

Сравнительный анализ виртуальных и физических лабораторных стендов по электротехнике

Корзин Владимир Викторович

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета
к.т.н., доцент, доцент кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника»*

Силаева Елена Юрьевна

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета
старший преподаватель кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника»*

Еремина Елена Леонидовна

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета
ассистент кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника»*

Аннотация

В статье рассматриваются особенности виртуальных и физических стендов для проведения лабораторных работ по электротехнике. Приведены возможности виртуальных и физических стендов, а также рассмотрен состав физических лабораторных стендов и применяемое оборудование. Представлены названия выполняемых лабораторных работ по электротехнике.

Ключевые слова: лабораторный стенд, электротехника, лабораторная работа, электроизмерения.

Comparative analysis of virtual and physical laboratory stands for electrical engineering

Korzin Vladimir Viktorovich

*Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department "Automation, Electronics and Computer Engineering"*

Silaeva Elena Yuryevna

*Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University
Senior Lecturer of the Department "Automation, Electronics and Computer Engineering"*

Eremina Elena Leonidovna

*Volzhsy Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University
Assistant of the Department "Automation, electronics and computing"*

Abstract

The article discusses the features of virtual and physical stands for laboratory work on electrical engineering. The possibilities of virtual and physical stands, as well as the composition of the physical laboratory stands and the equipment used. The names of the performed laboratory work on electrical engineering are presented.

Keywords: laboratory bench, electrical engineering, laboratory work, electrical measurements.

Изучение курса электротехники студентами неразрывно связано с выполнением лабораторных работ, позволяющих студентам приобрести навыки монтажа электрических схем, измерения электрических величин и проведения электротехнических расчётов. Проведение лабораторных работ может осуществляться как с использованием физических установок, собранных на реальных элементах, таких как резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, транзисторы, микросхемы, так и с использованием программного обеспечения, позволяющего моделировать различные электронные схемы. Порядок выполнения лабораторной работы и методика её выполнения при использовании реальных физических приборов и программного обеспечения различаются и регламентируются соответствующим методическим руководством.

Одним из программных средств для виртуальной электротехнической лаборатории может быть выбран пакет моделирования и анализа электрических схем Multisim от компании National Instruments, который позволяет, во-первых, сделать изучение теоретической части курса электротехники наглядным, во-вторых подготовить студентов к работе в реальной лаборатории, обучая его методике планирования и проведения экспериментов. Выполняя виртуальную сборку электрической схемы, подключение виртуальных измерительных приборов электрических величин, задание параметров и установку режимов работы на панелях приборов студенты получают результаты измерений в привычной форме. Процесс исследования является понятным, поскольку на экране компьютера отображаются в привычной форме такие измерительные приборы, как вольтметр, амперметр, ваттметр, мультиметр, осциллограф и др. [1]

В программном пакете Multisim применяется аппарат исследования электрических схем, включающий все современные методы анализа.

Отображение диаграмм во времени (осциллограмм) в пакете Multisim можно осуществить двумя способами:

- моделированием с помощью функции анализа Transient Analysis (Анализ переходных процессов);
- с помощью виртуального осциллографа Oscilloscope.

В программе Multisim 11 можно воспользоваться любым из четырех доступных осциллографов:

- двухканальным,
- четырехканальным,
- осциллографом Agilent 5462D,
- осциллографом Tektronix TDS2024.

Определение устойчивости работы электрической цепи выполняется функцией Pole Zero Analysis, которая даёт возможность определить полюсы и нули передаточной функции цепи.

Степень влияния компонентов электрической цепи на выходной сигнал может быть определена функцией Sensitivity Analysis.

Определение составляющих ряда Фурье, образующих сигнал и вычисление степени его искажения позволяет функция Analysis Fourier.

Провести исследование влияния изменения параметров компонента на функционирование цепи позволяет функция Monte Carlo Analysis, являющаяся статистическим методом определения устойчивости работы электрической цепи.

Анализ искажений сигнала, которые не могут быть выявлены с помощью функции Transient Analysis выполняется посредством функции Distortion Analysis. [1,2]

Также для проведения виртуальных лабораторных работ по электротехнике может использоваться среда графического программирования инженерных приложений LabVIEW. Система LabVIEW является программно-технологической основой создания, функционирования и проведения процесса экспериментальных исследований на моделях различного уровня, например, математическое моделирование на основе технологий виртуальных приборов или их интеграции с реальными физическими объектами [3,4].

Виртуальные лабораторные стенды могут использоваться в качестве тренажера перед выполнением работы на реальном оборудовании. Также они позволяют организовать самостоятельную работу студентов при изучении теоретических разделов электротехнических дисциплин более эффективно. Наличие компьютера позволяет студентам обучаться в любое время и в любом месте. Виртуальный лабораторный практикум является единственно возможным в условиях развивающейся в настоящее время дистанционной формы обучения и является одним из образующих элементов информационных интернет-технологий. Однако недостатком виртуальных лабораторных работ является невозможность получения студентами практических навыков сборки электрических схем с применением проводов и реальных приборов.

Для проведения лабораторных работ по электротехнике предназначено и лабораторное автоматизированное рабочее место (ЛАРМ), имеющее в своём составе источник питания, микроконтроллер, плату сбора данных и интерфейсную плату. Комплекс ЛАРМ функционирует совместно с компьютером, снабжённым специальным программным обеспечением.

Также в состав этого комплекса входит макетная плата (коннектор), на которой набираются электрические и электронные схемы [6].

