МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.О. АУЕЗОВА

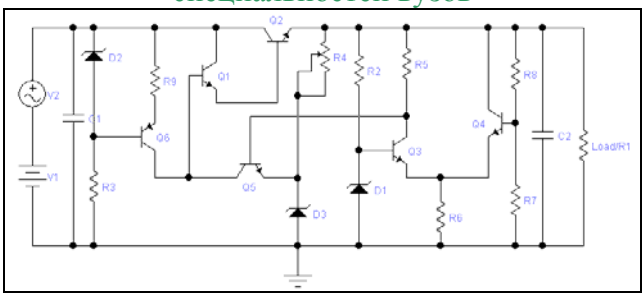
К оглавлению

Инков А.М.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ

Часть 1. «*Автоматизация схемотехнического моделирования и проектирования изделий электронной техники*».

Учебное пособие для студентов технических специальностей вузов



Шымкент 2004

УДК 658.012.011
ББК 6П7.1

К оглавлению

Инков А.М. Компьютерные технологии решения задач автоматизации. Часть 1. Автоматизация схемотехнического моделирования и проектирования изделий электронной техники. Южно-Казахстанский Государственный Университет (ЮКГУ). 2004г. – 178 с., таб., ил.

Приведено описание теоретических основ и методики решения задач схемотехнического моделирования. Основное содержание посвящено системе **Electronics Workbench версии 5.12**, наглядной и удобной для освоения схемотехнического моделирования электронных схем. Рассматриваются задачи анализа электронных схем и возможности их моделирования современными компьютерными методами. Даются рекомендации по использованию компьютерной техники в конкретных практических приложениях и в учебном процессе высшей школы. Приведены примеры использования. Содержатся сведения для поиска информации в Интернете по проблеме схемотехнического моделирования и САПР электронных устройств.

Рецензенты:
д.т.н., профессор, проректор по развитию
и УМО ЮКГУ Ескендиров Ш.З.
к.т.н., начальник департамента Информатики
Университета «Мирас» к.т.н., Апсеметов А.Т.

Рассмотрены и рекомендованы к печати научно - методическим центром ЮКГУ, протокол № 8 от 5 июля 2002 г.

© Южно-Казахстанский Государственный Университет (ЮКГУ), 2004 г.
© Инков А.М., 2004 г.
ISBN

К оглавлению

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.
ОГЛАВЛЕНИЕ 3
Введение 6
1.Программное обеспечение компьютерных технологий решения задач схемотехнического моделирования. 11
1.1.Electronics Workbench 5.12 (EWB). [1-3] 11
1.2.DesignLab 8.0 [4]. 14
1.3.Micro-Cap VI (MC6) [5]. 15
1.4.APLAC 7.0 18
1.5.System View 1.9 19
1.6.P-CAD (ACCEL EDA) и OrCAD [6 - 13]. 20
2.Интерфейс программного комплекса EWB 23
2.1.Внешний интерфейс пользователя EWB 23
Рис. 2.1 – Внешний вид экрана компьютера при работе с программой EWB. 25
Рис. 2.2. Состав компонентов, имеющихся в EWB 5.12.. 26
2.2.Содержание раздела меню File (Файл) 28
2.3.Содержание раздела меню Edit (Редактирование). 32
2.4.Содержание раздела меню Circut (Цепи) 36
2.4.1.Настройка в разделе меню Circuit/ Component Properties 40
2.4.2.Настройка в разделе меню Circuit/ Schematic Options 43
2.5.Содержание раздела меню Analysis (Анализ) 44
2.6.Содержание раздела меню Window (Окна) 53
2.7.Содержание раздела меню Help (Помощь) 54
2.8. Перечень компонентов, используемых в EWB. 55
2.8.1.Sources (источники) 55
Содержание раздела меню **Sources** 56
2.8.2.Basic (основные) 64
2.8.3.Diodes (диоды). 70
2.8.4.Transistors (транзисторы) 72
Содержание раздела меню **Transistors** 75

2.8.5.Analog Ics (аналоговые интегральные схемы)..... 79
2.8.6.Mixed Ics (смешанные интегральные схемы) 81
2.8.7.Digital Ics (цифровые интегральные схемы)..... 83
2.8.8.Logic Gates (логические вентили)..... 85
2.8.9.Digital (цифровые)..... 90
2.8.10.Indicators (индикаторы)..... 95
2.8.11.Controls (средства управления) 99
2.8.12.Miscellaneous (разное)..... 103
2.8.13.Instruments (инструменты, измерительные приборы) 107
3.Работа с измерительными приборами 112
3.1.Работа с осциллографом 112
3.1.1.Общие сведения..... 112
Рис.3.1. Вид передней панели простой модификации осциллографа. 113
Рис.3.2. Вид передней панели расширенной модификации осциллографа. 113
3.1.2.Назначение управляющих клемм (зажимов) осциллографа:..... 114
3.1.3.Назначение управляющих зон и кнопок панели управления осциллографа: 114
3.1.4.Настройка осциллографа. 118
3.2.Работа с логическим анализатором 121
3.2.1.Общие сведения..... 121
Рис.3.3. Вид передней панели логического анализатора.122
3.2.2. Изменение параметров 122
3.2.3. Развертка по времени. Защелкивание 123
Рис.3.4 Вид панели настойки синхроимпульсов (clock) 126
Рис.3.5.Вид панели настойки триггера..... 126
4.Использование Справки (Help) 127
Рис 4.1.Примеры экранов справки EWB. 128
Рис. 4.2. Пример использования компонента «Соленоид без сердечника» из справки EWB/..... 129
5.Порядок проведения работы при разработке принципиальной электрической схемы 130

6.Примеры моделирования электронных устройств [3, 17] 139
6.1.Моделирование интегрирующей RC – цепи 139
Рис. 6.1. – RC-цепь в EWB. 140
Рис. 6.2 – Вид нормальной панели осциллографа EWB 141
Рис. 6.3 – Расширенная панель осциллографа..... 142
Рис. 6.4 – Панель настройки генератора импульсов. 143
Рис. 6.5 – Сигнал на выходе интегрирующей RC – цепи144
Рис. 6.6 Окно параметров резистора 145
Рис. 6.7 – Параметры анализа AC Frequency 146
Рис. 6.8 – АЧХ и ФЧХ интегрирующей RC – цепи..... 147
6.2 Моделирование дифференцирующей RC – цепи 148
Рис. 6.9 – Дифференцирующая RC - цепь..... 149
Рис. 6.10 – Сигнал на выходе дифференцирующей RC - цепи..... 150
Рис. 6.11 – АЧХ и ФЧХ дифференцирующей RC - цепи151
6.3 Моделирование транзисторного автогенератора. 152
Рис. 6.12. – Структурная схема автогенератора 153
Рис. 6.13 – Принципиальная электрическая и эквивалентная схемы транзисторного автогенератора.. 154
Рис. 6.15 – Сигнал на выходе транзисторного автогенератора..... 157
7.Список литературы..... 158
Приложение 1. Получение информации в Интернете. 160
Приложение 2. Основные использованные сокращения и понятия. 164
Приложение 3. Перевод некоторых, часто встречающихся слов и выражений в EWB 170
Приложение 4. Значения некоторых параметров компонентов EWB, назначаемых по умолчанию. 171
Приложение 5. Значения элементов, вводимые по умолчанию173
Приложение 6. Сведения о новой версии универсальной системы проектирования электронных устройств Multisim..... 176

Введение

К_оглавлению

Разработка современных систем автоматизации в различных отраслях промышленности, транспорта, связи, бизнеса не могут быть выполнена без использования компьютерных технологий. Использование компьютеров позволяет эффективно решать задачи автоматизации проектирования, математического моделирования и имитации функционирования, оптимизации, подготовки технической документации, реализации технологии изготовления и др.

Типичная система автоматизации может быть представлена структурной схемой, показанной на рисунке 1.

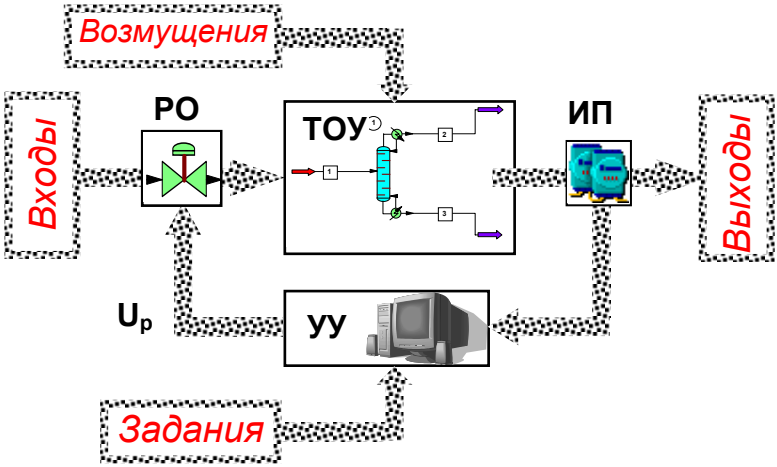


Рисунок 1.

На этом рисунке условно показана система автоматизации некоторого технологического объекта управления (ТОУ), на ***входы*** которого поступают: потоки веществ,

энергии, информации и ***возмущения***, нарушающие качество протекания процесса. В результате функционирования ТОУ изменяются его ***выходы*** (параметры технологических режимов, показатели эффективности и т.п.), значения которых замеряются измерительными преобразователями **ИП** (датчиками), и поступают в управляющее устройство **УУ** (контроллер, автоматический регулятор, управляющий промышленный компьютер и т.п.). В **УУ** подаются также ***задания*** (параметры технологического регламента, константы, значения ограничений и др.). Выходные воздействия **УУ U_P** направляются на исполнительные механизмы и регулирующие органы **РО**, изменяя значения входов так, чтобы обеспечить достижения оптимальных значений заданных критериев оптимальности.

Техническое обеспечение системы автоматизации базируется на использовании различных изделий электронной техники, под которыми мы в дальнейшем понимаем прибор, устройство и т.п., состоящие из электронных, электротехнических и микроэлектронных компонентов. Исполнением такого изделия обычно является печатная плата, на которой размещаются компоненты схемы. Частным случаем является использование в схеме совокупности компонентов, соединенных проводниками при помощи пайки.

Автоматизация проектирования изделий электронной техники подразделяется на следующие четыре этапа:

Таблица 1.

Этап	Содержание работ.
1.Системотехническое проектирования	1.1.Постановка задачи, формулирование цели проектирования изделия. 1.2.Формирование структуры будущего изделия. 1.3.Определение основных технико - экономиче-

Этап	Содержание работ.
рование.	ские характеристик изделия.
2.Функциональное (схемотехническое) проектирование.	2.1.Выбор функционально - логической и элементной базы. 2.2.Разработка принципиальных электрических схем изделия в целом и ее составных частей. 2.3.Отладка и оптимизация параметров схем.
3.Техническое (конструкторское) проектирование.	3.1.Решение задачи синтеза конструкции изделия в целом. 3.2.Определение компоновки и размещения элементов. 3.3.Разработка топологии электрических соединений.
4.Проектирование технологических процессов.	4.1.Определение состава технологического оборудования для изготовления печатной платы. 4.2.Подготовка необходимых организационно-технических мероприятий, связанных с обеспечением функционирования технологических линий изготовления печатных плат. 4.3.Разработки правил подготовки проекта печатной платы для ее изготовления в единичном, мелкосерийном или крупносерийном вариантах.

При разработке современного электронного оборудования из-за сложности и объема выполняемых работ нельзя обойтись без компьютерных технологий.

В следующем разделе проведен краткий обзор функциональных возможностей некоторых компьютерных программ схемотехнического моделирования электронных схем. Они используются на этапах 2-4 автоматизации про-

ектирования и могут быть применены в учебном процессе высшей школы. В дальнейшем мы будем применять термин – **программы** или **системы**, хотя фактически это сложные и дорогостоящие (сотни и тысячи $US) диалоговые программные комплексы.

Список таких программ довольно большой: P-CAD, OrCAD, Protel, Electronic Workbench, BPECS32, QuickPic SchemCreator, CircuitMaker, MicroCap, Accel Eda R15, Pad's Power PCB, Electronic Survey Program, LabView, TraxMaker, Visual Route, Electronic Assistant, AlteraHDL, Pro Electronic Card Maker, Electronic Design Studio, Electronic Design for Windows, Studio Multisim, PSpice, PC-LOGS, Viewlogic, Altera Max Plus II, autoDesk actrix Technical, PCI-X Synopsis, Microwave Office, SUM 3D, и др.

Перечисленные программы имеют различные области применения, функциональные возможности, стоимость, сложность в освоении. OrCad и Protel, например, значительно более совершенные, чем CircuitMaker или Electronic Workbench и считаются профессиональными пакетами в области разработки электронных схем. В целом программа MicroCap более мощная, чем Electronic Workbench. Хотя Electronic Workbench проще в использовании, нагляднее и удобнее, но при работе с ней в сложных схемах, особенно в высокочастотных иногда возникают ошибки. Программа MicroCap очень удобна для первоначального освоения схемотехнического моделирования электронных схем и рекомендуется для выполнения исследовательских работ, не предполагающих немедленной конструкторской реализации. Наибольшее распространение она может получить при обучении студентов. Electronic Survey Program v.1.1 и TraxMaker v.2. предназначены для разработки электронных схем и плат, Visual Route 3.1 а для разводки и анализа ком-

муникаций. HyperSignal Block Diagram 4.0 - удобная программа моделирования аналоговых и цифровых устройств, заданных функциональными схемами. Однако однозначно выбрать единственную программу для применения в различных условиях невозможно.

Очевидно, что любая, даже самая совершенная программа, построенная на принципах имитационного моделирования, не может, в полной мере, заменить процесс создания и инструментального исследования реального процесса или схемы.

Основное содержание этого учебного пособия посвящено системе Electronics Workbench версии 5.12 (EWB). Эта программа очень наглядна и удобна для освоения схемотехнического моделирования электронных схем и широко используется для обучения студентов и для выполнения исследовательских работ, не предполагающих немедленной конструкторской реализации.

В приложении к пособию приведены сведения об адресах в Интернете, по которым можно найти много полезной информации и примеров по проблеме схемотехнического моделирования.

К_оглавлению

1.Программное обеспечение компьютерных технологий решения задач схемотехнического моделирования.

К_оглавлению

1.1.Electronics Workbench 5.12 (EWB). [1-3]

Компания Electronics Workbench (Interactive Image Technologies) многие годы работает на рынке программного обеспечения для поддержки проектирования электронных схем. Ее основной продукт - Electronics Workbench (EWB) – весьма популярен в своем классе программных продуктов. Его пользователями являются инженеры-электронщики, преподаватели технических дисциплин и студенты, а также электронщики-любители во многих странах мира. EWB предназначен для схематического представления и моделирования аналоговых, цифровых и аналогово-цифровых цепей. Система включает в себя простые в использовании и наглядные средства редактирования и моделирования, а также виртуальные инструменты тестирования и отображения, и дополнительные средства математического анализа моделей. Фирма изготовитель предлагает также множество сопутствующих программных продуктов, расширяющих функциональные возможности EWB. Среди них: EWB Layout (позволяет разрабатывать печатные платы), Model Expansion Packages и наборы базовых электронных схем.

Описание этой программы и правил работы приведено в следующих разделах. Отметим, что в отличие от других систем схемотехнического моделирования в EWB на экране наглядно изображаются измерительные приборы с органами управления, максимально приближенными к реальности. Пользователь освобождается от изучения абст-

рактных (хотя и не очень сложных) правил составления заданий на моделирование и формальных языков общения, принятых в других системах. Например, достаточно в схему поместить двухканальный осциллограф и генератор сигналов - и затем программа сама поймет, что нужно анализировать переходные процессы. Если же к схеме подключить анализатор частотных характеристик, то будет рассчитан режим по постоянному току, выполнена линеаризация нелинейных компонентов и затем проведен расчет характеристик схемы в частотной области. Диапазон анализируемых частот, коэффициент усиления и характер оцифровки данных (в линейном или логарифмическом масштабе) устанавливаются на лицевой панели с помощью мыши. Чтобы начать моделирование, достаточно щелкнуть выключателем. После этого на устройствах индикации цифровых вольтметров и амперметров будет зафиксирован режим по постоянному току, на экране измерителя нарисованы частотные характеристики (амплитудно - или фазочастотные), а на экране осциллографа будут непрерывно изображаться эпюры напряжений до тех пор, пока не заполнится буферная память, а затем можно прекратить моделирование или обнулить память и продолжить наблюдения.

В программе EWB предусмотрена работа не только с идеальными элементами, но и с реальными. Система содержит достаточно большое количество моделей электронных устройств, но позволяет создавать и свои модели. Есть возможность имитации различного вида шумов и помех, что позволяет разработчику максимально приблизить модель к реальной.

EWB позволяет проводить анализы цепей, выполнение которых при стандартном подходе является достаточно трудоемким процессом. EWB представляет собой про-

грамму с несложным интерфейсом и может применяться как на предприятиях, занимающихся разработкой электрических цепей так и в высших учебных заведениях, занимающихся изучением и разработкой электронных устройств. EWB применяется в большинстве высших учебных заведений мира и может использоваться как замена дорогостоящего оборудования.

EWB на данный момент не имеет себе аналогов по сочетанию таких достоинств как простота интерфейса и изучения и число выполняемых функций. В настоящее время коммерчески распространяется новая версия **Electronic Workbench – Multisim (версии 6.02**, **6.20**, **2001**, см. приложение5).

К оглавлению

1.2.DesignLab 8.0 [4].

К оглавлению

DesignLab 8.0 - интегрированный программный комплекс корпорации MicroSim для сквозного промышленного проектирования аналоговых, цифровых и смешанных аналого-цифровых устройств, синтеза устройств программируемой логики и аналоговых фильтров. Проектирование начинается с ввода принципиальной схемы, ее моделирования и оптимизации и заканчивается созданием управляющих файлов в формате JEDEC для программаторов, разработкой печатной платы и выводом управляющих файлов для фотоплоттеров и сверлильных станков. Система DesignLab является развитием системы предыдущего поколения Design Center. Во всех этих системах используется широко известная программа моделирования PSpice. Если пакет Design Center обеспечивал синтез устройств программируемой логики только типа PLD фирм Alters, AMD, Atmel, Cypress, ICT, Lattice, Motorola, PLX, Philips, Texas Instruments, Toshiba и TriQuint, то в Design-Lab включен интерфейс со средствами проектирования перепрограммируемых логических устройств FPGA фирмы Xilinx (в качестве средства проектирования используется программа XACT Step 6.0). В результате получена система, позволяющая разрабатывать PLD и FPGA, моделировать их на ПК совместно с другими аналоговыми и цифровыми компонентами, проектировать печатные платы и затем повторять моделирование с учетом паразитных эффектов, присущим реальным конструкциям. Вместе с тем использование DesignLab 8.0 требует высокой квалификации пользователя.

К оглавлению

1.3.Micro-Cap VI (MC6) [5].

К оглавлению

Первый вариант программы Micro-Cap (Microcomputer Circuit Analysis Program) фирма Spectrum Software выпустила в 1981 г. Система быстро завоевал популярность в СССР, потому что не предъявляла высоких требований к компьютерам. Одна из последних версий программы Micro-Cap VI (MC6) для Windows.

По своим функциональным возможностям MC6 находится между профессиональной программой моделирования аналогово-цифровых устройств PSpice A/D, входящей в состав пакета DesignLab 8.0 [4], и более дешевым базовым вариантом с ограниченными возможностями PSpice A/D Basics

MC6 - полностью совместима с пакетом PSpice как по принятым моделям компонентов, так и по текстовому описанию схемы. Однако управляющая оболочка имеет удобный интерфейс, в текстовых надписях на схемах и графиках поддерживается кириллица.

Основное ее отличие MC6 от DesignLab - работа под управлением одной управляющей оболочки, в которой при смене режима лишь частично изменяется состав меню команд. В системе же DesignLab при смене режима один экран полностью заменяется другим, выполненным в ином стиле, что затрудняет ее освоение начинающими пользователями.

Перечень основных характеристик MC6:

- ☑ многостраничный графический редактор принципиальных схем, поддерживающий иерархические структуры;
- ☑ имитационное моделирование аналоговых и цифровых компонентов;
- ☑ возможность описания цифровых компонентов с помо-

щью логических выражений; в сочетании с библиотекой графических символов типовых операций (суммирование, вычитание, умножение, интегрирование, применение преобразования Лапласа и т. п.) это позволяет моделировать динамические системы, заданные не только принципиальными, но и функциональными схемами;

- ☑ большая библиотека компонентов, включающая в себя наиболее популярные цифровые интегральные схемы дискретной логики и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и аналоговые компоненты типа диодов, биполярных, полевых и МОП-транзисторов, магнитных сердечников, линий передачи с потерями, макромоделей операционных усилителей, кварцевых резонаторов, датчиков Холла и т. п.; все эти модели написаны в стандартном формате SPICE и могут быть использованы программами моделирования фирм MicroSim, IntoSoft и др.; макромодели компонентов могут быть представлены в виде принципиальных электрических схем или в текстовом виде;
- ☑ графики результатов выводятся в процессе моделирования или после его окончания по выбору пользователя, имеются сервисные возможности обработки графиков;
- ☑ многовариантный анализ при вариации параметров и статистический анализ по методу Монте-Карло;
- ☑ имеется специальная программа MODEL для расчета параметров математических моделей аналоговых компонентов по справочным или экспериментальным данным;
- ☑ при наличии ошибок информация о них мгновенно появляется на экране (в PSpice большинство ошибок нужно отыскивать в текстовом файле);
- ☑ имеются встроенные средства помощи;

- ☑ имеется электронная документация и контекстно-ориентированные средства помощи;
- ☑ допускается одновременно варьировать большое количество переменных и строить графики зависимостей характеристик схемы от варьируемых параметров, например, построить графики зависимостей резонансной частоты и коэффициента усиления от сопротивления нагрузки усилителя; имеется режим построения 3-мерных графиков;
- ☑ библиотека компонентов включает модели более 10 тыс. электро - и радиоэлементов ведущих фирм;
- ☑ расчет режимов DC, AC, передаточных функций; расчет шумов, спектров, вариация температуры;
- ☑ применение функционально зависимых источников;
- ☑ учет задержек распространения сигналов в цифровых компонентах;
- ☑ наличие программы идентификации параметров моделей и др.

Для MC6 имеется *студенческая бесплатная версия,* которая предназначена для моделирования схем, содержащих не более 50 компонентов или 100 связей (число узлов + число индуктивностей + число источников сигналов); к тому же в ней отсутствует программа MODEL. Моделирование в студенческой версии выполняется в несколько раз медленнее, чем в профессиональной. Кроме того, в студенческой версии встроенные текстовые редакторы обрабатывают текстовые файлы объемом не более 30 000 байт и к ней прикладываются сокращенные библиотеки математических моделей компонентов и их символов, которые можно самостоятельно расширять.

К_оглавлению

1.4.APLAC 7.0

К оглавлению

Программа APLAC 7.0 - предназначена для проектирования и моделирования электрических схем и систем во временной и частотной областях. В их состав могут входить как цифровые, так и аналоговые компоненты, в том числе устройства диапазона СВЧ. Выполняются следующие виды расчетов: режим по постоянному току, частотные характеристики, спектральная плотность и коэффициент шума, чувствительность и параметрическая оптимизация, переходные процессы, спектры сигналов, анализ периодических режимов, статистический анализ по методу Монте-Карло и др.. Особенность APLAC - наличие большого набора библиотек элементов принципиальных схем и отдельных блоков, применяемых в аналоговых и цифровых системах связи. По своему функциональному составу эти библиотеки превосходят библиотеки других систем. Кроме того, в состав APLAC входит подпрограмма расчета трехмерных электромагнитных полей микрополосковых конструкций и других устройств диапазона СВЧ. Особенное, на что следует обратить внимание, это возможность **ввода** результатов измерений и **вывода** управляющих сигналов с помощью интерфейсных плат стандарта IEEE-488 (GPIB, HP-IB), как в системе LabView.

К оглавлению

1.5.System View 1.9

К оглавлению

Программа SystemView представляет собой своеобразный «конструктор», с помощью которого из стандартных фрагментов строится функциональная схема. Слева от рабочего окна выбирается библиотека, щелчком по которой раскрывается ее содержание. Из каталога библиотеки выбирается нужный функциональный модуль, который мышкой переносится на схему, и затем производится автоматический синтез или задание вручную его параметров. После соединения всех функциональных модулей и подключения измерительных устройств задаются системные параметры (длительность интервала наблюдения, частота дискретизации, параметры быстрого преобразования Фурье) и выполняется моделирование. В отдельном окне просматриваются и обрабатываются результаты анализа. Рассчитываются преобразования Фурье графиков, корреляционные и взаимно корреляционные функции, выполняются арифметические и тригонометрические операции, статистическая обработка данных и многое другое.

К оглавлению

1.6.P-CAD (ACCEL EDA) и OrCAD [6 - 13].

К оглавлению

В период использования операционной системы MS-DOS наибольшее распространение получили пакеты САПР P-CAD и OrCAD, решающих примерно одинаковые задачи: графический ввод принципиальных схем и разработка печатных плат; моделирование цифровых устройств и проектирование программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Моделирование аналоговых устройств первоначально выполнялось с помощью программы PSpice фирмы MicroSim. Каждый из пакетов P-CAD и OrCAD имеет свои особенности и собственные достоинства, определяющие круг пользователей. Пакет P-CAD стал фактическим стандартом на предприятиях электронной промышленности, обеспечивая выпуск конструкторской и технологической документации. Его последняя версия P-CAD 9. OrCAD для MS-DOS имел очень удобный редактор принципиальных схем, что обусловило его популярность. Однако редактор печатных плат и средства вывода данных на периферийные устройства были удобнее в P-CAD. Поэтому после создания в OrCAD принципиальных схем обычно списки соединений передавались в P-CAD для вывода схем на принтер или плоттер и разработки печатной платы. С появлением новых версий этих пакетов ситуация изменилась. Летом 1998 г. выпущена версия ACCEL EDA 14.0 для Windows 95/NT, в которой помимо расширения функциональных возможностей разработки печатных плат в ручном, автоматическом и интерактивном режиме, предусмотрены средства составления технической документации, ведения документооборота и организации работы большого коллектива разработчиков, используя средства Интернет. Кроме того, предусмотрены интерфейсы с различными

программами, в частности, со специализированной программой размещения компонентов и трассировки печатных проводников SPECCTRA фирмы Cadence Design Systems, пакетом программ проектирования цифровых устройств Workview Office (фирма Viewlogic Systems), программой моделирования аналого-цифровых устройств Dr. Spice A/D (фирма Deutsch Research, программой Signal Integrity - анализ электрических характеристик проекта с учетом особенностей топологии его печатной платы (фирма INCASES Engineering), программой доработки печатных плат перед выпуском фотошаблонов ACCEL Gerber (фирма Advanced CAM Technologies). Все это дает основание считать ACCEL EDA для Windows профессиональной системой разработки печатных плат, практически полностью совместимой с популярной системой предыдущего поколения P-CAD.

Фирма OrCAD в начале 1997 г. выпустила систему нового поколения OrCAD 7.0 для Windows 3.11/95/NT. Моделирование аналоговой или аналого-цифровой части проекта проводится с помощью программы PSpice, передавая описание проекта в текстовом виде, или с помощью пакета ICAP фирмы Intusoft, интегрируемого с графическим схемным редактором OrCAD Capture.

После слияния фирм MicroSim и OrCAD новая фирма получила название OrCAD. В результате под маркой OrCAD начали распространяться программы моделирования и оптимизации аналоговых и смешанных аналого-цифровых устройств, разработанные прежде фирмой MicroSim и не имеющих пока интерфейса с редактором схем OrCAD Capture. В ноябре 1998 г. выпущена новая система OrCAD 9.0, объединившая все перечисленные выше модули под управлением одной интегрированной оболочки. Номер 9.0 присвоен этой версии в связи с тем, что послед-

няя версия пакета DesignLab (см. выше), выпущенного фирмой MicroSim накануне объединения, имела номер 8.0.

После прекращения развития пакета DesignLab система OrCAD осталась, пожалуй, единственным средством *сквозного проектирования* цифровой, аналоговой и аналого-цифровой аппаратуры на платформе Windows. Конкуренцию ей может составить лишь интенсивно развивающийся пакет Protel 99, работающий в интегрированной среде клиент-сервер Design Explorer австралийской фирмы Protel International, но не обеспечивающий обмена данными ни с OrCAD, ни с P-CAD или ACCEL EDA.

