



УДК 378.4

С.В. Лебедева, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В.И. Мерзляков, к.т.н., ст. преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИНАХ

Ключевые слова: программные пакеты, компьютерное моделирование, обучение, электронные схемы, проектирование

В статье приведен обзор популярных программных пакетов, предназначенных для создания электронных схем, симуляции их работы, снятия характеристик моделируемых устройств и разводки печатных плат. Рассмотрены достоинства и недостатки только компьютерного моделирования или только исследования на реальном лабораторном стенде. Предложен вариант совместного использования компьютерного моделирования и проверки полученных результатов на реальных стендах.

В настоящее время вновь поднимается вопрос о возможности полной замены реальных стендов и приборов на программные пакеты. Целью этой замены является «экономия средств на закупку и обновление специализированного оборудования, возможность универсализации и повышения скорости его обновления» (распоряжение проректора ФГБОУ ВО «ВГУВТ» по учебно-методической работе от 03.03.2016 №25-Р).

Для студентов технических специальностей электромеханического факультета лабораторные работы по исследованию параметров и характеристик электротехнических и радиотехнических цепей и устройств составляют достаточно большой раздел в изучаемых дисциплинах [1-3]. Лабораторные работы выполняются и на реальных стендах и с помощью программных пакетов (например, Multisim).

Сегодня различными компаниями и отдельными разработчиками предлагается более 70 программных пакетов (коммерческих и бесплатных), в той или иной мере моделирующих работу электронных схем [2, 4-6]. Проведем обзор некоторых популярных программных пакетов, предназначенных для создания электронных схем, симуляции их работы, снятия характеристик моделируемых устройств и разводки печатных плат.

Proteus VSM – мощнейшая система автоматизированного проектирования, позволяющая виртуально смоделировать работу огромного количества аналоговых и цифровых устройств. Программный пакет Proteus VSM позволяет собрать схему любого электронного устройства и моделировать его работу, выявляя ошибки, допущенные на стадии проектирования и трассировки. Программа состоит из двух модулей: ISIS – редактора электронных схем с последующей имитацией их работы и ARES – редактора печатных плат. Пример схемы с использованием модуля ISIS приведен на рисунке 1. Редактор ARES может создать трехмерную модель печатной платы. Proteus VSM включает в себя более 6000 электронных компонентов со всеми справочными данными, а также демонстрационные ознакомительные проекты.

Кроме этого программа Proteus VSM имеет инструменты USBCONN и COMPM, которые позволяют подключить виртуальное устройство к портам USB и COM компьютера. При подсоединении к этим портам любого внешнего прибора виртуальная схема будет работать с ним, как если бы она существовала в реальности.

Однако Proteus VSM является коммерческим продуктом. Есть бесплатная демонстрационная версия. Она обладает всеми функциями и возможностями платного пакета, но не позволяет сохранить или распечатать результат работы, создать свой собственный микроконтроллер.

