

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

## **Возможности пользовательского интерфейса программы «Electronics Workbench»**

Методические указания  
по использованию программы «**Electronics Workbench**»  
при выполнении лабораторных работ по курсам  
«**Общая электротехника и электроника**», «**Электроника и схемотехника**»,  
«**Электротехника и электроника**»  
для студентов направлений 220700.62 «Автоматизация технологических  
процессов и производств», 220400.62 «Управление в технических системах»,  
090303.65 «Информационная безопасность автоматизированных систем»,  
231000.62- «Программная инженерия», 220301.65 «Автоматизация  
технологических процессов и производств (в машиностроении)»  
очной и заочной форм обучения

Курган 2013

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»

Дисциплины: «Общая электротехника и электроника», «Электротехника и электроника», «Электроника и схемотехника»

Составил: канд. техн. наук, доцент Б.П. Кудряшов

Утверждена на заседании кафедры «3» июля 2013 г.

Рекомендована методическим советом института «30» августа 2013 г.

## Содержание

1.Окно программы и система меню	4
1.1 Меню File	4
1.2 Меню Edit	4
1.3 Меню Circuit	5
1.4 Меню Analysis	7
1.5 Меню Window	18
2. Подготовка схемы	18
3. Библиотека компонентов EWB	19
4.Контрольно-измерительные приборы	25
ЛИТЕРАТУРА	35

## 1.Окно программы и система меню

### 1.1. Меню File

Меню **File** предназначено для загрузки и записи файлов, получения копии выбранных для печати составных частей схемы, а также для импорта/экспорта файлов в форматах других систем моделирования и программ разработки печатных плат.

1. Команды этого меню: **New (Ctrl+N)**, **Open... (Ctrl+O)**, **Save (Ctrl+S)**, **Save As...**, **Print Setup...**, **Exit (ALT + F4)** — типичные для Windows команды не требующие пояснений.

2. **Revert to Saved...** — отмена изменений, внесенных в текущем сеансе редактирования.

3. **Print... (CTRL+P)** - выбор данных для печати: **Schematic** - схемы **Description** - описания к схеме, **Parts list**- перечень элементов схемы и их обозначения, **Modele list**-параметры моделей элементов схемы, **Instruments** – экраны инструментов программы (осциллографа, Боде-плоттера, генератора слов и т.д.)

4. **Import** и **Export** - импорт и экспорт текстовых файлов описания схемы в формате **SPICE (\*.cir)**.

### 1.2. Меню Edit

Позволяет выполнять команды редактирования схем и копирования экрана.

1. **Cut (CTRL+X)** — стирание (вырезание) выделенной части схемы с сохранением ее в буфере обмена (Clipboard). Выделение компонента производится щелчком мыши на изображении компонента. Выделение части схемы производится перемещением курсора мыши по диагонали экрана при нажатой левой кнопке. Цвет выделенных компонентов меняется на красный.

2. **Copy (CTRL+C)** — копирование выделенной фрегмента схемы или элемента в буфер обмена.

3. **Paste (CTRL+V)** — вставка на рабочее поле содержимого буфера обмена. Непосредственно после вставки можно переместить элемент или фрагмент схемы в нужное место.

4. **Delete (Del)** — удаление выделенной части схемы.

5. **Select All (CTRL+A)** — выделение всей схемы.

6. **Copybits** — команда позволяет выделить нужную часть экрана, и скопировать ее в буфер обмена, а далее импортировать в любое приложение Windows. Копирование диалогового окна — **Alt+Print Screen**.

7. **Show Clipboard** — показать содержимое буфера обмена.

### 1.3. Меню Circuit

1. Команды управления положением графического изображения компонентов: **Rotate**- поворот на 90 град., **Flip Horizontal** — зеркальное отображение компонента по горизонтали и **Flip Vertical** — по вертикали. Этим командам

соответствуют кнопки




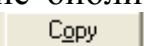
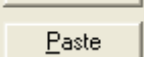
2. Команда **Component Properties**- свойства компонента. (двойной щелчок левой кнопки мыши по элементу). При этом открывается окно, состоящее из нескольких вкладок:



в вкладке **Label**- указывается название (**Label**) и позиционное обозначение компонента (**Reference ID**);

при выборе вкладки **Value** (**CTRL+ U**) задаются номинальные значения сопротивления, емкости, напряжения, частоты, фазы и других свойств компонента;

в вкладке **Model...** (**CTRL+M**) — выбирается модель компонента (диода, транзистора, операционного усилителя, трансформатора, логической микросхемы и т.д.) из установленных библиотек (**Library**). Здесь возможно

добавление и создание библиотек  , перенос элементов из одной библиотеки в другую   ,

редактирование свойств элемента  его удаление и переименование;

в вкладке **Fault** показываються выводы компонента, по которым можно имитировать его неисправность: **Leakege**-утечка, **Short**-замыкание, **Open**-обрыв и **None**-нет неисправности ;

из закладки **Display** выбирается тип вывода на экран обозначений компонента. выборе **Use Schematic Options global setting** - используются установки, принятые для всей схемы;

диалоговое окно при выборе закладки **Analysis Setup** позволяет установить температуру для каждого компонента индивидуально или использовать ее номинальное значение, принятое для всей схемы (**Use global temperature**).

3. команда **Subcircuit...** (**CTRL+B**) — преобразование предварительно выделенной части схемы в подсхему. Выделяемая часть схемы должна быть расположена таким образом, чтобы в выделенную область не попали не относящиеся к ней проводники и компоненты. В результате выполнения команды вызывается диалоговое окно **Subcircuit** , в строке **Name** которого вводится имя подсхемы, после чего возможны следующие варианты:

**Copy from Circuit** — подсхема копируется с указанным названием в библиотеку **Favorites** без внесения изменений в исходную схему;

**Move from Circuit** — выделенная часть вырезается из общей Схемы и в виде подсхемы с присвоенным ей именем копируется в библиотеку **Favorites**;

**Replace in Circuit** — выделенная часть заменяется в исходной схеме подсхемой с присвоенным ей именем с одновременным копированием в библиотеку **Favorites**.

Для просмотра или редактирования подсхемы нужно дважды щелкнуть мышью по ее значку. Редактирование подсхемы производится по общим правилам редактирования схем. При создании дополнительного вывода необходимо из соответствующей точки подсхемы курсором мыши протянуть проводник к краю ее окна до появления незакрашенной прямоугольной контактной площадки, после чего отпустить левую кнопку мыши. Для удаления вывода необходимо курсором мыши ухватиться за его прямоугольную площадку у края окна подсхемы и вынести ее за пределы окна.

4. Команды **Zoom In** и **Zoom Out** масштабируют схему в диапазоне 50-200%.

Эти команды могут быть выполнены также с помощью кнопок  .

5. Команда **Schematic Options**, закладки **Grid** и **Show/Hide** позволяют:

показывать или нет на рабочем поле сетку-( **Show Grid**), использовать или нет сетку для привязки элементов – (**Use Grid**);

показывать/не показывать на рабочем поле название-(**Label**), позиционный номер -(**Reference ID**), модель- (**Model**) и номинальное значение параметра элемента-(**Value**), а также нумерацию всех точек соединения компонентов – (**Show Nodes**);

показывать\ не показывать состав библиотеки компонентов, используемой в данной схеме —(**Autohide part bins**);

сохранять положение используемой библиотеки компонентов на экране при оформлении схемы- (**Keep parts bin positions**).

на закладку **Fonts** можно установить тип (**Font name**) и размер (**Font size**) шрифта для обозначения компонента (**Set label font**) и номинального значения его параметра (**Set value font**).

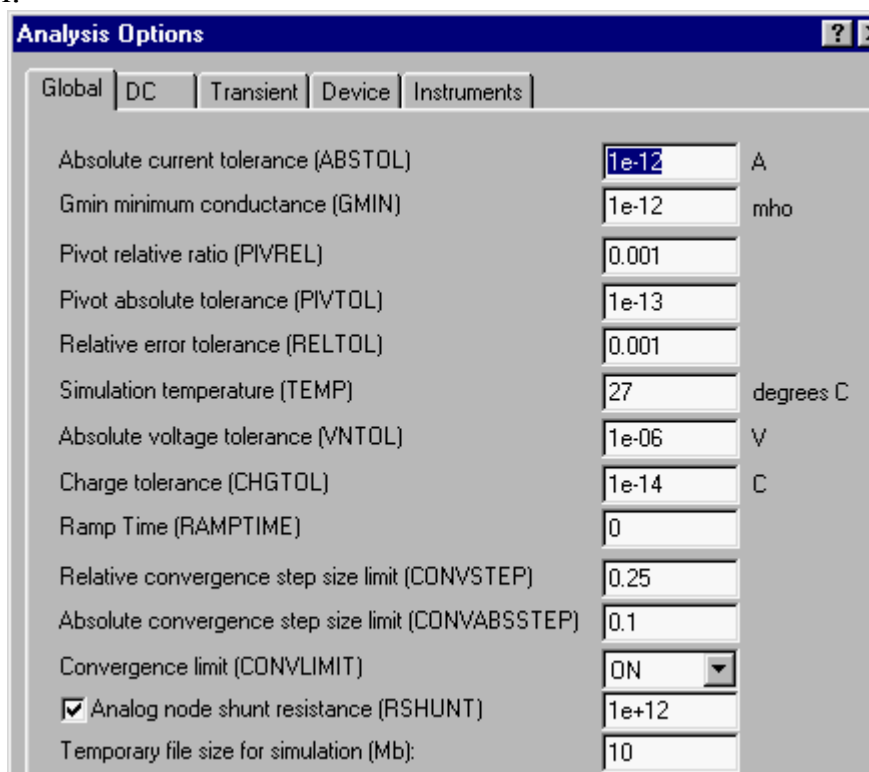
## 1.4. Меню Analysis

1. **Activate (CTRL+G)**— запуск моделирования.

**Stop (CTRL+T), Pause (F9)**.Эти команды могут выполняться также нажатием КНОПОК



2. **Analysis Options...** (**CTRL+Y**) — набор команд для установки параметров моделирования.