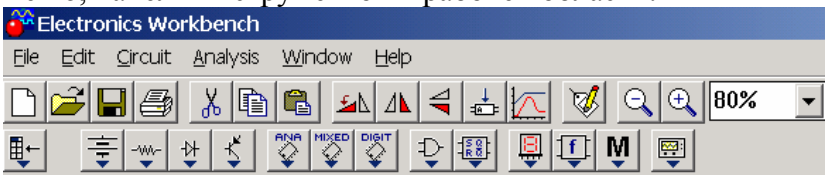
К оглавлению

2.Интерфейс программного комплекса EWB

К оглавлению

2.1.Внешний интерфейс пользователя EWB

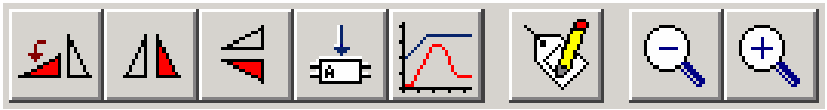
Интерфейс пользователя состоит из горизонтального меню, панели инструментов и рабочей области:



Горизонтальное меню состоит из следующих пунктов:

⇒ работа с файлами (**File**),
⇒ редактирование (**Edit**),
⇒ работа с цепями (**Circut**),
⇒ анализ схем (**Analysis**),
⇒ работа с окнами (**Window**),
⇒ работа с файлами справок (**Help**).

Ниже этого меню расположена панель инструментов. Она содержит **кнопки**: имеющих аналоги в меню, запуска и приостановки моделирования схем, набора электронных аналоговых и цифровых деталей, индикаторов, элементов управления и инструментов (панель компонентов) и др. Левые семь и правые две кнопки имеют тоже назначение, что и в MsOffice, а следующие:



предназначены ускорения часто выполняемых операций (они имеют аналоги в **других** меню, см. ниже) и обес-

печивают:

- ⇒ вращение (поворот) выбранного компонента на 90 градусов против часовой стрелки (**Rotate**);
- ⇒ зеркальное отражение выбранной схемы по горизонтали (**Flip Horizontal**);
- ⇒ зеркальное отражение выбранной схемы по вертикали (**Flip Vertical**);
- ⇒ объединение выбранных элементов схемы в подсхему (**Create Subcircuit**);
- ⇒ вывод результатов анализа в графическом виде (**Display Graph**);
- ⇒ настройка значений параметров выбранного компонента схемы; вместо этого можно воспользоваться **двойным нажатием левой кнопки** или **одним нажатием правой кнопки** мыши при курсоре, наведенном на компонент (**Component Properties**);
- ⇒ уменьшение размера схемы (**Zoom Out**);
- ⇒ увеличение размера схемы (**Zoom In**).

В правой части экрана расположены кнопки для **включения/отключения** питания схемы **(O/I)** и **остановки/продолжения (Pause/Resume)** ее работы:



Вид экрана монитора при работе с EWB показан на рисунке 2.1. В этом примере схема автоматического регулирования поддерживает напряжение 13.8 вольт при переменном входе; открыто меню **Sources** (Источники) и показана работа осциллографа. На рис.2.2. показаны все компоненты, имеющиеся в версии 5.12 EWB.

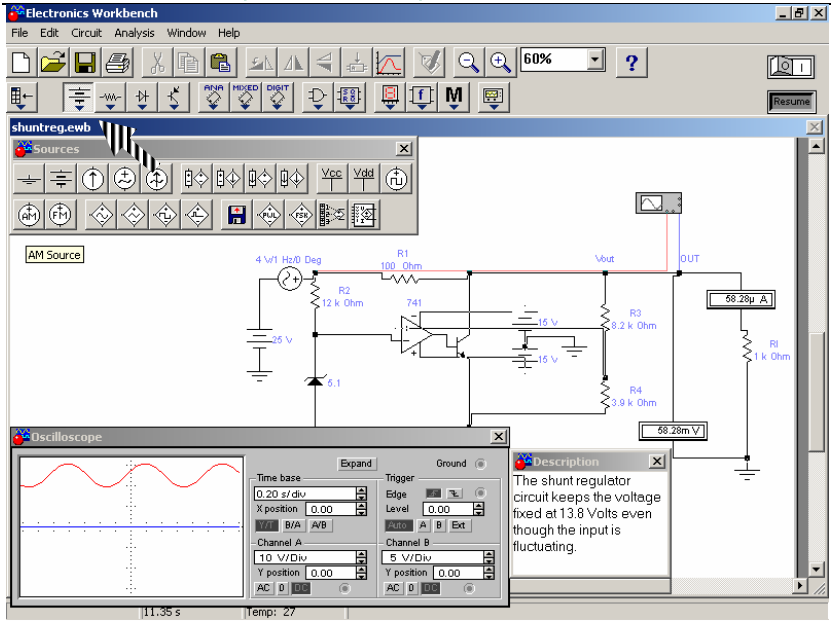


Рис. 2.1 – Внешний вид экрана компьютера при работе с программой EWB.

К оглавлению

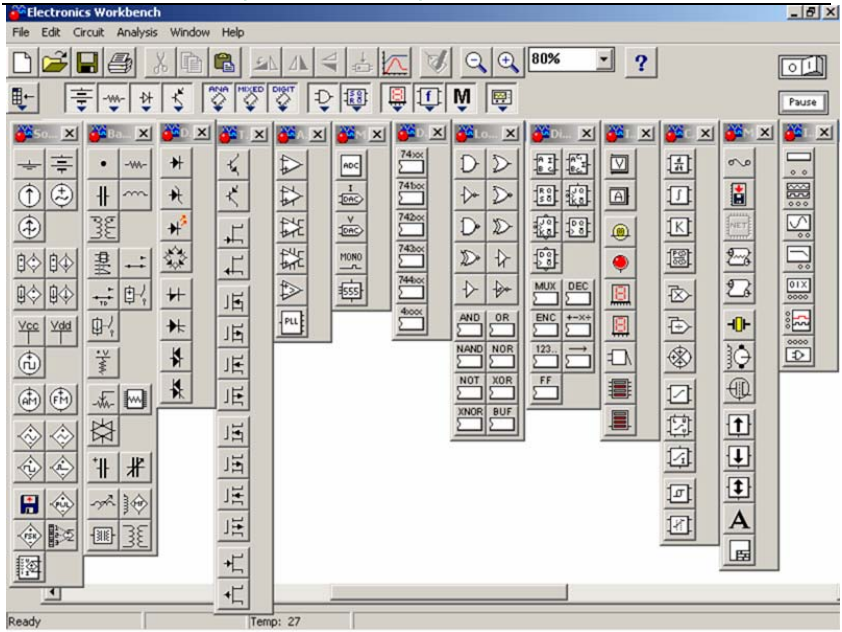
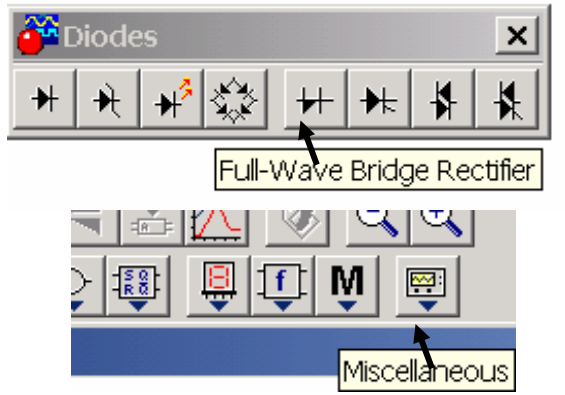


Рис. 2.2. Состав компонентов, имеющихся в EWB 5.12

К оглавлению

В различных версиях содержания разделов меню и кнопки могут иметь различное назначение. В версии 4 разделов меньше, в 5а больше, в версии 5.21 еще больше. В основном мы ориентируемся на версию 5.21, хотя дополнительно приводятся пояснения и для версий 4 и 5а, 5с.

В следующих разделах подробно описано содержание и правила использования перечисленных меню. При подведении курсора к значкам на панели инструментов появляется надпись на английском языке (переводы приводятся ниже) о назначении кнопки, например:



Ниже кнопок на панели инструментов расположены кнопки **библиотек компонентов** (**Parts Bin,** этот термин иногда переводят как «**линейка элементов**», «**полка компонентов**»). Состав библиотек описан в разделе 2.8.

Самая большая центральная область окна - рабочее пространство (**workspace)** - место, где будут собираться схемы. Основные приемы создания схем приведены в разделе 4. Программа EWB снабжена подробной системой помощи (на английском языке). Примеры готовых схем, в том числе и подготовленных на кафедре АТП ЮКГУ находятся в папке **Samples.**

К оглавлению

2.2.Содержание раздела меню File (Файл)

К оглавлению

Меню File позволяет осуществить как типичные для Windows и MsOffice, так и дополнительные возможности работы с файлами. Часть разделов этого меню дублируется кнопками на панели инструментов.

Таблица 2.1. Содержание раздела меню **File**

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
New CTRL N	Новый	Закрытие текущей схемы (файла) и создания новой. При этом создается безымянное окно, которое может использоваться для создания схемы. Если предварительно были проделаны какие-либо изменения текущей схемы, то будет предложено сохранить текущую схему перед ее закрытием. При запуске EWB операция выполняется автоматически. По умолчанию схема именуется как Default.ewb.
Open… CTRL O	Открыть	Открытие уже существующего файла схемы. Отображается стандартное для MsOffice диалоговое окно открытия файла, в котором необходимо выбрать диск, папку, и указать имя файла схемы, который надо открыть
Save CTRL S	Сохранить	Сохранение текущего файла. Отображается диалоговое окно сохранения файла, стандартное для MsOffice. Необходимо выбрать диск и папку, где будет сохранена схема, и ввести название файла. Расширение .ewb добавляются к имени файла автоматически. Например, схема с именем Trigger, будет сохранена как

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		Trigger.ewb.
Save As…	Сохранить как	Команда аналогична операции **Save,** но сохраняет текущую схему с новым именем файла (и при необходимости в другой папке), оставляя первоначальную схему неизменной. Эта команда позволяет безопасно экспериментировать на копии схемы, без изменения оригинала. Файлы старых версий системы EWB (они совместимы с версией EWB 5.12) имели расширения: ca3 и .cd3 – аналоговые и цифровые схемы для EWB версий 3.XX; .ca4 – аналого-цифровые схемы для EWB версий 4.XX
Revert to Saved	Возвращение к сохраненному	Восстановление схемы к виду, который она имела в момент последнего сохранения, т.е. стирание всех изменений, внесенных в данном сеансе работы. Полезно использовать эту команду, если вы полностью испортили набираемую схему, сохраненную ранее.
Import...	Импортировать	Импорт текстовых файлов описания схемы и задания на моделирования в формате системы SPICE (с расширением .net или .cir).
Import from SPICE	Импортировать	Импорт текстовых файлов описания схемы и задания на моделирования в формате системы SPICE и автоматическое построение схемы по ее текстовому описанию.
Export..	Экспор-	Сохранение файла схемы с расширением:

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
.	тиро-вать	.plc (P-CAD database или EWB Layout) или .cir (SPICE) для использования в этих системах.
Export to SPICE	Экспор-тиро-вать в форма-те Or-CAD	Составление списков текстового описа-ния схемы и задания на ее моделирование в формате SPICE.
Export to PCB	Экспор-тиро-вать в форма-те Or-CAD	Составление списков соединений в фор-мате OrCAD и других программ разра-ботки печатных плат
Print… CTRL P	Печа-тать	Полная или частичная распечатка схемы. Надо выбрать (выделить) элементы, кото-рые будут напечатаны, в порядке, в кото-ром надо их напечатать. В появляющемся окне настройки выбрать, что надо вывес-ти на печать: **Schematic** – схему (опция назначается по умолчанию); Descriptions – описание к схеме; Part list – перечень вы-водимых на печать документов; Label list – список обозначений элементов схемы; **Model list** – список имеющихся в схеме компонентов; **Subcircuits** – список имеющихся в схеме подсхем (частей схе-мы являющихся законченными функцио-нальными узлами и обозначенных прямо-угольников с нанесенными названиями);

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		Analysis options – перечень режимов моделирования; **Instruments** – список используемых приборов (с указанием необходимых инструментов). При необходимости можно выбрать масштаб печати (**For Printing Zoom to**:)
Print Setup…	Установка параметров печати (настройка принтера)	Настройка принтера. Отображается стандартное диалоговое окно Print Setup, в котором можно выбрать установленный принтер и определять ориентацию изображения, размер и источник бумаги, качество печати и другие параметры. Для схем, которые по ширине больше чем по высоте, используется альбомная ориентацию. Если схема слишком велика для печати на одном листе, печать будет автоматически производиться на нескольких страницах.
Exit (ALT F4)	Выход	Завершение работы с пакетом; если не были сохранены изменения в схеме, то будет сделано напоминание о необходимости сохранения файла.
Install …	Инсталляция	Установка добавочных компонентов EWB, для ее выполнения будет запрошен источник (обычно CD), содержащий дополнительные компоненты.

К_оглавлению

2.3.Содержание раздела меню Edit (Редактирование).

К оглавлению

Меню Edit позволяет осуществить операции редактирования схемы. Часть разделов этого меню дублируется кнопками на панели инструментов. В целом (кроме пунктов Copy as Bitmap и Show Clip-board)этот раздел аналогичен меню MsOffice.

Таблица 2.2. Содержание раздела меню **Edit**

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
Cut (CTRL X)	Вырезать	Удаление выбранных (выделенных) компонентов, схем или текста. При этом выбранное помещается в буфер обмена (**Clipboard**), откуда его можно многократно вставлять в нужные места. Команда не выполнится, если выбор включает в себя инструментальные пиктограммы (см. ниже раздел этого меню «**Copy as Bitmap**»). Для выбора части схемы надо поставить курсор в левый угол нужного фрагмента схемы и, нажав левую кнопку мыши (не отпуская), выделить нужную часть схемы, перемещая курсор по диагонали выбранного фрагмента. Выделенные фрагменты будут окрашены в красный цвет.
Copy (CTRL C)	Копировать	Копирование выбранных (выделенных) компонентов, схемы или текста. Копия помещается в буфер обмена. Затем можно использовать команду **Paste**, чтобы вставить копию в нужном месте. Операция не выполнится, если выбор включает инст-

		рументальные пиктограммы. Для копирования (например, в MsWord) таких элементов можно воспользоваться разделом **Copy as Bitmap** в данном меню.
Paste CTRL V	Вставить	Вставка содержимого буфера обмена в активное окно (содержимое остается в буфере обмена). Для успешного выполнения операции буфер должен содержать компоненты EWB или текст. Содержимое буфера обмена может вставляться только в окна, способные содержать подобную информацию. При помощи этой команды нельзя вставить изображения измерительных инструментов.
Delete DEL	Удалить	Полное удаление (стирание) выбранного (выделенного) фрагмента или схемы. Удаленная информация не может быть восстановлена, поэтому надо использовать эту команду с осторожностью.
Select All CTRL A	Выбрать всё	Выделение всех элементов в активном окне (схемы, подсхемы или окно описания). Для того чтобы выбрать все, кроме нескольких элементов, можно использовать команду **Select All**, и затем снять выделение с лишних элементов, левой кнопкой мыши, держа нажатой CTRL.
Copy as Bitmap (Copy-bits) (CTRL I, только	Копировать в буфер обмена	Копирование растрового изображения элементов в буфер обмена (например, изображения измерительных приборов, что невозможно выполнить, используя раздел Copy). Далее можно применять эти фрагменты в программах обработки изо-

для версии 4.XX)		бражений. Чтобы скопировать эти изображения надо: 1) выбрать раздел **Edit/Copy as Bitmap** (курсор изменится на crosshair – перекрестие, крестик); 2) нажать и удерживать левую кнопку мыши перемещать курсор, чтобы сформировать и передвигать прямоугольник, выделяющий необходимые для копирования элементы; 3) отпустить кнопку мыши; 4) в нужном месте используемого приложения (например, в MsWord) установить курсор и осуществить вставку фрагмента обычным способом. Дополнительно напомним, что если необходимо скопировать в буфер обмена весь экран Windows, то надо нажать на клавиатуре клавиши PRTSC или ALT PRTSC, для копирования активной части экрана (окно, в котором находится курсор).
Show Clipboard	Показать содержимое буфера обмена	Отображение содержимого буфера обмена, т.е. места временного хранения компонентов или текста, которые можно поместить позже в другом месте в схеме или в другом приложении (например, в MsWord). Буфер обмена может содержать графику (компоненты или схемы) и текст. Если активное окно не может содержать тип информации, которая находится на буфере обмена, или если буфер обмена пуст, команда **Edit/Paste** будет не дос-

		тупна. Например, если буфер обмена содержит компоненты, а текущим является окно описания, команда Paste будет недоступна. Чтобы закрыть отображение содержимого буфера обмена, надо нажать **X**. или клавиши ALT F4.

К_оглавлению

2.4.Содержание раздела меню Circut (Цепи)

К оглавлению

Меню Circut позволяет осуществлять операции работы с цепями схемы, используется при подготовке схем, задания параметров. Часть разделов этого меню дублируется кнопками на панели инструментов, или может быть вызвана нажатием правой кнопки мыши, при курсоре, наведенном на компонент. Отметим, что если в версии EWB 5.12 щелкнуть правой кнопкой мыши по проводнику, то в появившемся меню можно выбрать Delete (Удалить) или Wire Properties (свойства провода – цвет, свойства узлов и др.), при использовании осциллографа цвет проводника определит цвет осциллограммы.

Таблица 2.3 Содержание меню **Circut**

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
Rotate CTRL R	Вращение	Вращение (поворот) выбранного компонента на 90 градусов против часовой стрелки. Для измерительных приборов (вольтметр и др.) меняются местами клеммы подключения. Текст, связанный с компонентом (метки, значения и информация о модели), может быть повторно установлен, он при выполнении команды не вращается. В случае необходимости, провода, подключенные к компоненту, перенаправляются автоматически. Когда вращается амперметр и вольтметр, вращаются только их изображения. Чаще команда используется при подготовке схем, в готовой схеме использование этой команды может привести к путанице. При необходимости вращения в готовой

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		схеме целесообразно предварительно убрать соединительные провода.
Flip Horizon -tal	Ото-бражать зер-кально по го-ризон-тали	Зеркальное отражение выбранной схемы по горизонтали в окне схемы. Любые провода, подключенные к зеркально отражаемому компоненту, перенаправляются по мере необходимости. Текст, связанный с компонентом (метки, значения и информация о модели), может быть повторно установлен, он зеркально не отражается.
Flip Vertical	Ото-бражать зер-кально по вер-тикали	Зеркальное отражение выбранной схемы по вертикали в окне схемы. Любые провода, подключенные к зеркально отражаемому компоненту, перенаправляются по мере необходимости. Текст, связанный с компонентом (метки, значения и информация о модели), может быть повторно установлен, он зеркально не отражается.
Compo-nent Proper-ties	Свойст-ва ком-понента	Изменение свойств выбранного компонента схемы. Вместо этого можно воспользоваться **двойным нажатием левой кнопки** или **одним нажатием правой кнопки** мыши при курсоре, наведенном на компонент. И в появившемся меню выбрать раздел **Component Properties**. При выполнении команды открывается диалоговое окно **Circuit/Component Properties**, закладки (подразделы для настройки) которого зависят от типа вы-

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		бранного компонента. Возможны следующие виды закладок: - **Label, - Value, - Models, - Fault, - Display, - Analysis Setup**. (Назначение закладок см. радел 2.4.1.)
Create Subcir-cuit CTRL B	Создать подсхе-му	Объединение (преобразование) выбранных элементов схемы в подсхему, создавая интегрированную схему. Подсхема может содержать столько компонентов, как потребуется. Любой подвод проводов к другим компонентам или соединителям в схеме станет клеммами на пиктограмме подсхемы. Чтобы создать подсхему необходимо: 1) выбрать (выделить) элементы, которые нужно использовать для подсхемы. 2) выбрать режим **Circuit/Create Subcircuit**, и ответить на диалог, который появляется: **Copy from Circuit** - помещает копию выбранных компонентов в подсхеме. Первоначальные компоненты остаются, поскольку они находятся в окне схемы. Команда **Move from Circuit** - удаляет выбранные компоненты из схемы, так что они появляются только в подсхеме. Команда **Replace in Circuit**, помещает выбранные компоненты в подсхему и заменяет выбранные компоненты в схеме прямоугольником, помеченным именем подсхемы. Выбранные компоненты появ-

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		ляются в новом окне, окне подсхемы. Имя новой подсхемы добавляется к списку доступных подсхем, который отображается, когда пиктограмма подсхемы перемещаться из инструментальной панели **Favorites** (левая нижняя кнопка). Подсхема доступна только для текущей схемы.
Zoom In CTRL +	Увеличить масштаб	Увеличение размера схемы
Zoom Out CTRL −	Уменьшить масштаб	Уменьшение размера схемы.
Schematic Options	Опции схемы	Управления всем изображением схемы. В окне настройки выводится следующий набор закладок: **-Grid, -Show/Hide, -Fonts, -Wiring, -Printing.** (Назначение закладок см. радел 2.4.2.). Если щелкнуть правой кнопкой мыши по рабочему полю, то также появится меню, содержащие и этот раздел. Все изменения относятся только к текущей схеме.

К оглавлению

2.4.1.Настройка в разделе меню Circuit/ Component Properties.

К_оглавлению

Для различных компонентов количество и наименование закладок этого раздела может отличаться. Вместо этих закладок удобнее производить настройку параметров компонентов используя меню, появляющееся после двойного щелчка по изображению соответствующего компонента левой или одинарного правой кнопок мыши.

Таблица 2.3А Закладки раздела **Component Properties.**

Раздел	Перевод	Назначения закладок раздела меню
Label CTRL L	Метка	Установление или замена метки компонента схемы и идентификатора (компоненты типа соединителей, заземлений, измерителей не имеют идентификаторов). В появившимся окне набирают обозначение элемента (не более 14 символов, например C15 для конденсатора), если надо сдвинуть обозначение вправо, то слева вводят пробелы. Если применено вращение или зеркальное отражение компонента, то метка может быть установлена повторно. Если, в результате этого, провод проходит через метку, можно сдвинуть метку направо, добавляя несколько пробелов перед меткой. Чтобы вставить общую информацию в схему, надо ввести текст в окно описания, доступное из меню Windows. Идентификаторы назначаются системой, и уникально идентифицируя компонент. Их можно изменять в случае необходимости, но они должны оставаться уникальными.

Раздел	Перевод	Назначения закладок раздела меню
		Идентификаторы не могут быть удалены.
Value CTRL U	Оценка счета	Поля на этой закладке различаются в зависимости от вида компонента электронной схемы. Обычно это диапазоны значений, размерности входов/выходов, вид тока (AC или DC) и др. Номинал набирается при помощи клавиатуры, множитель размерности выбирается курсором.
Models CTRL M	Модели	Выбор модели, используемой для компонента (для трансформатора, транзистора и др., на которой построена имитация работы компонента) и для редактирования, добавления или удаления моделей или библиотек. Компоненты по умолчанию идеальны, что для большинства случаев схемотехнического моделирования это достаточно. Если необходимо увеличить точность результатов, надо использовать реальные модели, которые есть в библиотеке или могут быть добавлены для данного компонента.
Fault CTRL F	Повреждение (короткое замыкание, утечка)	Имитация неисправности на клемме (зажиме) компонента. При этом моделируются ситуации: **Leakage** (сопротивление утечки) - задается требуемое значение и размерность сопротивления, определенное параллельно с выбранными клеммами. Это заставляет ток течь мимо клемм, вместо того, чтобы пройти их. **Short** (короткое замыкание) - помещает очень низкое сопротивление между двумя клеммами,

Раздел	Перевод	Назначения закладок раздела меню
		так что компонент не вносит никакого измеримого эффекта. **Open** (обрыв) - помещает очень высокое сопротивление на клемму, как будто соединение на клемме было разорвано. **None** – неисправность отсутствует (включено по умолчанию).
Display	Отображение (показ)	Настройка режима отображения/скрытия тех или иных элементов EWB. ***Use schematic Options global Setting*** *– использовать глобальную установку;* ***Show labels*** *(показать метки),* ***Show values*** *(показать значения);* ***Show reference ID*** *(показать ссылки на описание элемента) - когда не выбрано* ***Use Schematic Options****, используются параметры отображения, как они были определены для этой схемы.*
Analysis Setup	Настройка (установка) анализа	Настройка параметров элементов, таких как рабочая температура. ***Use global temperature*** *(использовать глобальную температуру) - если выбрано, используется набор температур установленный в* ***Analysis/Analysis Options.*** *Если не выбрано, то используются те температуры, которые были определены.* ***Set initial conditions*** *- устанавливает начальные значения для компонента. Для некоторых компонентов на этой закладке отображаются дополнительные параметры, используемые вместе с параметрами.*

К оглавлению

2.4.2.Настройка в разделе меню Circuit/ Schematic Options

К оглавлению

Таблица 2.3Б Закладки раздела меню **Circuit/ Schematic Options**

Раздел	Перевод	Назначения закладок раздела
Grid	Сетка	Управление отображением и использованием сетки на рабочем столе. Можете использовать сетку без ее отображения (**Use Grid**) или с отображением (**Show Grid**). Использование сетки упрощает выравнивание элементов в схеме, ее удобно использовать при расстановке объектов.
Show/ Hide	Показать / Скрыть	Управление отображением информации в окне схемы. ***Show labels*** *(показать метки);* ***Show reference ID*** *(показать ссылки на описание элемента);* ***Show models*** *(показать модели);* ***Show values*** *(показать значения);* ***Show nodes*** *(показать узлы).*
Fonts	Шрифты	Управление видом шрифта, используемого для меток и ссылок на идентификаторы и для значений и моделей. Можно использовать и русские шрифты, но не все.
Wiring	Электропроводка	Настройка проводок. ***Manual-route wires –*** *настройка проводников вручную,* ***Auto-route wires*** *– автоматическая.* ***Drag to connect –*** *перетаскивать к связям.* ***Always reroute wires*** *– всегда перекоммутировать провода.* ***If possible, do not move wires*** *- если возможно, не передвигать провода.* ***Auto-delete connectors*** *– автоудаление соединителей.*
Printing	Печать	Настройка печати(масштаб, страницы.)

К оглавлению

2.5.Содержание раздела меню Analysis (Анализ)

К оглавлению

Меню Analysis позволяет выполнить различные анализы. Перед выполнением каждого из них пользователю будет предложено заполнить параметров анализа. Анализ будет выполнен только в том случае, когда это возможно для данной схемы.