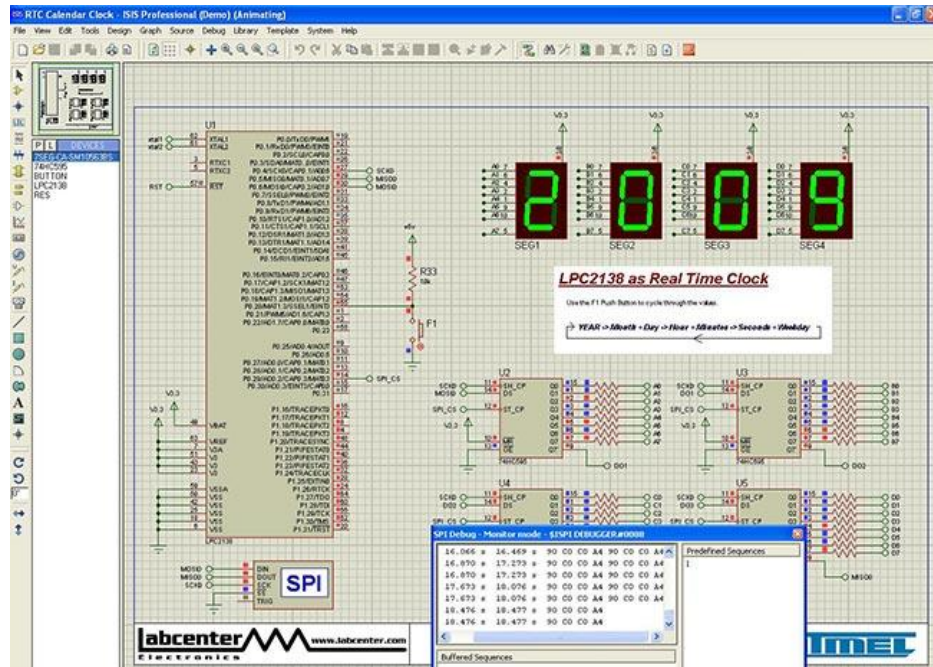
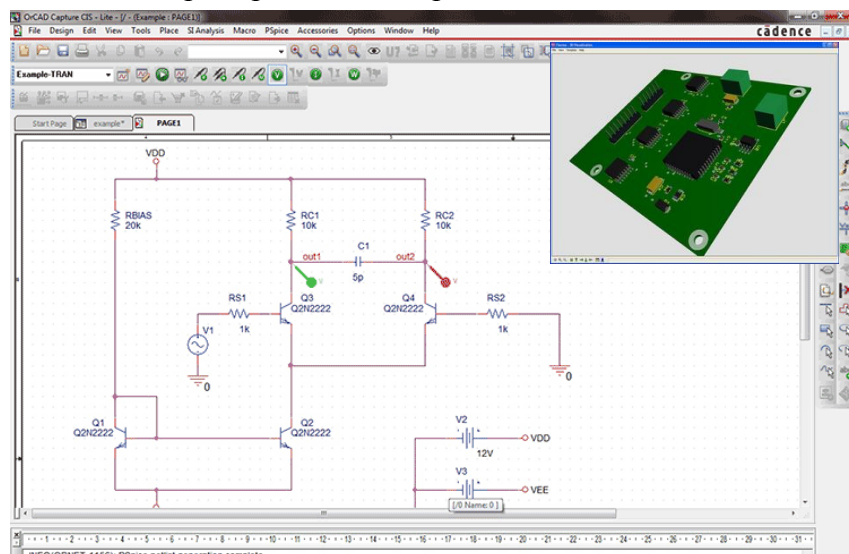


Рис. 1. Пример схемы с использованием модуля ISIS программы Proteus VSM

OrCAD – одна из лучших программ сквозного проектирования электронной аппаратуры, предоставляющая огромные возможности разработки и моделирования электронных схем и создания печатных плат. OrCAD представляет собой целый ряд модулей, каждый из которых обладает собственными уникальными функциями. Программный пакет OrCAD позволяет выполнять различные этапы процесса разработки: входное проектирование, функциональное моделирование, синтез, размещение, трассировка, моделирование задержек, генерация элемента. Пример схемы, собранной в пакете OrCAD приведен на рисунке 2.

Рис. 2. Пример схемы, собранной в пакете OrCAD



Основным недостатком OrCAD является его высокая стоимость – от базовой OrCAD PCB Designer Lite до профессиональной OrCAD PCB Designer Professional конфигураций. Кроме этого последние версии OrCAD предъявляют достаточно высокие системные требования к оборудованию.

Micro-Cap – это профессиональная программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования с возможностью анализа цепей электронных устройств средней степени сложности [1].

Программа имеет интуитивно понятный интерфейс (рис. 3), большой спектр возможностей и нетребовательна к вычислительным ресурсам персонального компьютера. Очень популярна среди радиолюбителей, студентов и преподавателей электроники. Micro-Cap позволяет создавать электрические цепи в графическом редакторе, задавать параметры анализа и изучать полученные данные. Процесс моделирования включает в себя целый набор различных анализов: переходных процессов, передаточных характеристик по постоянному току, малосигнальных частотных характеристик, чувствительностей по постоянному току, нелинейных искажений.