Окно настройки параметров моделирования общего характера

**2.1. Global** — настройки общего характера:

**ABSTOL** — абсолютная ошибка расчёта токов;

**GMIN** — минимальная проводимость ветви цепи; (значение изменять не рекомендуется);

**PIVREL, PIVTOL** —изменять не рекомендуется;

**RELTOL** — относительная ошибка моделирования; влияет на сходимость решения и скорость моделирования; рекомендуемые значения —  $10^{-2} \dots 10^{-6}$ ;

**TEMP** — температура, при которой проводится моделирование;

**VNTOL** — абсолютная погрешность расчета напряжений;

**CHGTOL** изменять не рекомендуется;

**RAMPTTME** — начальная точка отсчета времени при анализе переходных процессов;

**CONVSTEP**, **CONVABSSTEP**— относительный и абсолютный размер автоматически контролируемого шага итерации при расчете режима по постоянному току;

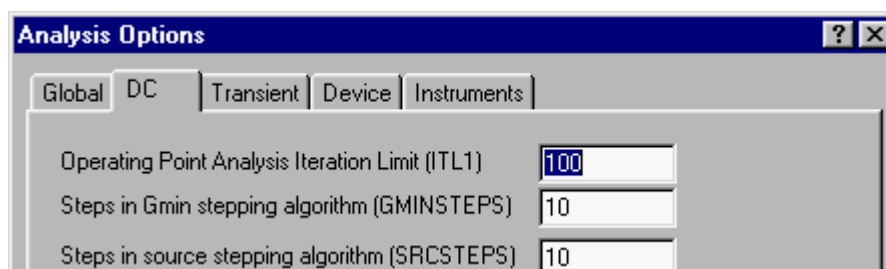
**CONVLIMIT** — включение/выключение дополнительных средств для обеспечения сходимости итерационного процесса;

**RSHUNT** —сопротивление утечки для всех нод относительно заземления значение параметра варьируются в пределах  $10^6...10^9$  Ом;

**Temporary...** — объем дисковой памяти для хранения временных файлов (Мбайт) в случае сложных цепей значение параметра увеличивается.

Кнопка **Reset defaults** во всех диалоговых окнах предназначена для установки значений параметров по умолчанию.

**2.2. DC** — настройки для расчета режима по постоянному току (статический режим), параметры которого имеют следующее назначение:



**ITL1** — максимальное количество итераций приближенных расчетов; при сообщении "**No convergence in DC analysis**" (неудовлетворительная сходимость при DC-анализе) значение параметра увеличивается до 500...1000;

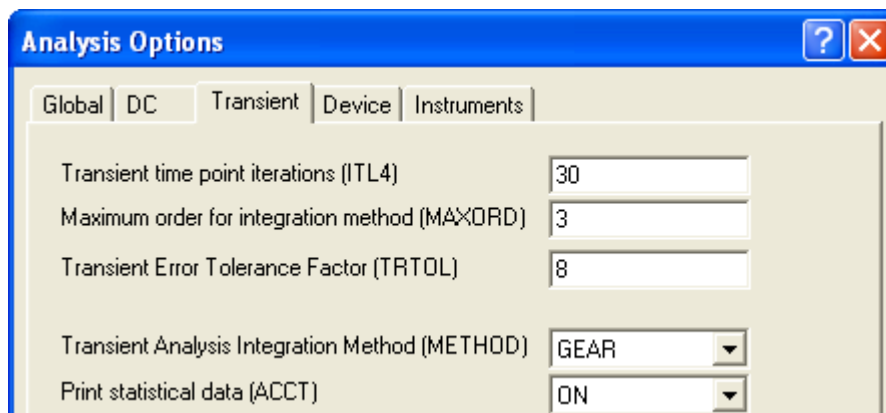
**GMINSTEPS** — количество итераций размером GMIN каждая дополнительного Gmin stepping алгоритма, используемого при неудовлетворительной сходимости;

**SRCSTEPS** — количество итераций дополнительного Source stepping алгоритма, используемого при неудовлетворительной сходимости решения для нелинейных цепей; заключается в "дроблении" участка характеристики



нелинейного компонента на заданное параметром SRCSTEPS количество шагов.

**2.3. Transient** — настройка параметров режима анализа переходных процессов



Окно настройки режима моделирования переходных процессов

**ITL4** — максимальное количество итераций для расчета одной точки переходных процессов; при сообщении "**Time step too small**" (шаг времени очень мал) или "**No convergence in the transient analysis**" (нет сходимости) значение параметра целесообразно увеличить до 15...20;

**METHOD** — метод приближенного интегрирования системы дифференциальных уравнений:

**TRAPEZOIDAL** — метод Эйлера с уравниванием, реализует формулу:  $V_{n+1} = V_n + (h/2)(dV_n/dt + dV_{n+1}/dt)$ , где  $h$  — шаг итерации;

**GEAR** — метод Гира; порядок метода определяется параметром **MAXORD** (от 2 до 6); метод Гира предусматривает возможность работы с переменным шагом (замедление процесса моделирования).

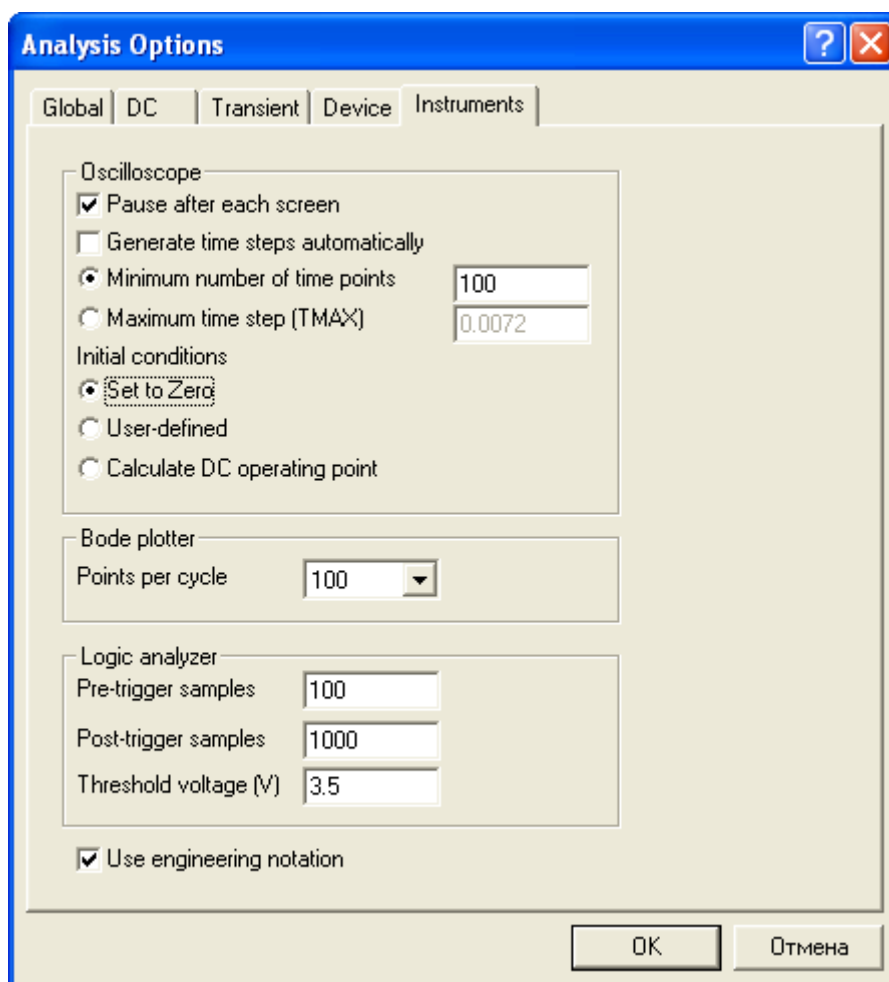
**TRTOL** — константа, определяющая точность расчетов (изменять не рекомендуется);

**ACCT** — разрешение на вывод сообщений о процессе моделирования.

**2.4. Device** — выбор параметров МОП-транзисторов

**DEFAD** — площадь диффузионной области стока,  $m^2$ ; **DEFAS** — площадь диффузионной области истока,  $m^2$ ; **DEFL** — длина канала полевого транзистора,  $m$ ; **DEFW** — ширина канала,  $m$ ; **TNOM** — номинальная температура компонента; **BYPASS** — включение или выключение нелинейной части модели компонента; **TRYTOCOMPACT** — включение или выключение линейной части модели компонента.

## 2.5. Instruments — настройка параметров контрольно-измерительных приборов



Окно настройки параметров контрольно-измерительных приборов

**Oscilloscope**- параметры осциллографа.

**Pause after each screen** — пауза после заполнения экрана осциллографа;

**Generate time steps automatically** — автоматическая установка интервала вывода на

экран при деактивации опции становятся активными следующие две опции: ;