Таблица 2.4. Содержание меню Analysis

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
Activate CTRL G	Активизировать; включить	Активизация схемы (включение переключателя питания). Дает тот же эффект, как и щелчок включателя питания в правой верхней части панели инструментов. При активизации схемы EWB начинает выполнение последовательностей математических операций. Переключатель питания остается включенным, пока работа не будет остановлено или приостановлено клавишами CTRL T или включателем питания в правой верхней части экрана.
Pause and Analisis /Resume F9	Пауза и анализ/ продолжить	Прерывание/продолжение моделирования (управляется кнопкой **Pause/Resume**). Приостановка полезна, если необходимо рассмотреть форму кривой, сигнала или сделать изменения в настройках. Имитация простых схем может оказаться слишком быстрой для приостановки.
Stop CTRL T	Остановка	Ручная остановка моделирования. Имеет тот же самый эффект, как щелчок пере-

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		ключателя питания в правой верхней части экрана. Выключение питания стирает данные и графики и сбрасывает все значения к начальным.
Analysis Options... CTRL Y	Опции анализа	Позволяет управлять такими многими аспектами моделирования, как сброс допустимой ошибки, выбор методов имитационного моделирования и просмотра результатов и др. Эффективность моделирования зависит также и от выбранных параметров. Большинство параметров имеет значения по умолчанию; чтобы рассмотреть или изменить любые из параметров, надо выбрать этот режим и при необходимости настроить **следующее**. **Global** - установка параметров (допуски сходимостей, температура моделирования, параметры времени и др.) для глобального (т.е. во всех схемах) использования. *В окне установки использованы обозначения***:** ***ABSTOL*** *- абсолютная ошибка расчета токов;* ***GMIN*** *- минимальная проводимость ветви цепи (проводимость ветви, меньшая* ***GMIN****, считается равной нулю);* ***PIVREL****,* ***PIVTOL*** *- относительная и абсолютная величины элемента строки матрицы узловых проводимостей (например, при расчете по методу узловых потенциалов), необходимые для его выделения в качестве ведущего элемента;* ***RELTOL*** *- допустимая относительная ошибка*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		расчета напряжений и токов; ***TEMP*** *- температура, при которой проводится моделирование;* ***VNTOL*** *- допустимая ошибка расчета напряжений в режиме Transient (анализ переходных процессов);* ***CHGTOL*** *- допустимая ошибка расчета зарядов;* ***RAMPTIME*** *- начальная точка отсчета времени при анализе переходных процессов;* ***CONVSTEP*** *- относительный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току;* ***CONVABSSTEP*** *- абсолютный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току;* ***CONVLIMIT*** *- включение или выключение дополнительных средств для обеспечения сходимости итерационного процесса (например, за счет использования метода вариации напряжений источников питания);* ***RSHUNT*** *- допустимое сопротивление утечки для всех узлов относительно общей шины (заземления);* ***Temporary file size for simulation*** *- объем дисковой памяти для хранения временных файлов (в Мбайт).* **DC** - настройка режима по постоянному току (DC), статический режим. *В окне установки использованы обозначения***:** ***ITL1*** *- максимальное количество итераций приближенных расчетов;* ***GMINSTEPS*** *- размер приращения проводимости в процентах от* ***GMIN*** *(используется при слабой сходимости итерационного*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		*процесса);**SRCSTEPS** - размер приращения напряжения питания в процентах от его номинального значения при вариации напряжения питания (используется при слабой сходимости итерационного процесса). Кнопка Reset Defaults предназначена для установки по умолчанию введенных параметров и используется в том случае, если после редактирования необходимо вернуться к исходным данным.* **Transient** – настройка параметров режима анализа переходных процессов. *В окне установки использованы обозначения**:** **ITL4** - максимальное количество итераций за время анализа переходных процессов; **MAXORD** - максимальный порядок (от 2 до 6) метода интегрирования дифференциального уравнения; **TRTOL** - допуск на погрешность вычисления переменной; **METHOD** - метод приближенного интегрирования дифференциального уравнения: **TRAPEZOIDAL** - метод трапеций, **GEAR** - метод Гира; **ACCT** - разрешение на вывод статистических сообщений о процессе моделирования.* **Device –** настройка параметров модлирования МОП-транзисторов. *В окне установки использованы обозначения**:** **DEFAD** - площадь диффузионной области стока, $м^2$; **DEFAS** - площадь диффузионной области истока, $м^2$, **DEFL** - длина канала*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		полевого транзистора, м; ***DEFW*** *- ширина канала, м;* ***TNOM*** *- номинальная температура компонента;* ***BYPASS*** *- включение или выключение нелинейной части модели компонента;* ***TRYTOCOMPACT*** *- включение или выключение линейной части модели компонента.* **Instruments -** настройка параметров работы с контрольно-измерительными приборами. *В окне установки использованы обозначения***: *Pause after each screen - пауза (временная остановка моделирования) после заполнения экрана осциллографа по горизонтали (Oscilloscope);* ***Generate time steps automatically*** *- автоматическая установка временного шага (интервала) вывода информации на экран;* ***Minimum number of time points*** *- минимальное количество отображаемых точек за период наблюдения (регистрации);* ***TMAX*** *-промежуток времени от начала до конца моделирования;* ***Set to Zero*** *- установка в нулевое (исходное) состояние контрольно-измерительных приборов перед началом моделирования;* ***User-defined*** *- управление процессом моделирования проводится пользователем (ручной пуск и остановка);* ***Calculate DC*** *operating point - выполнение расчета режима по постоянному току;* ***Points per cycle*** *- количество отображаемых точек при выводе амплитудно-частотных и фазо-*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		*частотных характеристик (**Bode plotter**); **Use engineering notation** - использование инженерной системы обозначений единиц измерения (например, напряжения будут выводиться в милливольтах (мВ), микровольтах (мкВ), нановольтах (нВ) и т.д.).*
DC Operating Point	рабочая точка постоянного тока	Расчет режима по постоянному току; выполнение анализа рабочей точки постоянного тока, называемой также добротностью или точкой покоя. В этой точке разность потенциалов и ток источника являются такими же, как и разность потенциалов, и ток в нагрузке. Другими словами, выходное напряжение это идеально линейное воспроизведение входа. В этом режиме из моделируемой схемы надо исключить все конденсаторы и закоротить все индуктивности.
AC Frequency..	Частота переменного тока	Расчет частотных характеристик. Выполнение команды начинается с задания в диалоговом окне параметров*: **FSTART**, **FSTOP** - границы частотного диапазона (минимальное и максимальное значение частоты соответственно); **Sweep type** - масштаба по горизонтали: декадный (**Decade**), линейный (**Linear**) и октавный (**Octave**) **Number** of **points** - числа точек; **Vertical scale** - масштаба по вертикали: линейный (**Linear**), логарифмический (**Log**) и в децибелах (**Decibel**); **Nodes in circuit** - списка всех узлов цепи-**Nodes for analysis** -*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		номеров узлов, для которых рассчитываются характеристики схемы, перечень таких узлов устанавливается нажатием кнопок ***Add*** *-> (добавить) и <-* ***Remove*** *(удалить).* ***Simulate*** *– запуск моделирования.*
Transient	Переходный процесс	Расчет переходных процессов. *В окне установки использованы обозначения:* ***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 в соответствии с допустимой относительной ошибкой* ***RELTOL****;* ***Tstep*** *- временной шаг вывода результатов моделирования на экран монитора.*
Fourier	Фурье	Выполнение спектрального анализа (анализа Фурье) *В окне установки использованы обозначения:* ***Output node*** *- номер контрольной точки (узла), в которой анализируется спектр сигнала;* ***Fundamental frequency*** *- основная частота колебания (частота первой гармоники);* ***Number harmonic****-число гармоник, подлежащих анализу;****Vertical scale*** *- масштаб по оси Y (линейный, логарифмический, в децибелах);* ***Advanced*** *- набор опций этого блока предназначен для определения более тонкой структуры анализируемого сигнала путем*

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		введения дополнительных выборок (по умолчанию выключены); ***Number of points per harmonic*** *- количество отсчетов (выборок) на одну гармонику;* ***Sampling frequency*** *- частота следования выборок.*
Monte Carlo…	Монте - Карло	Выполнение статистического анализа методом Монте-Карло. Вычисление распределения Гаусса произведено со следующей функцией распределения вероятностей: $p(\chi) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{\frac{1}{2} \cdot \frac{U-\chi}{\sigma^2}}$, где U - номинальное значение параметра; σ - значение среднеквадратичного отклонения; χ - независимая переменная.
Display Graph…	Показ графика	Вывод результатов анализа в графическом виде для одной из команд моделирования.
Noise	Помеха; шум	Выполнение анализа помех, шумов
Distortion	Искажение	Выполнение анализа нелинейных и интермодуляционных искажений.
Parameter Sweep	Вариация параметра	Выполнение анализа вариации параметров.
Temperature Sweep	Вариация температуры	Выполнение анализа вариации температуры (температурные испытания моделируемой схемы).
Pole-Zero	Полюсы-нули	Выполнение анализа полюсов и нулей (расчет карты нулей и полюсов) переда-

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
		точной функции моделируемой схемы.
Transfer Function	Передаточная функция	Выполнение анализа передаточной функции (расчет передаточной функции). Может быть смоделирована передаточная функция до третьего порядка в виде: $$T(s)=\frac{Y(s)}{X(s)}=K\cdot\frac{A_3s^3+A_2s^2+A_1s+A_0}{A_3s^3+A_2s^2+A_1s+A_0}$$
Sensitivity	Чувствительность	Выполнение анализа чувствительности.
Worst Case	Наихудший случай	Выполнение анализа наихудшего случая, т.е. расчет значений параметров компонентов схемы в режиме AC или DC при предельных отклонениях ее задаваемых характеристик.

К_оглавлению

2.6.Содержание раздела меню Window (Окна)

К оглавлению

Меню Window позволяет осуществить операции работы с окнами.

Таблица 2.5. Содержание меню **Window**

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
Arrange CTRL W	Приводить в порядок, расставлять	Приведение в порядок, аккуратная расстановка открытых окон
Circuit	Схема; цепь	Перенос окна схемы на передний план
Description CTRL D	Описание; характеристика	Открытие окна описания (если окно описания уже открыто, перенос его на передний план); имеется возможность напечатать комментарии или указания в окне описания, а также вставить текст из другой прикладной программы или описания схемы.

К оглавлению

2.7.Содержание раздела меню Help (Помощь)

К оглавлению

Меню Help предоставляет вызов файла - справки.

Таблица 2.6. Содержание меню **Help**

Раздел	Перевод	Назначения команды и пояснения
Help F1	По-мощь	Вызов содержания помощи (справки).
Help index	Индек-сы по-мощи	Вызов указателя помощи (справки).
Release notes	Примеч ания к выпус-ку	Замечания и пояснения к данной версии EWB.
About Electron-ics Work-bench	Об EWB.	Сведения об используемой версии сис-темы EWB

К оглавлению

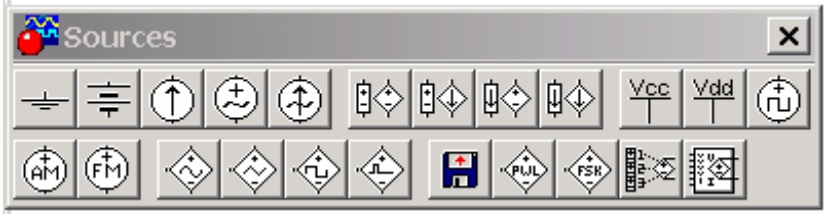
2.8. Перечень компонентов, используемых в EWB.

К оглавлению

На панели инструментов расположены кнопки для выбора компонентов схемы - библиотеки компонентов (**Parts Bin**). Крайняя левая кнопка (**Favorites** - избранное) позволяет создавать собственные коллекции компонентов, что ускоряет работу с однотипными схемами. Если щелкнуть правой кнопкой мыши по изображению элемента (не на схеме, а в библиотеке компонентов), то оно копируется в библиотеку **Favorites.** Пояснения о назначениях остальных кнопок приведены ниже, в том порядке, в котором они расположены на экране:



2.8.1.Sources (источники)

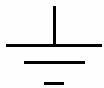
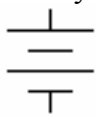
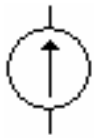


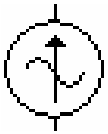
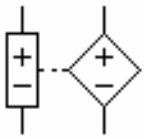
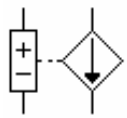
Значения параметров источников (источников питания) по умолчанию установлены глобально; чтобы установить их, явно надо выбрать в горизонтальном меню раздел Analisis / Analisis Options (или нажать CTRL Y), и установить нужное значение. В состав EWB включены и идеальные источники, в которых величина выходного сигнала зависит от разности потенциалов или тока во входе. Часть источников может использоваться в качестве элементов для аналогового моделирования, в то числе и систем автоматизации.К оглавлению

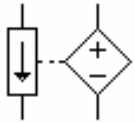
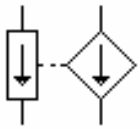
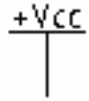
Содержание раздела меню **Sources**

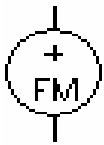
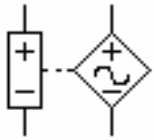
К оглавлению

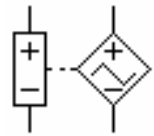
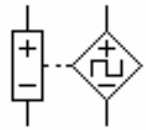
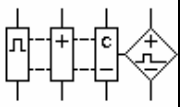
Таблица 2.7

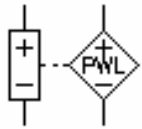
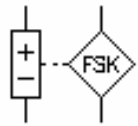
Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Ground 	Заземление; это опорная точка для связи электрических уровней напряжения. Любая схема, которая содержит операционный усилитель, трансформатор, управляемый источник, осциллограф, аналоговые и цифровые компоненты и некоторые другие элементы должна быть обязательно заземлена; если такая электросхема не заземлена, то будет выдано сообщение об ошибках или могут быть получены неверные показания измерительных приборов. Важно заземлить обе стороны трансформатора или управляемого источника; EWB поддерживает многоточечные системы заземления.
Battery 	Батарея; источник любого значения постоянного напряжения (DC), (разности потенциалов) от мкВ до кВ (по умолчанию 12 В), короткая жирная черта – минус. Внутреннее сопротивление батареи равно нулю, поэтому при параллельном подключении двух батарей следует включить между ними небольшое сопротивление (например, 1 ом).
DC Current Source 	Источник любого значения постоянного тока (DC) от мкА до кА (по умолчанию 1 А), стрелка направлена к минусу.

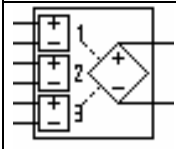
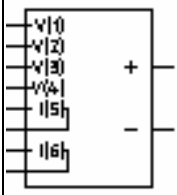
Обозначение	Назначения компонента и пояснения
AC Voltage Source 	Источник переменного напряжения (AC); можно настраивать значение среднеквадратичного значения (RMS) источника переменного напряжения от мкВ до кВ, а также настраивать его частоту и фазовый угол. По умолчанию их значения соответственно 1 В, 1 Гц, 0 град.
AC Current Source 	Источник переменного тока (AC); можно настраивать значение среднеквадратичного значения (RMS) источника переменного тока к любой значению от мкА до кА, а также настраивать его частоту и фазовый угол. По умолчанию 1 А, 1 Гц, 0 град.
Voltage Controlled Voltage Source 	Управляемый напряжением источник напряжения. Величина выходного сигнала зависит от разности потенциалов на входе. Вход и выход связаны коэффициентом усилением по напряжению, который является отношением выходного напряжения к входному напряжению оптопары. Этот коэффициент может иметь любое значение от МВ/В до КВ/В, по умолчанию 1 В/В.
Voltage Controlled Current Source 	Управляемый напряжением источник тока. Отношение выходного тока к управляющему напряжению измеряется в единицах проводимости (1/Ом). Величина выходного сигнала зависит от разности потенциалов, прикладной к входу; вход и выход связаны параметром, называемым крутизной характеристики (G), который является отношением выходного тока к входному

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	напряжению и измеряется в сименсах (seimens) и может иметь любое значение от mmhos до kmhos (МСименс до КСименс). По умолчанию проводимость 1/Ом.
Current Controlled Voltage Source 	Источник напряжения, управляемый током. Величина выходного сигнала зависит от электротока подводимого к входу; вход и выход связаны параметром, называемым активной составляющей полного взаимного сопротивления (H), который является отношением выходного напряжения к входному току и может иметь любое значение от mOм до kOм.
Current Controlled Current Source 	Источник тока, управляемый током. Величина выходного сигнала зависит от электротока подводимого к входу; вход и выход связаны параметром, называемым усилением по току (F), который является отношением выходного тока к входному току и может иметь любое значение от mA/A до kA/A. По умолчанию F = 1 A/A.
Vcc Voltage Source 	Источник напряжения Vcc, это быстрый и удобный источник напряжения питания общего применения; источник более компактен, чем батарея; используя этот источник можно устанавливать фиксированный потенциал узла +5 вольт, или уровень двоичной единицы или логической TRUE (ИСТИНА)
Vdd Voltage Source	Источник напряжения Vdd, назначение то же, что и Vcc Voltage Source , но напряжение +15 вольт.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
Clock 	Генератор тактовых импульсов (генератор квадратной волны), имеется возможность регулировать его напряжение, амплитуду, рабочий цикл и частоту.
AM Source 	Источник с амплитудной модуляцией (AM); одночастотный источник амплитудной модуляции генерирует амплитудно-модулированную волну; используется, чтобы формировать и анализировать коммуникационные цепи.
FM Source 	Источник с частотной модуляцией (FM), одночастотный источник частотной модуляции генерирует частотное модулированное колебание; используется, чтобы формировать и анализировать коммуникационные цепи.
Voltage-Controlled Sine Wave Oscillator 	Управляемый напряжением генератор синусоидальной волны; у этого генератора на входе напряжение переменного или постоянного тока, которое используется как независимая переменная в кусочно-линейной кривой, описывающей пару (управление - частота); из кривой, определяется значение частоты. Выход генератора синусоидальная волна той же частоты; когда используются двухкоординатные пары, выходные мощности генератора - линейное изменение частоты относительно управляющего входа. Когда число координатных пар больше чем два, выход кусочно-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	линейный.
Voltage-Con-trolled Triangle Wave Oscil-lator 	Управляемый напряжением генератор треугольной волны, аналогичен синусоидальному генератору, но волна треугольная.
Voltage-Controlled Square Wave Oscillator 	Управляемый напряжением генератор прямоугольной волны, аналогичен синусоидальному генератору, но волна прямоугольная.
Controlled One-Shot 	Управляемый одноимпульсный источник. Это универсальный генератор пульсирующей формы волны. Имеет входное напряжение постоянного или переменного тока, которое используется как независимая переменная в кусочно-линейной кривой, описывающей пары: управление - ширина импульсов. Из кривой определяется значение ширины импульсов и выходные мощности генератора пульсирующего с той же шириной. Можно изменять параметры пульсации и задержку выхода, в зависимости от ширины импульсов, подъема выходной мощности и времени спада, и др., с

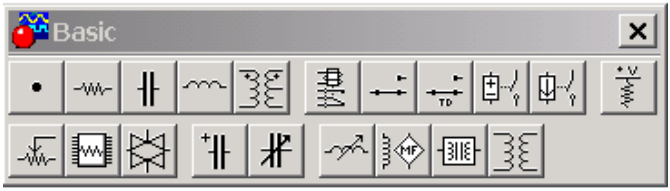
Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	выдачей соответствующих параметров в диалоговом окне.
Piecewise Linear Source 	Кусочно-линейный источник. Позволяет управлять формой волны путем ввода значений времени и разности потенциалов. Каждая пара этих значений определяет выход источника в установленное время. В промежуточных точках времени, значение выхода определяется линейной интерполяцией.
Voltage-Controlled Piecewise Linear Source 	Управляемый напряжением кусочно-линейный источник. Позволяет управлять формой выходной волны, вводя данные до пяти сочетаний входного (X) - выходного (Y) сигналов, которые показываются в окне диалога «свойства» как (X, Y) координаты. Если использовано только две пары X-Y, то выходное напряжение изменяется линейно относительно входа.
Frequency-Shift-Keying Source (FSK Source) 	Автоматически подключаемый источник со сдвигом по частоте.
Polynomial Source	Полиномиальный источник; регулируемый источник напряжения разности потенциалов. Имеет до трех входных управляющих напряжений: V1, V2 и V3. Выход определяется функцией в виде полинома по уравнению:

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	$V_{OUT} = A + B \cdot V_1 + C \cdot V_2 + D \cdot V_3 + E \cdot V_1^2 +$ $+ F \cdot V_1 \cdot V_2 + G \cdot V_1 \cdot V_3 + H \cdot V_2^2 + I \cdot V_2 \cdot V_3 +$ $+ J \cdot V_3^2 + K \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot V_3$ где A … K, задаваемые постоянные коэффициенты.
Nonlinear Dependent Source 	Нелинейный зависимый источник; он позволяет создать источник с одним выходом, моделирующий режим элемента или сложного устройства путем использования нужного математического выражения. Модель может содержать знаки математических операций: + - * / ^ и функции abs asin atanh exp sin tan acos asinh cos ln sinh U acosh atan cosh log sqrt uramp. К общепринятым обозначениям функций добавлены: U(x) - импульсная (скачкообразная) функция и uramp(x) - интеграл импульсной функции. Они могут быть полезны при кусочно-линейном представлении нелинейных функций (см. пример в разделе меню «Help»). Могут использоваться вместе с другой известной) функцией f(s) как фильтры. Значение U(x) равно 1 для x > =0 и равено 0 для x < 0. Значение uramp (x) равно x для x > =0 (наклон 45°) или равно 0 для x < 0. Эти две функции можно применять к условиям импликации. Например, если надо разложить f (x) только в пределах некоторой x зоны, можно использовать одну из этих двух функций, чтобы нало-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	жить требуемое ограничение. Использование f (x) [u (x)-u (x-2)] позволяет разложить известную f(x) функций для x большего, чем 0, но меньшего, чем 2. Если аргумент функций ln или sqrt становится меньше нуля, то используется абсолютная величина аргумента. Если делитель становится равным нулю, или аргумент ln становится нулевым, возникает ошибка. Примеры математического выражения: I = cos(v(1)) + sin(v(2)) v = ln(cos(log(v(1,2))^2))) - v(3) ^ 4 + v(2) ^ v(1) i = 17 Для использования этого источника надо: 1. Дважды щелкнуть по компоненту. 2. Набрать алгебраическое выражение.

К_оглавлению

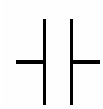
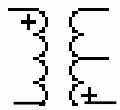
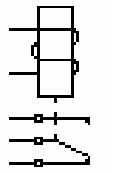
2.8.2.Basic (основные)

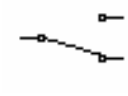
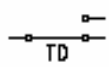
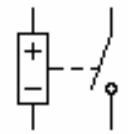
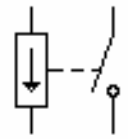
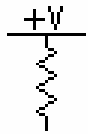


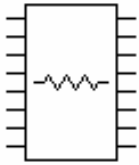
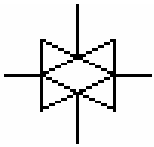
К оглавлению

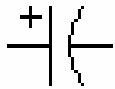
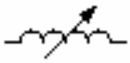
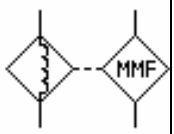
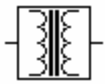
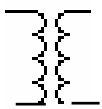
Таблица 2.8. Содержание раздела меню **Basic**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Connector 	Соединитель, соединяющий узел (к каждому узлу можно подключить до четырех проводников). Используется, чтобы объединить проводки в электросхеме. Имеет до четырех клемм, по одному на каждой стороне. Разъемы создаются автоматически, когда растягивается монтируемая проводка.
Resistor 	Резистор, сопротивление резистора R может иметь любое значение (от Ом до Мом), по умолчанию 1Ом и рассчитывается по уравнению: $R = R_0 \cdot \{1 + T_{C1} \cdot (T - K) + T_{C2} \cdot (T - T_0)^2\}$ Где: ***Ro*** = сопротивление резистора в температуре ***K***; ***K*** = нормальная температура = 27 гр. С (константа); T_{C1} = температурный коэффициент первого порядка; T_{C2} = температурный коэффициент второго порядка (по умолчанию T_{C1} и T_{C2} равны нулю); ***T*** = температура резистора. Эти переменные могут быть изменены, за исключением. К, который является константой. Элемент может быть использован в качестве датчика температуры

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	в системах автоматизации.
Capacitor 	Конденсатор (емкость от пФ до Ф), по умолчанию емкость 1 мФ.
Inductor 	Катушка индуктивности (от мкГн до Гн). По умолчанию: коэффициент отношения витков первичной обмотки к виткам вторичной n=2; индуктивность рассеивания Le = 0.000001 Гн, индуктивность намагничивания Lm = 0.0001 Гн, сопротивления обмоток Lp и Ls по 1Ом.
Transformer 	Трансформатор. Может усиливать или понижать входное напряжение в первичной обмотке (V1) до разности потенциалов вторичной обмотки (V2) в соответствии с n - отношением числа витков первичной обмотки к виткам вторичной обмотки. Параметр n может быть настроен. Чтобы правильно моделировать трансформатор, обе его стороны должны иметь общую опорную точку, которая заземляется.
Relay 	Реле, может иметь НР (нормально разомкнутые) и НЗ (нормально замкнутые) контакты. Магнитное реле - катушка с установленной индуктивностью Lc (по умолчанию Lc = 0.025 Гн) которая заставляет контакт открываться или закрываться, когда достигается установленный ток (по умолчанию Ion = 0,05 А).
Switch	Выключатель (однополюсный, переключатель на два направления), он управляется

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	клавишами на клавиатуре компьютера, имя этой клавиши назначается пользователем после двойного щелчка мышью по изображению этого элемента (можно при настройке назначать клавиши A-Z, 0-9, Enter, Пробел).
Time-Delay Switch 	Выключатель с задержкой по времени, реле времени. По умолчанию начальное время Ton = 0.5 сек., конечное время Toff = 0 сек.
Voltage-Controlled Switch 	Выключатель (ключ), управляемый напряжением. По умолчанию напряжение включения Von = 1 В, напряжение выключения Voff = 0 В.
Current-Controlled Switch 	Выключатель (ключ), управляемый током. По умолчанию ток включения Ion = 1 А, ток выключения Ioff = 0 А.
Pull-up Resistor 	Нагрузочный резистор. Один его конец присоединяется к Vcc. Другой конец подсоединяется к точке в схеме, в которой напряжение должно быть поднято до уровня Vcc.
Potentiometer	Потенциометр, переменный резистор. Имеет-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	ся возможность изменять положение движка (в процентах) клавишами на клавиатуре компьютера, имя этой клавиши назначается пользователем после двойного щелчка мышью по изображению этого элемента (можно использовать клавиши A-Z, 0-9, Enter, Пробел), для увеличения значения положения движка надо нажать Shift и назначенную клавишу - ключ, для уменьшения только клавишу-ключ. Например, потенциометр настроен на 45% и шаг 5%, и назначен ключ - "R". При нажатии "R" уставка понижается до 40%. При нажатии "R" снова она понижается до 35%. При нажатии Shift и "R" уставки поднимается до 40%.
Resistor Pack 	Пакет резисторов - блок, содержащий восемь резисторов соединенных параллельно.
Voltage-Controlled Analog Switch 	Аналоговый ключ, управляемый напряжением. Работает подобно механическим ключам (типа вкл/выкл), за исключением того, что его состояния управляются напряжением. Когда управляющее напряжение ниже выбранного значения, переключатель выключен и наоборот.
Polarized Capacitor	Поляризованный конденсатор. Его емкость может иметь любое значение от pF до F. Поляризованный конденсатор должен быть под-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	ключен с соблюдением правильной полярности, иначе появится сообщение об ошибке.
Variable Capacitor 	Переменный конденсатор, его емкостью можно управлять при помощи клавиатуры компьютера (см. выше, подобно - Potentiometer).
Variable Inductor 	Катушка переменной индуктивности, индуктивностью можно управлять при помощи клавиатуры компьютера (см. выше - Potentiometer).
Coreless Coil 	Соленоид без сердечника. Этот компонент можно использовать как конструктивный блок, чтобы создавать разнообразные индуктивности и модели магнитной цепи. (см. рис. 4.1)
Magnetic Core 	Магнитный сердечник. Этот компонент можно использовать как конструктивный блок, чтобы создавать разнообразные индуктивности и модели магнитной цепи.
Nonlinear Transformer 	Нелинейный трансформатор. Этот компонент можно использовать как конструктивный блок для различных приложений. Это осуществляется при использовании сердечника и катушки как конструктивных блоков, вместе с резисторами и катушками индуктивности. Используя его, можно моделировать материальные явления типа нелинейного магнитного

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	насыщения и др. Магнитный сердечник принимает входное напряжение оптопары и конвертирует его к магнитодвижущей силе (mmf). Напряженность магнитного поля (H) рассчитывается, путем деления mmf на индуктивность сердечника): H = mmf/L

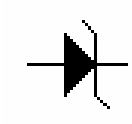
К оглавлению

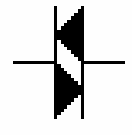
2.8.3.Diodes (диоды).



