

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ
SIMONE, DELTA DESIGN, SYMICA, SPICE/SWITCHERCAD, GEDA ДЛЯ
РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ
ЛАБОРАТОРИЙ**

**INVESTIGATION AND ANALYSIS OF OPPORTUNITIES SOFTWARE
ENVIRONMENT SIMONE, DELTA DESIGN, SYMICA,
TSPICE/SWITCHERCAD, GEDA TO DEVELOP TRAINING VIRTUAL
ELECTRONIC LABORATORIES**

Бул макалада окуу процессине багытталган виртуалдык электрондук лабораторияны түзүү үчүн моделдеширүүчү SimOne, Delta Design, Symica, LTspiceCAD, gEDA программалык каражаттарынын мүмкүнчүлүктөрүн талдоо маселелери каралды.

***Ачкыч сөздөр:** виртуалдык лаборатория, окутуу процесси, лабораториялык практикум, электрондук моделдөө, электр чынжырындагы процессстер.*

В статье рассмотрен анализ возможностей программных продуктов моделирования SimOne, Delta Design, Symica, LTspice/SwitcherCAD, gEDA для создания виртуальных электронных лабораторий, ориентированных на процесс обучения.

***Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, процесс обучения, лабораторный практикум, электронное моделирование, процессы в электрических цепях.*

Summary: In the article the analysis of the possibilities of software simulation of electrical circuits SimOne, Delta Design, Symica, LTspice/SwitcherCAD, gEDA to create a virtual electronic laboratory, focused on learning.

***Keywords:** virtual laboratory, the process of learning, laboratory work, electronic simulation of processes in electric circuits.*

Основная ценность новых информационных технологий в сфере образования в том, что они позволяют создать более эффективную интерактивную среду обучения с неограниченными возможностями, оказывающимися в распоряжении преподавателей и студентов. Вычислительные комплексы технологического моделирования позволяют быстро создавать новые технологические схемы. Поэтому системы технологического моделирования необходимы как для процесса обучения, так и для научно-исследовательских институтов. К классу интеллектуальных технологий можно отнести информационное моделирование, которое позволяет моделировать эксперименты в условиях, когда реализация физического эксперимента усложняется ввиду больших материальных затрат на оборудование. Моделирование, основанное на базе технологий искусственного интеллекта, позволяет решать научные и учебные задачи. Виртуальная электронная лаборатория – это универсальный инструмент для любых аппаратных средств вычислительной техники в области информационных технологий.

Для процесса обучения, при выборе программных продуктов моделирования, весьма важными характеристиками являются, в первую очередь, это функциональная достаточность, наглядность эксперимента и возможность в кратчайшие сроки освоить использование предложенной студенту программы.

Сегодня существует достаточно широкий выбор программных продуктов для разработки виртуальных лабораторий, позволяющих моделировать и исследовать процессы в электрических цепях. В настоящее время для этих целей используются Lab

view, Electronics Workbench, NI Multisim, OrCAD, Proteus VSM, Altium designer, Micro-Cap, Tina, Tina TI, LTspice/SwitcherCAD, Simone, Qucs, BNL5 Circuit simulator, DoCircuits, gEDA, EasyEDA, Ideal Circuit, PartSim, Logisim, Simica, Autocad Electrical, DIALux, McCAD, Allegro Cadence, Delta design и др.

Из выше приведенного списка программ моделирования проанализируем программные продукты SimOne, Delta Design, Symica, LTspice/SwitcherCAD, gEDA.

SimOne

SimOne разработана российской компанией «Эремекс». Программа SimOne представлена полностью на русском языке, включая текстовые подсказки, файлы помощи, руководство пользователя.

Пакет SimOne проводит полнофункциональное проектирование и Spice-моделирование электронных схем различной степени сложности.