**Minimum number of time points** — минимальное количество отображаемых точек за период наблюдения;

**TMAX** — промежуток времени от начала до конца моделирования;

**Set to Zero** — установка в нуль контрольно-измерительных приборов перед началом моделирования;

**User-defined** — ручной пуск и остановка процесса моделирования;

**Calculate DC operating point** — выполнение расчета режима по постоянному току;

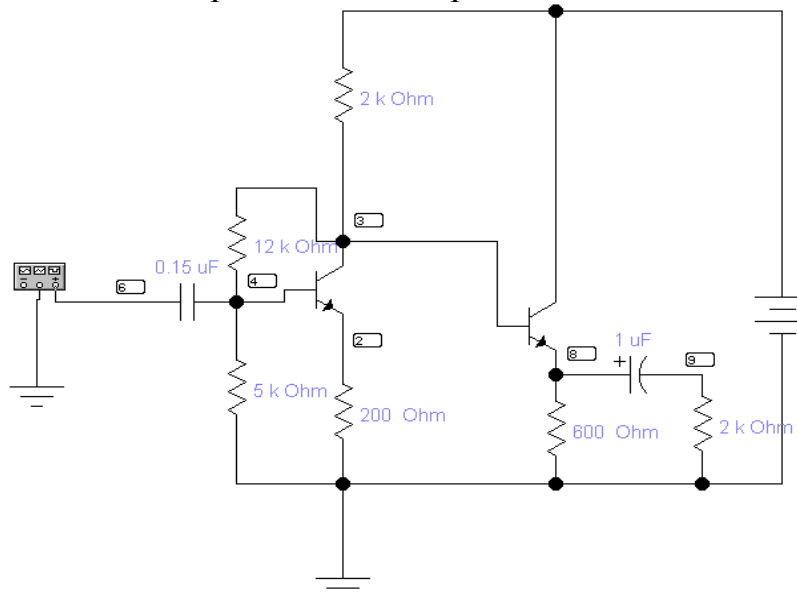
**Bode plotter**

**Points per cycle** — количество отображаемых точек при выводе АЧХ и ФЧХ

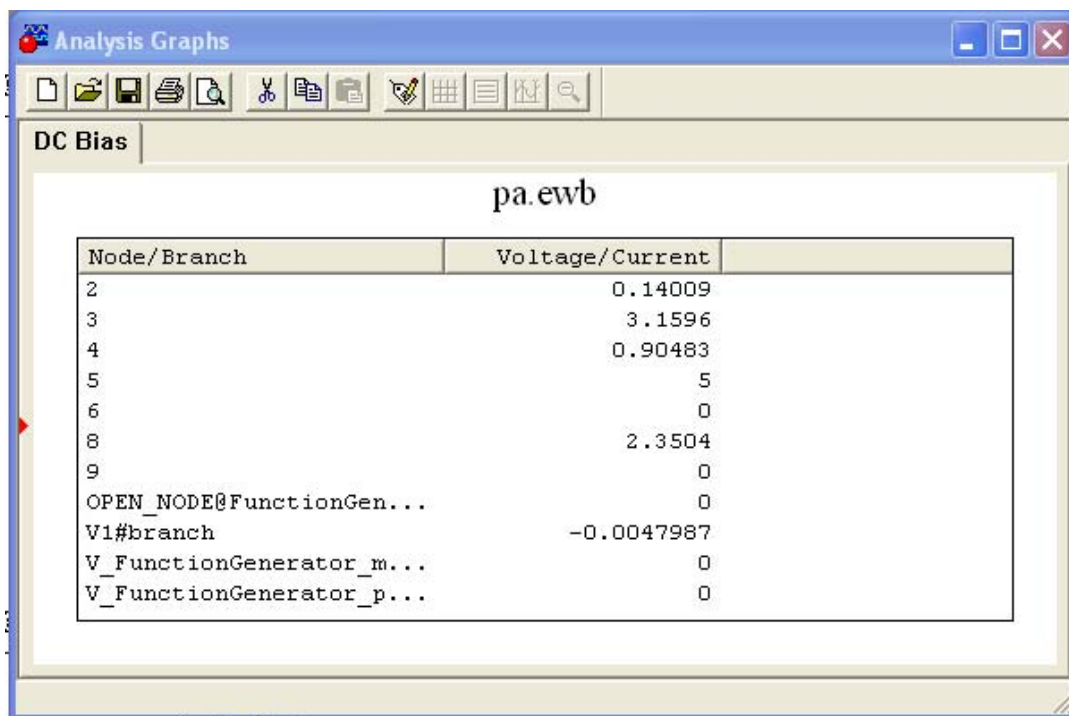
**Use engineering notation** — применение инженерной системы обозначений единиц измерения.

### 3. DC Operating Point

— расчет режима по постоянному току; в этом режиме из моделируемой схемы исключаются все конденсаторы (обрыв цепи) и все индуктивности заменяются проводниками проводниками.



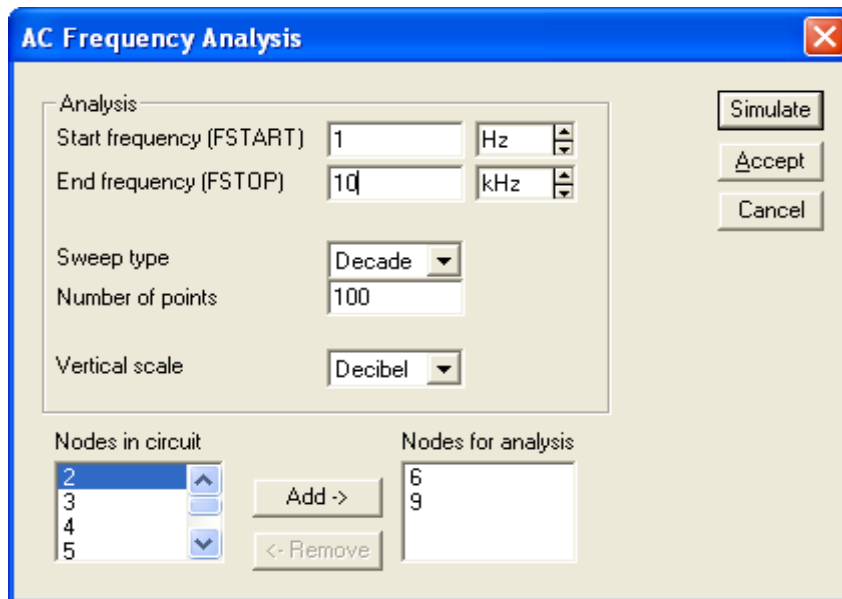
Пример: схема усилителя



Окно представления расчетных значений постоянных напряжений в nodes (точках) схемы усилителя

## 4. AC Frequency...

расчет частотных характеристик начинается с задания следующих параметров:



**FSTART, FSTOP** — минимальное и максимальное значение частоты соответственно;

**Sweep type** — масштаб по горизонтали: декадный (**Decade**), линейный (**Linear**) или октавный (**Octave**);

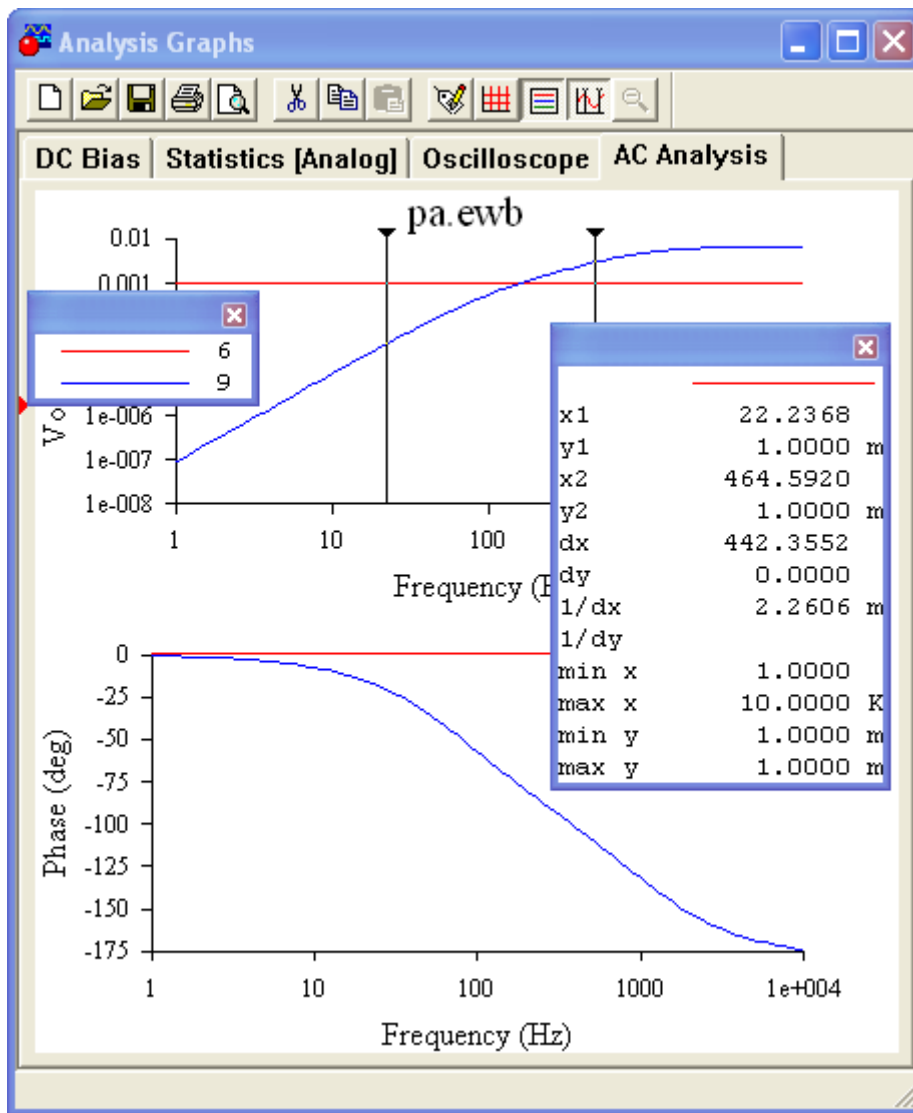
**Number of points** — число рассчитываемых точек;

**Vertical scale** — масштаб по вертикали (**Linear**)-линейный, (**Log**) - логарифмический или (**Decibel**)- в децибелах;

**Nodes in circuit** — список всех нод схемы;

**Nodes for analysis** — номера точек, для которых рассчитываются характеристики схемы; перечень таких нод устанавливается нажатием кнопок **Add** – добавить, и **Remove** -удалить;

**Simulate** — кнопка включения моделирования.



Результаты моделирования усилителя представлены в виде АЧХ (амплитудно-частотной) и ФЧХ (фазо-частотной) характеристик. Точные отсчеты получаем с помощью двух визиров.

Дополнительные кнопки:

**4.1. Properties** — параметры графического отображения графиков; при нажатии этой кнопки открывается диалоговое окно оформления результатов с вкладками **General**, **Left Axis**, **Bottom Axis**, **Right Axis**, **Top Axis** и **Traces**.

Закладка **General** позволяет:

**Title** — редактировать название схемы;

**Grid** — нанесение на графики сетки;

**Trace Legend** — отображать сигналы с указанием цвета графиков;

**Cursors** — выводить на экран АЧХ и ФЧХ в виде таблицы.

**Left Axis** позволяет:

**Label** — редактировать изображение оси Y;

**Axis** — изменять толщину линии оси Y и ее цвет;

**Division** — задать разбиение большого деления сетки;

**Range** — установить диапазон значений по оси Y;

**Scale** — установить масштаб по оси Y

Окна настроек **Bottom Axis**, **Right Axis** и **Top Axis** аналогичны окну **Left Axis**.