К_оглавлению

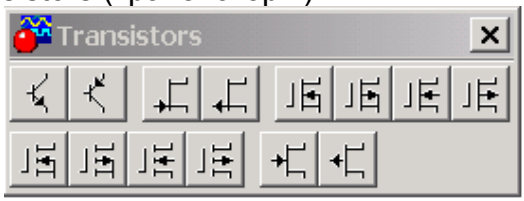
Таблица 2.9. Содержание раздела меню **Diodes**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Diode 	Диод, пропускает ток от анода А (слева на обозначении) к катоду К.
Zener Diode 	Стабилитрон (диод Зенера), для него рабочим является отрицательное напряжение; используется для стабилизации напряжения; в измерительных линиях стабилитрон применяется также с целью защиты токовых цепей от разрыва при отключении какого-либо потребителя сигнала
LED 	Индикатор на жидких кристаллах (светоизлучающий диод, светодиод), он начинает излучать видимый свет (зеленый, красный, синий в зависимости от марки) когда проходящий через него ток превышает пороговую величину
Full Wave Bridge Rectifier 	Полноволновой мостовой выпрямитель (мост), обеспечивает выпрямление переменного напряжения; при подаче на вход синусоидального напряжения с амплитудой V_P среднее значение выпрямленного напряжения: $V_{DC} = 0.636 \cdot (V_P - 1.4)$
Shockley Diode	Диод Шотки (он находится в отключенном состоянии, пока напряжение на нем не превы-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	сит заданного уровня порогового напряжения)
Silicon Controlled Rectifier 	Тиристор (управляемый вентиль), в отличие от диода у него имеется дополнительный вывод управляющего электрода; тиристор отпирается, когда ток на управляющем электроде превысит пороговое значение, а к аноду не будет приложено положительное смещение, он закроется, когда к аноду будет приложено отрицательное смещение
Diac 	Диак (динистор), двунаправленный диодный тиристор управляемый анодным напряжением; он не проводит ток в обоих направлениях, пока напряжение на нем не превысит напряжения переключения, тогда диак переходит в проводящее состояние с условно нулевым сопротивлением.
Triac 	Триак (семистор), двунаправленный управляемый вентиль, проводит ток в двух направлениях, запирается при изменении полярности протекающего тока, отпирается при подаче следующего управляющего импульса

К_оглавлению

2.8.4.Transistors (транзисторы)



К оглавлению

В EWB имеется возможность использовать 1).биполярные транзисторы; 2).полевые транзисторы (**FET**); с управляющим p-n переходом (**JFET**); на основе металлооксидной пленки (**МОП**); на основе арсенида галлия (**GaAsFET**). 3). МОП-транзистор со встроенным каналом (**Depletion MOSFETs**) 4). МОП-транзисторы с индуцированным каналом (**Enhancement MOSFETs**).

Приведем краткие сведения об этих видах транзисторов [2] (См. также приложение 2)

Биполярные транзисторы являются усилительными устройствами, управляемыми током, они бывают двух типов: P-N-P и N-P-N. Буквы означают тип проводимости полупроводникового материала, из которого изготовлен транзистор. В транзисторах обоих типов стрелкой отмечается **эмиттер**, направление стрелки указывает направление протекания тока.

Полевые транзисторы управляются напряжением на **затворе**, то есть ток, протекающий через транзистор, зависит от напряжения на затворе. Полевой транзистор включает в себя протяженную область полупроводника N типа или P типа, называемую **каналом**. Канал оканчивается двумя электродами, которые называются **истоком** и **стоком**. Кроме канала N или P типа, полевой транзистор включает в себя область с противоположным каналу типом проводимости. Электрод, соединенный с этой областью,

называют **затвором**. Для полевых транзисторов в EWB выделено специальное поле компонентов **FET**. В программе имеются модели полевых транзисторов трех типов: транзисторов с управляющим p-n переходом (**JFET**) и двух типов транзисторов на основе металлооксидной пленки (МОП-транзисторы или **MOSFET**): МОП-транзисторы с встроенным каналом (**Depletion MOSFETs**) и МОП-транзисторы с индуцированным каналом (**Enhancement MOSFETs**).

Полевой транзистор с управляющим P-N переходом (**JFET**) - униполярный транзистор, управляемый напряжением, в котором для управления током используется наведенное электрическое поле, зависящее от напряжения затвора. Для N-канального полевого транзистора с управляющим P-N переходом, чем более отрицательным будет напряжение, прикладываемое к затвору, тем меньше будет ток.

Управление током, протекающим через полевой транзистор на основе металлооксидной пленки (МОП-транзистор или **MOSFET**), также осуществляется с помощью электрического поля, прикладываемого к затвору. Обычно подложка контактирует с наиболее отрицательно смещенным выводом транзистора, подключенным к истоку.

В трехвыводных транзисторах подложка внутренне соединена с истоком. N-канальный транзистор имеет следующее обозначение: стрелка направлена внутрь значка; P-канальный транзистор имеет исходящую из значка стрелку. N-канальный и P-канальный МОП-транзисторы имеют различную полярность управляющих напряжений. В EWB имеется 8 типов МОП-транзисторов: 4 типа МОП-транзисторов со встроенным каналом и 4 типа МОП-транзисторов с индуцированным каналом.

GaAsFET - высокоскоростной полевой транзистор, который использует арсенид галлия в качестве полупроводникового материала; используются в микроволновых приложениях.

Подобно полевым транзисторам с управляющим P-N переходом (**JFET**), МОП-транзистор со встроенным каналом состоит из протяженной области полупроводника, называемой каналом. Для P-канального транзистора эта область является полупроводником P-типа, для N-канального транзистора - N-типа. Свободные электроны от истока до стока должны пройти через этот узкий канал, заканчивающийся с обеих сторон электродами, называемыми **истоком** и **стоком**.

Металлический затвор МОП-транзистора изолирован от канала тонким слоем двуокиси кремния так, что ток затвора во время работы пренебрежимо мал. Чем более отрицательное напряжение затвор-исток приложено к N-канальному транзистору, тем больше канал обедняется электронами проводимости, ток стока при этом уменьшается. При значении напряжения затвор-исток Vgs (off) канал полностью обеднен, и ток от истока к стоку прекращается. Напряжение Vgs (off) называется напряжением отсечки. С другой стороны, чем более положительно напряжение затвор-исток, тем больше размер канала, что приводит к увеличению тока. P-канальный транзистор работает аналогично, но при противоположных полярностях напряжения.

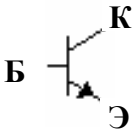
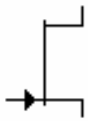
МОП-транзисторы с индуцированным каналом не имеют физического канала между истоком и стоком, как МОП-транзисторы со встроенным каналом. Вместо этого область проводимости может расширяться на весь слой двуокиси кремния, МОП-транзистор с индуцированным

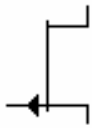
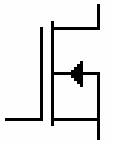
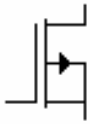
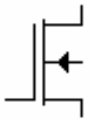
каналом работает только при положительном напряжении исток-затвор. Положительное напряжение исток-затвор, превышающее минимальное пороговое значение (Vto), создает инверсионный слой в области проводимости, смежной со слоем двуокиси кремния. Проводимость этого индуцированного канала увеличивается при увеличении положительного напряжения затвор-исток. МОП-транзисторы с индуцированным каналом используются преимущественно в цифровых схемах и схемах с высокой степенью интеграции (БИС).

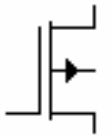
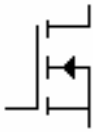
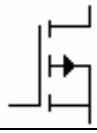
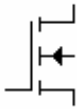
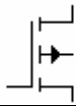
. К_оглавлению

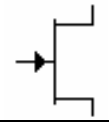
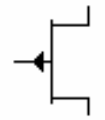
Содержание раздела меню **Transistors**

Таблица 2.10

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
NPN Transistor 	Биполярный N-P-N транзистор; он имеет две n-области: **коллектор - К** (сверху), **эмиттер - Э** (снизу) и одну p-область **база - Б** (слева).
PNP Transistor 	Биполярный P-N-P транзистор; он имеет две P-области: **коллектор** (сверху), **эмиттер** (снизу) и одну N-область – **база** (слева)
N-Channel JFET 	N- канальный полевой транзистор; затвор в нем состоит из P-области, окруженной n-каналом; относится к классу **полевых** транзисторов с управляющим P-N переходом (JFET); **сток** расположен в верхней части изображения транзистора, **исток** – в нижней

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	части, **затвор –** слева.
P-Channel JFET 	P- канальный полевой транзистор; **затвор** в нем состоит из N-области, окруженной P-каналом; относится к классу **полевых** транзисторов с управляющим P-N переходом (JFET); **сток** расположен в верхней части изображения транзистора, **исток** – в нижней части, **затвор –** слева.
3-Terminal Depletion N-MOSFET 	N-канальный МОП-транзистор со встроенным каналом и тремя выводами
3-Terminal Depletion P-MOSFET 	P-канальный МОП-транзистор со встроенным каналом и тремя выводами
4-Terminal Depletion N-MOSFET 	N-канальный МОП-транзистор со встроенным каналом и четырьмя выводами
4-Terminal Depletion P-MOSFET	P-канальный МОП-транзистор со встроенным каналом и четырьмя выводами

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
3-Terminal Enhanced N-MOSFET 	N-канальный МОП-транзистор с индуцированным каналом и тремя выводами
3-Terminal Enhanced P-MOSFET 	P-канальный МОП-транзистор с индуцированным каналом и тремя выводами
4-Terminal Enhanced N-MOSFET 	N-канальный МОП-транзистор с индуцированным каналом и четырьмя выводами
4-Terminal Enhanced P-MOSFET 	P-канальный МОП-транзистор с индуцированным каналом и четырьмя выводами
N-Channel GaAsFET	N-канальный полевой транзистор на основе арсенида галлия.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
P-Channel GaAsFET 	P- канальный полевой транзистор на основе арсенида галлия.

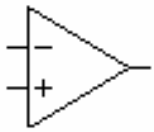
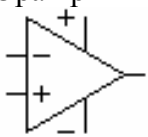
К_оглавлению

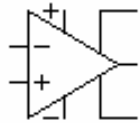
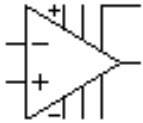
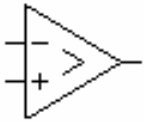
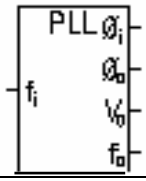
2.8.5.Analog Ics (аналоговые интегральные схемы)



К оглавлению

Таблица 2.11. Содержание раздела меню **Analog Ics**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
3 Terminal Opamp 	Операционный усилитель (ОУ, **Op**erational **amp**lifier) с тремя выводами; имеет очень высокий коэффициент усилия по напряжению, высокое входное и низкое выходное сопротивление, очень низкий выходной импеданс и высокую ширину полосы; положительный вход является неинвертирующим, а отрицательный инвертирующим; при настойке задают параметры: *коэффициент усиления, напряжение смещения, входные токи, входное и выходное сопротивления*; используется и может пополняться библиотека моделей ОУ; входные и выходные сигналы задаются относительно земли.
5 Terminal Opamp 	Операционный усилитель с пятью выводами; он имеет два дополнительных вывода для подключения питания постоянным током; в EWB этот ОУ моделируется методом Буля-Коха-Педерсона, учитывающим эффекты второго порядка и ограничения по входному току и напряжению.
7 Terminal Opamp	Операционный усилитель с семью выводами

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
9 Terminal Opamp 	Операционный усилитель с девятью выводами
Comparator 	Компаратор, он сравнивает два входного напряжения и вырабатывает выходной сигнал, указывая больший или меньший
Phase-Locked Loop 	Петля фазовой синхронизации; моделирует режим схемы (линии) петли фазовой синхронизации, которая является схемой, содержащей генератор, чьи фаза выходной мощности и частота регулируются, чтобы сохранить синхронизацию с опорным входным сигналом

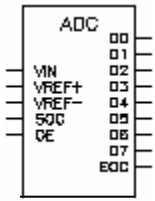
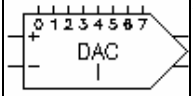
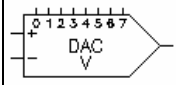
К оглавлению

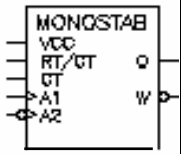
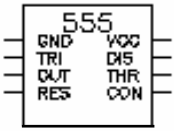
2.8.6.Mixed Ics (смешанные интегральные схемы)



К оглавлению

Таблица 2.12. Содержание раздела меню **Mixed Ics**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
ADC 	Восьмиразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) - специальный тип кодера, который преобразует входное аналоговое напряжение в эквивалентный выходной цифровой сигнал. Имеет пять входов и девять выходов и переводит аналоговое напряжение на входе в 8-разрядное двоичное число.
DAC-I 	Восьмиразрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с внешними опрными источниками тока и парафазным выходом; осуществляет преобразование входного цифрового сигнала в аналоговый эквивалент. Описываемый ЦАП имеет 10 цифровых входов и 2 входа (1+1 и 1-1) для подачи опорного тока Ion. ЦАП формирует на выходе ток Івых который пропорционален входному числу N_{BX}. В EWB также имеется ЦАП, который осуществляет преобразование цифрового сигнала в напряжение на выходе.
DAC-V 	Восьмиразрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с внешними опрными источниками напряжения.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Monostable 	Моностабильный мультивибратор (одновибратор) вырабатывает импульс фиксированной длительности в ответ на управляющий перепад на его входе. Длина выходного импульса определяется внешней времязадающей RC-цепью.
555 Timer 	555 Таймер - интегральная схема, которая обычно используется как неустойчивый мультивибратор, ждущий мультивибратор или управляемый напряжением генератор. Это элемент, имеющий цифровой вход и выход. Он характеризуется временем задержки T_d, которое можно задавать. Изменение состояния на его выходе происходит через время, определяемое временем задержки T_d. Наиболее часто употребляется как мультивибратор, одновибратор или управляемый напряжением генератор. Принципиально состоит из двух компараторов, делителя напряжения, триггера и разряжающего транзистора.

К оглавлению

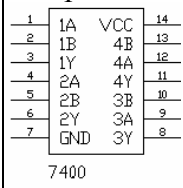
2.8.7.Digital Ics (цифровые интегральные схемы)

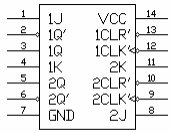
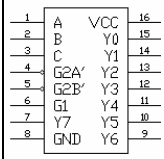
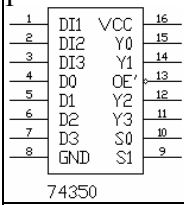
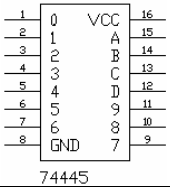
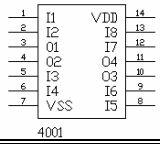


К_оглавлению

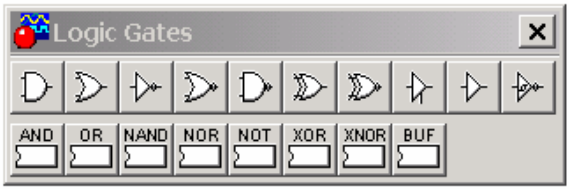
Класс цифровых интегральных микросхем (ЦИМС) схем очень обширен, фирмы производители выпускают ЦИМС с различными характеристиками. Здесь собраны модели ЦИМС серии SN74 b CD4000 (им соответствуют ИМС производства РФ соответственно серий 155 и 176). Для конкретных ЦИМС вместо символов XX ставятся соответствующие номера, например SN7404 – 6 буферных элементов с открытым коллектором. и т.д. **При помещении элемента на рабочий стол появляется меню**, в котором надо выбрать компонент с конкретным необходимым значением XX. Если щелкнуть мышью по выбранному компоненту, появится окно настройки, в котором можно выбрать параметры настройки и метку. В первом столбце таблицы 2.13. приведены избражения для некоторых конкретных значений XX, .

Таблица 2.13. Содержание раздела меню **Digital Ics**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
74XX Template 	Шаблон ЦИМС 74XX
741XX Template	Шаблон ЦИМС 741XX

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
742XX Template 	Шаблон ЦИМС 741XX
743XX Template 	Шаблон ЦИМС 743XX
744XX Template 	Шаблон ЦИМС 744XX
4XXX Template 	Шаблон ЦИМС 4XXX

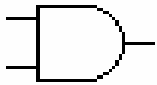
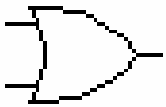
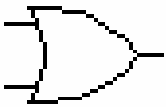
2.8.8.Logic Gates (логические вентили)

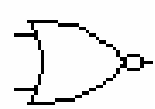
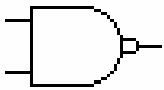
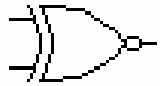
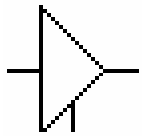


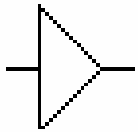
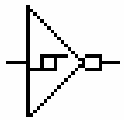
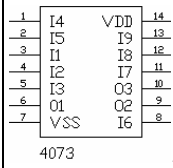
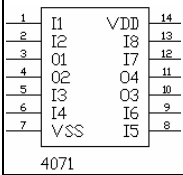
К оглавлению

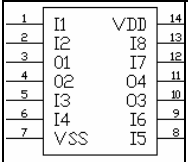
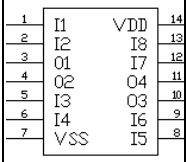
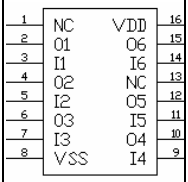
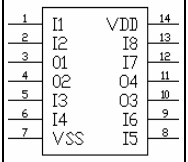
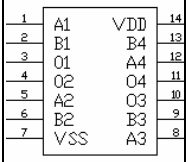
EWB содержит полный набор логических элементов и позволяет задавать их основные характеристики, включая тип: ТТЛ или КМОП. Число входов от 2 до 8, но выход элемента только один. Таблицы истинности элементов приведены в разделе помощи (в справке) EWB.

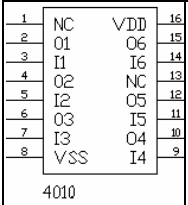
Таблица 2.14. Содержание раздела меню **Logic Gates**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
2-Input AND 	Логическое **И** с двумя входами A и B; реализует функцию логического умножения. На его выходе уровень логической 1 появляется в случае, когда на оба входа подается уровень логической единицы. Выражение Булевой алгебры: $Y = A \,\&\, B$.
2-Input OR 	Логическое **ИЛИ** с двумя входами A и B; реализует функцию логического сложения; уровень логической 1 на его выходе появляется в случае, когда на один **или** на другой вход подается уровень логической единицы. Выражение Булевой алгебры: $Y = A / B$.
NOT Gate 	Логическое **НЕ** (инвертор); изменяет состояние входного сигнала A на противоположное. Уровень логической 1 появляется на его выходе, когда на входе не 1, и наоборот. Выражение Булевой алгебры: $Y = \overline{A}$
2-Input NOR	Логическое **ИЛИ-НЕ** с двумя входами A и B;

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Gate 	реализует функцию логического сложения с последующей инверсией результата; эквивалентно модели из последовательно включенных элементов **ИЛИ** и **НЕ**. Выражение Булевой алгебры: $\boldsymbol{Y = \overline{A + B}}$
2-Input NAND Gate 	Логическое **И-НЕ** с двумя входами A и B; реализует функцию логического умножения с последующей инверсией результата; эквивалентно модели из последовательно включенных элементов **И** и **НЕ**. Выражение Булевой алгебры: $\boldsymbol{Y = \overline{A \cdot B}}$
2-Input XOR Gate 	Логическое **исключающее ИЛИ** с двумя входами A и B; двоичное число на выходе является младшим разрядом суммы двоичных чисел на его входах. Выражение Булевой алгебры: $\boldsymbol{Y = \overline{A}B + A\overline{B}}$
2-Input XNOR Gate 	Логическое исключающее ИЛИ-НЕ с двумя входами A и B; реализует функцию логического сложения с последующей инверсией результата; эквивалентно модели из последовательно включенных элементов ИЛИ и НЕ. Выражение Булевой алгебры: $\boldsymbol{Y = \overline{\overline{A}B + A\overline{B}}}$
Tristate Buffer 	Буфер с тремя состояниями, имеет дополнительный разрешающий вход (enable input) (вход слева, выход справа, разрешающий вход снизу); если на разрешающем входе высокий потенциал, то элемент функционирует по таблице истинности обыкновенного буфера, если низкий, то независимо от сигнала на входе выход перейдет в состояние с высоким

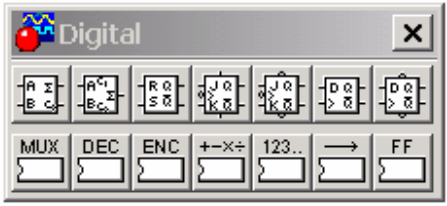
Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	импедансом. В этом состоянии буфер не пропускает сигналы, поступающие на вход.
Buffer 	Буфер (вход слева, выход справа); служит для подачи больших токов в нагрузку; элемент является неинвертирующим. Тип буфера можно выбрать при его настройке после двойного щелчка мыши по его изображению. Если тип буфера не выбран, то он ведет себя как обычный цифровой элемент с малой нагрузочной способностью.
Schmitt Trigger 	Триггер Шмитта. Этот элемент - в основном компаратор с гистерезисом.
And Gates 	И вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.
OR Gates 	ИЛИ вентили – шаблон в библиотеке компонентов включает: 4071 (с 4 2 входами ИЛИ) 7432 (с 4 2 входами ИЛИ) и др.
NAND Gates	И-НЕ вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
NOR Gates 	НИ вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.
NOT Gates 	НЕ вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.
XOR Gates 	ИЛИ вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.
XNOR Gates 	НЕ-ИЛИ вентили – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора вентеля в меню появится таблица предлагаемых марок элемента.
Buffers	Буферы – шаблон в библиотеке компонентов, после выбора в меню появится таблица пред-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	лагаемых марок элемента.

К_оглавлению

2.8.9.Digital (цифровые)

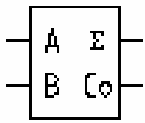


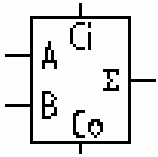
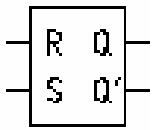
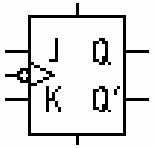
К оглавлению

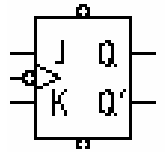
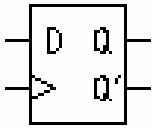
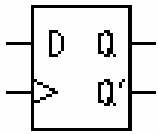
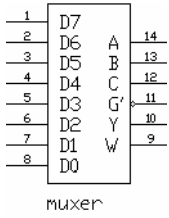
Таблицы истинности элементов приведены в помощи EWB.

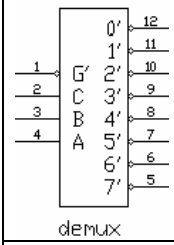
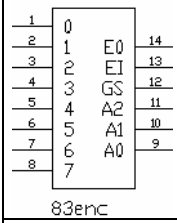
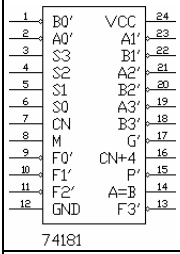
Триггер - простейший последовательный элемент с двумя состояниями, содержащий элементарную запоминающую ячейку и схему управления, которая изменяет состояние элементарной ячейки. Состояние триггера зависит как от комбинации на входах, так и от предшествующего состояния. Триггерные устройства лежат в основе компьютерной оперативной памяти и используются во множестве последовательных схем. Триггер можно создать из простых логических элементов. Работа-триггера описывается таблицей функционирования.

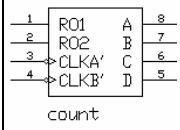
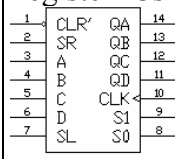
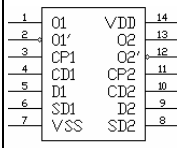
Таблица 2.15. Содержание раздела меню **Digital**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Half Adder 	Полусумматор; производит сложение двух одноразрядных двоичных чисел. Он имеет два входа слагаемых: A, B и два выхода: суммы (Sum) и переноса (Carry). Суммирование производится элементом **Исключающее ИЛИ**, а перенос -элементом **И**. Эквивалентная схема: Выражение Булевой алгебры: $\boldsymbol{Перенос = A \cdot B}$
Full Adder	Полный двоичный сумматор; производит сложение трех одноразрядных двоичных чисел; результатом является двухразрядное дво-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	ичное число, младший разряд которого назван суммой, старший разряд - переносом. Устройство имеет **три** входа и **два** выхода. Входы: слагаемых - A, B и переноса –$Carry_{IN}$. Выходы: суммы - Sum и переноса - $Carry_{OUT}$- Полный двоичный сумматор можно реализовать на двух полусумматорах и одном элементе **ИЛИ**.
RS Flip-Flop 	RS-триггер; имеет только 2 установочных входа: S (set - установка) - установка выхода Q в 1 и R (reset - сброс) - сброс выхода Q в 0; для этого триггера является недопустимой одновременная подача команд установки и сброса (R = S = 1), поэтому состояние выхода в этом случае остается неопределенным и, вообще говоря, не описывается.
JK Flip-Flop with Active High Asynchronous Inputs 	JK триггер с активными высокими асинхронными входами. Отличительной особенностью JK-триггера является наличие двух информационных входов: J и K. Эти входы определяют изменение состояния триггера по фронту импульса на счетном входе, как показано в выделенной части таблицы функционирования. Установочные входы работают как и у RS-триггера. Данный JK-триггер устанавливается единицами, и информация заносится в него по отрицательному фронту импульса на счетном входе. При подаче на входы установки двух единиц одновременно выходы = 1.
JK Flip-Flop	JK триггер с активными низкими асинхрон-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
with Active Low Asynchronous Inputs 	ными входами. Этот элемент подобен JK-триггеру, описанному выше, за исключением того, что установка триггера производится логическим 0.
D Flip-Flop 	Информация с входа D заносится в триггер по положительному перепаду тактового импульса и сохраняется до следующего положительного перепада на счетном входе.
D Flip-Flop with Active Low Asynchronous Inputs 	D триггер с активными низкими асинхронными входами. Этот триггер подобен D-триггеру, описанному выше, за исключением того, что у него имеется два установочных входа: установка (Preset) и сброс (Clear), работающих как у RS-триггера.
Multiplexer Ics 	Мультиплексор (селектор данных) осуществляет операцию передачи сигнала с выбранного входа на выход. Номер входа равен адресу - двоичному числу, определяемому состоянием адресных входов. Данный мультиплексор имеет 12 входов: восемь из которых - входы данных (DO - D7), три - входы адреса (A, B, C) и один - разрешающий вход (EN). Мульти-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	плексор работает при подаче на вход разрешения логического 0. Выход W является дополнением выхода Y. (W=Y')
Demultiplexer ICs 	Демультиплексор - выполняет операцию, обратную мультиплексору. Он передает данные с входа на тот вывод, номер которого равен адресу. Данное устройство имеет 4 входа и 8 выходов. Входы адреса: A, B, C. Вход данных - G. Если на входе G логическая 1, то на всех выходах - также логическая 1.
Encoder ICs 	Интегральные схемы - шифратор (кодер).
Arithmetic ICs 	Арифметические интегральные схемы
Counter ICs	Встречные интегральные схемы.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	
Shift Register ICs 	Интегральные схемы сдвигового регистра. Элемент, содержимое выходов которого при подаче тактового импульса может сдвигаться в сторону младших или старших разрядов Он представляет собой несколько взаимосвязанных триггеров.
Flip-Flops Ics 	Интегральные схемы - триггеры

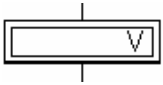
К оглавлению

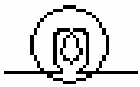
2.8.10.Indicators (индикаторы)

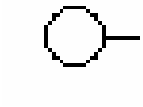
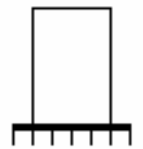
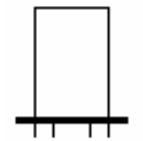
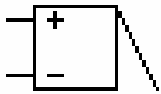


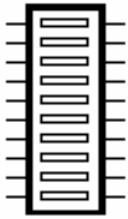
К оглавлению

Таблица 2.16. Содержание раздела меню **Indicators**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Voltmeter 	Вольтметр, используется для измерения переменного и постоянного напряжения, включается параллельно со схемой, где надо измерить напряжение. Сторона с более темной границей - отрицательная клемма. В схеме можно использовать сколько угодно вольтметров. Двойным щелчком мыши по изображению вольтметра открывается диалоговое окно для изменения параметров: • вида измеряемого напряжения(AC или DC); • величины внутреннего сопротивления. Когда вольтметр настроен на переменный ток (AC), он показывает среднеквадратичное его значение. Внутреннее сопротивление вольтметра по умолчанию задано величиной 1 Мом, с тем, чтобы иметь минимальное влияние на электросхему. Можно понизить это сопротивление, однако, использование вольтметра с очень низким сопротивлением в электросхеме высокого сопротивления может вызвать погрешностью моделирования. В качестве вольтметра можно использовать и мультиметр.
Ammeter	Амперметр используется для измерения переменного и постоянного тока, включается