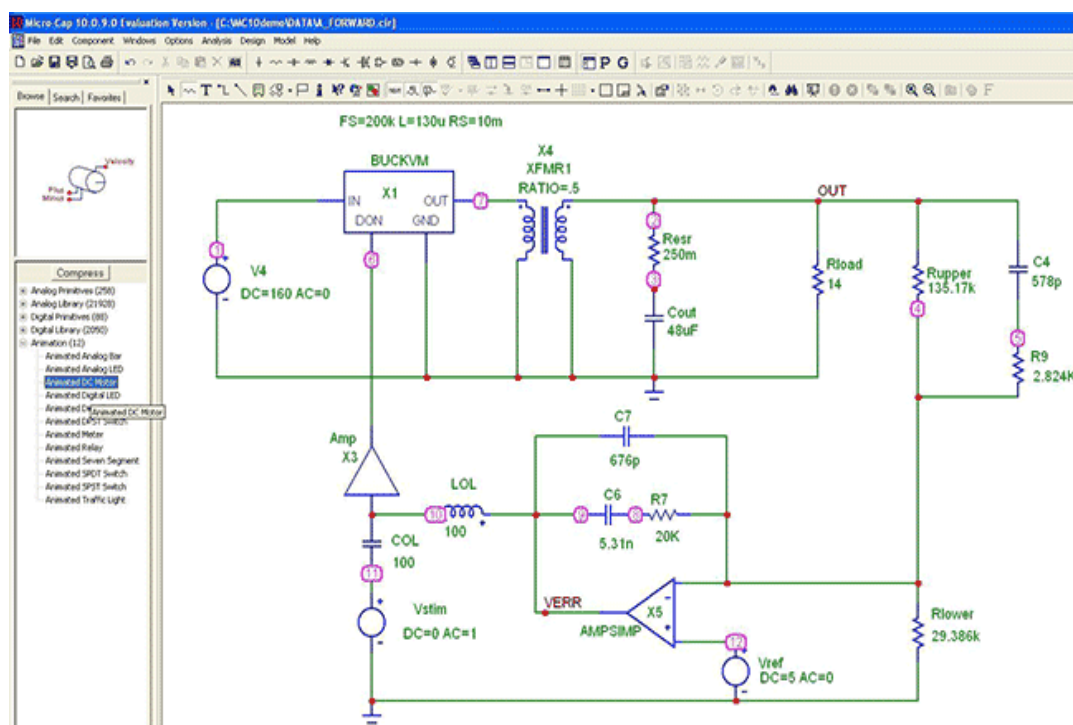


Рис. 3. Пример схемы в программе Micro-Cap

Стоимость Micro-Cap составляет несколько тысяч долларов, однако на сайте разработчика можно скачать свободно распространяемую Evaluation Version, которая обладает многими возможностями полнофункциональной. Основные ограничения – не более 50 элементов в схеме, урезанная библиотека компонентов, невозможность построения ряда графиков и медленная скорость работы. Это является существенным недостатком для ее использования в процессе обучения студентов.

NI Multisim – аналогичная программа. Главная особенность NI Multisim – простой наглядный интерфейс, мощные средства графического анализа результатов моделирования, наличие виртуальных измерительных приборов, копирующих реальные аналоги. Библиотека элементов содержит более 2000 SPICE-моделей компонентов многих известных производителей. В программе присутствуют электромеханические модели, импульсные источники питания, преобразователи мощности, а также виртуальные элементы в 3D-изображении.

NI Multisim выпускается в двух вариантах – Professional и Education. Версия программы Multisim, предназначенная для учебных заведений, включает в себя обучающие курсы, подготовленные аппаратные решения и рабочие учебники на английском языке. Программа способна взаимодействовать с аппаратными платформами National Instruments – myDAQ (библиотека контрольно-измерительного оборудования) и NI ELVIS (виртуальный инструментальный для учебной мастерской), что делает возможным создание целых виртуальных лабораторий систем управления, энергетики, мехатроники и силовой техники.

Пример схемы в программе Multisim приведен на рисунке 4.