Окно настроек **Traces** содержит пункты:

**Trace** — выбор номера контрольной точки, для которой редактируется изображение характеристики;

**Label** — задание метки рассматриваемой точки;

**Pen Size** — выбор ширины линии для изображения характеристики;

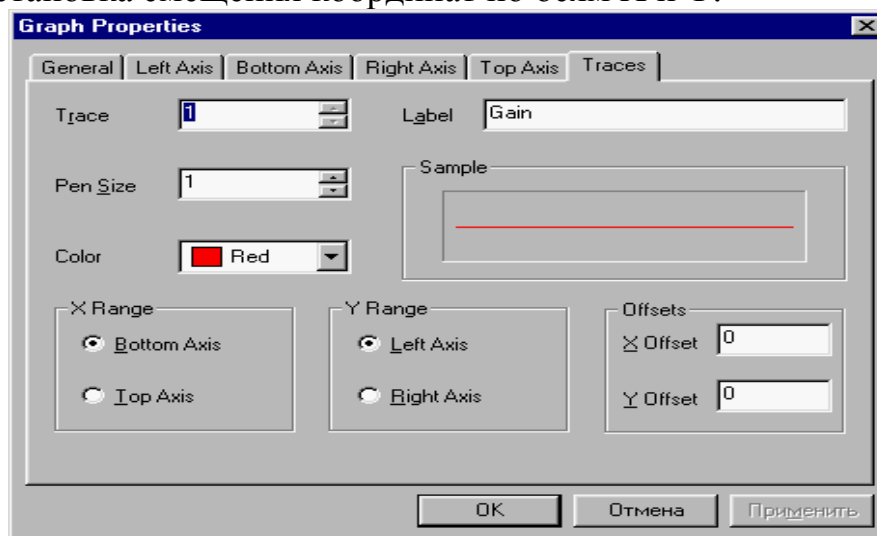
**Color** — выбор цвета линии;

**Sample** — образец линии;

**X Range** — выбор оформления для оси X; аналогично выбору в окне **Bottom Axis** или **Top Axis**;

**Y Range** — выбор оформления для оси Y; аналогично выбору в окне **Left Axis** или **Right Axis**;

**Offsets** — установка смещения координат по осям X и Y.



Окно оформления результатов моделирования Traces

4.2. Кнопки



имеют назначение: **Toggle Grid** -вставить сетку, **Toggle Legend** -вставить обозначение контрольной точки, **Toggle Cursor** - вывести числовые данные, **Restore Graph** -восстановить графическое обозначение, т. е. отменить введенные изменения.

## 5. Transient...

Расчет переходных процессов. Диалоговое окно команды содержит следующие пункты:

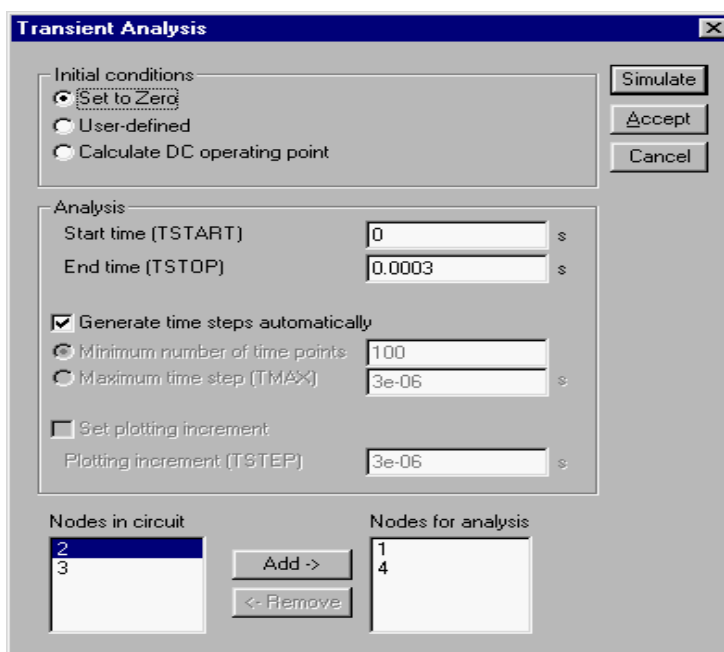
**Initial conditions** — установка начальных условий моделирования

**Tstart** — время начала анализа переходных процессов;

**Tstop** — время окончания анализа;

**Generate time steps automatically** — расчет переходных процессов с переменным шагом, выбираемым автоматически;

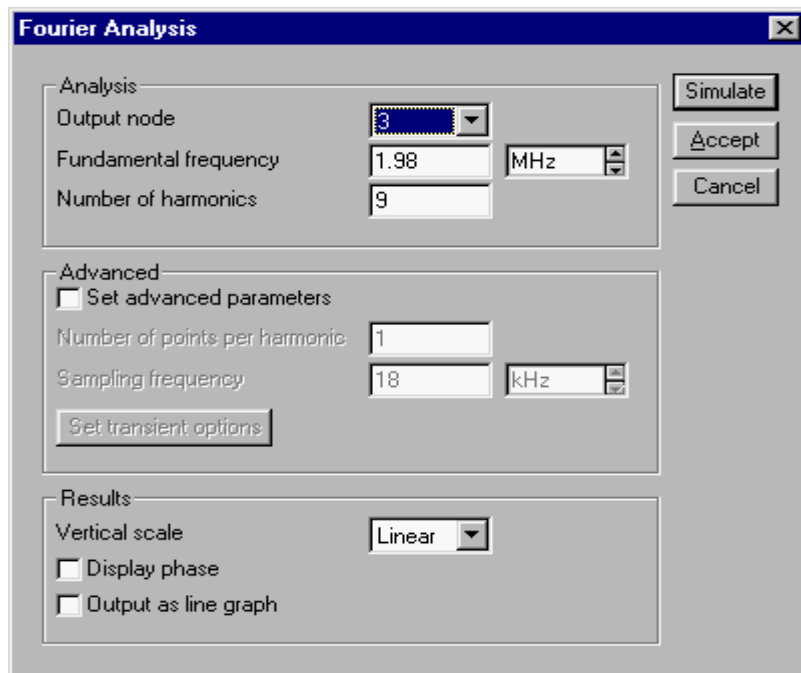
**Tstep** — временной шаг вывода результатов моделирования на экран монитора.



Задание режимов моделирования переходных процессов

## 6. Fourier...

проведение Фурье-анализа (спектрального анализа). При выборе этой команды параметры моделирования задаются из окна, в котором опции имеют следующие назначения:



Окно установки режима Фурье-анализа

**Output node** — номер контрольной точки (ноды), в которой анализируется спектр сигнала;

**Fundamental frequency** — основная частота колебания (частота первой гармоники);

**Number harmonic** — число анализируемых гармоник;

**Vertical scale** — масштаб по оси Y (линейный, логарифмический, в децибелах);

**Advanced** — набор опций этого блока предназначен для определения более тонкой структуры анализируемого сигнала путем введения дополнительных выборок;

**Number of points per harmonic** — количество отсчетов (выборок) на одну гармонику;

**Sampling frequency** — частота следования выборок;

**Display phase** — вывод на экран распределения фаз всех гармонических составляющих в виде непрерывной функции

**Output as line graph** — вывод на экран распределения амплитуд всех гармонических составляющих в виде непрерывной функции.



## 7. Monte Carlo...

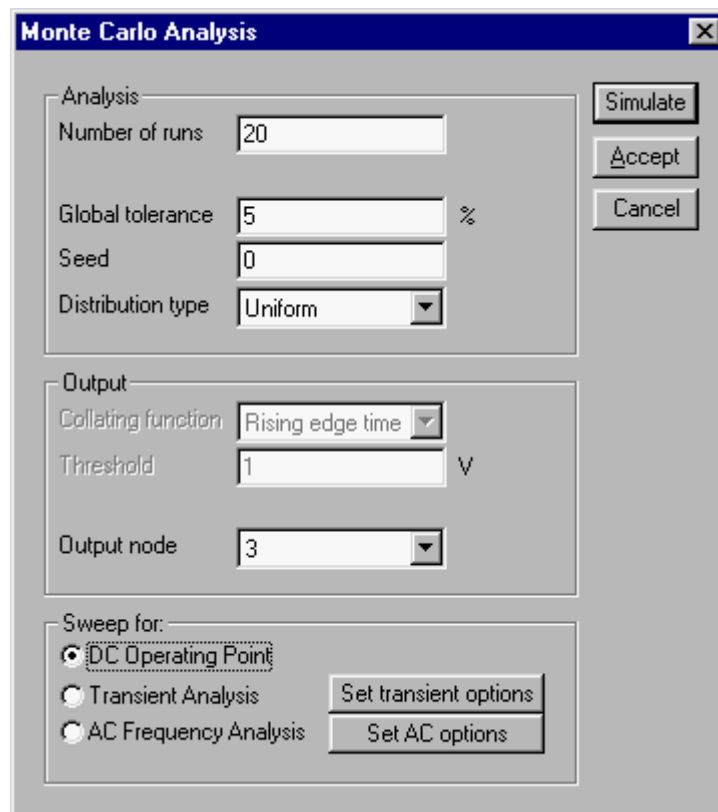
статистический анализ по методу Монте-Карло. В диалоговом окне команды задаются следующие параметры:

**Number of runs** — количество статистических испытаний;

**Tolerance** — отклонения параметров резисторов, конденсаторов, индуктивностей, источников переменного и постоянного тока и напряжения;

**Seed** — начальное значение случайной величины (этот параметр определяет начальное значение датчика случайных чисел и может задаваться в пределах 0...32767 [2]);

**Distribution type** - закон распределения случайных чисел: **Uniform** — равновероятное распределение на отрезке(-1, +1) и **Gaussian** — гауссовское распределение на отрезке (-1, +1) с нулевым средним значением и среднеквадратическим отклонением 0,25



Окно установки параметров для расчета по методу Монте-Карло.

**8. Display Graph** — этой командой вызываются на экран графики результатов выполнения одной из команд моделирования. Если в процессе моделирования использовано несколько команд меню **Analysis**, то результаты их выполнения накапливаются и отображаются в виде закладок с наименованием команд, которые могут перемещаться кнопками, расположенными в правом верхнем углу окна. Это позволяет оперативно просматривать результаты моделирования без его повторного проведения.

Вызов команды происходит автоматически при выполнении первой же команды из меню **Analysis**. В рассматриваемом режиме доступно значительное количество команд общего применения, мнемонические кнопки которых показаны в верхней части окна **Analysis Graphs**.

### 1.5. Меню Window

**Arrange (CTRL+W)** —исправление искажений изображений компонентов и соединительных проводников;

**Circuit** — вывод схемы на передний план;

**Description (CTRL+D)** - вывод на передний план окна описания схемы (только EN).

## 2. Подготовка схемы

На рабочее поле устанавливаются все необходимые для создания схемы компоненты из закладок компонентов и устанавливаются их требуемые номиналы или модели.

Далее производится соединение их выводов проводниками. Курсор мыши подводится к выводу компонента и после появлении узла (точки соединения) нажимается левая кнопка и появляющийся проводник притягивается к выводу другого компонента до появления на нем такого же узла, после чего кнопка мыши отпускается - соединение готово. При необходимости подключения вывода к имеющемуся на схеме проводнику - проводник от вывода компонента курсором притягивается к указанному проводнику и после появления узла кнопка мыши отпускается. Перемещение части проводника, в вертикальном или горизонтальном направлении возможно при появлении двойного курсора после наведения курсора на проводник и нажатия левой кнопки мыши.