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	последовательно с электросхемой, где надо измерить ток. Сторона с более темной границей - отрицательная клемма. В схеме можно использовать сколько угодно амперметров. Двойным щелчком мыши по изображению амперметра открывается диалоговое окно для изменения параметров: • вида измеряемого тока (AC или DC); • величины внутреннего сопротивления. Когда амперметр настроен на переменный ток (AC), он показывает среднеквадратичное значение. Внутреннее сопротивление амперметра по умолчанию задано величиной 1 Мом, с тем, чтобы иметь минимальное влияние на электросхему. Можно понизить это сопротивление, однако, использование амперметра с очень низким сопротивлением в электросхеме высокого сопротивления может вызвать погрешностью моделирования. В качестве амперметра можно использовать и мультиметр.
Bulb 	Лампа накаливания, характеризуется максимальной мощностью (от мВт до кВт) и максимальным напряжением (от мВ до кВ), если текущее напряжение больше установленного максимального, то лампа перегорает
Probe (Red Probe)	Пробник (индикатор, зонд) логического уровня, соответствует светодиоду; определяет логический уровень (0 или 1) в конкретной точке схемы. Если исследуемая точка имеет уровень логической 1, индикатор загорается

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	красным цветом; уровень логического нуля свечением не отмечается. С помощью вызова правой кнопкой мыши меню можно изменить цвет свечения; для этого элемента не требуется никакого внешнего резистора или заземления, кроме подвода электропитания.
7-Segment Display 	Семисегментный индикатор; каждый из семи выводов индикатора управляет соответствующим сегментом, промаркированными от a до g. В таблице функционирования (см. помощь EWB) приведены комбинации логических уровней, которые нужно установить на входе индикатора, чтобы на его дисплее получить изображения шестнадцатиричных цифр от 0 до F.
Decoded 7 Segment Display 	Дешифрирующий семисегментный индикатор; служит для отображения шестнадцатеричных чисел от 0 до F, задаваемых состоянием на входе индикатора. Таблицу функционирования см. помощь EWB.
Buzzer 	Зуммер (гудок); применяется для звуковой сигнализации о превышении подводимого к нему напряжения; динамик компьютера издает звук заданной частоты, при превышении пороговое значение напряжения, ее можно задать, как и частоту звукового сигнала при настройке элемента.
Bargraph Display	Дисплей с баркодами (столбиковый) – матрица из 10 светодиодов, устроенных бок о

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	бок. Этот компонент может использоваться, чтобы визуально показать подъем и падение разности потенциалов. Клеммы на левой стороне дисплея - аноды, а клеммы справа - катоды. Каждый светодиод начинает светиться, когда на него подается ток включения.
Decoded Bargraph Display 	Декодированный столбиковый дисплей состоит из 10 светодиодов, устроенных бок о бок, точно так же как предыдущий. Разница в том, что он имеет совокупность схем декодирования встроенных так, чтобы единственный вход был разностью потенциалов, которая будет измерена. Совокупность схем этого компонента декодирует разность потенциалов и включает соответствующее число светодиодов в зависимости от уровня напряжения. Этот компонент имеет очень высокое входное сопротивление. Разность потенциалов, при которой переключаются светодиоды, задаются формулой: Von = V1 + (Vh - V1)/9 * (n - 1) Где n = 1, 2..., 9 (номер светодиода) V1 = минимальная разность потенциалов, заданная для самого нижнего элемента (по умолчанию 1вольт) Vh = минимальная разность потенциалов, заданная для самого верхнего элемента (по умолчанию 10 вольт)

К_оглавлению

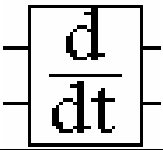
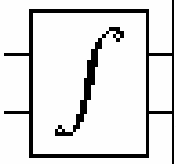
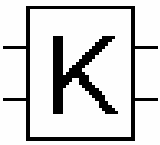
2.8.11.Controls (средства управления)

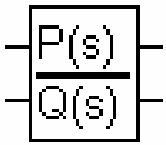
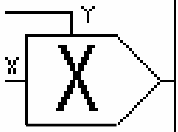
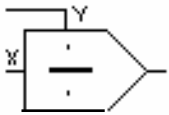
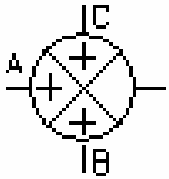


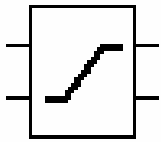
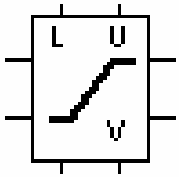
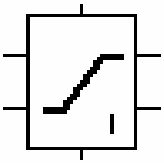
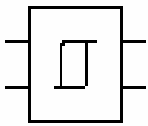
Можно использовать в системах управления и при **аналоговом** моделировании.

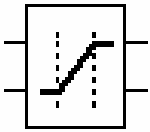
К оглавлению

Таблица 2.17. Содержание раздела меню **Controls**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Voltage Differentiator 	Дифференциатор напряжения, вычисляет производную входного напряжения.
Voltage Integrator 	Интегратор напряжения. Вычисляет интеграл разности потенциалов (функция преобразования типа, 1/s) и поставляет это выходной мощности. Для форм волны, которые являются симметричными относительно нулевой оси выход интегратора нулевой.
Voltage Gain Block 	Блок коэффициента усиления по напряжению. Этот элемент умножает входное напряжение на коэффициент усиления. Представляет собой усилитель напряжения с выбираемым коэффициентом усиления K. Используется в системах управления и в аналоговой интегральной вычислительной схеме.
Transfer Function	Блок передаточной функции (ПФ). Может быть смоделирована ПФ до третьего порядка

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Block 	в виде рациональной функции: $$W(s) = k \cdot \frac{A_3 s^3 + A_2 s^2 + A_1 s + A_0}{B_3 s^3 + B_2 s^2 + B_1 s + B_0}$$
Multiplier 	Аналоговый блок умножения - перемножает два входных напряжения, задается коэффициент передачи.
Divider 	Блок деления, делит одну разность потенциалов на другую. Необходимо предусмотреть защиту от деления на ноль. Задается коэффициент передачи
Three-Way Voltage Summer 	Сумматор напряжения с тремя входами – находит алгебраическую сумму входных сигналов.
Voltage Limiter	Ограничитель напряжения – ограничивает разность потенциалов. Выходного напряжения ограничены, или фиксированы в соответствии с верхними и нижними уставками. Например, если верхний предел установлен +5

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	вольт, а низкий предел - 5 вольтов, то будет обеспечено симметричное фиксирование на положительной (отрицательной) выходное значение, когда входные пики превышают эти уставки.
Voltage-Controlled Limiter 	Управляемый напряжением ограничитель. Производится сглаживание выходной мощности в пределах указанного диапазона.
Current Limiter Block 	Блок ограничителя тока Этот компонент (составляющая) моделирует режим операционного усилителя или компаратора на высоком уровне абстракции. Все его контакты действуют как подводы; три из них также действуют как выходные.
Voltage Hysteresis Block 	Блок гистерезиса напряжения. Это простой буферный каскад, который обеспечивает гистерезис выходной мощности относительно входа. Может использоваться, например, чтобы моделировать компаратор неинвертирования.
Voltage Slew Rate Block	Блок элементов скорости нарастания выходного напряжения. Этот компонент ограничивает абсолютный градиент выходной мощно-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	сти, относительно времени, к некоторому максимуму или значению.

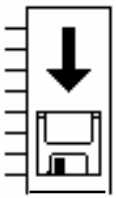
К_оглавлению

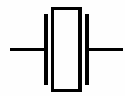
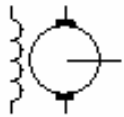
2.8.12.Miscellaneous (разное)

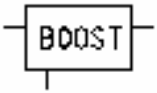


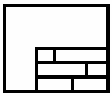
К оглавлению

Таблица 2.18. Содержание раздела меню **Miscellaneous**

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Fuse 	Плавкий предохранитель, при настройке надо указать значение максимального тока (от мА до кА)
Write Data 	Позволяет сохранять результаты моделирования как файл в кодах ASCII, записывает время мгновенно (время моделирования, не реальное время) и разности потенциалов в узлах, соединенных к его выводам. Выводы пронумерованы в направлении стрелки на компонентах (составляющих), и данные разности потенциалов пронумерованы соответственно. Дважды щелкните компонент (составляющую), чтобы определить имя файла.
SPICE Subcircuit (Netlist Component)	Дополнительные подсхемы - позволяет включать подсхемы в разрабатываемую схему. Использование этого раздела меню отличается от импортирования схемы, т.к. генерирует законченную принципиальную схему. Для загрузки подсхемы надо: 1. дважды щелкнуть Netlist Component появляется средство просмотра файла; 2. выбрать файл, содержащий подсхему; 3. щелкнуть OK. Подробнее см. пример в помощи EVB/
Lossy	Передача с потерями, характеризуется: дли-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
Transmission Line 	ной линии, сопротивлением на единицу длины, индуктивностью на единицу длины, емкостью на единицу длины, проводимостью на единицу длины, количеством последовательно включенных элементарных сегментов.
Lossless Transmission Line 	Передача без потерь, имеется возможность редактирования: волнового сопротивления, времени задержки распространения сигнала в линии, количества последовательно включенных элементарных сегментов
Crystal 	Этот элемент изготовлен из чистого диоксида кремния и ведет себя как кварцевый кристаллический резонатор.
DC Motor 	Двигатель постоянного тока
Triode Vacuum Tube 	Вакуумный триод
Boost (Step-Up) Converter	Конвертер повышения. Конвертирует (преобразует) низкое нерегулируемое входное напряжение в высокое выходное напряжение.

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	Выходное напряжение определено соотношением Vo = Vвх / (1-D), где D - переключающийся рабочий цикл в схеме (линии) конвертера. Рабочий цикл (D) определен значением управляющего напряжения (V2) и пропорционален V2, так чем меньший V2, тем меньший рабочий цикл и более низкое выходное напряжение.
Buck (Step-Down) Converter 	Конвертер понижения. Его основное назначение - конвертировать (преобразовать) нерегулируемое высокое значение входного напряжения к более низкому выходному напряжению.
Buck-Boost Converter 	Переключающий конвертер.
Textbox 	Позволяет добавлять текст к схеме. Добавление текстового поля не затрагивает схемотехнического моделирования. Если щелкнуть по этому символу, то появится окно, в котором надо набрать нужный текст, после нажатия OK заначек A заменится этим текстом. Можно выбирать шрифт, которым текст будет отображен, используя Set Font. Для редактирования текста надо сделать по нему двойной щелчок.
Title Block	Используется, чтобы добавить блокировку за-

Обозначение	Назначения компонента и пояснения
	головка к схеме (линии). Добавление блокировки заголовка не будет затрагивать схемотехнического моделирования.

К_оглавлению

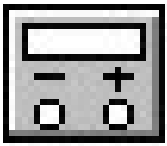
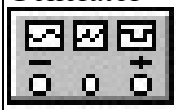
2.8.13.Instruments (инструменты, измерительные приборы)



К оглавлению

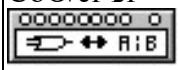
После двойного щелчка мышью по изображению прибора в схеме появляется его увеличенное (расширенное) изображение с необходимыми органами настройки приборов.

Таблица 2.19. Содержание раздела меню **Instruments**

Обозначение	Назначени компонента и по снени
Multimeter 	Мульт, метр, , спользуетс дл , змерен, напр жен, , тока (посто нного , переменного), сопрот, влен, , л, уровн напр жен, в дец, белах потер, с, гнала между двум точкам, схемы. После двойного щелчка мышью по , зображен, ю в с. еме можно выбрать в, д , змер емой вел, ч, ны, в, д с, гнала (посто нный , л, переменный); после нажат, кнопк, Setting на , зображен, , пр, бора можно установ, ть вел, ч, ну , размерность с, гнала; сопрот, влен, е можно , змер ть только эт, м пр, боромэ
Function Generator 	Генератор функц, й, это , сточн, к напр жеф н, , который выдает аналоговые с, гналы в с, нусо, дальной, пр моугольной , треф угольной форме; средн, й вывод служ, т дл подключен, общей точк, , он заземл етс ; крайн, е выводы служат дл подключен, переменного напр жен, ; на увел, ченном , зображен, , пр, бора можно задать: частоту

Обозначение	mазначен, компонента , по снен,
	(FrequenГу) , ампл, туду(AmpМude), постоф нной составл ющей (Offset) вэодного наф пр жен, , скважность (Duty ГуГМ)э
Oscilloscope 	Осц, ллограф, отображает , зменен, е амф пл, туды , частоты электронныэ с, гналов; , м, т, руетс двулучевой запом, нающ, й осф ц, ллограф; , спользуетс проста , расш, ф ренна модел, (зан, мает много места на экране, но по сво, м возможност м пр, ф бл, жаетс к лучш, м ц, фровым запом, ф нающ, м осц, ллографам), переключен, е между эт, м, модел м, осуществл етс наф жат, ем кнопок ExpaOd/ReduГe на увел, ф ченном , зображен, , ; пор док настройк, осц, ллографа оп, сан н, жеэ
Bode PМtter 	Графопостро, тель Боде, , спользуетс дл получен, , анал, за частотн/ э эаактер, ф ст, к (АЧХ , ФЧХЧ сэем/ ; сэема должна включать , сточн, к переменного тока; , меф етс по два вэодн/ э , в/ эодн/ э заж, мов; к лев/ м заж, мам IO , OXФподключаютс поф лож, тельн/ е в/ вод/ ; прав/ е в/ вод/ заф земл ютс ; пр, нажат, , кнопк, МBgOiФde получаетс АЧХ, а кнопк, PhBse − ФЧХ; указ/ ваются также начальное (IЧ , конечф ное (FЧзначен, параметров по ос м , в, д шкал/ − логар, фм, ческа (LogЧ , л, л, ф неLна (LiOЧ
Word GeOerBФr 	Генератор слов, предназначен дл форм, ф рован, последовательностеL ц, фров/ э с, гналов; , спользуетс пр, задан, , ц, фроф в/ э последовательностеL; на восемь вэодов в н, жнеL част, увел, ченного , зображен, генератора параллельно подаются б, т/ геф

Обозначение	mазначен, компонента , по снен,
	нер, руемого слова; на в/ эоде получаетс последовательность тактов/ э , мпульсов с заданноL частотоL; вэод с, нэрон, зац, , , сф пользуетс дл подач, с, нэрон, з, рующего с, гнала от внешнего , сточн, ка; лева часть увел, ченного , зображен, генератора отображает колонк, 4фс, мвольн/ э шестнадцатер, чн/ э ч, сел в д, апазоне от 0000 до FFFF (0 ф 65535, в дес т, чном коф деЧ кажда гор, зонтальна колонка представл ет дво, чное 16фб, товое слово; когда текстов/ L генератор акт, в, з, р3етс , колонка б, тов перес/ лаетс на терм, нал вн, з3 , нстр3мента; чтоб/ , змен, ть б, тов3ю вел, ч, н3 в текстовом генераторе надо: набрать 16фб, товое ч, сло в зоне помеченноL BiOБгу (дво, чноеЧ это , змен, т шестнадфцатер, чное ч, сло в зоне, , л, , змен, те 4фс, мвольное шестнадцатер, чное ч, сло в зоне прокр3тк, (, спольз3Lте зон3 прокр3тк, , клав, ш, 3правлен, к3рсором, , л, PAGE UP , клав, ш, PAGE DOWNЧ , л, набер, те экв, алентн/ е с, мвол/ ASCII в зоне СомеченноL ASCII; Со мере того как слова Середаютс текстов/ м генератором, вел, ч, на каждого б, та Со вл етс в кр3гл/ э окошкаэ, Средставл ющ, э в/ эодн/ е терм, нал/ вн, з3 , нстр3мента; в/ деленное слово акт, вно в данн/ L моф мент; частота текстового генератора , змер ф етс в Hz, KHz , л, MHzэ; каждое слово 3станавл, ваетс на в/ эодн/ э терм, налаэ в течен, е одного ц, кла; можно 3станов, ть вн3треннюю (IOФгOБМ , л, внешнюю

Обозначение	mазначен, комСонента , Со снен,
	(ЕхФrОБМ с, нэрон, зац, ю в зоне Trigger; реж, м раКот/ 3станавл, ваетс кноСкам, SФр − Сошагов/ L, ВХrsФ− ц, кл, ческ, L, СуГМ ф неСрер/ вн/ L; Срер/ вают неСреф р/ вн/ L реж, м нажат, ем , л, СуГМ
LogiГ АОБМzer 	Лог, ческ, L анал, затор, , сСольз3етс дл нагл дного Средставлен, , , змерен, Саф раметров с, гнала; он Содключаетс Ср, Соф мощ, в/ водов в левоL част, 3вел, ченного , зоКражен, ; можно , сСользовать в ц, фровом слове, след3ющ, е колонк, дл канала 1 до 16 ц, фров/ э с, гналов; когда цеСь акт, в, з, р3етс , лог, ческ, L анал, затор заС, с/ вает вэодн/ е вел, ч, н/ на сво, терм, нал/ ; лог, ческ, L анал, затор отоКражает Сред/ д3щ, е , Сослед3ющ, е данн/ е тр, ггера; данн/ е отоКражено как квадратн/ е волн/ Со времен, ; верэн колонка отоКражает вел, ч, н/ дл канала 0 (оК/ чно Серв/ L К, т, , так далее; дво, чна вел, ч, на каждого К, та в тек3щем слове отоКражаетс на левоL стороне терм, налов , нфстр3мента; кноСка **Reset** оч, щает экран Ср, Кора; в/ Кор реж, ма с, нэрон, зац, , в/ ф Солн етс как в Сред/ д3щем Ср, Кореэ
LogiГ СоОverФr 	Лог, ческ, L конвертор, (СреоКразовательЧ мощное 3строLство не , меющее реальн/ э аналогов, Сро, звод щее разл, чн/ е ф3нкф ц, ональн/ е СреоКразован, в сэеме; он Соф звол ет Сол3ч, ть таКл, ц3 , ст, нност, сэеф м/ , СреоКразовать ее в лог, ческое в/ ражеф н, е , оКратно; создать лог, ческ3ю сэем3 Со заданном3 лог, ческом3 в/ ражен, ю; с, нтеф з, ровать лог, ческ, е сэем/ на элементаэ Иф

Обозначение	mазначен, комСонента , Со снен,
	mE Со лог, ческом3 в/ ражен, ю; дл Сол3ф чен, таКп, ц/ , ст, нност, Содключают вэод/ АфН к вэодам , сслед3емоL сэем/ , вэод ОХФ соед, н ют с в/ эодом сэем/ ; 3Сравлен, е раКотоL СреоКразовател ос3щеф ствл етс кноСкам, в СравоL част, Ср, Кора К_оглавлен, ю

3.Работа с измерительными приборами

3.1.Работа с осциллографом

3.1.1.Общие сведения

К_оглавлению

Осциллограф, имитируемый программой EWB, представляет собой аналог двулучевого запоминающего осциллографа и имеет две модификации: простую и расширенную. На схемах осциллограф изображается в виде уменьшенного изображения. При необходимости настройки после двойного щелчка мыши по уменьшенному изображению открывается изображение передней панели простой модели осциллографа с кнопками управления, информационными полями и экраном, При нажатии кнопки Expand открывается изображение расширенной модификации.

Расширенная модификация по своим возможностям приближается к лучшим цифровым запоминающим осциллографам, она занимает много места на рабочем поле (подробнее см. ниже).

Рекомендуется начинать исследования с простой модификации, а для подробного исследования процессов можно использовать расширенную. Можно подключить осциллограф к уже включённой схеме или во время работы схемы переставить выводы к другим точкам - изображение на экране осциллографа изменится автоматически. Ниже приведены соответствующие рисунки модификаций.

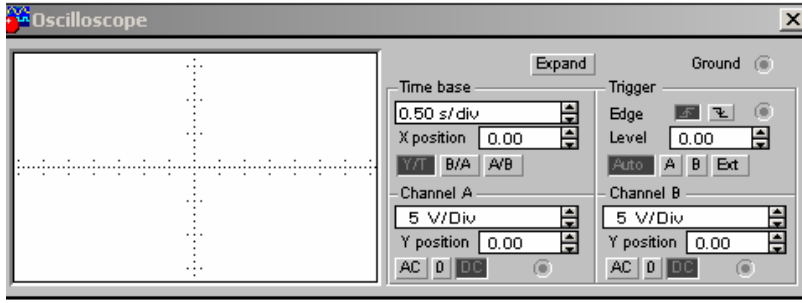


Рис.3.1. Вид передней панели простой модификации осциллографа.

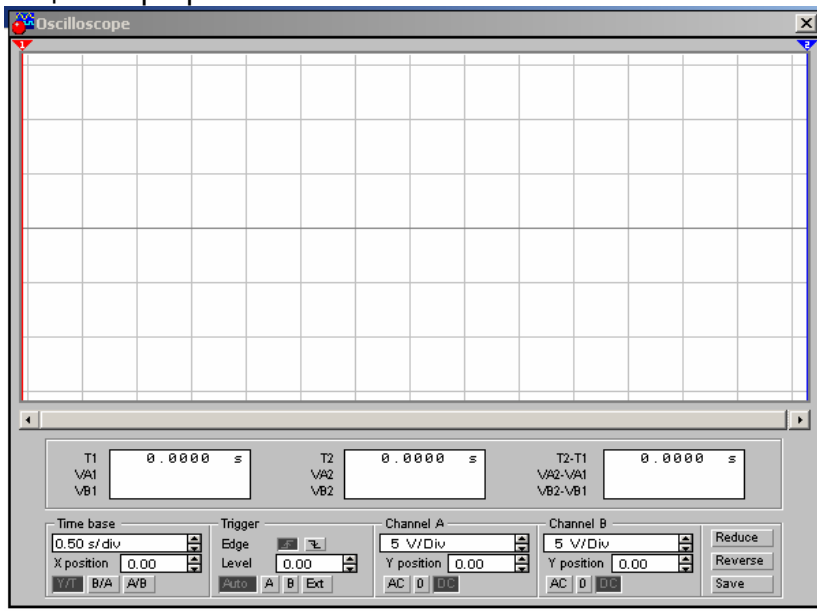


Рис.3.2. Вид передней панели расширенной модификации осциллографа.

К оглавлению

3.1.2.Назначение управляющих клемм (зажимов) осциллографа:

К оглавлению

Ground (земля)– общий вывод, потенциал на этом выводе является общей точкой, относительно которой осциллограф измеряет напряжение; обычно этот вывод заземляют, чтобы осциллограф измерял напряжение относительно нуля.

Левый и правый нижние зажимы представляют собой соответственно вход канала **A (channel A**) и вход канала **B (channel B).**

Нижний правый, в зоне **Trigger** - управление синхронизации, в режиме **Ext** (Внешний запуск, см. ниже).

На уменьшенном изображении осциллографа расположение этих зажимов аналогично.

3.1.3.Назначение управляющих зон и кнопок панели управления осциллографа:

Expand (расширить) – переключение к расширенной модификации осциллографа.

Time base – зона настройки диапазона времени (управления горизонтальной разверткой, масштабом времени); эта зона служит для задания масштаба горизонтальной оси осциллографа при наблюдении напряжения на входах каналов A и B в зависимости от времени; временной масштаб задается в с/дел, мс/дел, мкс/дел, нс/дел (s/div, ms/div, mks/div, ns/div соответственно); величина одного деления может быть установлена от 0.1 нс до 1 нс.

X position – дискретный сдвиг начала осциллограммы по горизонтальной оси.

Y/T, B/A, A/B - управление видом зависимости изображаемых сигналов; при нажатии на кнопку Y/T по вертикальной оси откладывается напряжение, по горизонталь-

ной оси – время; A/B по вертикальной оси откладывается амплитуда напряжения на входе канала A, по горизонтальной оси - канала B; B/A по вертикальной оси откладывается амплитуда напряжения на входе канала B, по горизонтальной оси - канала A; масштаб осей определяется установками соответствующих каналов; в режимах A/B и B/A можно наблюдать частотные и фазовые сдвиги (фигуры Лиссажу), петли гистерезиса, вольтамперные характеристики и т. д.

Trigger – зона управления синхронизацией (запуском), определяет момент начала отображения осциллограммы.

Edge (грань, край) – кнопки в этой строке задают момент запуска осциллограммы по фронту или по срезу импульса на входе синхронизации.

Level (уровень) – в этой строке можно задавать уровень, при превышении которого происходит запуск осциллограммы.

Осциллограф имеет четыре режима синхронизации.

Auto – автоматический режим - запуск осциллограммы производится автоматически при подключении осциллографа к схеме или при её включении; когда луч доходит до конца экрана, осциллограмма снова прописывается с начала экрана (новый экран); если не видно сигнала на осциллографе или сигнал слабый надо нажать кнопку Auto.

A, B – режимы запуска по входу "A" или "B", в которых запускающим сигналом является сигнал, поступающий на соответствующий вход.

Ext (от external – внешний) – режим «Внешний запуск»; сигналом запуска является сигнал, подаваемый на вход синхронизации.

Canel A, Canel B – зоны настройки каналов A и B.

Y position – дискретный сдвиг начала осциллограммы по вертикальной оси; для того, чтобы развести изображения от каналов A и B, пользуются сдвигом по оси Y (Y POS) для одного или двух каналов

AC, 0, DC – выбор режима работы входа осциллографа по входу (**AC** - работа с закрытым входом, в этом режиме на вход не пропускается постоянная составляющая сигнала; **DC** - переход в режим с открытым входом, в этом режиме на вход осциллографа пропускается как постоянная, так и переменная составляющая сигнала; **0** вход осциллографа соединяется с общим выводом осциллографа, что позволяет определить положение нулевой отметки по оси Y).

При нажатии **ZOOM** происходит переключение в расширенный режим. Панель осциллографа в этом режиме расположена под экраном и дополнена тремя информационными табло, на которых выводятся результаты измерения.

T1, T2; **VA1, VA2; VB1, VB2.**

Reduce (уменьшить) – переключение к простой модификации осциллографа.

Reverse - реверсировать.

Save – сохранить, запись результатов измерения в файл.

Для замедления процесса моделирования, (для удобства визуального восприятия информацию) можно увеличить количество расчетных точек на цикл. Это можно сделать, выбрав пункт **Analysis Options** в горизонтальном меню **Circuit** (закладка Instruments). Необходимо убрать пометку в зоне «Generate time steps automatically (установить шаг по времени автоматически)» и установив в строке «minimum number of time points (минимальное количество точек по времени)» требуемое значение (обычно достаточ-

но 5000 точек, по умолчанию оно равно 100) или нужное значение максимального шага по времени (TMAX). Облегчить анализ осциллограмм может включение режима «Pause after each screen (Пауза после каждого экрана)» на той же закладке. В этом режиме показ осциллограммы приостанавливается после того, как луч осциллографа проходит весь экран. Это бывает необходимым при затруднениях с синхронизацией изображения на экране осциллографа. Чтобы продолжить расчет схемы, надо нажать клавишу F9 или кнопку Pause в верхней части экрана. Повторное нажатие клавиши F9 или кнопки Pause позволяет продолжить расчет можно повторным нажатием клавиши F9 или выбором пункта Resume меню Circuit. Нажатие кнопки "Пуск (0 - 1)" в правом верхнем углу экрана запускает или прекращает расчет схемы.

К оглавлению

3.1.4.Настройка осциллографа.

К оглавлению

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.

Настройка осциллографа производится при использовании зон управления, описанных выше.

Чтобы получить удобное для наблюдения изображение на экране осциллографа, устанавливается масштаб времени таким образом, чтобы цена двух делений на горизонтальной оси примерно была равна величине, обратно пропорциональной частоте исследуемого сигнала, т. е. составляла бы период сигнала. Например, если исследуется сигнал с частотой 1 KHz, масштаб времени устанавливается равным 0.05 ms.

Управление каналами A и B. Две нижних части панели осциллографа являются полями управления отображением сигналов, поданных на входы каналов A и B соответственно.

