибора

Подключение прибора к исследуемой схеме осуществляется с помощью двух входных зажимов (*IN*) и двух выходных зажимов (*OUT*). Левые клеммы зажимов подключаются соответственно ко входу и выходу схемы, а правые заземляются. При этом исследуемая схема должна, конечно же, содержать источник переменного напряжения.

Режимы измерения

Режимов измерения два:

- при нажатой кнопке *Magnitude* анализируют амплитудно-частотные характеристики;
- при нажатой кнопке *Phase* – фазо-частотные характеристики.
- горизонтальная и вертикальная шкала прибора могут быть логарифмической (кнопка *Log*) или линейной (*Lin*).

Настройка прибора

Настройка прибора сводится к заданию верхнего (F) и нижнего (I) пределов

1. коэффициента передачи схемы (dB)

блок *Vertical*

2. диапазона частот (GHz , mHz)

блок *Horizontal*.

Моделирование

При запуске моделирования на экране прибора будет отображена АЧХ (или ФЧХ) исследуемой схемы, а в двух полях в правом нижнем углу панели прибора точное значение амплитуды и частоты в точке, заданной положением визирной линейки. Управляющими клавишами с изображением стрелок можно перемещать визирную линейку по оси частот.

Записать результатов измерения

Результаты измерения можно записать также в текстовый файл. Для этого необходимо нажать кнопку *Save* и в диалоговом окне указать имя файла (по умолчанию предлагается имя схемного файла). В полученном таким образом текстовом файле с расширением `.bod` АЧХ и ФЧХ представляются в табличном виде.

Основные принципы создания схем

- Работа с системой EWB включает в себя три основных этапа:
 1. создание схемы;
 2. выбор и подключение контрольно-измерительных приборов;
 3. активизация схемы – расчет и анализ процессов, протекающих в устройстве.

Технология подготовки схем

Прежде чем создавать чертеж принципиальной схемы средствами программы EWB, необходимо:

1. на листе бумаги подготовить ее эскиз;
2. познакомиться с библиотекой готовых схем программы для выбора аналога (прототипа);
3. использовать имеющиеся решения в качестве подсхем.

Создания схемы

- процесс создания схемы начинается с размещения на рабочем поле EWB компонентов из библиотек программы в соответствии с подготовленным эскизом.
- четырнадцать разделов библиотеки программы EWB поочередно могут быть вызваны с помощью меню Window или с помощью иконок



После того как выбор необходимых элементов и приборов из библиотек сделан, переходят к вводу и изменению параметров выбранных КОМПОНЕНТОВ.

Ввод и изменение параметров

- Задание свойств и параметров элементов выполняется через меню *Circuit* выбором команды *Component Properties* в контекстном меню.
- Команду *Component Properties* можно вызвать, если указатель мыши подвести к компоненту в окне редактирования, и щелкнуть два раза левой кнопкой мыши. Выпадает меню, состоящее из нескольких опций.
- Рассмотрим две из них:
- *Label* – необходима для написания обозначения компонента;
- *Value* – необходима для простановки значений компонента.

В контрольно-измерительных приборах

- в вольтметрах и амперметрах в опции *Label*, указывают для какого тока постоянного или переменного;
- в опции *Mode* выбирают *DC* – для постоянного тока, *AC* – для переменного;
- для изменения номинала компонента необходимо два раза щелкнуть мышью по символу его графического изображения и в открывшемся окне внести изменения.

Соединение элементов схемы

- После размещения компонентов и ввода их параметров производится соединение их выводов проводниками.
- При этом необходимо учитывать, что к выводу компонента можно подключить только один проводник.
- Для выполнения подключения указатель мыши подводят к выводу компонента и после появления жирной точки нажимают левую кнопку мыши, и появляющийся при этом проводник протягивают к выводу другого компонента до появления на нем такой же жирной точки, после чего кнопку мыши отпускают, соединение готово.

- Если необходимо вывод компонента подключить к имеющемуся на схеме проводнику, то из вывода компонента проводник указателем мыши подводят к указанному проводнику и после появления точки соединения кнопку мыши отпускают.
- Прокладка соединительных проводов производится автоматически, причем препятствия — компоненты и проводники огибаются по ортогональным направлениям (по горизонтали или вертикали).

Подключение контрольно-измерительных приборов

- При работе в программе EWB для проведения измерений чаще всего используют: амперметры, вольтметры, осциллограф, мультиметр, *Bode Plotter* (графопостроитель частотных характеристик схем) и функциональный генератор.