Подключение контрольно-измерительных приборов производится таким же образом. Для осциллографа и логического анализатора, соединения целесообразно выполнять цветными проводниками, поскольку их цвет определяет цвет соответствующей осциллограммы. Цвет задается после двойного клика по проводнику в окнах:



### 3. Библиотека компонентов EWB

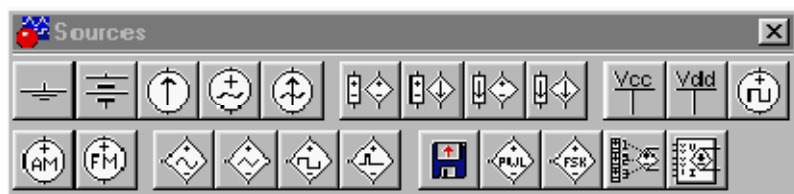
Библиотека компонентов программы EWB 5 содержит следующие разделы.

#### 1. Favorites.



В этом разделе находятся подсхемы, если они имеются в данной схеме (в исходном состоянии раздел пуст). Заполнение раздела моделями компонентов или подсхем осуществляется программой автоматически одновременно с загрузкой схемного файла и очищается после окончания работы с ним.

#### 2. Sources.



Источники питания и сигналов



- общий провод;

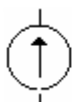


12 V



120 V/60 Hz/0 Deg

- источники постоянного и переменного напряжения;

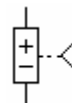


1 A

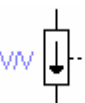


1 A/1 Hz/0 Deg

- источники постоянного и переменного тока;



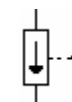
1 V/V



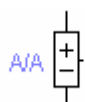
1 Ohm

- источники напряжения, управляемые напряжением и

ТОКОМ;



1 A/A



1 mho

- источники тока, управляемые током и напряжением;

+Vcc

+Vdd

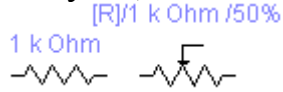
- источники постоянного напряжения на 5в (ТТЛ) и на 15в (КМОП).

#### 3. Basic.

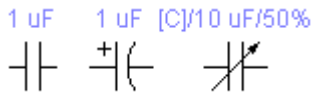


Раздел, в котором собраны все пассивные компоненты, а также коммутационные устройства

- - узел, позволяет подключать проводники с 4-х сторон;

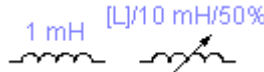


- постоянный и переменный резисторы;

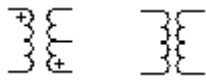


- постоянные неполярный и электролитический и

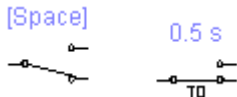
переменный конденсаторы;



индуктивности;



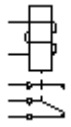
- линейный и нелинейный трансформаторы;



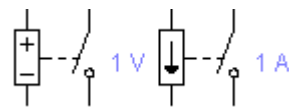
- ключи, управляемый клавишей и переключающийся

;

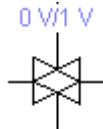
в заданные моменты времени моделирования;



- реле;



- ключи, управляемые напряжением и

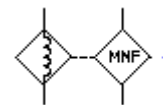


ТОКОМ; - коммутатор аналогового сигнала;

1 k Ohm /5 V



-“притягивающий” резистор;



- катушка без

сердечника;



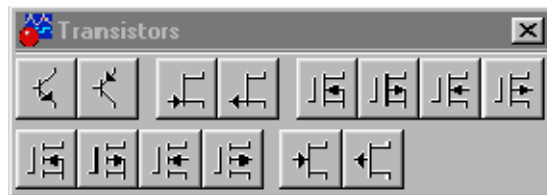
- магнитный сердечник.

#### 4. Diodes — диоды.

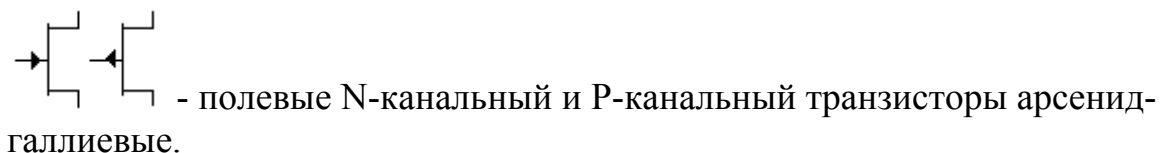
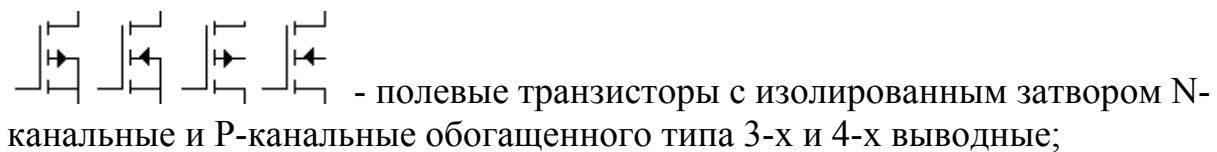
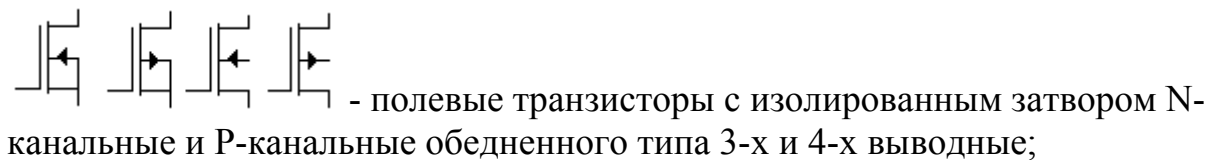
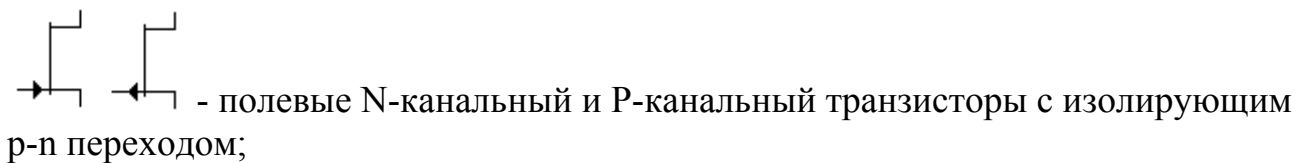




## 5. Transistors.



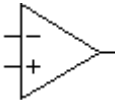
Транзисторы.



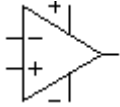
## 6. Analog ICs.



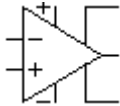
Аналоговые микросхемы. Семейство аналоговых микросхем, куда входят:



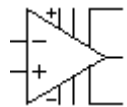
- операционный усилитель с внутренним питанием;



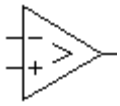
- операционный усилитель с внешним питанием;



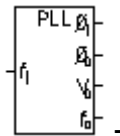
- операционный усилитель с внешним питанием и выводами частотной коррекции;



- быстродействующий (видео) операционный усилитель;

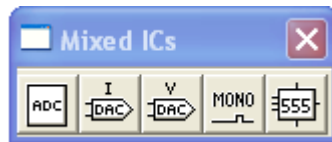


- компаратор напряжения;

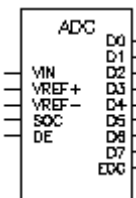


- микросхема фазовой автоподстройки частоты, состоящая из фазового детектора, фильтра нижних частот и управляемого напряжением генератора.

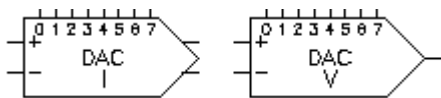
### 7. Mixed ICs.



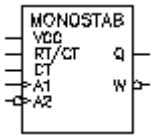
Микросхемы смешанного типа.



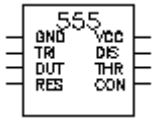
- 8-разрядный АЦП;



- 8-разрядные ЦАП (с внешними опорными источниками тока или напряжения)



- одновибратор;



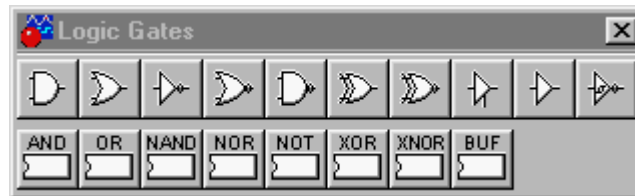
- интегральный таймер.

## 8. Digital ICs.

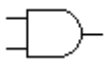


Цифровые микросхемы. Функциональное назначение микросхем и их отечественные аналоги приведены в ПРИЛОЖЕНИИ. Таблицы истинности можно посмотреть по **F1**.

## 9. Logic Gates



Логические элементы и цифровые микросхемы. В верхней линейке представлены логические элементы:



-логическое умножение И;



- логическое сложение ИЛИ;



- логическое отрицание НЕ;



-стрелка Пирса ИЛИ-НЕ;



- штрих Шеффера И-НЕ;



-исключающее или ИЛИ-ИЛИ;



- эквивалентность ИЛИ-ИЛИ-НЕ;



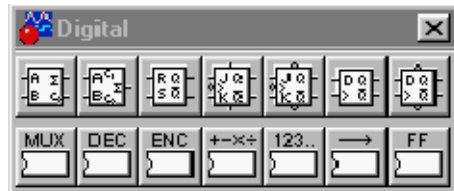
- усилитель с высокоимпедансным состоянием выхода;

 - усилитель;

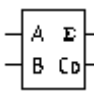
 - триггер Шмитта.

В нижней линейке – микросхемы, содержащие эти элементы (отечественные аналоги микросхем приведены в ПРИЛОЖЕНИИ).

## 10. DIGITAL

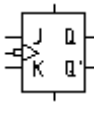


Цифровые устройства.

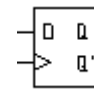
 - полусумматор;

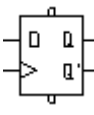
 - полный сумматор;

 - RS-триггер;


 JK- триггер с предустановкой высоким уровнем;


 - JK- триггер с предустановкой низким уровнем;


 - D-триггер;


 - D-триггер с предустановкой низким уровнем;


Микросхемы:


 - мультиплексоры;

 - дешифраторы;

 - шифраторы;

 - арифметико-логическое устройство (АЛУ);

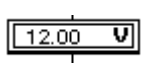
 - счетчики;

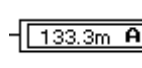
 - сдвиговые регистры;  - триггеры.