Верхнее окно в поле позволяет управлять масштабом оси отображаемого напряжения по вертикальной или горизонтальной оси. Цена деления может дискретно устанавливаться от 10mv/div до 5 Kv/div. Масштаб для каждой оси устанавливается отдельно. Чтобы получить удобное для работы изображение на экране осциллографа перед началом эксперимента, установите масштаб, соответствующий ожидаемому напряжению. Например, при подаче на вход пе-

ременного сигнала амплитудой 3 вольта надо установить масштаб вертикальной оси Y равный 1V/div.

Ниже расположено поле, которое позволяет дискретно сдвигать ось X вверх или вниз. Для того, чтобы развести изображения от каналов A и B, воспользуйтесь сдвигом по оси Y (Y POS) для одного или двух каналов.

Панель расширенной модели осциллографа в отличие от простой модели расположена под экраном и дополнена тремя информационными табло, на которые выводятся результаты измерений. Кроме того, непосредственно под экраном находится линейка прокрутки, позволяющая наблюдать любой временной отрезок процесса от момента включения до момента выключения схемы. В сущности, расширенная модель осциллографа это совершенно другой прибор, позволяющий намного удобнее и более точно проводить численный анализ процессов.

На экране осциллографа расположены два курсора, обозначаемые 1 и 2, при помощи которых можно измерить мгновенные значения напряжений в любой точке осциллограммы. Для этого просто перетащите мышью курсоры за треугольники в их верхней части в требуемое положение. Координаты точек пересечения первого курсора с осциллограммами отображаются на левом табло, координаты второго курсора - на среднем табло. На правом табло отображаются значения разностей между соответствующими координатами первого и второго курсоров. Результаты измерений, полученные при помощи расширенной модели осциллографа, можно записать в файл.

Для этого надо нажать кнопку **Save** (Сохранить) и в диалоговом окне введите имя файла. Файлу присваивается расширение *.scp. Он представляет собой текстовый файл в ASCII кодах, в котором записаны данные о значениях на-

пряжений в точках подключения осциллографа через интервал времени, равный масштабу горизонтальной развертки.

Чтобы вернуться к прежнему изображению осциллографа - надо нажать клавишу **Reduce**.

К_оглавлению

3.2.Работа с логическим анализатором

3.2.1.Общие сведения.

К_оглавлению

Логический анализатор используется для наглядного представления и измерения параметров сигнала. (см. рис. 3.3).

Он имеет 16 независимых входов для анализа сигналов, обозначенных цифрами от 1 до 16. Логический анализатор выдает информацию в виде временных диаграмм, аналогичных тем, которые были бы получены при подсоединении к реальной схеме осциллографа. Слева внизу на панели логического анализатора находятся клеммы для подключения к исследуемым точкам схемы. Справа от них отображается шестнадцатеричный код поданного на входы анализатора числа, причем вход “1” считается старшим разрядом числа, а вход “16” - младшим. Эта информация может оказаться полезной при синтезе счетчиков. Информация, поступающая на входы “1” .. “16”, располагается на экране анализатора сверху вниз, т.е. вход “1” - самая верхняя строка на экране, вход “16” - самая нижняя. Также выдает их двоичное и шестнадцатеричное представление.

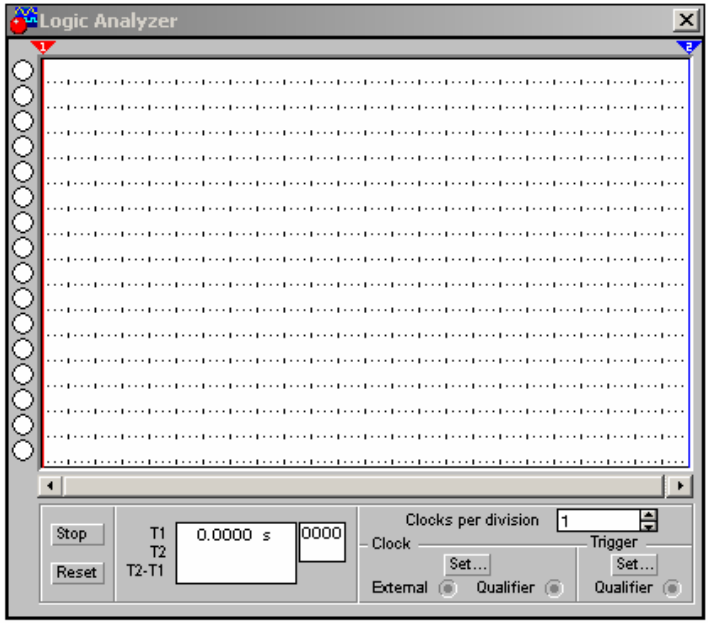


Рис.3.3. Вид передней панели логического анализатора.

К оглавлению

3.2.2. Изменение параметров

К оглавлению

Левая половина открытого окна логического анализатора отображает состояние (высокое или низкое) входных сигналов по каждому входному каналу.

Пронумерованные выводы внизу панели прибора сопоставлены горизонтальным строкам на экране и показывают двоичное значение каждого бита.

Окно справа отображает значение двоичного числа, преобразованное в шестнадцатеричную форму (по основанию 16), исправляя порядок следования бит.

Для очистки содержимого экрана анализатора используется кнопка на панели логического анализатора **Clear** (очистить). Очистка экрана анализатора также происходит автоматически при переполнении содержимого экрана (диаграмма выходит за его пределы).

К оглавлению

3.2.3. Развертка по времени. Защелкивание

К оглавлению

Развертка по времени управляет шкалой логического анализатора. Время устанавливается в секундах.

Анализатор имеет вход защелки (**trigger**) для синхронизации с различными элементами схемы.

Имеется восемь комбинаций триггерной схемы:

A
A OR B
A OR B OR C
A THEN B
(A OR B) THEN C
A THEN (B OR C)
A THEN B THEN C
A THEN (B WITHOUT C)

Синхронизация может производиться как по фронту поступающего сигнала защелки (триггера) так и по спаду (кнопки на лицевой панели анализатора). Возможные режимы работы анализатора: с внешней синхронизацией (включена кнопка **External** на панели анализатора), построчный (включена кнопка **burst**) и работа по маске (включена кнопка **pattern**). Включение упомянутых кнопок осуществляется подведение указателя мыши к нужной кнопке на панели анализатора и нажатием левой клавиши мыши. Нажатая кнопка выделяется цветом.

При работе анализатора с внешней синхронизацией (**External**) вся поступающая информация, включая текущую, отображается на экране. Этот способ работы выдает наиболее полную информацию о поступающих на входы анализатора сигналах.

Построчный режим работы (**burst**) также отображает всю поступающую на входы анализатора информацию, на-

чиная с первой единицы на каком-либо из входов. Таким образом, начальные нулевые значения сигналов отбрасываются.

При работе по маске (**pattern**) информация, поступающая на входы анализатора, начнет отображаться только при появлении на входах сигналов, соответствующих наложенной маске. Маска имеет 8 разрядов (по количеству входов) и может состоять из символов “1”, “0” и “x”. Символы “1” и “0” указывают на содержимое входа, необходимое для появления информации на экране. Символы “x” предназначены для маскирования каких-либо входов анализатора (т.е. все равно, какая информация на входе). Маска сигналов по умолчанию имеет значение xxxxxxxx и располагается под кнопкой **pattern** на панели логического анализатора. Для установки новой маски подведите указатель мыши к требуемому входу на маске сигналов (они располагаются соответственно входам на панели анализатора) и нажмите левую кнопку мыши. Этот символ маски станет черного цвета. После этого вы можете вводить новое значение маски для выбранного входа. Передвижение по маске входов осуществляется клавишами управления курсором. На рис. 3.4 показана панель настойки синхроимпульсов (**clock**), вызываемая при нажатии кнопки **Clock.** На рис.3.5. показана панель настойки **триггера**, вызываемая при нажатии кнопки **Trigger.**

К_оглавлению

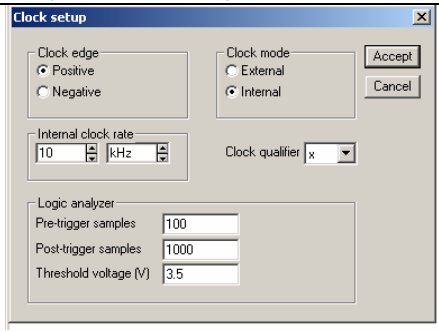


Рис.3.4 Вид панели настойки синхроимпульсов (clock)

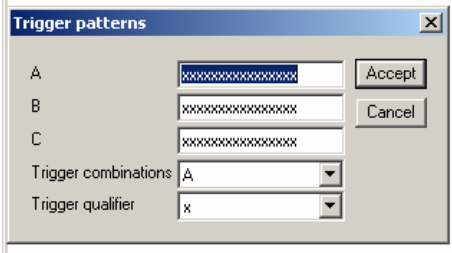


Рис.3.5.Вид панели настойки триггера

К_оглавлению

4.Использование Справки (Help)

К_оглавлению

Справочная система EWB в целом стандартная для Windows. Она, подобно книге, имеет **Содержание**, предметный **Указатель** и последовательность экранов (см. рис. 4). Эти возможности и использование гиперссылок облегчают поиск информации. Выделенные зеленым цветом и подчеркнутые элементы текста справки являются **гиперссылками**. Для их просмотра надо щелкнуть по гиперссылке мышью. Для перехода к содержанию справки надо выбрать раздел **Содержание**. Чтобы получить список основных разделов справки надо выбрать строку **Предметный указатель** в **Содержании** или из пункта меню **Справка**.

Чтобы увидеть информацию, не поместившуюся в зоне окна справки, можно переместить с помощью мыши указатели на линейках скроллинга (прокрутки).

Для просмотра предыдущей или последующей страницы справки (по порядку расположения) используются разделы (кнопки) меню >> и << соответственно. Раздел **Назад** обеспечивает возврат к ранее просмотренной информации.

К_оглавлению

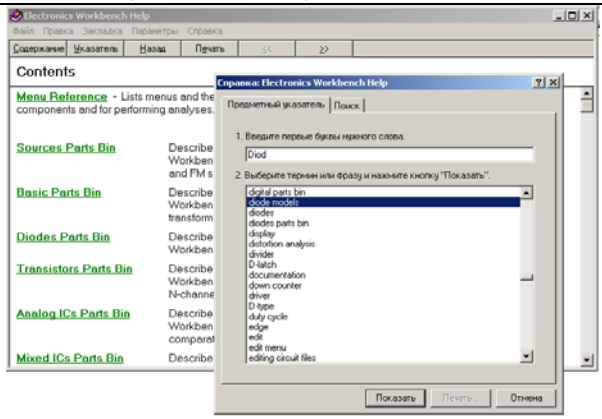


Рис 4.1.Примеры экранов справки EWB.

К оглавлению

Справка EWB (на английском языке) содержит перечни моделей, достаточно подробные характеристики компонентов и их номиналов, правила подключений, большое количество примеров использования (см. рис. 4.2). Для получения конкретной информации о каком-либо элементе схемы или приборе надо выделить его, а затем надо выбрать строку **Справка** из пункта меню **Справка** или нажать F1.

Если необходимо видеть окно справки во время работы, поставьте флажок на элементе. П**оверх остальных** в строке **Размещение Окна** в пункте меню **Параметры**.

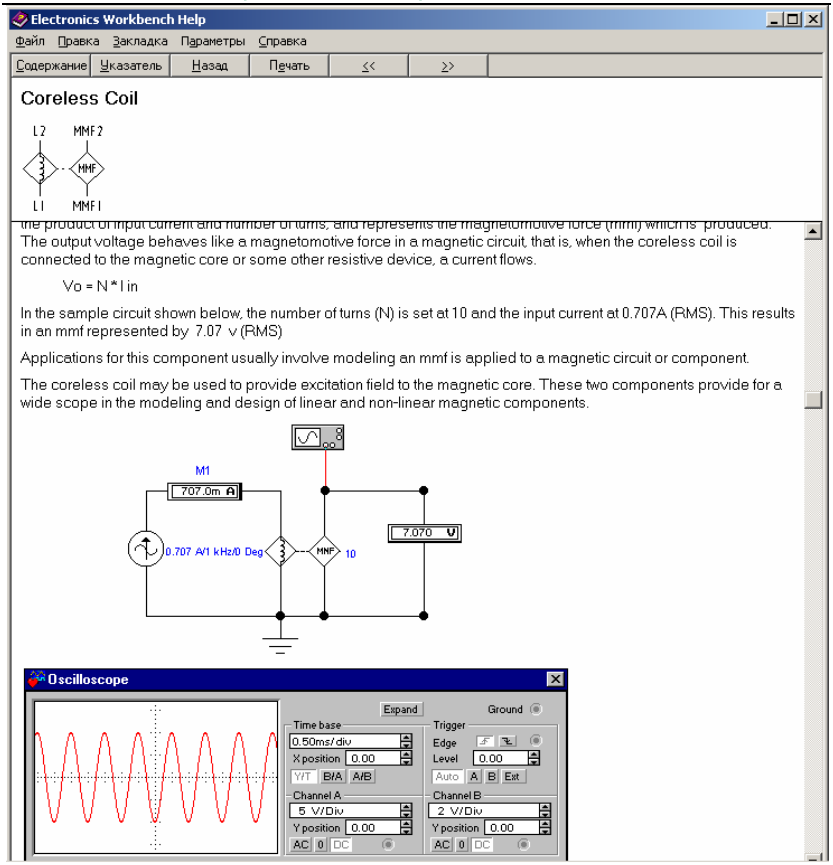


Рис. 4.2. Пример использования компонента «Соленоид без сердечника» из справки EWB

К оглавлению

5.Порядок проведения работы при разработке принципиальной электрической схемы

К_оглавлению

Для работы с программным комплексом EWB-5.12 необходим IBM - совместимый персональный компьютер с процессором Pentium и операционной системой Windows 95/98/2000/XP).

Для начала работы необходимо установить Electronics Workbench, если это не было сделано ранее. Затем щелкнуть по значку 

или при помощи команд Windows Пуск – Программы найти исполняемый файл EWB-5.12. Далее можно произвести настройки интерфейса пользователя, если это необходимо.

Для начала разработки необходимо загрузить файл-схему в среду EWB, если этот файл уже создан и находится на компьютере или дискете. Это делается посредством выполнения команды меню **File/Open** либо нажатием на соответствующей клавише на панели инструментов и дальнейшим выбором диска, каталога, и имени файла. Если же файл еще не создан, необходимо создать его посредством выполнения команды **File**/**New** и команды **File**/**Save as**. При выполнении первой команды будет создан новый файл-схема и в случае если какая-либо схема уже загружена в EWB, пользователю будет предложено сохранить предыдущую схему. Вторая команда предназначена для записи файла на диск или дискету и установки каталога и имени, под которым будет храниться данная схема.

Интерфейс **EWB** подобен реальному рабочему месту разработчика электронных схем. Все что необходимо для

разработки и тестирования электронных схем собрано вместе и легко доступно. Возможные действия пользователя при разработке схемы приведены выше в описании системы и содержания **меню EVB**. В этом разделе приведены описания общего характера.

Самая большая центральная область - рабочее пространство - место, где будут собираться схемы.

Рядом с рабочим пространством находится **библиотека компонентов** (**parts bin**).

В верхней части экрана расположено меню, иконки приборов и переключатель питания для активизации собранной схемы. Все действия, необходимые для работы в пакете **EWB**, такие как перемещение элементов схемы, соединение элементов между собой, перемещение по рабочей области экрана и библиотеке компонентов осуществляются с помощью **мыши**.

Сборка схем осуществляется помещением элементов из активной библиотеки компонентов в рабочую область экрана, соединением этих элементов и, при необходимости, подключением измерительных приборов.

Библиотеки компонентов содержат большой запас каждого из элементов.

Термины **выделять** и **выбирать** обозначают, что надо поставить указатель мыши на объект и нажать левую кнопку мыши. **Выделение** подразумевает нажатие на объекте левой кнопки мыши, после чего он выделится цветом и появится возможность производить какие-либо действия с ним. Например, чтобы установить метку на элементе он выделяется его и затем выбирается команда **Label** (Метка) из меню **Circuit** (Схема). **Выбор** означает нажатие левой кнопки мыши на объекте для выполнения какого-либо действия. Например, при выборе команды из меню.

Для выбора элемента библиотеки компонентов надо поместите указатель мыши на требуемый элемент и, держа нажатой левую кнопку мыши переместить его на нужное место. Для удаления элемента схемы из рабочего пространства можно надо переместить его обратно в библиотеку компонентов или нажать DEL предварительно выделив его. Все линии соединения, подходящие к нему, будут удалены.

Когда элементы схемы помещены в рабочее пространство, можно легко соединить их между собой в схему. Для соединения двух элементов схемы надо поставить указатель мыши на вывод (короткая выступающая линия) одного из элементов - он выделится - и надо нажать левую кнопку мыши. Затем, не отпуская кнопку, перемесить указатель мыши к выводу другого элемента и, когда он выделится, отпустите кнопку. Соединение автоматически установится между этими выводами элементов.

Чтобы соединить более двух элементов используется **соединитель**. Чтобы вставить элемент схемы в линию соединения надо переместить этот элемент на линию соединения и отпустить кнопку мыши. Для перемещения линии соединения надо поставить указатель мыши на эту линию, нажать левую кнопку мыши и переместить линию.

При использовании меню, описанных выше, можно **настраивать характеристики и параметры элементов, выравнивать соединения, устанавливать цвета соединения, удалять соединения, соединять и подключать подсхемы, присоединять измерительные приборы, выбирать систему символов обозначения элементов: ANSI или DIN и др.**

Точки контроля создаются на тех линиях соединения, на которых планируется измерять сигнал.

Есть два способа для создания точки контроля:

1. установить соединитель из библиотеки компонентов на линию соединения. Затем присоединить измерительные приборы к контрольной точке;

2. протянуть линию соединения от вывода элемента или соединителя до пересечения с другой соединительной линией. Когда появится небольшой кружок в точке пересечения, отпустить кнопку мыши. Соединитель будет автоматически включен в линию соединения.

Если добавлены элементы схемы, после того как схема была смоделирована, или если изменены электронные свойства схемы, надо активизировать (включить) ее снова для получения точных результатов.

Иконки измерительных приборов находятся на полке приборов, расположенной над рабочим пространством. Чтобы воспользоваться измерительным прибором необходимо:

1) переместить его иконку в рабочее пространство;
2) присоединить иконку к схеме;
3) открыть иконку, чтобы увидеть измерительный прибор;
4) переместить его если необходимо;
5) установить его параметры.

Двойное нажатие мыши позволяет:

1) установить значения или модели элемента. (Для элементов, не имеющих значений или моделей можно установить метку.);
2) увеличить инструмент или иконку подсхемы;
3) установить цвет линии соединения;
4) выделять и выбирать элементы и приборы.

Когда схема собрана, она включается для проверки работы. Для этого надо нажать с помощью мыши **пере-**

ключатель питания в правом верхнем углу экрана. Также можно включить схему выбрав строку **Activate** (**Включить**) из пункта меню **Circuit** (**Схема**).

Когда моделирование закончится, **переключатель питания** автоматически выключится и результаты измерения будут отображены на присоединенных **измерительных приборах**.

Когда схема включается, **EWB** моделирует ее работу для вычисления значения тока, напряжения и сопротивления в контрольных точках. Значения отображаются на приборах, присоединенных к схеме.

Для остановки работы схемы надо с помощью мыши переключить **включатель питания** в положение выключено. Или надо выбрать команду **Stop** (**Выключить**) или **Pause** (**Приостановить**) из пункта меню **Circuit** (**Схема**).

Способ, который использует **EWB** для моделирования, основывается на используемых элементах схем и измерительных приборах, а также исходя из установок в диалоговом окне **Analysis Options** (**Параметры анализа**).

После завершения моделирования можно подстроить установки приборов или переключить **мультиметр**, **вольтметр**, **осциллограф** или **логический анализатор** к другой контрольной точке. Однако если подключен **амперметр** или **графопостроитель**, надо снова включить схему. Если изменены электронные характеристики схемы (например, удалены некоторые элементы или изменены их значения или модели), надо снова включить схему.

Перемещение выделенных элементов или иконок приборов осуществляется нажатием клавиш управления курсором.

Соединительная линия может пройти по более оптимальной траектории, если соединить элементы, начиная с

противоположного конца линии.

Чтобы делать выделение мелких элементов схемы более легким, надо заблокировать их выводы нажатием клавиши [ALT].

Удобно использовать **подсхемы** для создания элементов схем, которых нет, или для сборки сложных схем, состоящих из небольших модулей.

В комплекте в **EWB** поставляются примеры собранных схем. Их можно просмотреть их, добавить к ним что-либо, или взять из них фрагменты для своей схемы. Примеры схем находятся в подкаталоге **Samples** (**Примеры**). Открывают их так же, как и остальные схемы (файлы).

Кроме того, на кафедре АТПП ЮКГУ есть еще ряд дополнительных примеров.

Клавиша [DEL] используется для удаления выделенных элементов схемы или текста. Клавиша **Esc** закрывает диалоговое окно без изменения параметров.

При нажатии клавишу [ALT] блокируются элементы схемы и выводов иконок - это может облегчить выделение этих элементов.

С помощью мыши можно перемещать элементы схемы и приборы по экрану, выделять или выбирать элементы схемы, кнопки и другие объекты указанием на них мышью и нажатием ее левой кнопки, выделять несколько объектов одновременно.

Быстро открывать окно свойств объектов можно двойным нажатием левой кнопки мыши на изображении объекта.

Большинство необходимых вам действий совершается при помощи левой кнопки мыши. Использовать правую кнопку понадобится только в одном случае - при выделении дополнительных элементов или приборов.

Выделение нескольких объектов. Существует два способа для выделения нескольких элементов схемы или иконок приборов. После выделения первого объекта нажатием левой кнопки мыши, выделяйте дополнительные объекты нажатием правой кнопки мыши. Или, установив указатель мыши немного левее и выше самого левого и верхнего объекта в группе, надо нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместить указатель по диагонали вниз. Во время перемещения на экране будет виден прямоугольник. Когда прямоугольник перекроет все объекты, которые надо выделить, надо отпустить кнопку мыши.

Выделение сразу нескольких объектов ускоряет такие операции как копирование, вращение и создание подсхем и др.

Если соединительная линия проходит не ровно или кругами существует несколько способов выпрямить ее. Метод, который вы надо выбрать зависит от конкретной проблемы.

Если элементы располагаются не на одной линии надо выделить один из них и с помощью клавиш управления курсором установите их на одну линию.

Если соединительная линия проходит по какому-либо элементу схемы, можно также перемещать элементы или перетаскивать линию соединения. Иногда вращение элемента приводит к наиболее аккуратному соединению.

Набор текста необходим только для таких операций как задание меток элементов, их значений или моделей; описания схемы; или введения значений в прибор.

В большинстве случаев, позиция ввода текста выбирается автоматически. Можно изменять позицию ввода, используя клавиши управления курсором или нажатием кнопки мыши на какой-либо позиции окна.

Чтобы удалить линию, соединяющую выводы элементов, надо поставить указатель мыши на один из этих выводов (он выделится), надо нажать левую кнопку мыши и перетащите линию на свободное место в рабочем пространстве. Отпустить кнопку мыши.

Для присоединения пробора к схеме, надо поставить указатель на вывод прибора, он выделится цветом. Затем надо нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте указатель в точку схемы, к которой надо присоединить этот вывод (Контрольную точку). Отпустите кнопку мыши.

Также можно устанавливать соединение в обратном порядке - от выводов элементов схемы к выводу прибора.

Можно использовать буфер обмена для переноса изображения схем из EWB в MsWord и другие приложения, принимающие графические изображения в BMP формате.

Чтобы списать в буфер содержимое окна EWB, надо нажать клавиши ALT+PRTSC. (Если окно EWB увеличено на весь экран, просто надо нажать PRTSC.) Изображение окна EWB в формате BMP будет помещено в буфер обмена. Можно вставить его непосредственно в другие приложения, или, используя команду Clipboard Viewer's Save (Сохранить содержимое буфера обмена) сохранить его в файле для последующей обработки.

Таким образом, порядок работы в EWB следующий:

1) запустить EWB;
2) подготовить новый файл для работы; для этого необходимо выполнить следующие операции из меню: File/New и File/Save as; при выполнении операции Save as необходимо указать имя файла и папки, в которых будет храниться схема;
3) перенести необходимые элементы из заданной пре-

подавателем схемы на рабочую область EWB; для этого необходимо выбрать раздел на панели инструментов, в котором находится нужный элемент, затем перенести его на рабочую область;

4) соединить контакты элементов и расположить элементы в рабочей области для получения необходимой схемы; для соединения двух контактов необходимо щелкнуть по одному из контактов основной кнопкой мыши и, не отпуская клавишу, довести курсор до второго контакта; в случае необходимости можно добавить дополнительные узлы (разветвления); нажатием на элементе правой кнопкой мыши можно получить быстрый доступ к простейшим операциям над положением элемента, таким как вращение (**rotate**), разворот (**flip**), копирование/вырезание (**copy**/**cut**), вставка (**paste**).
5) проставить необходимые номиналы и свойства каждому элементу; для этого нужно дважды щелкнуть мышью на элементе, или воспользоваться меню;
6) когда схема собрана и готова к запуску, надо нажать кнопку включения питания на панели инструментов; в случае серьезной ошибки в схеме (замыкание элемента питания накоротко, отсутствие нулевого потенциала в схеме) будет выдано предупреждение;
7) произвести анализ схемы, используя инструменты индикации; вывод терминала осуществляется двойным нажатием клавиши мыши на элементе; в случае надобности можно пользоваться кнопкой **Pause**.
8) при необходимости производятся доступные методы анализа, используя разделы меню **Analysis**.

К_оглавлению

6.Примеры моделирования электронных устройств [3, 17]

6.1.Моделирование интегрирующей RC – цепи

К оглавлению

RC- цепь представляет собой элемент, широко используемый в автоматике, электронике и электротехнике. Рассмотрим способы их моделирования.

После запуска EWB и создания файла надо нанести на рабочую область EWB модели детали, необходимые для моделирования данной схемы. Это делается посредством нажатия левой кнопкой мыши на нужном наборе деталей, после чего будет выведено дополнительное окно, включающее в себя детали набора, выбором соответствующего компонента, при этом на кнопке с рисунком элемента нажимается левая кнопка мыши и элемент переносится на рабочую область (кнопку мыши необходимо держать нажатой до выбора места расположения элемента). В данном случае необходимы: источник импульсов (**Function Generator**), резистор (**Resistor**), конденсатор (**Capacitor**), осциллограф (**Oscilloscope**) и заземление (**Ground**). Резистор и конденсатор находятся в наборе **Basics**, заземление - в наборе **Sources**, осциллограф и генератор импульсов - в наборе **Instruments**.

Каждый элемент имеет точки соединения, которые нужно соединить для получения нужной схемы. Это делается выбором контакта левой кнопкой мыши и переносом ее к другому контакту, при этом создается провод, соединяющий их. При необходимости на провод можно нанести узел (**Connector** в меню **Basics**). Затем для наглядности можно перенести элементы в необходимые места рабочей области. Это действие также осуществляется нажатием на

элементе левой кнопкой мыши и переносом при удержанной в нажатом состоянии кнопке. При этом соединительные провода будут перемещены автоматически. При необходимости отдельные провода можно также перемещать. На рисунке 6.1 представлен вид интерфейса EWB после сборки RC – цепи.

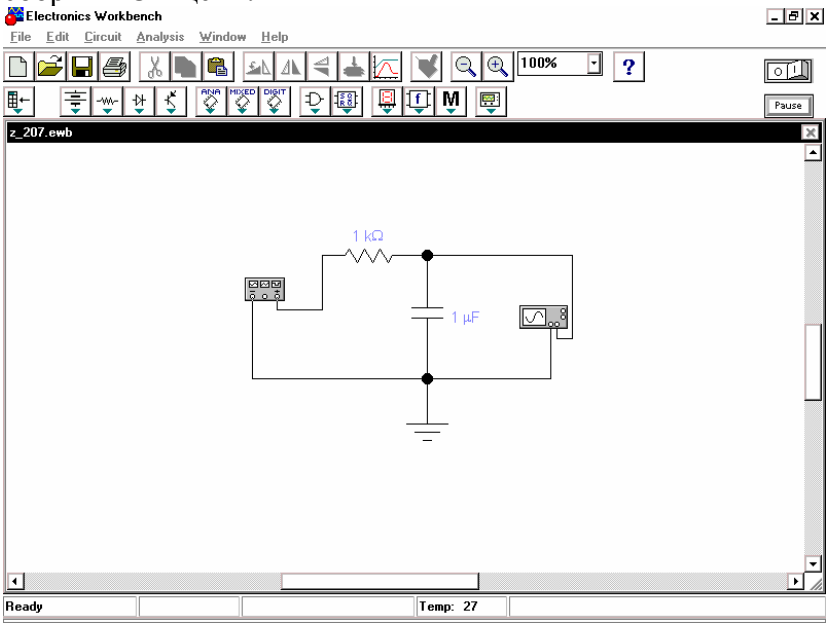


Рис. 6.1. – RC-цепь в EWB.