SimOne включает:

-моделирующее ядро (модуль программы, проводящий аналоговое моделирование), схемотехнический редактор, представляющий собой многодокументное приложение Windows, использующееся при создании и редактировании схем, выборе моделей компонентов, управлении библиотеками моделей и симуляциями;

-графический модуль, отвечающий за визуализацию результатов моделирования, позволяющий разработчикам получать спектральные параметры кривых на базе быстрого преобразования Фурье, строить графики переменных и функций от них, а также многое другое.

SimOne многократно превосходит по скорости моделирования обычные Spice - симуляторы при той же точности расчетов. SimOne имеет такие новые возможности как расчет периодических режимов схемы и анализ устойчивости.

SimOne решает все основные задачи, связанные с вводом и редактированием схем: размещение элементов принципиальной электрической схемы, прокладка цепей, редактирование параметров элементов, изменение положения элементов на схеме (сдвиг, поворот) с сохранением целостности цепей, поиск по схеме – по именам элементов и цепей либо по их параметрам, автоматическая раздвижка элементов и соединений при вставке новых элементов или участков цепи на занятое место, создание и повторное использование иерархических блоков – подсхем, задание параметров моделирования, запуск моделирования и т.д. Для отображения результатов моделирования используется графический модуль визуализации, позволяющий проводить обработку рассчитанных данных – построение графиков искомых функций (токов, напряжений, мощностей и функций от них), построение параметрических графиков, получение измерений (measurements) и их визуализация.

В программе доступны следующие варианты анализа: расчет статического режима по постоянному току (предлагаются на выбор методы: Gmin Stepping, Source Stepping, Newton-Raphson и Damped Newton-Raphson), анализ переходных процессов.

SimOne использует метод объединения дифференциально-алгебраических уравнений и традиционные для Spice-моделирования методы трапеций, Гира и Эйлера, частотный анализ, параметрический анализ схемы, расчет установившихся периодических режимов. Данный анализ позволяет определить поведение цепи в установившемся режиме, минуя предварительные длительные расчеты переходных процессов, температурный анализ, анализ устойчивости схемы. Подобная функция позволяет определять устойчивость цепи в выбранной рабочей точке, наблюдать за устойчивостью при изменении параметров моделей элементов или температуры, определять компоненты, влияющие на устойчивость. Данный расчет проводится двумя независимыми способами: - на основе собственных частот цепи и на базе критерия Михайлова. Результатами анализа являются выводы об устойчивости схемы, таблица собственных частот схемы, годограф Михайлова.

Расчет периодических режимов позволяет определять поведение схемы в установившемся режиме без предварительных расчетов переходных процессов.

В режиме временного анализа (Transient Analysis) для интегрирования уравнений цепи пользователю предлагается метод Розенброка четвертого порядка. Этот метод является лучшим методом для расчета больших схем. При большом числе уравнений скорость получения решения на шаге расчета и точность этого решения у него будут существенно выше, чем у Spice-методов. При вычислениях по традиционным для Spice-моделирования методам Гира, трапеций и Эйлера применяется кодовый матричный процессор – программная реализация набора алгоритмов, учитывающих особенности матриц при сериях однотипных вычислений. Эта технология применяется и при частотном анализе (AC analysis) для решения систем алгебраических уравнений с комплексными числами. Использование кодового матричного процессора значительно увеличивает скорость проведения расчетов.

Анализ устойчивости схемы позволяет определять, устойчива ли схема в текущей рабочей точке или нет, выделять компоненты схемы, влияющие на ее устойчивость, проводить исследование устойчивости при изменении температуры или параметров моделей элементов. Анализ устойчивости схемы (Stability analysis) в окрестности рабочей точки производится на основе критерия Михайлова. По результатам анализа строится годограф Михайлова и делается вывод об устойчивости схемы. Таким образом, разработчик имеет возможность определить пригодность схемы уже на этапе выбора рабочей точки.

Проведение ряда вычислений – температурного и многовариантного анализа, расчета и построения функций передачи по постоянному току и частотного анализа – проводится с использованием многоядерной архитектуры процессора. Запуск любого вида расчета не мешает далее работать со схемой и проводить параллельное моделирование.