## 11. Indicators.



Индикаторные устройства.


 - вольтметр;


 - амперметр;


 - лампа накаливания;

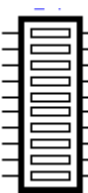


 - индикатор наличия напряжения высокого логического уровня;

 - семисегментный индикатор с выводами от каждого сегмента;

 - семисегментный индикатор с дешифратором кода 8-4-2-1;

 - зуммер (звук из системного динамика);

 - 10-ти уровневый линейный индикатор;

 - линейный индикатор с дешифратором.

## 12. Controls.



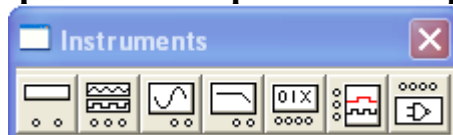
Аналоговые вычислительные устройства.

Этот раздел включает в себя дифференциатор, интегратор, масштабирующее звено, формирователь передаточных функций, множительное устройство, делительное устройство, трехходовой сумматор, неуправляемый ограничитель напряжения, управляемый напряжением ограничитель напряжения, ограничитель тока, блок с гистерезисной характеристикой и селектор сигналов.

## 13. Miscellaneous

В раздел включены: кварцевый резонатор, электровакуумный триод, коллекторный электродвигатель постоянного тока и фильтры-накопители на переключаемых индуктивностях.

## 4. Контрольно-измерительные приборы





Панель контрольно-измерительных приборов находится под полем меню рабочего окна программы EWB и содержит цифровой мультиметр, функциональный генератор, двухканальный осциллограф, измеритель амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик, генератор слов (кодовый генератор), 16-канальный логический анализатор и логический преобразователь. 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.


## 1 Multimeter

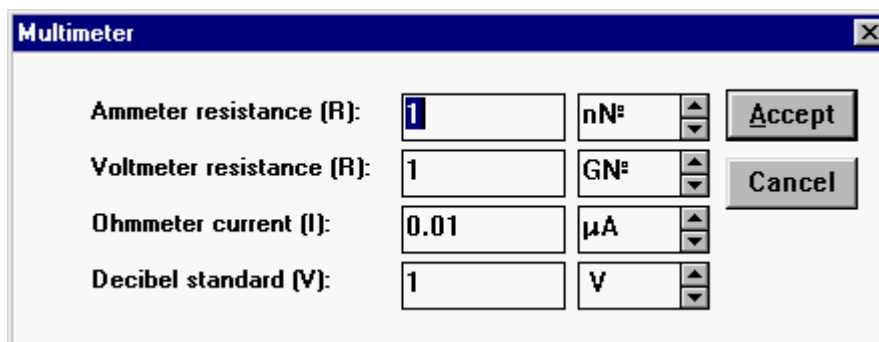
На лицевой панели мультиметра расположен дисплей для отображения результатов измерения, клеммы для подключения к схеме и кнопки управления.



 — выбор режима измерения тока, напряжения, сопротивления и ослабления (затухания);

 — выбор режима измерения переменного или постоянного тока;

 — режим установки параметров мультиметра. После нажатия на эту кнопку открывается диалоговое окно:



**Ammeter resistance** — внутреннее сопротивление амперметра;

**Voltmeter resistance** — входное сопротивление вольтметра;

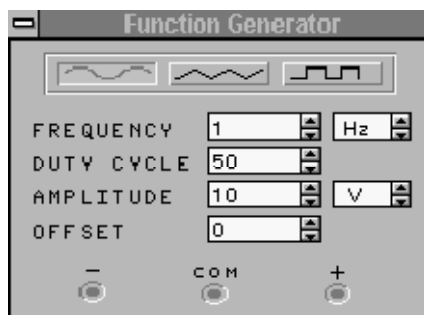
**Ohmmeter current** — ток через контролируемый объект;

**Decibel standard** — установка эталонного напряжения  $V$  при измерении ослабления или усиления в децибелах (по умолчанию  $V = 1$  В). При этом для

коэффициента передачи используется формула:  $K[\text{дБ}] = 20 \log(V_2/V)$ , где  $V_2$  — напряжение в контролируемой точке.

Мультиметр измеряет **эффективное** (действующее) значение переменного напряжения и тока.

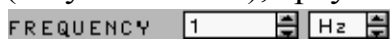
## 2. Function Generator



Управление функциональным генератором осуществляется следующими органами управления:



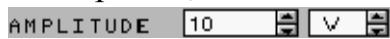
— выбор формы выходного сигнала: синусоидальной (по умолчанию), треугольной и прямоугольной;



— установка частоты выходного сигнала;



— установка коэффициента заполнения в %: для импульсных сигналов это отношение длительности импульса к периоду повторения;



— установка амплитуды выходного сигнала;

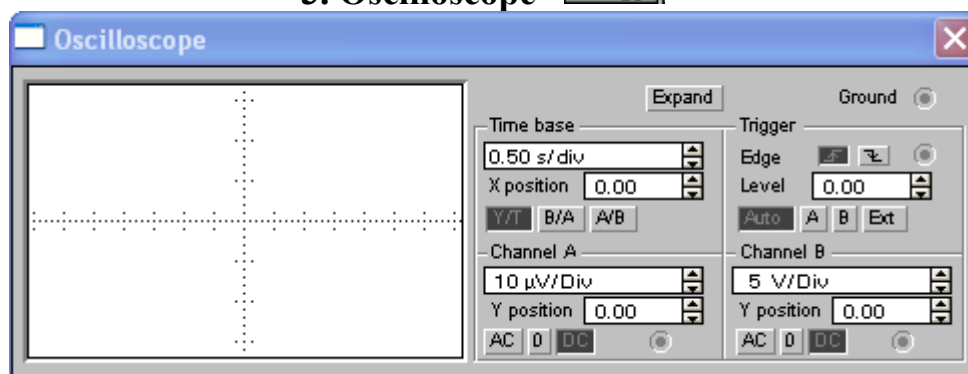


— установка смещения (постоянной составляющей) выходного сигнала;




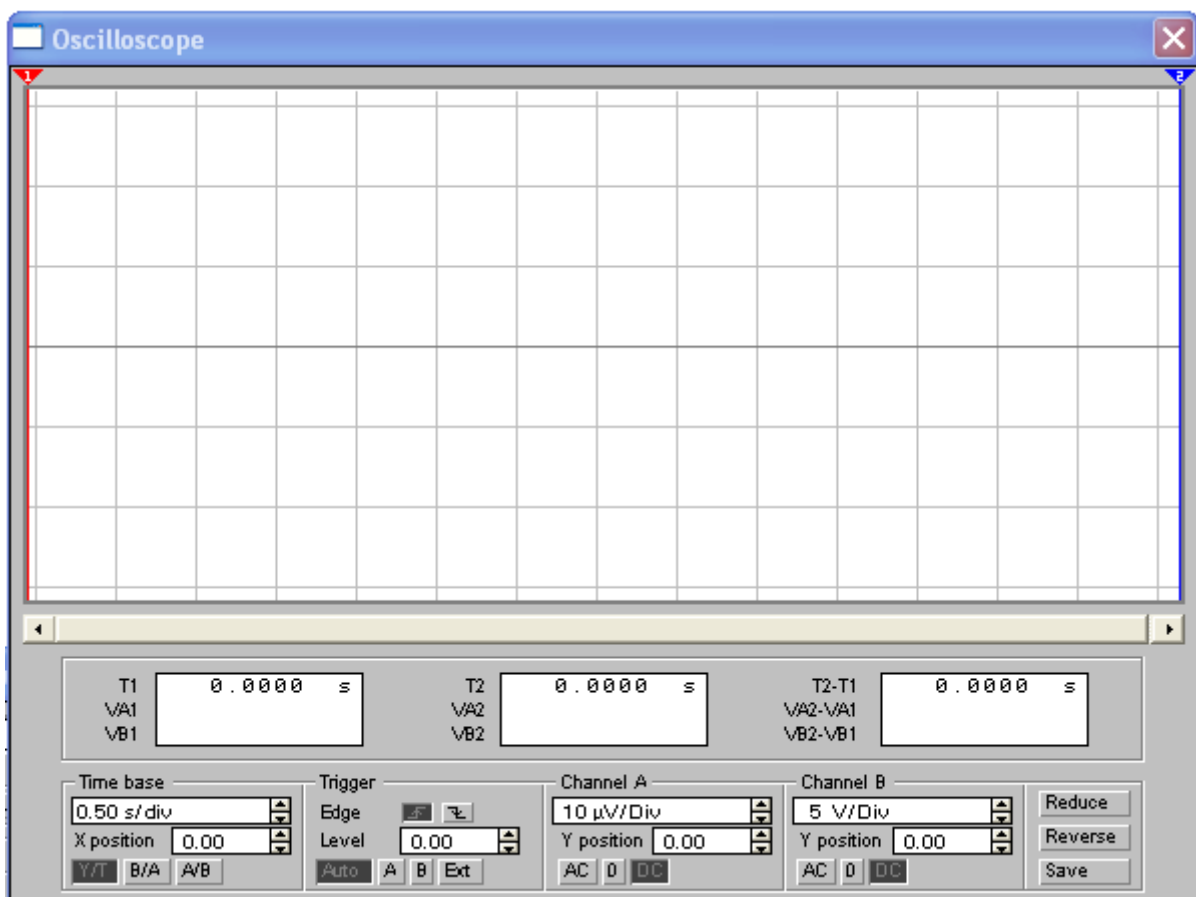
— выходные зажимы; при заземлении клеммы COM (общий) на клеммах "-" и "+" получаем парафазный (противофазный) сигнал.