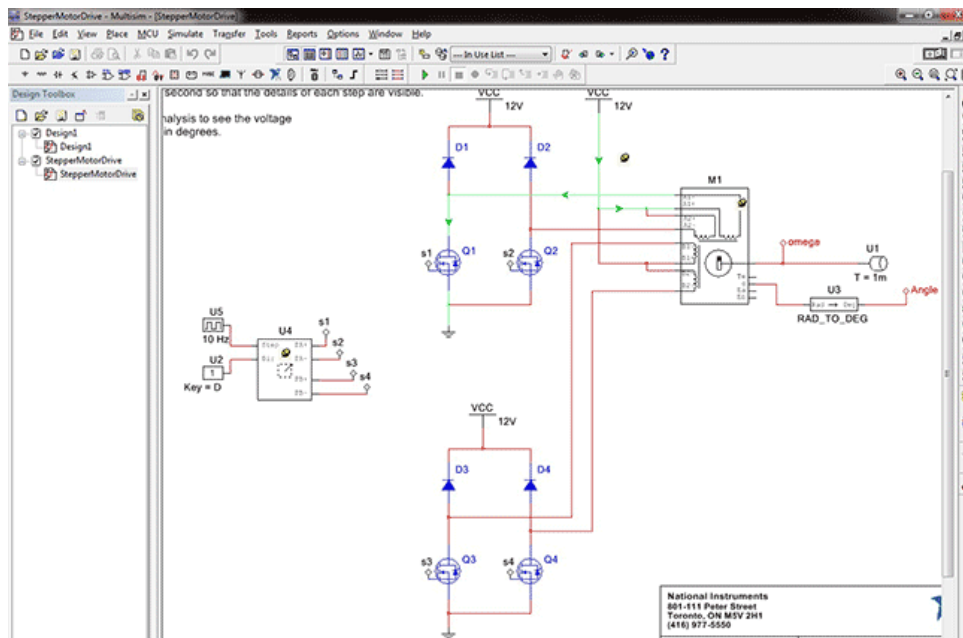


Рис. 4. Пример схемы в программе Multisim

Последние версии программы обладают улучшенной функциональностью, новыми инструментами для моделирования, расширенной базой элементов, благодаря чему разработка и создание проектов электрических схем может выполняться гораздо более точно и быстро. К недостаткам следует отнести высокую цену и наличие некоторых недоработок в моделях.

LTspice (он же SwitcherCAD) представляет собой универсальную среду для проектирования и создания электрических схем с интегрированным симулятором смешанного моделирования работы аналоговых и цифровых электрических цепей. Программа позволяет быстро менять компоненты и параметры электронных схем, испытывать работоспособность новых вариантов, находить оптимальные решения. От аналогичных программ (Microcap, OrCAD) рассматриваемое ПО отличается малым объемом необходимого дискового пространства и более высокой скоростью моделирования процессов. Из недостатков LTspice необходимо отметить довольно неудобный интерфейс и ограниченное количество библиотек элементов (рис. 5).

EasyEDA - бесплатная, не требующая инсталляции на диск, облачная система автоматизированного проектирования электроники (EDA). Она была разработана для того, чтобы дать инженерам-электронщикам, радиолюбителям, преподавателям и студентам инженерных специальностей удобный инструмент проектирования электронных схем, печатных плат и отладки схем в симуляторе. Все части программы могут быть запущены прямо в браузере, на персональном компьютере, ноутбуке или планшете. Пример схемы в программе EasyEDA представлен на рисунке 6.

Возможности программной среды EasyEDA:

удобный редактор схем, который позволяет быстро нарисовать электронную схему в браузере, используя библиотеку готовых шаблонов для множества электронных компонентов;

симулятор цепей дает возможность выполнять проверку аналоговых, цифровых и смешанных схем с использованием SPICE-моделей и подсхем.