Для создания схемы моделируемого устройства используется схемотехнический редактор.

Библиотека компонентов SimOne включает в себя встроенные Spice-модели, а также множество (более 30 тысяч) готовых моделей реальных радиокомпонентов.

Приложение SimOne поддерживает два формата файлов: расширение *.sch, содержащее всю информацию, нужную для отображения схемы, визуального редактирования, проведения анализов, а также расширение *.net – текстовый формат Spice-описания цепи. Заключение в нем данных недостаточно для визуального отображения цепи, но такие файлы можно редактировать в текстовом режиме. Пакет SimOne позволяет распечатывать результаты моделирования и страницы схем.

Основные компоненты SimOne: библиотека моделей схемных компонентов, иерархический схемотехнический редактор, графический модуль отображения результатов моделирования, постпроцессор.

Библиотека моделей компонентов содержит как встроенные Spice-модели компонентов (Spice-примитивы), так и обширную (более 30 000) базу готовых моделей реальных схемных компонентов. Реализована удобная работа с тестовыми Spice-библиотеками и графическими макромоделями. Схемотехнический редактор представляет собой много-документное Windows-приложение и позволяет удобно создавать и редактировать схемы, модели компонентов, управлять библиотекой моделей, задачами моделирования.

Графический модуль отображения результатов моделирования и пост процессорной обработки позволяет пользователю: строить графики интересующих переменных и функций от них, использовать функции курсоров для оценки параметров кривых, производить измерения и их пересчет при последующих запусках моделирования характеристик построенных кривых, получать спектральные характеристики кривых на основе быстрого преобразования Фурье.

Достоинства:

отличительной особенностью приложения является высокая скорость расчетов, обеспечиваемая использованием программных технологий и поддержкой многоядерной архитектуры процессоров. Запуск моделирования не останавливает работу над проектом, позволяя проводить параллельные анализы.

- составленные уравнения схемы в символьном и численном видах, рассчитанные переменные и прочие результаты моделирования могут быть экспортированы в математические пакеты Maple, Excel или MATLAB.

Недостатки:

- данный пакет схемотехнического моделирования предъявляет высокие требования к аппаратным средствам. Рекомендуется PC-совместимый компьютер с многоядерным центральным процессором, оперативной памятью не менее 1 Гб.
- последние версии SimOne стали коммерческими и свободно не распространяются.

Delta Design

Delta Design разработка российской компании Эремекс. Это комплексная среда сквозного проектирования электронных устройств. Система предоставляет разработчикам возможность создавать электрические схемы, проводить аналоговое и цифровое моделирование, проектировать печатные платы, выпускать всю необходимую документацию для производства. Система предлагает возможность переключения между английским и русским интерфейсами, а также имеет предустановки, которые позволяют выбрать стандарт создания компонент и схем (ГОСТ или IEEE).

Delta Design предназначен для сквозного цикла проектирования печатных плат, разработки принципиальных электрических схем, моделирования работы налоговых и цифровых устройств, разработки конструкции печатных плат, размещения компонентов и осуществления полуавтоматической и автоматической трассировки печатных плат, формирования и выпуска конструкторской документации.

Все модули программной среды Delta Design тесно интегрированы. Пользователь все время находится в одном рабочем пространстве, а переключение между различными областями разработки (библиотека или схема или печатная плата) осуществляется одним кликом. Система Delta Design представляет собой единую платформу, в состав которой входят программные модули для решения прикладных инженерных задач. Применение системы Delta Design позволяет реализовать сквозной цикл проектирования электронных устройств на базе печатных плат, а в дальнейшем и других функциональных устройств. Среда состоит из модулей, некоторые из которых являются взаимосвязанными программами (Delta Design Schematic, Delta Design Librarian, [TopoR](#)), а другие - самостоятельными решениями ([SimOne](#), FXRTOS).