## 3. Oscilloscope



Осциллограф имеет два канала (**CHANNEL**) А и В с отдельной регулировкой чувствительности в диапазоне от 10 мкВ/дел ( $\mu\text{V}/\text{Div}$ ) до 5 кВ/дел ( $\text{kV}/\text{Div}$ ) и регулировкой смещения по вертикали (**Y POSITION**). Выбор режима по входу осуществляется нажатием кнопок **AC 0 DC**. Режим **АС** предназначен для наблюдения только сигналов переменного тока (его еще называют режимом "закрытого входа", поскольку в этом режиме на входе усилителя включается

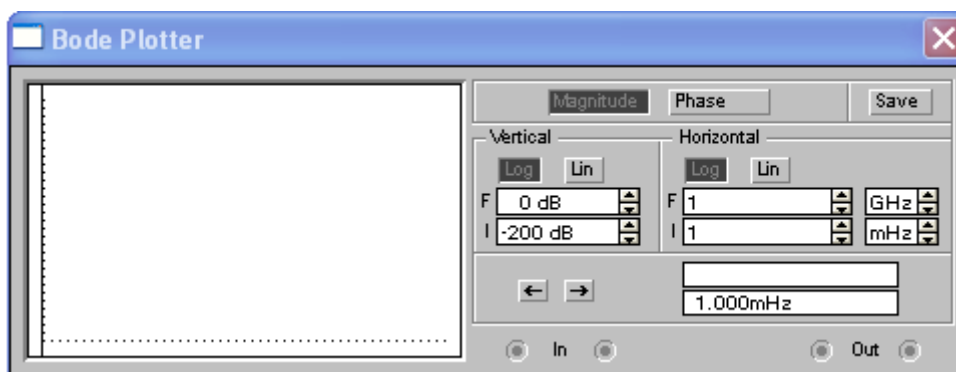
разделительный конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую). В режиме 0 вход отключен от клеммы. В режиме **DC** (по умолчанию) можно проводить осциллографические измерения как постоянного, так и переменного тока. Этот режим еще называют режимом "открытого входа", поскольку входной сигнал поступает на вход вертикального усилителя непосредственно. Режим развертки выбирается кнопками **Y/T** **B/A** **A/B**. 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 **B**, по горизонтали — сигнал канала **A**; в режиме **A/B**: по вертикали — сигнал канала **A**, по горизонтали — сигнал канала **B**. В режиме **Y/T** длительность развертки (**TIME BASE**) может быть задана в диапазоне от 0,1 нс/дел (ns/div) до 1 с/дел (s/div) с возможностью установки смещения в тех же единицах по горизонтали, т. е. по оси **X (X POSITION)**. В режиме **Y/T** предусмотрен также ждущий режим (**TRIGGER**) с запуском развертки (**EDGE**) по переднему или заднему фронту запускающего сигнала (выбирается нажатием кнопок ) при регулируемом уровне (**LEVEL**) запуска, а также в режиме **AUTO**, от канала **A**, от канала **B** или от внешнего источника (**EXT**), подключаемого к зажиму в блоке управления **TRIGGER**. Названные режимы запуска развертки выбираются кнопками **AUTO** **A** **B** **EXT**. Земление осциллографа осуществляется с помощью клеммы **GROUND** в правом верхнем углу прибора. При нажатии на кнопку (**EXPEND**) лицевая панель осциллографа существенно меняется:




— увеличивается размер экрана, появляется возможность прокрутки изображения по горизонтали и его сканирования с помощью вертикальных визирных линий (красного и синего цвета), которые за треугольники (они обозначены цифрами 1 и 2) могут быть установлены курсором мыши в любое место экрана. При этом в индикаторных окошках под экраном приводятся результаты измерения напряжений, временных интервалов и их приращений (между визирными линиями).

Изображение можно инвертировать нажатием кнопки **REVERSE** и записать данные в файл нажатием кнопки **SAVE**. Возврат к исходному состоянию осциллографа производится нажатием кнопки **REDUCE**.

#### 4. Bode Plotter

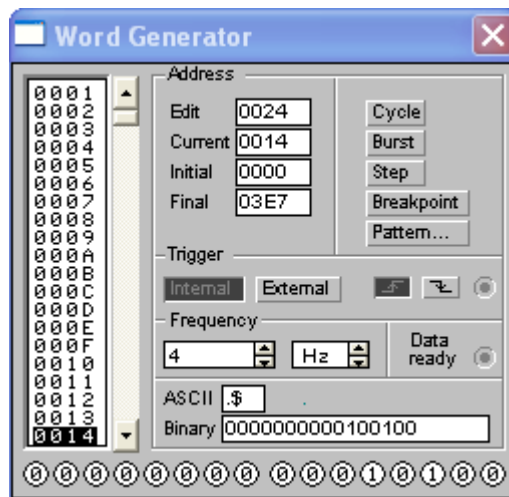


Лицевая панель измерителя **АЧХ-ФЧХ**. Измеритель предназначен для анализа амплитудно-частотных (при нажатой кнопке **MAGNITUDE**,) и фазо-частотных (при нажатой кнопке **PHASE**) характеристик при логарифмической (кнопка **LOG**) или линейной (кнопка **LIN**) шкале по осям **Y (VERTICAL)** и **X (HORIZONTAL)**. Настройка измерителя заключается в выборе пределов измерения коэффициента передачи и вариации частоты с помощью кнопок в окошках **F** — максимальное и **I** — минимальное значения. Значение частоты и соответствующее ей значение коэффициента передачи или фазы индицируются в окошках в правом нижнем углу измерителя. Значения указанных величин в отдельных точках **АЧХ** или **ФЧХ** можно получить с помощью вертикальной визирной линейки, находящейся в исходном состоянии в начале координат и перемещаемой мышью или кнопками . Результаты измерения можно записать также кнопкой **SAVE** в текстовый файл. В полученном таким образом текстовом файле с расширением **.bod** **АЧХ** и **ФЧХ** представляются в табличном виде.

Подключение прибора к исследуемой схеме осуществляется с помощью зажимов **IN** (вход) и **OUT** (выход). Левые клеммы зажимов подключаются соответственно ко входу и выходу наследуемого устройства, а правые — к общей шине.

#### 5. Word Generator

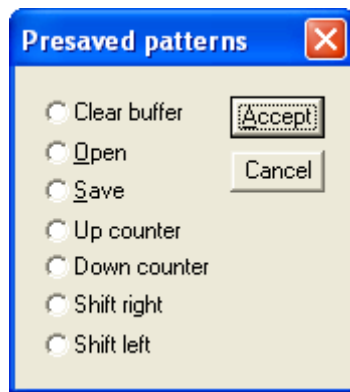
Внешний вид генератора слова в развернутом виде:



Генератор слова предназначен для генерации двоичных слов вплоть до-16 разрядных. Каждая кодовая комбинация заносится с помощью клавиатуры. Номер редактируемой ячейки отображается в окошке **EDIT** блока **ADDRESS** (верхняя ячейка— нулевая). Всего таких ячеек и, следовательно, комбинаций — 2048. В процессе работы генератора в отсеке **ADDRESS** индицируется номер текущей ячейки (**CURRENT**), ячейки инициализации или начала работы (**INITIAL**) и конечной ячейки (**FINAL**). Выдаваемые на 16 выходов (в нижней части генератора) кодовые комбинации индицируются в текстовом (**ASCII**) и двоичном коде (**BINARY**, в пошаговом (при нажатии кнопки **STEP**), циклическом (при нажатии кнопки **CYCLE**) или с выбранного слова до конца (при нажатии клавиши **BURST**) режиме при заданной в окнах **FREQUENCY**   частоте посылок. (при внутреннем (при нажатии кнопки **INTERNAL**) или внешнем запуске (при нажатии кнопки **EXTERNAL**). При запуске по переднему или заднему фронту, используют кнопки  .

Внешний запуск (нажата кнопка **EXTERNAL**) осуществляется по готовности данных (клемма **DATA READY**). Сигнал с этого выхода сопровождает каждую выдаваемую на выход кодовую комбинацию и используется в том случае, когда исследуемое устройство обладает свойством квитирования (подтверждения). В этом случае после получения очередной кодовой комбинации и сопровождающего его сигнала **DATA READY** исследуемое устройство должно выдать сигнал подтверждения получения данных, который подается на вход синхронизации генератора (клемма в блоке **TRIGGER**) и производит очередной запуск генератора.

По кнопке **BREAKPOINT** — выполняется прерывание работы генератора в указанной ячейке. При этом требуемая ячейка выбирается на дисплее генератора курсором, а затем нажимается кнопка **BREAKPOINT**. Кнопкой **PATTERN** вызывается меню



в котором можно:

**Clear buffer** — стереть содержимое всех ячеек (содержимое буфера экрана);

**Open** — загрузить кодовые комбинации (из файла с расширением \*.dp);

**Save** — записать все набранные на экране комбинации в файл;

**Up counter** — заполнить буфер экрана кодовыми комбинациями, начиная с 0 в нулевой ячейке и далее с прибавлением 1 в каждой последующей ячейке;

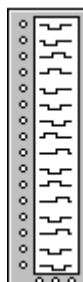
**Down counter** — заполнить буфер экрана кодовыми комбинациями, начиная с FFFF в нулевой ячейке и далее с уменьшением на 1 в каждой последующей ячейке;

**Shift right** — заполнить каждые четыре ячейки комбинациями 1-2-4-8 со смещением их в следующих ячейках вправо;

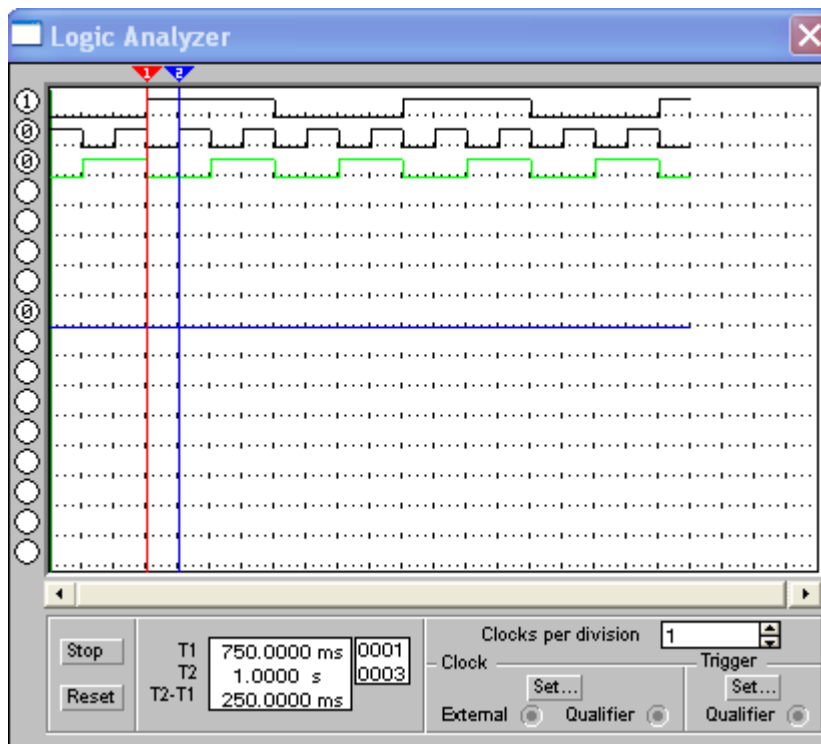
**Shift left** - то же самое, но со смещением влево.