- вольтметр и амперметр не требуют настройки и автоматически изменяют диапазон измерений. В одной схеме можно применять несколько таких приборов одновременно, наблюдая токи в различных ветвях и напряжения на различных элементах.
- двойным щелчком мыши на изображении амперметра или вольтметра открывается диалоговое окно для изменения их параметров: вида измеряемого тока, величины внутреннего сопротивления.

- Величины внутренних сопротивлений вводятся с клавиатуры в строке *Resistance*, вид измеряемого тока (опция *Mode*) выбирается из списка. При измерении переменного синусоидального тока (AC).
- Обычно внутреннее сопротивление вольтметра 1 МегаОм и внутреннее сопротивление амперметра 1 милиОм установлены по умолчанию.

- Кроме амперметра и вольтметра в Electronics Workbench имеется семь приборов, с многочисленными режимами работы, каждый из которых можно использовать в схеме только один раз.
- Функциональный генератор, осциллограф и *Bode Plotter* при использовании их в схеме должны быть заземлены.

Подключение и настройка осциллографа

- Осциллограф, имитируемый программой EWB, представляет собой аналог двухлучевого запоминающего осциллографа и имеет две модификации: простую и расширенную.
- Осциллограф можно подключить к уже включенной схеме или во время работы схемы переставить выводы к другим точкам – изображение на экране осциллографа изменится автоматически.

- Двойным щелчком мыши по уменьшенному изображению открывается изображение передней панели простой модели осциллографа с кнопками управления, информационными полями и экраном.
- Для проведения измерений осциллограф нужно настроить, для чего следует задать:
 - 1) расположение осей, по которым откладывается сигнал;
 - 2) нужный масштаб развертки по осям;
 - 3) смещение начала координат по осям;
 - 4) режим работы по входу: закрытый или открытый;
 - 5) режим синхронизации: внутренний или внешний.

Поля управления осциллографом

- Настройка осциллографа производится при помощи полей управления, расположенных на панели управления.
- Панель управления осциллографа разделена на четыре поля управления:
 - 1) горизонтальной разверткой (*Time base*);
 - 2) синхронизацией (*Trigger*);
 - 3) каналом *A*;
 - 4) каналом *B*.

Горизонтальная развертка

- Поле управления горизонтальной разверткой (масштабом времени) служит для задания масштаба горизонтальной оси осциллографа при наблюдении напряжения на входах каналов A и B в зависимости от времени.
- Временной масштаб задается в: $s/дел$, $мс/дел$, $мкс/дел$, $нс/дел$ (s/div , ms/div , $\mu s/div$, ns/div соответственно).

Активизация схемы – расчет и анализ процессов, протекающих в устройстве.

- После построения схемы и подключения приборов активизация и анализ ее работы начинается после нажатия выключателя *Activate/Stop* в правом верхнем углу окна программы.
 - Сделать паузу при работе схемы можно нажатием кнопки *Pause* под выключателем. Возобновить процесс можно повторным нажатием кнопки *Pause*.
 - Повторное нажатие выключателя в правом
- верхнем углу прекращает работу схемы.

- Для запуска и прекращения процесса моделирования можно воспользоваться соответствующими командами пункта меню *Analysis (Activate, Stop, Pause)*.
- Рассчитанные токи, напряжения и сопротивления показываются на экранах измерительных приборов.
- После того как рассчитаны и определены параметры схемы и величины напряжений и токов приступают к анализу процессов.

Расчет процессов

○ Расчет процессов позволяет:

1. определить по показаниям приборов значения токов, напряжений и величины сопротивлений элементов в моделируемой схеме;
2. рассчитать режимы работы схемы при включении мультиметра, вольтметров и амперметров;

3. рассчитать частотные характеристики при включении *Bode Plottera*, а так же мультиметра, амперметров и вольтметров для измерения гармонических токов и напряжений;

4. рассчитать входные, внешние и регулировочные характеристики электрических схем и электронных устройств;

5. рассчитать переходные процессы при использовании осциллографа.

Основные виды анализа

1. Анализ влияния параметров на переходные и установившиеся процессы в исследуемой схеме.
2. При использовании переменных резисторов, конденсаторов и индуктивностей наблюдать изменение процессов не прекращая моделирования.
3. Реализовать специальные виды анализа такие как спектральный анализ и т.д.

Спасибо за внимание!