Основное ядро системы Delta Design представляет единую платформу, на ее базе реализованы модули DDSchematic и DDLibrarian, которые имеют современный интерфейс и полнофункциональный инструментарий для разработки электроники.

Delta Design Schematic - редактор электрических принципиальных схем, позволяющий разрабатывать схемы любой сложности и формировать список соединений с целью последующей разработки печатной платы в системе TopoR. Редактор схем позволяет формировать схемы любого уровня сложности и иерархии, с целью последующего создания списка соединений для соответствующих прикладных задач. Принципиальным отличием данного редактора от существующих аналогов (P-CAD, OrCAD и др.) является развитый функционал графического редактора, который по своим возможностям приближается к механическим системам (Autocad, Компас и др.). Создание схемы ведется из компонентов единой библиотеки, при этом в любой момент времени можно проверить актуальность компонентов, используемых в проекте и при необходимости выполнить обновление компонентов из базы данных. Проект может содержать несколько листов схемы, соединение между которыми может быть как по горизонтали, так и по вертикали, с организацией иерархической структуры проекта. Все инструменты редактора схем имеют пользовательские настройки, позволяющие выполнять разработку документации в соответствии с любыми из существующих стандартов, в том числе и с ЕСКД. Для оформления схем электрических принципиальных, в соответствии с ГОСТ, имеются шаблоны и дополнительные инструменты, учитывающие особенности отечественных стандартов. По результатам разработки проекта возможно получение списка используемых элементов, в виде перечня элементов.

Delta Design Librarian — менеджер библиотек, дающий возможность создавать собственные базы компонентов для сквозного проектирования. Менеджер библиотек предназначен для организации базы данных электро-радиоизделий (ЭРИ), содержащей всю необходимую информацию для соответствующих схмотехнических и конструкторских задач. Каждый компонент базы данных, представляющий ЭРИ в системе САПР, может содержать условное графическое обозначение, посадочное место и модели для конкретных прикладных задач. Пользователь САПР имеет возможность организовать структуру библиотек по различным пользовательским характеристикам и отслеживать применяемость, как компонентов, так и их различных составных частей. Компоненты базы данных (БД) могут содержать необходимую карточку с атрибутами для организации поиска ЭРИ в БД и для последующей автоматической генерации текстовой. Дополнительно компонент может содержать ссылки на web-ресурсы и на документы с техническим описанием ЭРИ (Datasheet), которые доступны как в базе данных, так, впоследствии, и в редакторе схем.

В состав Delta Design входит высокопроизводительный авто-трассировщик печатных плат TopoR.

Delta Design включает модуль редактирования печатных плат, а также тесно интегрирована с топологическим авто-трассировщиком Topog. Такая конфигурация позволяет трассировать большой спектр печатных плат от простых до самых сложных. Сквозной маршрут проектирования электронных устройств Delta Design может быть использован как любителями, так и профессионалами, разрабатывающих сложные электронные устройства в промышленных масштабах.

Система имеет интуитивно понятный интерфейс, созданный на основе методологических наработок и современных программных технологий.

Изначально продукт создан с поддержкой российских ГОСТов, однако совместим с международными стандартами.

Delta Design разработана для работы под управлением 32- или 64-разрядных операционных систем Windows 7, 8.

Достоинства:

- единая платформа, позволяющая реализовать сквозное проектирование;
- интуитивно-понятный русскоязычный пользовательский интерфейс;
- удобный графический редактор;
- поддержка импорта проектов и библиотек из P-CAD 2006;
- поддержка ЕСКД. Входящие в состав системы шаблоны и стили оформления позволяют оформлять документацию в соответствии с требованиями ГОСТ;
- интеллектуальный схмотехнический редактор. Автоматическое прокладывание цепей схемы по оптимальному маршруту. Автоматическое создание портов на концах цепей. Автоматическое подключение к шине с заданием специального «входа./в шину». Перемещения компонентов, проводников, портов и шин с сохранением подключений.