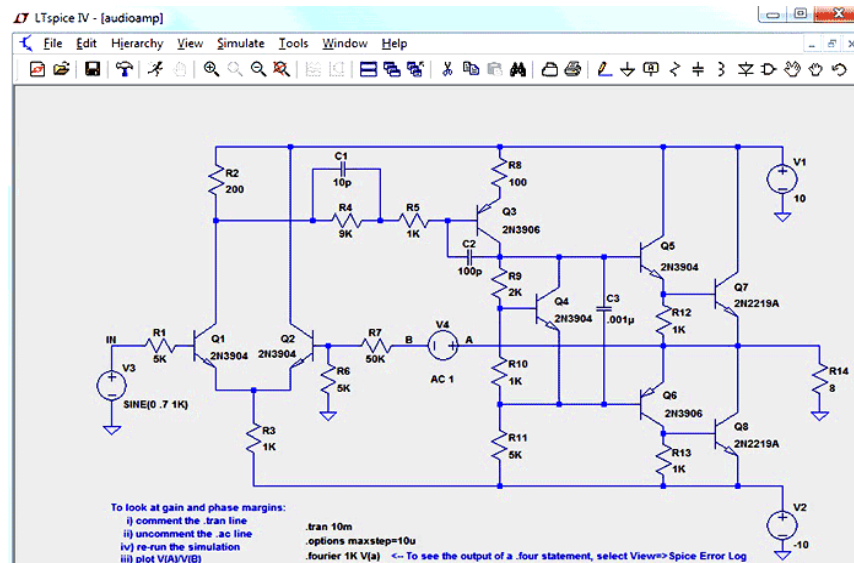


Рис. 5. Пример схемы в программе LTspice

Разработка печатных плат онлайн – быстрая и легкая разработка как однослойных, так и многослойных печатных плат с сотнями и тысячами контактных площадок.

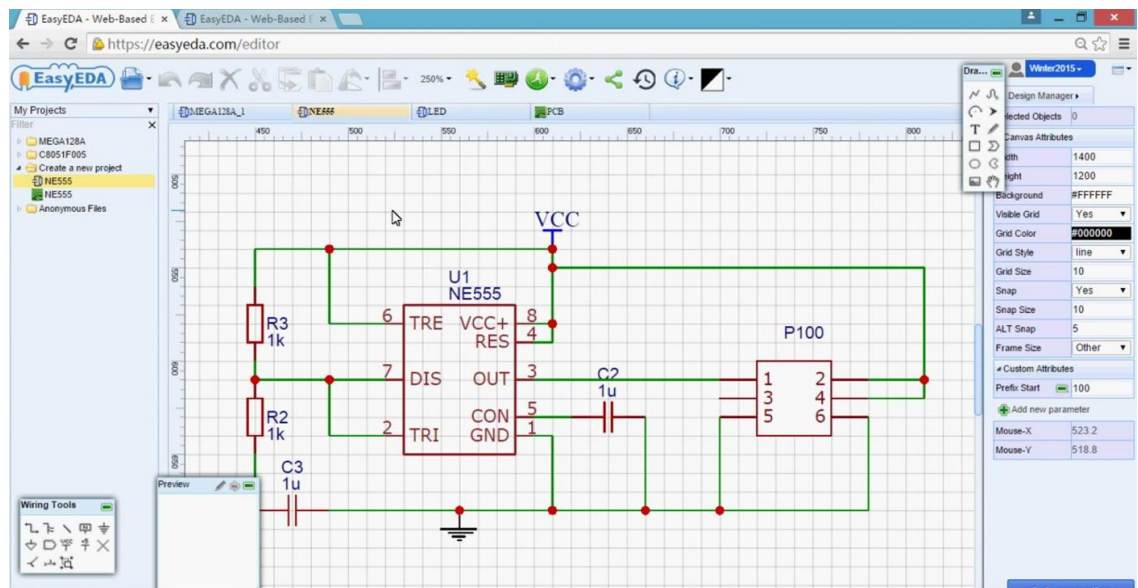


Рис. 6. Пример схемы в программе EasyEDA

TINA-TI – еще один бесплатный SPICE-симулятор с простым, интуитивно понятным графическим интерфейсом, позволяющим освоить программу в кратчайшие сроки, предназначен для проектирования, симуляции и отладки различных схем электронных устройств (рис. 7). Данный софт не имеет каких-либо ограничений на число используемых устройств и узлов, без проблем справляется с комплексными работами, идеально подходит для моделирования поведения различных аналоговых схем и импульсных источников питания. При помощи TINA-TI возможно «с чистого листа» создать проект

любой сложности, объединить фрагменты уже готовых решений, проверить и определить некоторые качественные показатели схемы. Для этого существуют следующие виртуальные приборы: осциллограф, анализатор сигналов, цифровой тестер (с измерителем частоты), генератор функций и записывающее устройство. Виртуальные приборы программного комплекса максимально приближены по использованию к реальным устройствам. К недостаткам следует отнести наличие в бесплатной версии некоторых недоработок в моделях.

Программа разрабатывалась совместными усилиями сотрудников компаний Texas Instruments и DesignSoft и является ограниченной версией более мощного, но платного программного пакета DesignSoft под названием TINA.