На клемму **DATA READY** выдается выходной синхронизирующий импульс.

## 6. Logic Analyzer

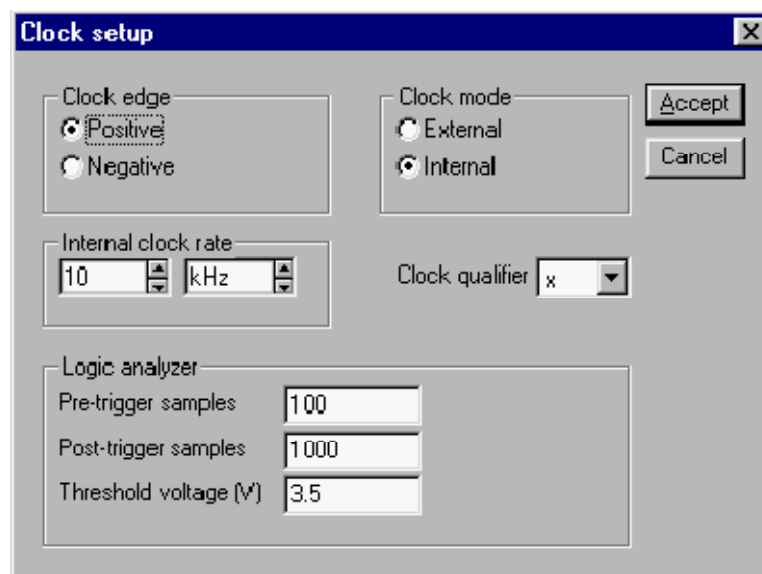


Логический анализатор предназначен для отображения на экране монитора 16-разрядных кодовых последовательностей одновременно в 16 точках схемы, а также в виде двоичных чисел на входных клеммах.



Анализатор снабжен двумя визирными линейками, что позволяет получать точные отсчеты временных интервалов **T1**, **T2** и **T2-T1**, а также линейкой прокрутки по горизонтали, что позволяет анализировать процессы на большом временном интервале.

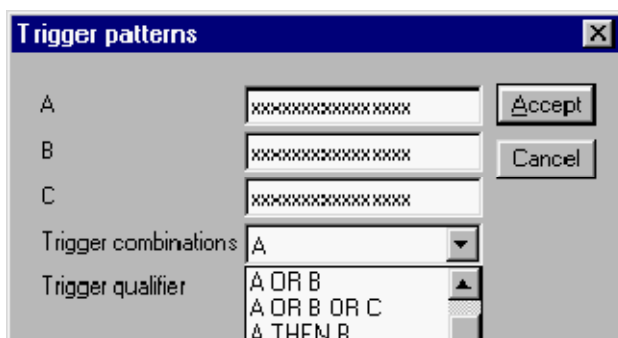
В блоке **Clock** имеются клеммы для подключения как обычного (**External**), так и избирательного (**Qualifier**) источника запускающих сигналов, параметры которых могут быть установлены с помощью меню:



вызываемого кнопкой **Set**. Запуск генератора можно производить по переднему (**Positive**) или заднему (**Negative**) фронту запускающего сигнала с использованием внешнего (**External**) или внутреннего (**Internal**) источника. В окне **Clock qualifier** можно установить значение логического сигнала (0, 1 или X), при котором производится запуск анализатора.



Дополнительные условия запуска анализатора могут быть выбраны с помощью диалогового окна,



которое вызывается кнопкой **Set** в блоке **Trigger**. С помощью этого окна в каналах **A**, **B** и **C** можно задать нужные двоичные 16-разрядные комбинации сигналов и затем в строке **Trigger combinations** установить дополнительные условия отбора. Перечислим некоторые из них:

**A OR B** — запуск анализатора от канала **A** или **B**;

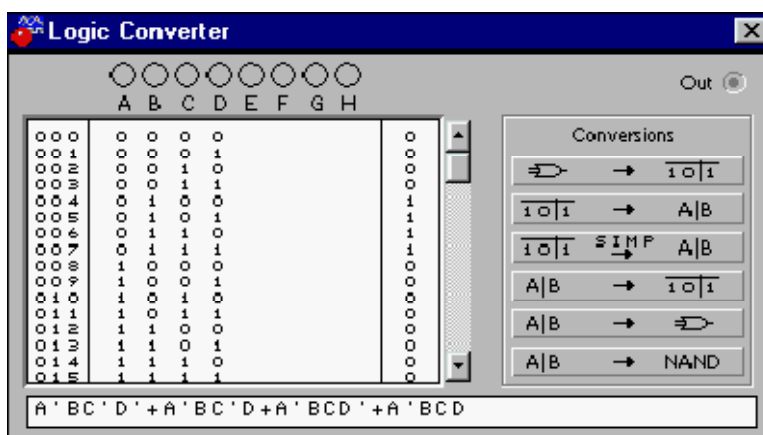
**A THEN B** — запуск анализатора от канала **A**, если сигнал в канале **B** равен 1;

**(A OR B) THEN C** — запуск анализатора от канала **A** или **B**, если сигнал в канале **C** равен 1.

В окне **Trigger qualifier** можно задать логические сигналы 1, 0 или X, при наличии которых производится запуск анализатора.

## 7. Logic Converter

Логический преобразователь.



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 ее логического выражения (в нижней части). В правой части панели расположены кнопки управления процессом преобразования (**CONVERSIONS**). Возможные варианты использования преобразователя:


1. Логический анализ  $n$ -входного устройства с одним выходом (входы исследуемого устройства подключаются к клеммам **A...H**, а выход — к клемме **OUT**). В этом случае, используя кнопки управления, получим:

 - таблицу истинности исследуемого устройства;

 - булево выражение, реализуемое устройством;

 - минимизированное булево выражение;

 - таблицу истинности по булеву выражению;


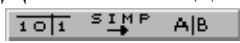

 - схему устройства на логических элементах без ограничения их типа;

 - схему устройства только на логических элементах И-НЕ.

2. Синтез логического устройства по таблице истинности.

2.1. Щелчком мыши по входным клеммам **A, B, ..., H**, начиная с клеммы **A**, активизируем мышью требуемое число входов анализатора, в результате чего на экране анализатора получим начальную таблицу истинности, в которой будут представлены все возможные комбинации входных сигналов и 0 в столбце **OUT**.

2.2. Редактируем полученную таблицу с клавиатуры (переход к следующей строке выполняется после введения значения в текущей строке) в соответствии с заданием путем записи 1, 0 или X в столбце **OUT** в строках, которые по комбинациям входных сигналов соответствуют заданным. При этом данные в столбцах **A, B, ..., H** редактирования не требуют, поскольку в этих столбцах уже имеются все возможные комбинации.

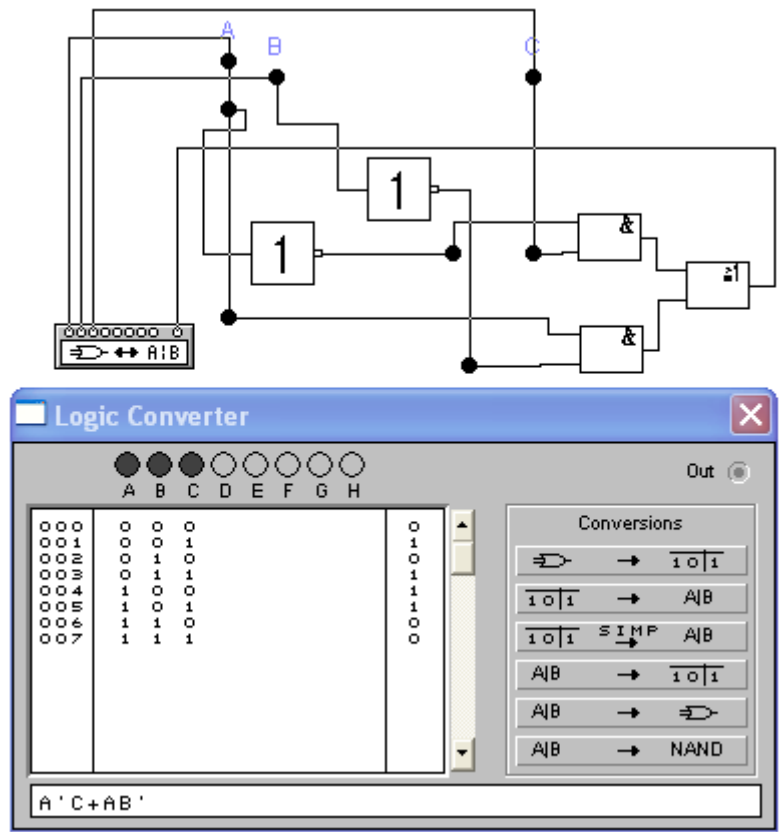
Далее последовательно задаем команды кнопками управления , , .

3. Синтез устройства по логическому выражению.

3.1. Булево выражение заносим в экран-строку, предварительно активизируя там мышью курсор. Используем символы **A...H**, при инверсии — **A'...H'**.

Далее даем команду  или  или .

Ниже приведен пример синтеза схемы из выражения или таблицы истинности:



**ЛИТЕРАТУРА:**

1. В.И. Карлашук, Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. Издание 5-е. – М.: СОЛОН-Пресс. 2004.-800с.:ил.- (Серия «Системы проектирования»).

Кудряшов Борис Петрович

## **Возможности пользовательского интерфейса программы «Electronics Workbench»**

Методические указания  
по использованию программы «**Electronics Workbench**»  
при выполнении лабораторных работ по курсам  
«**Общая электротехника и электроника**», «**Электроника и схемотехника**»,  
«**Электротехника и электроника**»  
для студентов направлений 220700.62 «Автоматизация технологических  
процессов и производств», 220400.62 «Управление в технических системах»,  
090303.65 «Информационная безопасность автоматизированных систем»,  
231000.62- «Программная инженерия», 220301.65 «Автоматизация  
технологических процессов и производств (в машиностроении)»  
очной и заочной форм обучения

Авторская редакция

---

Подписано к печати 08.11.13	Формат 60x84 1/1	Бумага тип. № 1
Печать цифровая	Усл. печ. л. 2,25	Уч.-изд. л. 2,25
Заказ 186	Тираж 20	Не для продажи

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.