Недостатки:

- распространение программы платное. (Есть бесплатная демо-версия);
- обратная сторона увеличения функциональности - для процесса обучения усложненный интерфейс.

Symica

Разработчик Symica (Symica Design Environment) - российская компания ООО «Интегральные Решения».

Symica содержит набор современных инструментов проектирования аналоговых и цифро-аналоговых интегральных схем.

Symica содержит в себе схмотехнический редактор, менеджер библиотек, символьный редактор, иерархический редактор, среду формирования задания на моделирование, входные/выходные трансляторы, и др.

Схемотехнический редактор Symica предлагает графический интерфейс и поддерживает стандартную организацию внутренней структуры проекта на базе OpenAccess, что позволяет переносить проекты из среды проектирования Symica в сторонние среды проектирования без дополнительных конвертаций. Проект в системе Symica может содержать следующие представления: schematic, symbol, config, functional (Verilog HDL), veriloga (Verilog-A), spicenl (SPICE-netlist).

Для моделирования аналоговых схем в САПР Symica применяется собственная программа схемотехнического моделирования SymSpice.

Основные характеристики SymSpice:

- поддерживаемые модели: резистор, конденсатор, индуктивность, диоды level 1, 2 и 3, Juncap, Juncap200, BJT Гуммель-Пун, HICUM 2.1, VBIC 1.2, MEXTRAM, MOS1, MOS3, MOSFET BSIM3v3.2, MOSFET BSIM4, BSIM4.5.0, EKV 2.6, EKV3, BSIM3-SOI, PSP, JFET, HiSIM HV 1.2.2, идеальные и управляемые источники питания;

- поддерживаемые анализы: TRAN, DC, AC, SWEEP, Monte Carlo;

- интерфейс для смешанного цифро-аналогового моделирования PLI v2.0. многоядерные вычисления;

- возможность автоматического вычислений параметров схемы и оптимизации (measure, optimize);

- SymSpice обеспечивает совместимость с промышленными стандартами по форматам нетлистов, модельным файлам, видам анализа и результатам моделирования.

SymProbe – полнофункциональная среда визуализации и анализа результатов моделирования. SymProbe предоставляет полный набор функций, необходимых разработчику аналоговых схем:

- поддерживаемые форматы данных: TRAN, DC, AC, SWEEP, Monte Carlo;

- гибкая настройка, возможность создания множественных осей X/Y;

- инструменты для измерения и комментирования графиков;

- графический калькулятор, поддерживающий более 50 операций;

- специализированные функции обработки сигналов: Fourier transform, eye diagram, histogram;

- возможность работы с файлами данных больших размеров.

САПР Symica прежде всего ориентирована на проектирование интегральных схем. При наличии SPICE моделей для электронных компонентов она может с успехом применяться для проектирования электронных схем на печатных платах.

Достоинства:

- законченное front-end решение для аналогового и смешанного проектирования интегральных схем;

- точное схемотехническое моделирование;

- моделирование поведенческого описания аналоговых и цифро-аналоговых блоков;

- совместимость с промышленными стандартами: возможность импорта/экспорта библиотек через язык SKILL Cadence;

- русскоязычная поддержка;

Недостатки:

- распространение программы платное.

LTspice/SwitcherCAD

SwitcherCAD/LTSpice – программа разработанная компанией [Linear Technology](#), предназначена для проектирования электрических цепей (аналоговых и цифровых) и анализа их электрических параметров в различных режимах. Средства программы позволяют строить электронные цепи средней сложности и большой сложности за счёт создания под-цепей.