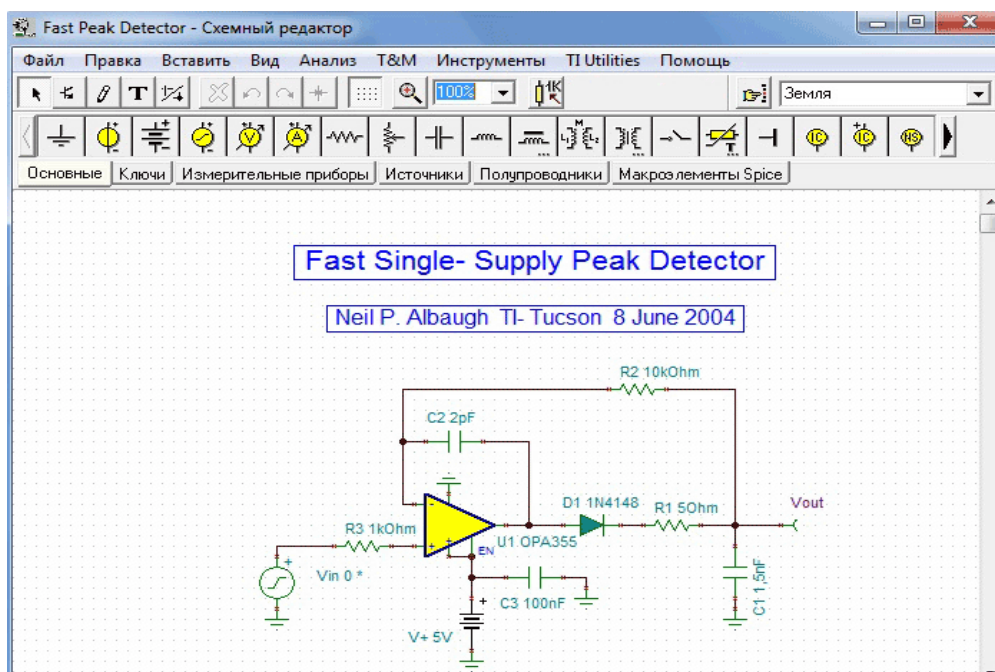


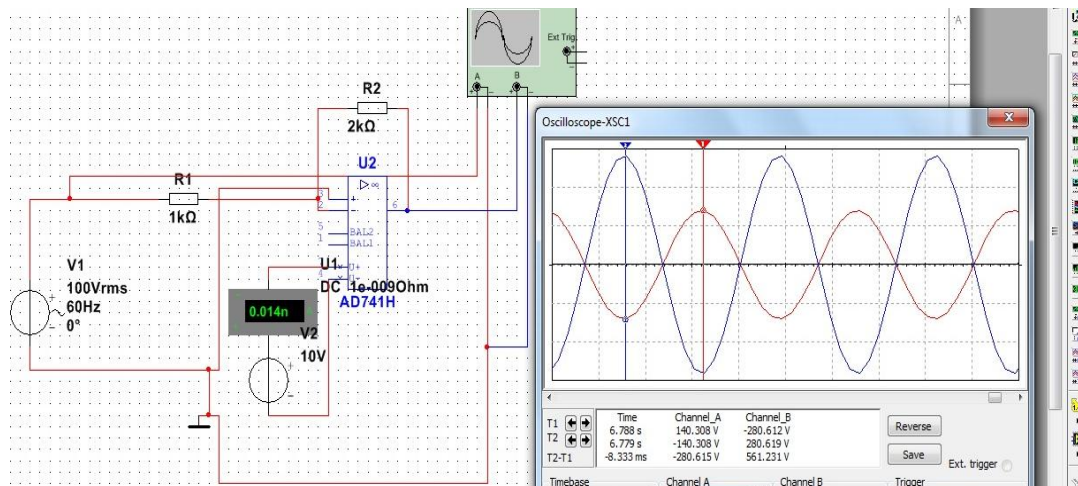
Рис. 7. Пример схемы в программе TINA-TI

Имеется еще некоторое количество программных продуктов, выполняющих аналогичные функции, как дорогостоящих, так и бесплатных. Все они имеют свои достоинства и недостатки. Один из опросов специалистов в области радиоэлектроники по использованию программных продуктов показал следующие результаты: LTspice – 26,67%; Micro-Cap – 23,33%; OrCAD – 16,66%; Proteus – 6,67%; Multisim – 3,33%; другие – 16,67%; не используют никакие – 6,67%.