К оглавлению

Когда схема создана и готова к работе для начала имитации процесса работы необходимо выполнить команду меню **Analisis/Activate** или щелкнуть кнопку включения питания на панели инструментов. Данное действие приведет в рабочее состояние схему и в одном из окон строки состояния будет показываться время работы схемы, которое **не соответствует** реальному и зависит от скорости процессора и системы персонального компьютера, поэтому

для разработки сложных схем рекомендуется использовать компьютеры Pentium тактовой частотой процессора не менее 400 МГц. Прервать имитацию можно двумя способами. Если работа закончена и необходим просмотр результатов имитации можно повторно щелкнуть переключатель питания. Если же нужно временно прервать работу схемы, например, для детального рассмотрения осциллограммы, а затем продолжить работу можно воспользоваться кнопкой **Pause**, которая также расположена на панели инструментов. Возможность приостановки процесса также является большим достоинством по сравнению с традиционным тестированием радиоэлектронных устройств.

Для произведения анализа имитации можно изменять номиналы элементов, выводить и настраивать терминалы приборов. В данном случае можно просмотреть осциллограмму на выходе RC-цепи. Для этого нужно вывести окно терминала осциллографа двойным нажатием на компоненте **Oscilloscope**. Вид панели осциллографа представлен на рисунке 6.2.

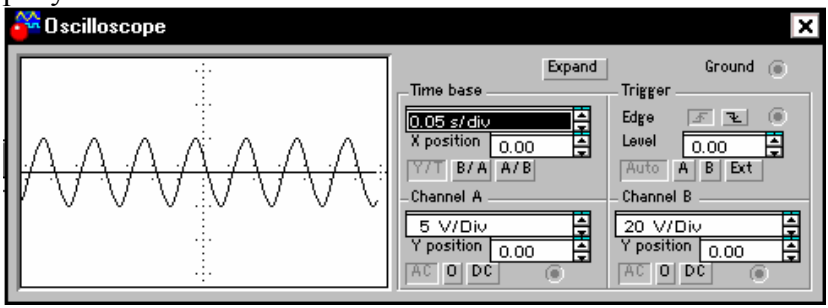


Рис. 6.2 – Вид нормальной панели осциллографа EWB

К оглавлению

При использовании осциллографа в EWB есть возможность просмотра сигнала на протяжении всего времени

имитации. Для этого можно воспользоваться кнопкой Expand и воспользоваться полосами прокрутки изображения, чтобы перевести панель в нормальный режим используется кнопка Reduce.

Вид расширенной панели осциллографа показан на рисунке 6.3.

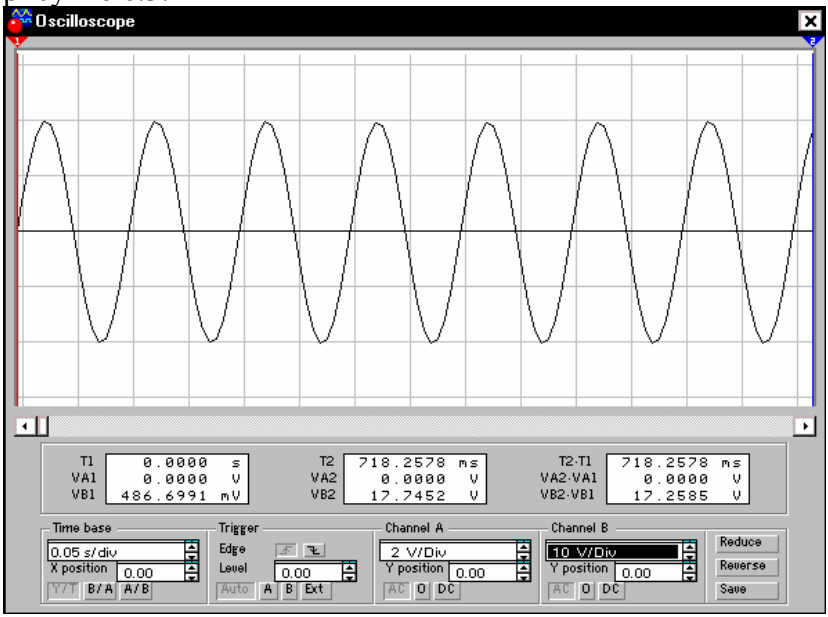


Рис. 6.3 – Расширенная панель осциллографа

К оглавлению

Для изучения свойств RC-цепи можно изменить сигнал на ее входе. Для этого нужно вывести при помощи двойного нажатия кнопкой мыши на компоненте на экран панель генератора импульсов. Ее вид представлен на рисунке 6.4

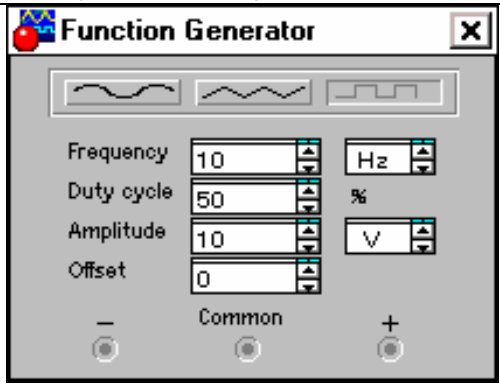


Рис. 6.4 – Панель настройки генератора импульсов.

К_оглавлению

При помощи генератора импульсов можно формировать три вида сигналов: синусоидальный, пилообразный и прямоугольный. В данном случае для анализа нужен прямоугольный импульс. Для перевода генератора в нужный режим требуется нажать соответствующую кнопку на панели. Также можно изменить другие параметры – частоту и амплитуду сигнала.

Перед изменением каких либо параметров следует отключать источники питания схемы, иначе возможно получение неверных результатов.

Выходной сигнал интегрирующей цепи показан на рисунке 6.5.

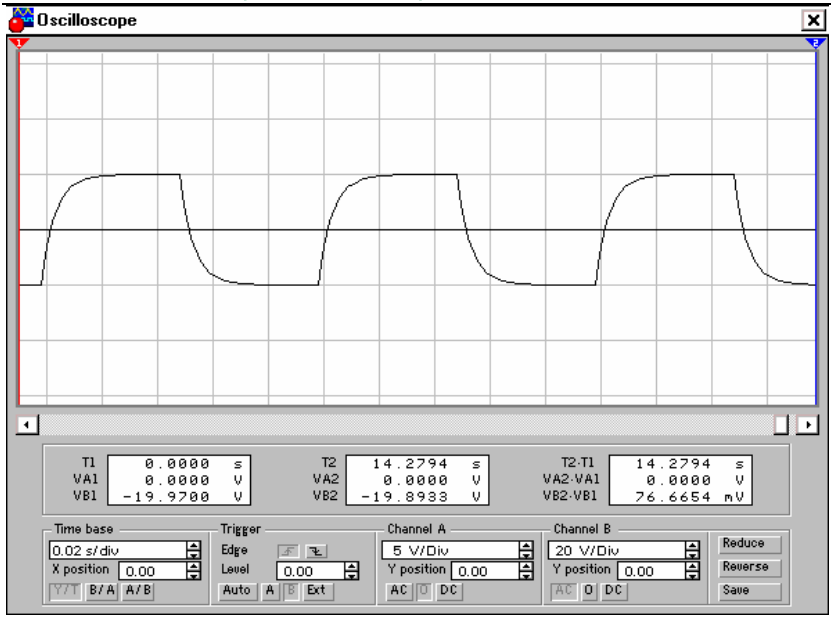


Рис. 6.5 – Сигнал на выходе интегрирующей RC – цепи

К оглавлению

Для того чтобы изменить какие-либо параметры элементов схемы нужно дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на нужном элементе, при этом будет выведено окно свойств элемента. Пример такого окна для резистора приведен на рисунке 6.6.

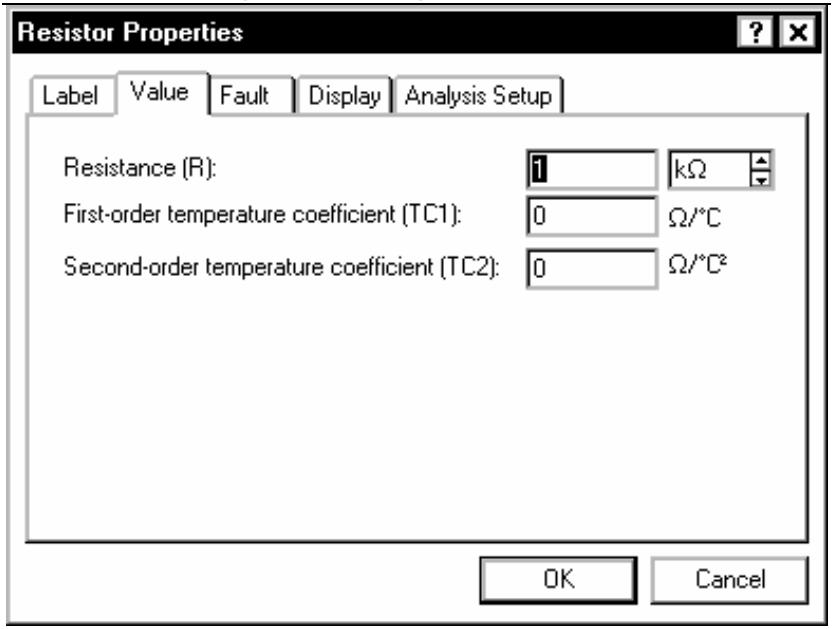


Рис. 6.6 Окно параметров резистора

К оглавлению

Кроме анализа прямого наблюдения за терминалами инструментов EWB позволяет выполнить дополнительные виды анализа. В качестве примера для данной схемы можно привести получение АЧХ и ФЧХ схемы как четырехполюсника. Т.е. при расчете на вход схемы будет подаваться сигнал различной частоты и будет произведен анализ зависимости вида выходного сигнала от входного. При этом нужно будет задать начальную и конечную частоты, на которых будет произведен анализ. Для проведения этого анализа нужно остановить работу цепи, т.е. воспользоваться переключателем питания или кнопкой Pause и выполнить команду меню **Analysis**/**AC Frequency**. Перед расчетом будет выведено окно параметров анализа. Вид этого окна приведен на рисунке 6.7. При необходимости можно изме-

нить некоторые из параметров: **Start frequency** (начальная частота), **End frequency** (конечная частота), **Sweep type** (тип горизонтальной оси на конечном графике), **Number of points** (количество точек анализа). В данном случае удобно установить количество исследуемых точек равным 1000 для получения более гладкого графика, тип горизонтальной оси – логарифмическим и диапазон частот от 1Гц до 100 КГц.

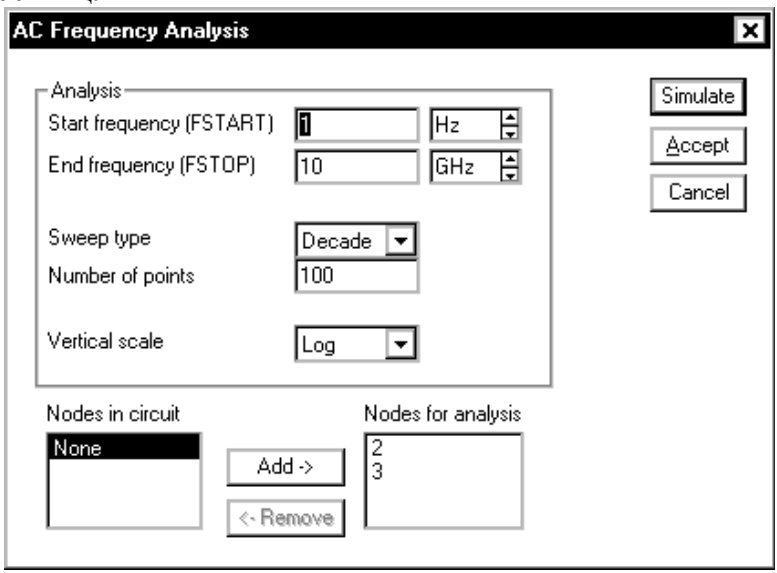


Рис. 6.7 – Параметры анализа AC Frequency

К оглавлению

Для получения графиков АЧХ и ФЧХ нужно нажать кнопку **Simulate** в окне параметров анализа, после чего будет выведено окно результатов представленное на рисунке 6.8.

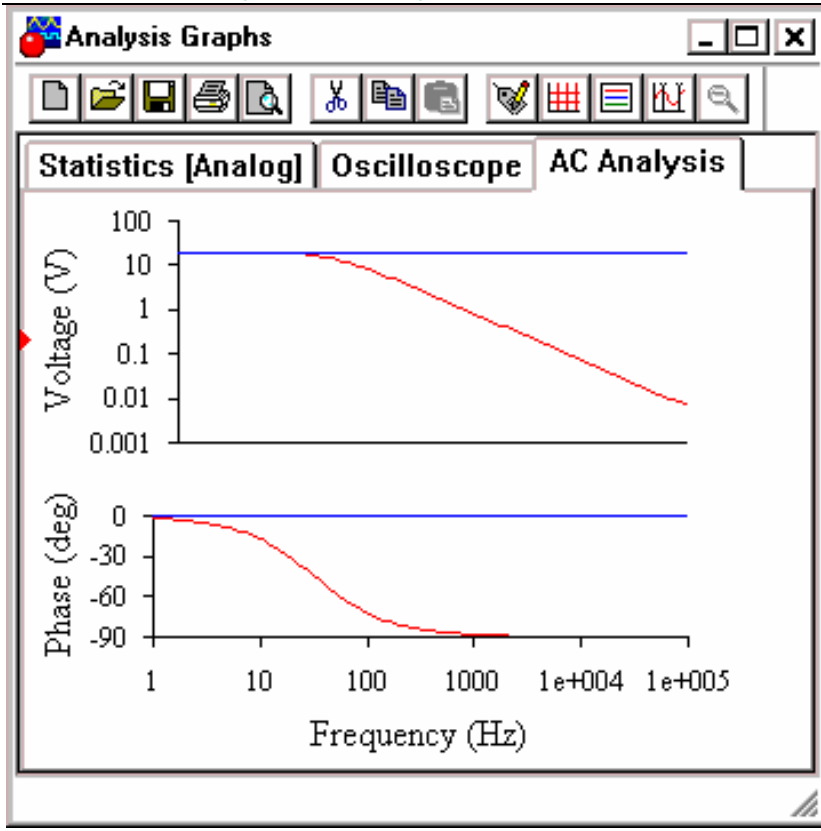


Рис. 6.8 – АЧХ и ФЧХ интегрирующей RC – цепи

К_оглавлению

6.2 Моделирование дифференцирующей RC – цепи

К оглавлению

Для моделирования дифференцирующей RC – цепи можно воспользоваться уже готовым файлом схемы интегрирующей цепи, описанной в предыдущем разделе (см. рис. 6.1). Для этого необходимо загрузить в среду EWB и переименовать этот файл, воспользовавшись командой меню **File**/**Open** и выбрав соответствующий каталог и файл, и поменять расположение в схеме резистора и конденсатора. При этом будет удобно пользоваться командой **Rotate**, которая доступна при нажатии правой кнопкой мыши на соответствующем элементе и передвижением элементов и проводов путем выбора и переноса контактов при нажатой левой клавише мыши. Если же файл схемы, описанной в пункте 6.1 отсутствует на накопителях, то можно повторить операции подготовки схемы к работе, описанные в пункте 6.1. Вид созданной схемы приведен на рисунке 6.9.

К оглавлению

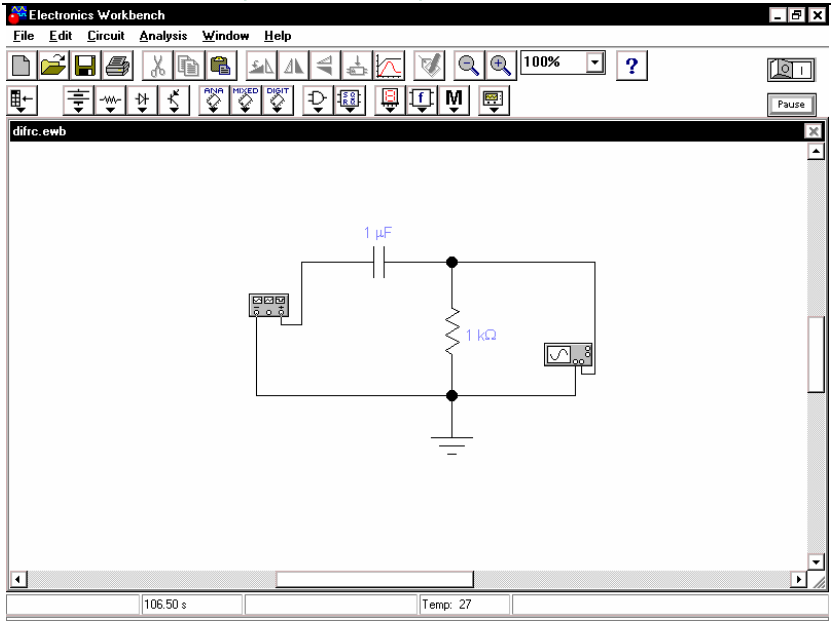


Рис. 6.9 – Дифференцирующая RC - цепь

С дифференцирующей RC – цепью можно проделать те же виды анализа, что были описаны в пункте 6.1. На рисунке 6.10 показан сигнал на выходе цепи, а на рисунке 6.11. АЧХ и ФЧХ схемы.

К оглавлению

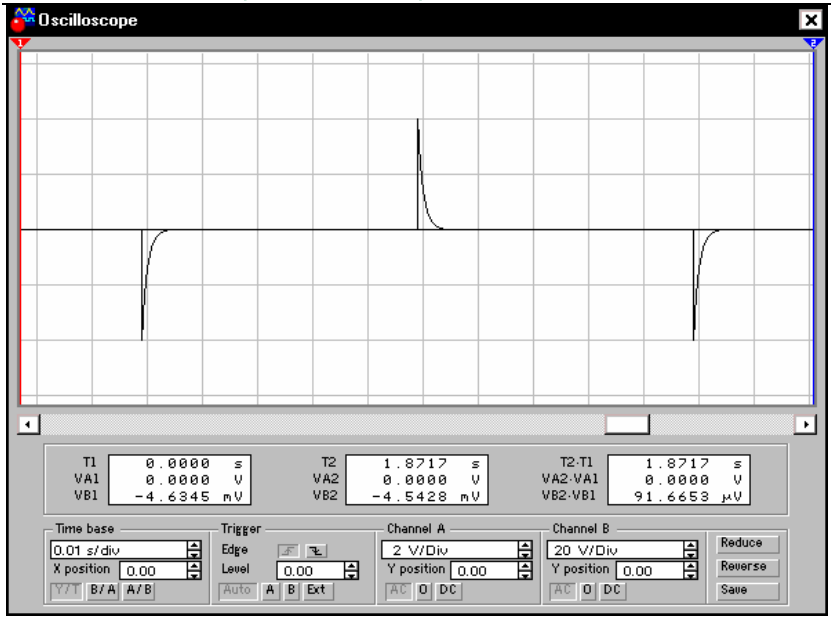


Рис. 6.10 – Сигнал на выходе дифференцирующей RC – цепи

К оглавлению

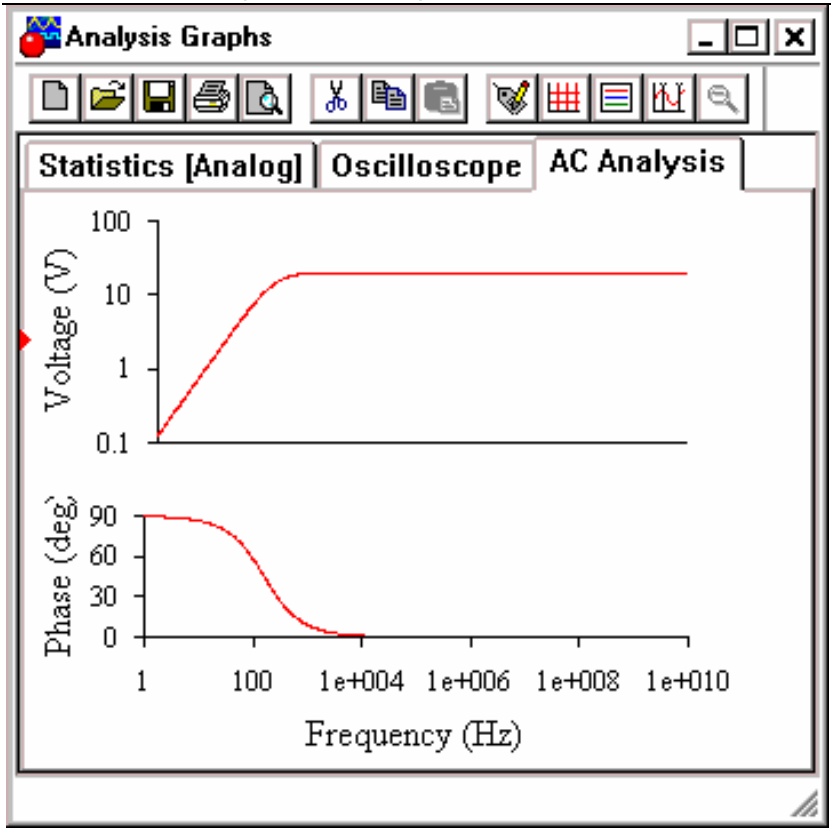


Рис. 6.11 – АЧХ и ФЧХ дифференцирующей RC - цепи

После внесения изменений или окончания работ схему можно сохранить, воспользовавшись командой меню **File**/**Save**, если нужно сохранить в том же файле, либо **File**/**Save As** если нужно сохранить схему под другим именем или в другом каталоге.

К оглавлению

6.3 Моделирование транзисторного автогенератора.

К оглавлению

Автогенератор - это источник электромагнитных колебаний, колебания в котором возбуждаются самопроизвольно без внешнего воздействия. Поэтому автогенераторы, в отличие от генераторов с внешним возбуждением (усилителей мощности), часто называют генераторами с самовозбуждением [17].

В радиопередатчиках автогенераторы применяются в основном в качестве каскадов, задающих несущую частоту колебаний. Такие генераторы входят в состав возбудителя передатчика и называются задающими. Главное требование, предъявляемое к ним, - высокая стабильность частоты. В некоторых типах передатчиков (особенно в диапазоне СВЧ) автогенераторы могут быть выходными каскадами. Требования к таким генераторам аналогичны требованиям к усилителям мощности - обеспечивать высокую выходную мощность и КПД.

Задающие генераторы проектируют таким образом, чтобы в них возбуждались гармонические колебания. Основным элементом генератора гармонических колебаний является резонатор, главное свойство которого - колебательный характер переходного процесса. Простейший резонатор - это колебательный контур. Если в колебательный контур ввести энергию, то при достаточно высокой его добротности ($Q >> 1$) возникают колебания тока, затухающие со временем. Уменьшение амплитуды колебаний объясняется потерями мощности в контуре /4/. Таким образом, для создания автогенератора гармонических колебаний необходимо использовать резонатор с достаточно высокой добротностью и компенсировать потери.

Для выполнения последнего условия достаточно периодически добавлять в резонатор порции электромагнитной энергии синхронно с возбуждаемыми колебаниями. Источником энергии может служить постоянное электрическое поле; для преобразования его энергии в энергию колебаний требуется активный элемент (АЭ). Структурная схема автогенератора изображена на рисунке 1.1. Обратная связь здесь нужна для синхронизации работы АЭ колебаниями, существующими в резонаторе.

В качестве резонаторов в диапазоне высоких частот применяют LC -контуры, кварцевые пластины; на СВЧ - отрезки линий с распределенными параметрами, диэлектрические шайбы, ферритовые сферы и др. Активными элементами могут быть биполярные и полевые транзисторы, а также генераторные диоды - туннельные, лавинно-пролетные, диоды Ганна и др.

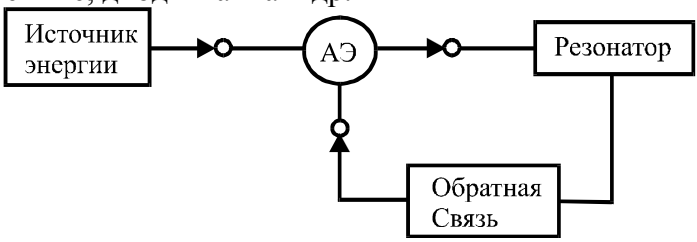


Рис. 6.12. – Структурная схема автогенератора

К_оглавлению

Механизм работы автогенератора состоит в следующем. При включении источника энергии в резонаторе возникает переходный колебательный процесс, воздействующий на АЭ. Последний преобразует энергию источника в энергию колебаний и передает ее в резонатор. Если мощность, отдаваемая активным элементом, превышает мощность, потребляемую резонатором и нагрузкой, т. е. выполняется условие самовозбуждения, то амплитуда коле-

баний увеличивается. По мере роста амплитуды проявляется нелинейность АЭ, в результате рост отдаваемой мощности замедляется и при некоторой амплитуде колебаний отдаваемая мощность оказывается равной потребляемой мощности. Если этот энергетический баланс устойчив к малым отклонениям, то в автогенераторе устанавливается стационарный режим колебаний /4/.

Автогенераторы существенно отличаются от других каскадов радиопередатчиков тем, что частота и амплитуда колебаний здесь определяются не внешним источником, а параметрами собственной колебательной системы и активного элемента

В зависимости от типа АЭ различают транзисторные и диодные автогенераторы. Идея создания транзисторного автогенератора основана на том, чтобы обеспечить режим транзистора приблизительно такой же, как и в усилителе мощности. При этом на вход транзистора подаются колебания не от внешнего источника, а из собственного резонатора через цепь обратной связи.

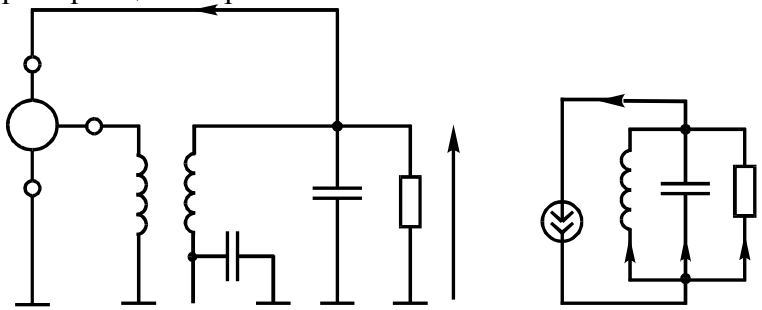


Рис. 6.13 – Принципиальная электрическая и эквивалентная схемы транзисторного автогенератора

К оглавлению

Диодные автогенераторы обеспечивают стационарные колебания за счет специфических процессов в генераторных диодах, обратная связь здесь осуществляется автоматически без применения специальных элементов

На рисунке 6.13. а изображен вариант схемы транзисторного автогенератора. Активный элемент (биполярный или полевой транзистор) представлен в обобщенном виде, он имеет три электрода: И - исток, К - коллектор, У - управляющий электрод. Резонатор, образованный элементами L, C, R, подключен к выходным электродам АЭ, часть энергии колебаний с помощью трансформаторной обратной связи поступает на управляющий электрод.