LTspice (он же SwitcherCAD) представляет собой универсальную среду для проектирования и создания электрических схем с интегрированным симулятором смешанного моделирования. Программа позволяет быстро менять компоненты и параметры электронных схем, испытывать работоспособность новых вариантов, находить

оптимальные решения. Возможна загрузка списка соединений, сгенерированного другими инструментами для рисования схем или созданного вручную (расширения *.sp, *.cir, *.net или *.but). От аналогичных программ (Microcap, OrCAD) рассматриваемое ПО отличается малым объемом необходимого дискового пространства и более высокой скоростью моделирования процессов.

LTspice/SwitcherCAD содержит полную библиотеку компонентов компании Linear Technology Corporation (пассивные элементы и интегральные схемы, включая редкие модели импульсных контроллеров и регуляторов). Поскольку программа использует стандартные Spice-модели электронных деталей, к имеющейся базе можно добавлять библиотеки сторонних производителей, а также создавать свои собственные модели. Редактор имеет иерархическую структуру, рисование электронных цепей средней и большой сложности выполняется с помощью создания подсхем. Глубина иерархии и размер схемы ограничиваются только ресурсами компьютера.

Данный симулятор позволяет проводить:

- амплитудно-частотный анализ, при этом необходимо установить количество точек данных между линиями, тип шкалы, нижнюю и верхнюю частоты;
- анализ переходных процессов;
- спектральный анализ, который возможен лишь после исследования переходных процессов;
- анализ гармоник, включающий вычисление уровней и общего коэффициента гармонических искажений в процентах;
- спектральный анализ шумовых характеристик в выбранной точке схемы, а также шумовые характеристики, приведенные к входу.

В LTspice/SwitcherCAD предоставляется возможность построить семейство амплитудно-частотных характеристик при пошаговом изменении номинала выбранного элемента. Результаты всех моделирований отображаются в графическом окне, при этом существует возможность их дальнейшего анализа.

В отличие от других программ LTspice/SwitcherCAD способен записывать в wav-файл сигнал из любой точки цепи. Частота дискретизации и количество разрядов устанавливаются пользователем, а полученный файл может редактироваться в специализированной программе. Данные из файлов с расширением *.wav, помимо внутренних источников, генерируемых программой, могут являться входными сигналами рабочих схем.

Для проектирования печатных плат предусмотрено построение списка соединений с функцией упорядочивания следования имен выводов.

Программа работает с теми же spice-моделями электронных элементов, что и другие симуляторы, поэтому дополнительные библиотеки могут быть без труда добавлены к имеющимся.

Рассматриваемое ПО поддерживает все операционные системы семейства Microsoft Windows. Язык интерфейса LTspice/SwitcherCAD – английский.

Достоинства:

- LTspice/SwitcherCAD предназначен для использования, как опытными инженерами-проектировщиками, так и новичками;
- в отличие от аналогичных программ LTspice/SwitcherCAD характеризуется более высокой скоростью моделирования и малым объемом требуемого дискового пространства;
- свободное распространение.

Недостатки:

К недостаткам LTspice/SwitcherCAD следует отнести более сложный интерфейс в сравнении с Microcap, Multisim и OrCAD, а также ограниченное количество собственных библиотек элементов.

Автор gEDA польский программист Алеш Гвезда (Ales Hvezda). Само название gEDA происходит от английской аббревиатуры [EDA](#) (Electronic Design Automation) и префикса «g», типичного для открытых проектов, распространяемых под лицензией [GPL](#). Название проекта – gEDA-произошло от префикса «g», означающего проект открытого типа GNU GPL, и аббревиатуры Electronic Design Automation.

gEDA - это набор ПО с открытым исходным кодом от Ales Hvezda, основной задачей которого является создание проектов электронных устройств (САПР). Данный пакет располагает инструментами для трассировки печатных плат, подготовки к производству, изменения электрических схем и представляет собой целый набор программ, способных разрабатывать электрические схемы, проводить схемотехническое проектирование, прототипирование и подготовку к производству устройств низкого и среднего уровня сложности. Программный комплекс gEDA предоставляет широкие возможности по управлению атрибутами, редактированию электрических схем, аналоговому и цифровому моделированию, проектированию топологии печатных плат, созданию списков соединений и перечней элементов (BOM-листов) в различных форматах. Используя входящие в комплект программные средства, можно оперировать печатными платами, имеющими до восьми слоёв с неограниченным количеством соединений и компонентов. Стандартная версия gEDA включает довольно большую библиотеку символов разных электронных компонентов, вдобавок существует огромный on-line каталог.