По нашим оценкам при работе со студентами Multisim имеет некоторое преимущество по отношению к другим пакетам [7–9]. Его особенностью является наличие контрольно-измерительных приборов, по внешнему виду и характеристикам приближенных к их промышленным аналогам и простой дружественный интерфейс.

Моделирование электронных базовых схем в электронной лаборатории и визуализация результатов в виде осциллограмм, графиков характеристик, показаний виртуальных приборов способствует лучшему пониманию принципов функционирования реальных схем управления и контроля технологическими процессами производства. Симулятор может сэкономить немало времени, учитывая, что не нужно ехать в магазин за деталями, потом паять платы, устанавливать их в корпуса. Имеющаяся в распоряжении разработчика или исследователя аппаратура (генераторы, источники питания, мультиметры, осциллографы, анализаторы спектра и др.) имеет большой диапазон устанавливаемых и измеряемых параметров и даже некорректное использование этих устройств не приводит к выходу их из строя, а, следовательно, экономит средства и время. Но необходимо подходить к моделированию разумно, учитывать все преимущества, и все ограничения моделей элементов и приборов. Слишком часто студенты бездумно доверяют результатам,

полученным на компьютере, и не относятся к ним критически. При самостоятельном проведении исследований схем им не всегда удастся отследить адекватность работы схем, например отсутствие ограничений напряжения на выходе схемы с операционным усилителем (рис. 8). В примере на выходе ОУ получено напряжение 280 В. Правда



положительным моментом является то, что при этом осциллограф и элементы схемы остались работоспособны в отличие от случая работы с реальной аппаратуры. Но в этом же скрывается и недостаток: раз ничего не вышло из строя – значит все в порядке, и полученный результат – адекватный.

Рис. 8. Исследование свойств схемы на операционном усилителе в программе Multisim

Таким образом, моделирование на компьютере не избавляет от необходимости думать, поскольку компьютерные модели несовершенны. Они описывают реальный объект с определенной степенью упрощения, а раз модели неидеальны - полностью доверять моделированию нельзя.

После того, как устройство разработано, его необходимо отладить, то есть заставить работать так, как задумывалось. Для этого его надо реализовать в «железе». Когда мы реализуем устройство "в железе", мы увидим отличия реальности от компьютерной модели. Процесс отладки позволяет нам учесть влияние всего того, что в силу разных причин не попало в расчет.

Рассмотрим теперь выполнение лабораторных работ с реальным стендом, например «Электроника» научно-технического предприятия "Центр" [10, 11], часть передней панели которого представлена на рисунке 9.

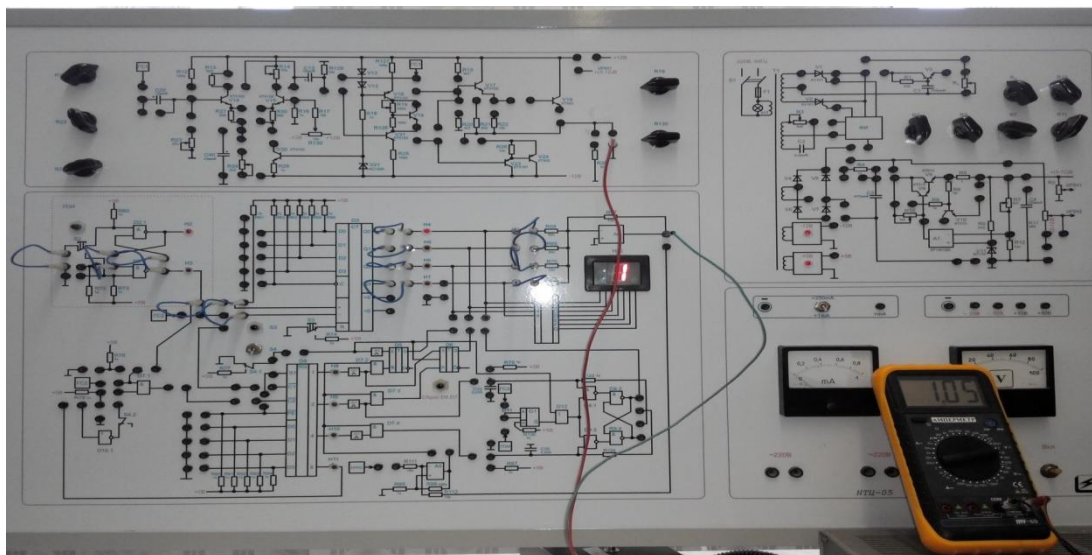


Рис. 9. Часть передней панели стенда «Электроника»

Лабораторные стенды в отличие от своих программных аналогов имеют следующие преимущества:

- каждый их элемент обладает реальными физическими параметрами, которые невозможно просчитать математически в силу множества факторов случайного характера, определяющих эти параметры;
- для измерения электрических величин используются реальные измерительные приборы.