На рисунке 6.13. б показана эквивалентная схема автогенератора, полученная из принципиальной схемы путем замены активного элемента с элементами цепи обратной связи генератором тока, который управляется напряжением на резонаторе

Для моделирования транзисторного автогенератора необходимо собрать схему, представленную на рисунке 6.14. Для этого нужно нанести все компоненты схемы на рабочую область EWB и соединить все контакты проводниками. Модель транзистора находится в наборе деталей **Transistors**, а источник питания в наборе **Sources**. После соединения моделей деталей в схему необходимо настроить параметры каждого компонента путем двойного нажатия на нем левой клавишей мыши и заполнением окон параметров. После настройки параметров можно попытаться включить источник питания путем нажатия клавиши переключения питания и проверить наблюдением за панелью осциллографа, выходит ли генератор в режим генерации. Если же на выходе не появляется сигнал переменного напряжения, то нужно повторить расчет параметров схемы и

изменить их соответствующим образом.

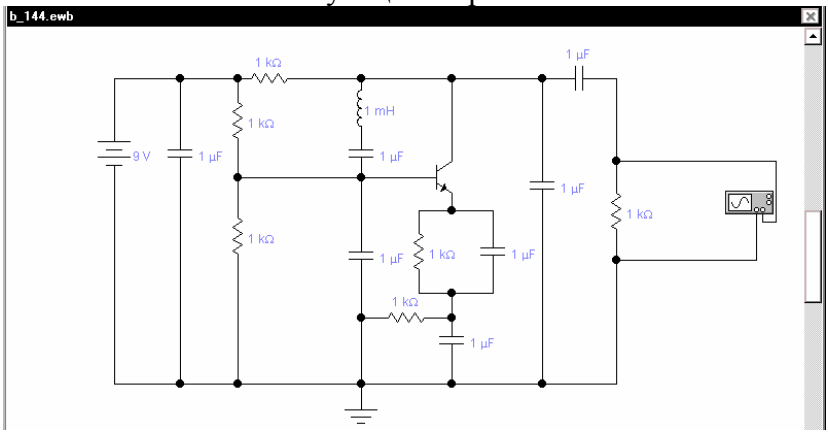


Рисунок 6.14 – Модель транзисторного автогенератора

К оглавлению

За сигналом на выходе генератора удобно наблюдать, используя расширенное окно терминала осциллографа. На рисунке 6.13 показан момент начала генерации сигнала и момент установки стабильного режима транзисторного автогенератора. Для более детального изучения можно пользуясь полосами прокрутки и изменениями параметров терминала. Для получения более точной модели можно заменить компоненты реальными моделями существующих, т.е. например, заменить идеальный транзистор моделью реально существующего транзистора. EWB включает в себя достаточно большое количество реальных моделей деталей широко известных производителей.

После завершения работы с программным комплексом нужно закрыть программу, предварительно сохранив схему, если это необходимо.

К оглавлению

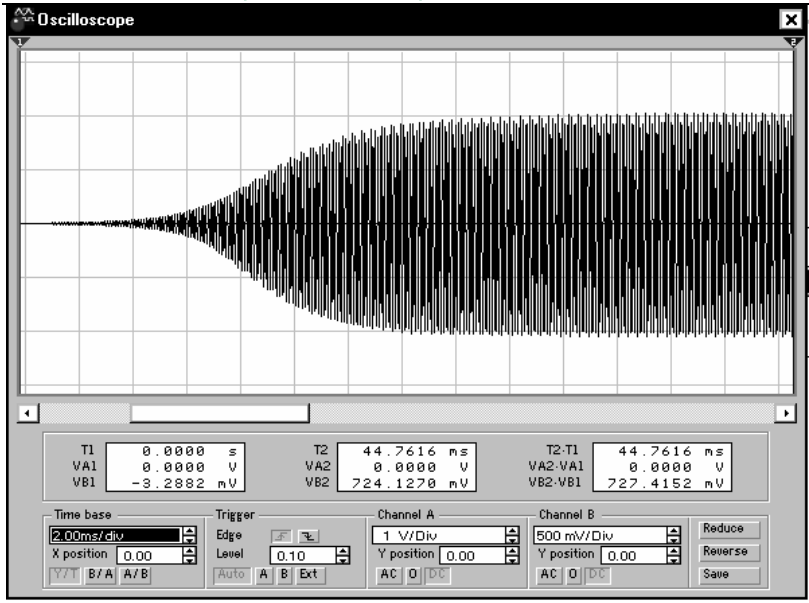


Рис. 6.15 – Сигнал на выходе транзисторного автогенератора

К оглавлению

7.Список литературы

К оглавлению

1.Файл справки системы Electronics Workbench 5.12.

2.Панфилов Д.И. Электротехника и электроника в экспериментах и уравнениях. Практикум на Electronics Workbench. Том 1: Электротехника, том 2: Электроника, - М.: ДОДЕКА, 1999 г. 1 том -303с. и 2 том -280с.

3.С.В. Коньшин. Изучение работы принципиальных схем радиоэлектронных устройств с помощью программного комплекса Electronics Workbench. Методические указания к лабораторной работе для студентов специальностей 38.03, 38.04. Алматы: АИЭиС, 1998. - 26 с.

4.Разевиг В.Д. (razevig@pcweek.ru.) Система сквозного проектирования электронных устройств DesignLab 8.0. М: Солон-Р, 2001 г., -704 с.

5.Розевик В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro Cap 6. М.: Горячая линия – Телеком, 2001, 344 с.

6.Разевиг В.Д. Система проектирования цифровых устройств OrCAD. М: Солон-Р, 2000 г., -160 стр.

7.Разевиг В.Д. Система проектирования OrCAD 9.2. М: Солон-Р, 2001 г., -530 стр.

8.Афанасьев А.О., Кузнецова С.А. OrCAD 7.0...9.0 Проектирование электронной аппаратуры и печатных плат. М: Наука и техника, 2001г., -464с.

9.Системы Проектирования Проектирование печатных плат в P-CAD. 2001. М: Солон-Р, 2001 г., -900 стр.

10.Разевиг В.Д. Система P-CAD 2000 Спр. команд. М: Горячая линия-Телеком, 2001г., -256с.

11.Разевиг В.Д. Система P-CAD 8.5-8.7: Руководство пользователя, СОЛОН, 1999, -720 стр.

12.Уваров А. Учебный курс (Питер) P-Cad

2000,ACCEL EDA Конструирование печатных плат. М: Солон-Р, 2001 г., -320 стр.

13.Стешенко В.Б. ACCEL EDA Технология проектирования печатных плат. М: Нолидж, 2000г., 512с.

14.Антонов А.П. Язык описания цифр.устройств AlteraHDL. Практ.курс +CD-Rom (Altera Digital Library). М: ИП РадиоСофт, 2001г., -224с.

15.Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигнала. Уч.пос. СПб: БХВ-Петербург, 2001г., -464с.

16.Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Изд. 2-е, доп., перераб. М: Солон-Р, 2001 г., -738 стр.

17.Петров Б.Е. Радиопередающие устройства на полупроволниковых приборах. - М.: Высшая школа, 1989.

К_оглавлению

Приложение 1. Получение информации в Интернете.

К оглавлению

Значительную помощь в изучении компьютерного схемотехнического моделирования электронных устройств может оказать использование Интернета.

Ниже приведены некоторые адреса Интернет, по которым можно получить оценочные (evaluation) или студенческие версии (обычно бесплатные) следующих программ и другие сведения по проблеме схемотехнического моделирования и САПР электронных устройств:

ACCEL Gerber - www.ecam.com ;
AD (ACCEL EDA) - www.acceltech.com ;
APLAC - www.aplac.hut.fi/aplac ;
DesignLab - www.microsim.com ;
Dr. Spice A/D - www.deutsch.com **;**
EWB - www.interactiv.com; www.ewb.narod.ru ;
HyperSignal Block Diagram - www.hyperception.com ;
ICAP - www.intusoft .
Micro-Cap - www.spectrum-soft.com/demo.html ;
OrCAD - www.orcad.com; www.orcad.com/odn ;
P-C SPECCTRA - www.cadence.com **;**
Protel 99 – www.protel.com
Signal Integrity - www.incases.com ;
System View - www.elanix.com ;
Workview Office - www.viewlogic.com **;**
Workview Office - www.viewlogic.com ;

Кроме того, интересная информация (как познавательного, так и коммерческого характера) по этим вопросам и по электронике вообще, имеется, например, на сайтах Интернета:

www.intsyseurope.fr/ElectronicsWorkbench/facts.html ;

www.dodeca.ru (Сайт издательского дома «Додэка», г. Москва, выпускающего серии книг, посвященных практическому использованию EWB);

www.ewb.narod.ru (Можно получить руководство пользователя EWB и примеры создания схем);

www.cyber.mirea.ru/sw.html ; www.cyber.mirea.ru (Кафедра Кибернетики МИРЭА (ТУ), где курсовые проекты выполняются с активным применением компьютерной техники и современных программных средств, Mathcad, Electronic Workbench, LabWiew, AutoCAD и др.)

www.confdo.kgtu.runnet.ru;

www.onfdo.kgtu.runnet.ru/tez/guzenko.htm

(Киевский государственный технический университет, где проводятся Интернет-конференции, разработаны виртуальные лабораторные практикумы, использующие программные пакеты Electronic Workbench и LabView).

www.z-com.ru/~koketka/koklin.htm (Ссылки на разные компании: Atmel Corp. Burr - Brown Corp; Texas Instruments International Rectifier & nbsp Panasonic (Matsushita Electronic Corp.) SGS - Thomson microelectronics ROHM Corp. Philips TelCom semiconductors Crystal Semiconductors Corp.; Microchip; можно получить бесплатно CD с программой Microchip на русском языке и каталог от Microchip; EWB; Санкт - Питербургский Conrad; программы дорогие, но каталоги - бесплатно).

www.thebestfree.net/free/stuff/Free_CD/Soft_CD/more8.html;
www.donatas.dp.ua/up270599.htm;
www.cdnews.nm.ru/Software/ind_e.htm;
www.flayer2000.al.ru/cdrom.htm;

www.aep972.chat.ru/newhalyava1.htm (Можно бесплатно получить CD, в том числе с записью демонстрационной версии Electronic Workbench и Electronic Workbench Layout);

www.softline.ru;www.softline.ru/science/ElectronicsWorkbench/ElectronicsWorkbench_product;www.alexanbar.chat.ru/CAD.htm (Фирма Interactive Image Technologies предлагает множество сопутствующих программных продуктов, расширяющих функциональные возможности Electronics Workbench. Среди них: EWB Layout, Model Expansion Packages и наборы базовых электронных схем; можно познакомиться с интересными ссылками на статьи, написанные об Electronic Workbench на русском языке, а также переписать на свой компьютер демоверсии);

www.forum.crack.ru

www.kubtts.kuban.ru/forum_new/forum15/arhiv/259.html

www.gaw.ru (Один из самых информированных серверов по микроэлектронике «Микроэлектроника»);

www.chipinfo.ru (Базы данных по радио-элементам, примеры схем и многое другое «Чип-Инфо»);

www.nnov.rfnet.ru:8100/rf (Большая подборка электронных схем «Радио-Фанат»);

www.rlocman.com.ru/indexs.htm (Поисковая машина схем «РадиоЛоцман»);

www.cxema.ru (Электрические схемы «Схемы»);

www.cxema.ru/cgi-bin/Ultimate.cgi (Конференции по радиоэлектронике «Форум»);

www.chip-dip.ru/index.html (Электронные компоненты для разработки; производство и ремонт «Чип и Дип»).

Вообще, с вопросами, связанными со схемотехническим моделированием, можно обращаться по адресу:

113556, Москва, Нахимовский просп., д. 1, корп. 1, АО "Родник Софт"; телефон: (095) 113-7001, факс: (095) 316-9754, электронная почта: kudr@rodnik.msk.su

Последние новости САПР электроники и использования промышленных компьютеров для автоматизации производственных процессов можно найти на Web-странице: http://www.rodnik.ru и в еженедельнике PC Week/RE.

В заключении приведем некоторые адреса Интернета, по которым можно найти ценную информацию по проблеме АТП:

К_оглавлению

Приложение 2. Основные использованные сокращения и понятия.

К оглавлению

АТП - автоматизация технологических процессов.
DC постоянное напряжение (ток).
AC переменное напряжение (ток).
ПЛИС программируемые логические интегральные схемы.
САПР система автоматизированного проектирования **(CAD).**
ADC Аналого-цифровой преобразователь (**АЦП**).
DAC Цифро-аналоговый преобразователь (**ЦАП**).
ИМС (ИС) интегральные микросхемы [intergrated circuit] – миниатюрное электронное устройство определенного функционального назначения, содержащее электронные элементы (транзисторы, диоды, резисторы и т. п.), созданные на поверхности или внутри полупроводникового (например, кремниевого или арсенид-галлиевого) кристалла. Конструкция **ИС**, помимо полупроводникового кристалла с нанесенной на него схемой (в англоязычной терминологии – **чипа** [chip]), включает в себя корпус с контактными выводами для установки на плате. В англоязычной литературе встречается также термин "**die**", который используется в значении – кристалл, микросхема.

Различаются следующие типы корпусов ИС и соответствующих им разъемов:

BNC (варианты расшифровки: British Naval Connector и Bayonet Locking Connector) – байонетный (штырьковый) разъем. Применяется для соединения коаксиальных кабелей и подключения их к сетевым адаптерам, приемопередатчикам и другим сетевым элементам при расширении или фиксации границ сети;

DIP (Dual In-Line Package) – корпус с двухрядным расположением выводов;
DIMM (Dual In-line Memory Module) – модуль памяти в корпусе с двухрядным расположением выводов;
Buffered DIMM Module – буферизованный модуль памяти, который отличается от небуферизованных (unbuffered) тем, что на нем устанавливается специальная буферная микросхема, которая позволяет уменьшить временную задержку на шине DRAM-памяти, которая возникает в момент зарядки ячеек DRAM;
LCC (Leadless Chip Carrier) – керамический корпус с плоскими контактными площадками на его поверхности (ИС устанавливается в разъем на плате совместно с радиатором-охладителем, расположенным сверху);
PDIP (Plastic Dual In-line Package) – пластмассовый с двухрядным расположением выводов (40 контактов);
PGA (Pin Grid Array) – керамический корпус с 68 выводами, расположенными по его периметру;
SIP, SIPP (Single In-line (Pin) Package) – корпус с однорядным расположением выводов;
SIMM (Single In-line Memory Module) – модуль памяти в корпусе с однорядным расположением выводов;
PLCC (Plastic Leadless Chip Carrier) – пластмассовый корпус с боковым расположением контактов;
SOP (Small Outline Package) – корпус для поверхностного монтажа;
PQFP (Plastic Quard Flatpack Package) – пластмассовый корпус с пленарным расположением выводов и др.
БИС, большая интегральная схема [Large-Scale Integrated Circuit, **LSIC**]
СБИС, сверхбольшая интегральная схема [Very (Ultra) Large-Scale Integrated Circuit, **VLSIC, ULSIC**]

Понятия и термины, связанные с технологией производства ИС.

КМОП-структура [**CMOS** – Complementary Metal-Oxide-Semiconductor] – усовершенствованная (комплиментарная) структура построения микроэлектронных схем на трехслойной (**МОП**) основе: металл–окисел–полупроводник. Используется, в частности, для производства микропроцессоров, оперативных запоминающих устройств (**ОЗУ**) – **CMOS RAM**, микросхем, реализующих функцию часов реального времени (**RTC** – Real Time Clock) – **RTC CMOS RAM**, фоточувствительных точечных датчиков для цифровой фотографии – **CMOS APS** (Active Pixel Sensor) и др. Разрешающая способность существующей технологии производства **КМОП**-схем (**КМОП**-технологии) составляет 0,5–0,3 мкм (последняя – с 1996 г.). В 1998 г. при производстве микропроцессоров размер элементов составлял 0,25 мкм, но уже в 1999 г. появились микросхемы, выполненные по 0,18 мкм технологии и начались разработки 0,13 мкм технологии. В ближайшие годы ожидается, что ее разрешающая способность будет увеличена до 0,1 мкм.

n-layer CMOS Tehnology – **КМОП**-технология с n-слоями металлизации – использует вентили на полевых транзисторах с изолированными затворами n- и p-типов, а соединения между ними выполняются в различных n-слоях.

Poly (Metal) Technology – технология, в соответствии с которой проводники формируются из кремния подложки за счет изменения его проводимости (поликристаллический полупроводник становится проводником).

ТТЛ-структура [**TTL** – Transistor-Transistor Logic] – один из распространенных принципов построения микроэлектронных схем, в соответствии с которым составляющие их транзисторы соединены между собой непосредственно.

ТТЛ-схемы имеют большее быстродействие, чем аналогичные микросхемы, построенные по **КМОП**-технологии, однако потребляют больше электроэнергии и требуют стабильной работы источников питания.

Логический вентиль [logic gate, logic circuit] – один из основных схемных элементов, используемых в вычислительной технике, выполняющий логические функции типа: НЕ, И, ИЛИ, НЕ - И или НЕ - ИЛИ.

Транзистор [transistor] – полупроводниковый прибор с тремя выводами. В микроэлектронной схеме является одним из минимальных ее элементов, реализующим определенную функцию (например, логического вентиля, усилителя и т. п.).

Твердотельный – полупроводниковый, выполненный на основе микроэлектронной технологии.

ASIC (Application Specific Integrated Circuit) Интегральная схема, спроектированная под специальное приложение. Часто ее называют также заказной ИС. Ее разновидностью является стандартизированная версия, выпускаемая разными фирмами – **ASSP** (Application Specific Standard Products). В общем виде ASIC представляет собой микроэлектронный модуль-заготовку, имеющую миллионы вентилей и унифицированную для решения определенного класса задач. В каждом конкретном случае возможно быстрое ее автоматизированное конфигурирование в нужный вид, а в процессе эксплуатации – переконфигурирование для расширения функциональных возможностей. ASIC широко используются в различных отраслях микроэлектроники, включая телеметрию, коммуникационные системы, глобальные навигационные системы, мультимедиа, автомобильную и бытовую электронику и т. д.

FPGA (Fied Programmable Gate Array) - Технологическая заготовка для проектирования и изготовления **ASIC** (см. ранее). Она представляет собой определенным образом сформированный массив полупроводниковых схемных элементов в количестве от 1 до 100 тыс. логических вентилей, позволяющий в лабораторных условиях относительно просто создать опытный образец **ASIC**, отвечающий заданным условиям, а также мелкие и средние партии готовых изделий. Важной отличительной особенностью технологии **FPGA** является возможность программирования ее микроэлементов неограниченное число раз, а также наличие специализированных средств (ПК, специальное программное обеспечение и программатор), обеспечивающих быстрое выполнение работ, связанных с проектированием схем.

Светодиод, светоизлучающий диод, **СД**, **СИД** [**LED** – Light-Emitting Diode]

Alert LED – индикатор на светодиоде, предупреждающий о ненормальных условиях работы или состояния какого-либо устройства или системы. На концентраторах Off iteConnect индикаторы **Alert LED** предупреждают о возникших проблемах в сети и похожи на восклицательный знак (!).

ПЗС, прибор (ы) с зарядовой связью [**CCD** – Charge-Coupled Device] – тип полупроводникового прибора, как правило, в микроэлектронном исполнении, предназначенного для преобразования энергии оптического диапазона в электрическую. Обладает высокой чувствительностью, разрешающей способностью и быстродействием. Используется в качестве фотоприемника в различного рода устройствах, в том числе сканерах, видеокамерах, цифровых

фотоаппаратах, современных датчиках охранных систем и т. д.

Фотодиод [**PD** – PhotoDiode] – оптоэлектронное устройство, преобразующее световую энергию в электрическую. Выполняется из полупроводникового материала. Использовался и продолжает использоваться в различного вида светочувствительных датчиках. В настоящее время уступает конкурирующим типам фотоприемных устройств, в том числе **ПЗС**.

К_оглавлению

Приложение 3. Перевод некоторых, часто встречающихся слов и выражений в EWB.

К оглавлению

leakage течь (ток утечки);
reference ссылка (рекомендация);
fault повреждение;
default недостаток;
enable включено, допускать, позволять;
disable отключать, лишать, блокировать;
gate вентиль, затвор;
source источник;
crack взломанная программа, взламывать программу;
control управление; controlled управляемый;
input вход; output выход;
reduce уменьшать;
simulation моделирование; имитационное моделирование, имитация;
smoothing сглаживание; сглаживающая фильтрация;
circuit цепь;
done «готово» (сигнал подтверждения выполненных действий);
perform выполнять (операцию); делать; исполнять;
properties свойства;
parts bin библиотека компонентов;
workspace рабочее пространство, место, где собирается схема;
samples примеры;
current электрический ток;
clipboard буфер обмена;
component properties - свойства компонентов;
wiring проводка, электропроводка, монтажная схема; монтаж; выбор (схемы) монтажных соединений;
wire проволока; провод; проводник; шина; перемычка.

К оглавлению

Приложение 4. Значения некоторых параметров компонентов EWB, назначаемых по умолчанию.

Обозначение	Наименование К_оглавлению	Зна-чение
ABSTOL	Абсолютная ошибка расчета токов	10^{-12} Ам-пер
GMIN	Минимальная проводимость ветви цепи	10^{-12} Мом
PIVREL	Относительная величина элемента строки матрицы узловых проводимостей (например, при расчете по методу узловых потенциалов), необходимые для его выделения в качестве ведущего элемента	0.001
PIVTOL	Абсолютная величина элемента строки матрицы узловых проводимостей (например, при расчете по методу узловых потенциалов), необходимые для его выделения в качестве ведущего элемента	10^{-13}
RELTOL	Допустимая относительная ошибка расчета напряжений и токов	0.001
TEMP	Температура, при которой проводится моделирование	27°C
VNTOL	Допустимая ошибка расчета напряжений в режиме Transient (анализ переходных процессов)	10^{-12} Вольт
CHGTOL	Допустимая ошибка расчета зарядов	10^{-14} C
RAMPTIME	Начальная точка отсчета времени при	0 сек

	анализе переходных процессов	
CONVSTEP	Относительный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току	0.25
CONVABS-STEP	Абсолютный размер шага итерации при расчете режима по постоянному току	0.1
CONVLIMIT	Включение или выключение дополнительных средств для обеспечения сходимости итерационного процесса (например, за счет использования метода вариации напряжений источников питания)	ON
RSHUNT	Допустимое сопротивление утечки для всех узлов относительно общей шины (заземления), когда этот режим выбран (enabled)	10^{-12} Ом
Temporary file size for simulation	Объем дисковой памяти для хранения временных файлов (в Мбайт) с результатами моделирования	10 Mb
SRCSTEPS	максимальное количество итераций приближенных расчетов	100
GMINSTEPS	размер приращения проводимости в процентах от GMIN (используется при слабой сходимости итерационного процесса).	10 %
ITL1	размер приращения напряжения питания в процентах от его номинального значения при вариации напряжения питания (используется при слабой сходимости итерационного процесса	10 %

К_оглавлению

Приложение 5. Значения элементов, вводимые по умолчанию

К оглавлению

Простые аналоговые элементы, такие, как различные источники, конденсаторы, катушки индуктивности, резисторы, имеют один или несколько параметров. Сложные элементы имеют несколько взаимосвязанных параметров, которые вместе формируют модель конкретного элемента. Кроме заземления и соединяющего узла (которые не имеют параметров), все элементы имеют определенные значения параметров, установленные по умолчанию, и которые можно при необходимости изменить. Значения параметров элементов, установленные по умолчанию, приведены ниже в таблице.

Для установки значений параметров элемента надо:

- ☑ двойным щелчком мыши по изображению элемента открыть диалоговое окно свойств элемента (это также можно сделать с помощью пункта **Preferences** меню **Circuit**, элемент должен при этом быть подсвечен);
- ☑ в появившемся окне изменить значение параметров элемента;
- ☑ установив новые значения, нажать кнопку **Accept** для подтверждения и возврата к схеме.

Для изменения единиц измерения:

- ☑ двойным щелчком мыши вызвать диалоговое окно свойств элемента;
- ☑ при помощи кнопок [↓] и [↑] изменить единицы измерения;
- ☑ установив единицы измерения, нажать **Accept**.

Элемент	Параметр измерения	Значение
Источник постоянного напряжения (DC)	Вольт (V)	12 В
Источник постоянного тока (DC)	Ампер (A)	1 А
Источник переменного напряжения (AC)	Вольт (V)	1 В
	Частота	1 Гц
	Фаза	0 Град
Источник переменного тока (AC)	Ампер (A)	1 А
	Частота	1 Гц
	Фаза	0 Град
Источник напряжения, управляемый напряжением	Коэффициент пропорциональности (E)	1 В/В
Источник напряжения, управляемый током	Проводимость (G)	1/ОМ
Источник тока, управляемый током	Коэффициент пропорциональности (F)	1 А/А
Источник тока, управляемый напряжением	Передаточное сопротивление (H)	1 Ом
Резистор	Сопротивление (R)	1 Ом
Конденсатор	Емкость (C)	1 мФ
Катушки взаимной индуктивности	Коэффициент отношения витков первичной об к виткам вторичной (n)	2
	Индуктивность рассеивания (Le)	0,000001 Гн
	Индуктивность намагничивания (Lm)	0,0001 Гн

	Сопротивление первичной обмотки (Lp)	0 Ом
	Сопротивление вторичной обмотки (Ls)	0 Ом
Реле	Катушка индуктивности (Lc)	0,025 Гн
	Ток включения (Ion)	0.05 А
Ключ	Ключи-символы	[A – Z]
Временное реле	Начальное время (Топ)	0,5 сек
	Конечное время (Toff)	0 сек
Ключ, управляемый напряжением	Напряжение включения (Von)	1 В
	Напряжение отключения (Voff)	0 В
Ключ, управляемый током	Ток включениями(Ion)	1 А
	Ток выключения (Ioff)	0 А
Эл. лампа	Макс. мощность (Pmax)	10 Вт
	Макс. напряжение (Vmax)	2 В
Предохранитель	Макс. ток (Imax)	1 А

Приложение 6. Сведения о новой версии универсальной системы проектирования электронных устройств Multisim

К оглавлению

Компания **Electronics Workbench** (ранее называвшаяся **Interactive Image Technologies**), мировой лидер по созданию инструментов моделирования и проектирования электронных устройств для MsWindows, сегодня представила новые версии одной из наиболее популярных систем **Multisim 6.2. и Multisim 2001.**

Multisim - простой в использовании современный инструмент конструирования электронных приборов. Он состоит из набора взаимосвязанных модулей, предназначенных для составления анализа и настройки аналоговых, цифровых, радиочастотных и гибридных схем, включая программируемые компоненты, проектирования топологии и разводки печатных плат, оптимизации расположения деталей и дизайна корпуса. Multisim может поставляться в различных конфигурациях для различных специализаций и уровней дизайна.

С выходом серии программ Multisim компания Electronics Workbench предлагает больше продуктов и в большем диапазоне цен, чем любая другая компания на рынке систем автоматического проектирования электронных устройств. Масштабируемые функциональность и стоимость в сочетании с разнообразными инструментами коллективного моделирования делает Multisim привлекательным как для индивидуальных дизайнеров, так и для коллективов разработчиков, которые могут использовать общий инструмент и общую базу данных в процессе автоматического проектирования.

В новой версии программы Multisim устранены замеченные ошибки предыдущих версий, существенно увеличены производительность и полностью переделан редактор электронных компонент. Наиболее существенные изменения по сравнению с предыдущей версией 5 и 5.12:

- ☑ значительно увеличена производительность редактирования схемы;
- ☑ архитектура редактора компонент полностью перестроена для упрощения использования;
- ☑ улучшено качество разводки как в главном так и в автоматическом режимах;
- ☑ значительно уменьшено потребление дисковой памяти для сохранения электронных схем;
- ☑ существенно улучшен импорт электронных цепей из версии Electronics Workbench 5.0;
- ☑ сохраняются установки моделирования при закрытии документов;
- ☑ улучшены функциональные характеристики виртуальных электронных приборов;
- ☑ кнопочные палитры модулей теперь могут настраиваться.

Multisim в настоящее время выпускается для Windows 95, 98, 2000 и NT платформ. Цена на этот продукт начинаются от $399 для персональной версии, $995 для профессиональной версии и $4995 для наиболее полной и мощной версии Power Pro.

Обновление версий 6.0 и 6.1 производится бесплатно. Более подробную информацию можно найти на сайте SoftLine

http://www.softline.ru/science/ElectronicsWorkbench/ElectronicsWorkbench_products.asp

К оглавлению

К_оглавлению

Инков А.М. Файл EWB.doc.DOC Размер4590080 Кб страниц 173

Версия 9 января 2004 г.