Архитектура gEDA следует принципу Unix Way - все задачи поделены между множеством программ, каждая из которых выполняет только свою часть работы. Программы слабо связаны между собой, а конечные пользователи могут сами менять или настраивать детали маршрута проектирования.

Для ввода принципиальной электрической схемы используется программа gschem. Схемы состояются из символов компонентов, соединительных проводников, шин и различных дополнительных элементов оформления. В стандартной поставке gEDA есть довольно большая библиотека символов для различных электронных компонентов, плюс к тому существует большой on-line каталог символов, значительно превышающий по объёму то, что есть в стандартной поставке.

Оригинальный проект получил название gEDA/gaf и включает в себя: редактор электрических схем gschem, генератор списка соединений, также проверяющий схему на наличие ошибок gnetlist, софт для проверки синтаксиса библиотечных компонентов gsymcheck, редактор атрибутов gattrib, средство формирования списков соединений для PCB gsch2pcb, библиотеку API libgeda и наборы вспомогательных модулей. Кроме того за время развития проекта было присоединено множество узкоспециализированных самостоятельных приложений. Они стали частью gEDA, в частности: - средство топологии печатных плат PCB, софт для просмотра Gerber-файлов Gerbv, программа улучшенного SPICE-моделирования ngspice, современный симулятор в смешанном режиме GnuCap, графический интерфейс для GnuCap и ngspice – gspiceui, программа визуализации аналоговых сигналов gwave, симулятор и компилятор языка Verilog – Icarus Verilog, средство визуализации цифровых сигналов GTKWave, калькулятор расчета линий передачи wcalc. При этом никаких специальных ограничений использования данных программ нет, все перечисленные модули gEDA можно свободно изменять, распространять и переносить на другие архитектуры.

Наиболее простой путь установки – извлечение из бинарных пакетов дистрибутива. Однако для успешного запуска gEDA необходимы программы графического интерфейса GTK+, а некоторые из модулей рассматриваемого пакета требуют присутствия в системе определенных библиотек и других родственных программ, не относящихся к данному набору.

gEDA имеет ряд узкоспециализированных проектов, которые теперь считаются частью gEDA, в связи с чем оригинальный проект и его составные части стали называть gEDA/gaf (gschem and friends).

После моделирования работы электронных схем данные о компонентах и соединениях между ними экспортируются их формата gschem в формат программы разводки печатных плат PCB. Делается это с помощью утилиты gsch2pcb. На завершающем этапе происходит размещение компонентов и трассировки дорожек.

-gattrib — это вспомогательная программа, которая считывает файл со схемой gschem (.sch) и создаёт на его основе таблицу со списком используемых компонентов, и их атрибутами, такими, как электрофизические характеристики, типы корпусов и т.п. Основное назначение - редактирование атрибутов компонентов. Результат сохраняется в .sch файл;

-gnetlist - инструмент, конвертирующий файл с принципиальной схемой в эквивалентный ей список соединений (netlist) (текстовое представление схемы) в различных форматах. В частности, gnetlist может использоваться для создания перечня материалов (Bill of Materials, BOM), программ нормоконтроля (Design Rule Checks, DRCs), файлов со списками соединений (netlist), для использования в различных программах трассировки печатных плат (таких как Allegro, PADS, pcb (часть gEDA Tool Suite), Protell, Tango, RACAL-REDAC, и других), входных файлов для Spice-симуляторов, кода на VHDL, кода на Verilog и т.д.;