Недостатком лабораторных стендов является:

- ограниченность в изменении параметров электронных элементов схемы;
- невозможность подключения приборов к любой точке схемы;
- плохая наглядность исследуемой схемы из-за наличия соединений внешними проводами;
- сложность приобретения самых современных измерительных приборов из-за их высокой стоимости.

Выводы

Моделирование электронных базовых схем в электронной лаборатории и визуализация результатов в виде осциллограмм, графиков характеристик, показаний виртуальных приборов способствует лучшему пониманию принципов функционирования реальных электронных схем. Но необходимо подходить к моделированию разумно, имея представление о преимуществах и ограничениях компьютерных моделей, которые несовершенны. Они описывают реальный объект с определенной степенью упрощения, а раз модели неидеальны – полностью доверять моделированию нельзя. Поэтому обучение только с помощью компьютерного моделирования не позволяет подготовить хороших специалистов – эксплуатационников. В идеале требуется предварительное обучение с помощью постоянно обновляемых компьютерных программ, а затем проводить исследования на реальных стендах.

Список литературы:

1. Кардашев Г.А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 260 с.
2. Хайнеман, Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE: пер. с нем. / Р. Хайнеман. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 336 с.

3. Ногин В.Н. Аналоговые электронные устройства: учеб. пособие для вузов / В.Н. Ногин. – М.: Радио и связь, 2010. – 304 с.
4. САД-программы [Электронный ресурс] // URL: http://сhem.net/software/soft_CAD.php /. (Дата обращения: 10.05.2016).
5. А. Сергеев Моделирование электронных схем в OrCAD EE Designer. Руководство для начинающих. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.orcada.ru/publication/pub-model-electr-schem> /. (Дата обращения: 10.05.2016).
6. Мультимедийный интернет-журнал «Электрон» №3. 07.2014. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.sxemotehnika.ru/zhurnal/modelirovanie-skhem-v-programme-multisim.html> /. (Дата обращения: 10.05.2016).
7. Гордяскина Т.В., Лебедева С.В., Рубцов А.В. Применение проблемно-ориентированного программного пакета Multisim в технической диагностике частотно-избирательных радиотехнических цепей. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 43. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015.– С.43-48.
8. Лебедева С.В. Особенности использования пакетов прикладных программ при обучении на специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». Труды 15-го международного научно-промышленного форума «Великие реки - 2013». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013.–С. 108-111.
9. Гордяскина Т.В., Лебедева С.В. Об использовании пакета «Multisim» при изучении курса «Радиотехнические цепи и сигналы». Труды конгресса 12 международного научно-промышленного форума «Великие реки` 2010». Том 2. – 18-21 мая 2010. Нижний Новгород. С. 164-165.
10. Лебедева С.В. О методике преподавания дисциплины «Общая электротехника и электроника» с использованием стенда «Электроника». Труды конгресса 12 международного научно-промышленного форума «Великие реки` 2010». Том 2. – 18-21 мая 2010. Нижний Новгород. С. 159-161.
11. Ахлестин П.В., Лебедева С.В., Максимов А.Л. Использование стенда «Электроника» для изучения схем на операционных усилителях "Труды 14-го международного научно-промышленного форума «Великие реки - 2012». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012.

FEATURES OF THE USE SOFTWARE PACKAGES IN TECHNICAL DISCIPLINES S.V. Lebedeva, V.I. Merzlyakov

Keywords: software packages, computer simulation, training, electronic circuits, design

The article provides an overview of popular software packages for creating electronic circuits, simulation of their work, the characterization of simulated devices, and PCB layout. The advantages and disadvantages of computer simulation only, or only research on the real laboratory stand. A variant was given of the joint use of computer simulation and verification of the results obtained on real stands.