-grenum - утилита для перенумерации условных обозначений в файлах со схемами;

-gsch2pcb - предпочтительный метод для создания netlist для утилиты трассировки печатных плат pcb (которая также является частью gEDA Tool Suite);

-gspiceui - GNU Spice GUI предоставляет графически пользовательский интерфейс (GUI). Он использует gnetlist для конвертирования файлы со схемами в файлы со списками соединений (netlist) и gwave для отображения результатов моделирования. gSchem при этом является предпочтительным инструментом для ввода принципиальной схемы;

-gsymcheck используется для проверки условных обозначений компонентов, созданных с gEDA Tool Suite (на пример в gschem, tragesym, и т.д.);

-refdes_renum читает файл с принципиальной схемой в формате gschem и перенумерует все условные обозначения. Нумерация начинается с 1. Старый файл со схемой замещается обновлённым;

-tragesym — скрипт на python, служащий для создания новых условных обозначений (символов, symbols) компонентов из структурированного текстового файла. Получившиеся символы обычно требуют доводки в gschem.

Достоинства:

-в настоящее время пакет вполне пригоден для проектирования устройств среднего уровня сложности и может быть полезен как студентам, любителям, так и профессиональным разработчикам электронных устройств;

-программное обеспечение в рамках проекта gEDA распространяется бесплатно;

-за счет того, что утилита использует двоичные файлы и открывает npar в командной строке, возможно создание чистого java. Это программное обеспечение идеально подходит для проектирования устройств средней степени сложности;

-все форматы файлов и исходные тексты доступны под лицензией GPL;

-независимость от любого поставщика все программы gEDA поставляются с полным набором исходных текстов. Их можно свободно распространять, изменять, улучшать и переносить на другие архитектуры;

-нет никакого механизма ограничения использования данных программ (таких как использование серийных номеров жёстких дисков или ethernet-адресов.

-защита старых версий проектов. Так как программное обеспечение всегда будет доступно и всегда может быть обновлено для работы с обновлённой операционной системой или библиотеками, всегда будет возможность просмотра и редактирования файлов проектов gEDA;

-открытый процесс разработки. Это означает, что программы взаимодействуют друг с другом с помощью известных и документированных средств (файлов/API);

-стабильность. Ошибки, вызывающие отказы, обнаруживаются немедленно и исправляются настолько быстро, насколько это возможно;

Недостатки:

-интерфейс программного комплекса представлен на английском языке.

-изначально проект gEDA был ориентирован на платформы совместимые с GNU/Linux или Unix, однако, в настоящее время некоторые программные средства, входящие в состав комплекса, портированы для работы в операционной системе Windows.

Выводы

Рассмотренные в статье программные продукты SimOne, Delta Design, Symica, LTspice/SwitcherCAD, gEDA обладают функциональной достаточностью, имеют понятный интуитивный интерфейс и вполне могут быть востребованы при организации учебного процесса.

Список литературы

1. Трухин А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании [Текст] / А.В.Трухин // Открытое и дистанционное образование. – 2002. – № 4 (8) .

2.Токарев А.Н. Проектирование виртуальной учебной лаборатории [Текст] / А.Н.Токарев // «Наука вчера, сегодня, завтра»: сборник статей по материалам 13 международной научно-практической конференции. (09 июня 2014 года).

3.Mike Brinson. Qucs. Component, compact device and circuit modelling using symbolic equations. <http://qucs.sourceforge.net/docs.html>, 2007, 49p.

4. Опыт разработки и эксплуатации виртуальной лаборатории по курсам ОТЦ и ТОЭ [Текст] / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Ю.В. Гусев и др. // Современное образование: инновации и конкурентоспособность. Материалы региональной научно-методической конференции г. Томск, 2004 г. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2004. - с. 85-86.

5. <http://cxem.net/software/symica.php>.

6.http://cxem.net/software/delta_design.php.

7.<http://cxem.net/software/ltspice.php>.