Лабораторное автоматизированное рабочее место функционирует в режиме дистанционного управления через интерфейс USB компьютера и платы сбора данных. В состав комплекса ЛАРМ входят следующие приборы:

- источник питания с микропроцессорной стабилизацией, предназначенный для питания внешних устройств;
- генератор сигналов, предназначенный для генерации электрических сигналов, имеющих различную форму;
- цифровой двухканальный осциллограф, предназначенный для исследования однократных и периодических электрических сигналов в диапазоне частот от 1 Гц до 500 кГц, а также цифрового измерения амплитудных и временных характеристик сигналов. При этом сигналы регистрируются в цифровой памяти и отображаются на экране компьютера;
- вольтметр, предназначенный для измерения постоянных и переменных напряжений;
- амперметр, предназначенный для измерения постоянных и переменных токов. Амперметр построен на базе вольтметра и измерительного сопротивления;
- логический генератор, предназначенный для генерации цифровых TTL-сигналов;
- логический пробник, предназначенный для регистрации цифровых TTL-сигналов.

С помощью данного комплекса можно выполнять 11 лабораторных работ по теории линейных и нелинейных электрических цепей, а также по основам аналоговой и цифровой электроники [7].

Ещё одним физическим стендом для проведения лабораторного практикума по электротехническим дисциплинам является «Миниатюрная электротехническая лаборатория МЭЛ» [8], имеющую комплект встроенных современных измерительных приборов и содержащую на одном наборном поле все традиционные лабораторные работы по теории электрических цепей и аналоговой электронике.

Блок питания обеспечивает стабилизированные номиналы напряжений (+5 В, -5 В, +12 В, -12 В), необходимые для внутреннего питания всех узлов. Кроме этого, имеется 2 гальванически развязанных регулируемых стабилизированных источника напряжения с гальванической развязкой, выводы которых вынесены на лицевую панель. Все источники напряжений имеют самовосстанавливающуюся защиту от перегрузки и коротких замыканий.

Генератор трехфазного напряжения формирует три напряжения с частотой 50 Гц, амплитудой 2 В, сдвинутые по фазе на 120° . Он выполнен на микроконтроллере и цифроаналоговых преобразователях.

Функциональный генератор формирует сигналы синусоидальной, прямоугольной или треугольной формы в диапазоне от 20 Гц до 1 МГц,

имеет грубую и плавную регулировку частоты, регулировку амплитуды, смещения и скважности.

С помощью цифрового частотомера имеется возможность измерения частоты периодического сигнала любой формы на выходе функционального генератора сигналов. Диапазон измерения частоты составляет от 20 Гц до 1 МГц. В состав частотомера входит четырехразрядный семисегментный индикатор. Для обеспечения необходимой точности и соответствующего вывода на экран весь диапазон разбивается на поддиапазоны (такие же, как и у функционального генератора), на каждом из которых обеспечивается своя точность и соответствующее отображение.

Фазометр, встроенный в корпус МЭЛ обеспечивает измерения разности фаз синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 20 Гц до 100 кГц с точностью 1-2%. Минимальная амплитуда входных сигналов 100 мВ.

Операционный усилитель выполнен на микросхеме с защитой от перегрузки.

Таким образом, встроенные в лабораторный стенд источники питания, генератор трехфазного напряжения, функциональный генератор, частотомер, фазометр заменяют целый ряд дорогостоящих внешних приборов, имеют достаточную точность и обеспечивают выполнение всех лабораторных работ при наличии внешнего двухканального осциллографа и двух недорогих мультиметров [8].

С учётом рассмотренных выше лабораторных стендов, на кафедре «Автоматика, электроника и вычислительная техника» Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета разработан физический лабораторный стенд, позволяющий выполнять следующие лабораторные работы:

1. Исследование цепей постоянного тока с последовательным соединением резисторов.
2. Исследование цепей постоянного тока с параллельным соединением резисторов.
3. Исследование цепей постоянного тока с соединением резисторов «звезда» и «треугольник».
4. Исследование неразветвлённых цепей переменного тока с резистором, конденсатором и индуктивностью.
5. Исследование разветвлённых цепей переменного тока с резистором, конденсатором и индуктивностью.
6. Исследование трёхфазных цепей переменного тока при соединении нагрузки «звездой».
7. Исследование трёхфазных цепей переменного тока при соединении нагрузки «треугольником».
8. Исследование однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей со сглаживающими фильтрами.
9. Исследование полупроводникового диода, стабилитрона, тиристора.
10. Исследование биполярного транзистора.

Рассмотренное программное и физическое материально-техническое обеспечение лабораторий по электротехнике позволяет выполнять лабораторные работы по электротехнике и электронике как с использованием виртуальных измерительных приборов, так и с применением реальных физических устройств. Совместное использование и тех, и других позволяет студентам надёжно закрепить полученные теоретические знания на практике.

Библиографический список

1. Киреев К.В. Организация виртуальной лаборатории по электротехнике на базе программного пакета MULTISIM // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы III Международной научно-практической конф. (Воронеж, 29 мая 2015 г.). Воронеж, 2015 г. С. 106-109.
2. Киреев К.В. Теоретическая электротехника: Виртуальная лаборатория в Multisim 11. М.: Машиностроение, 2012.
3. LABVIEW. Руководство пользователя. <http://training-labview.ru/templates/standard/opencore/scormUGLV/mobile/index.htm>.
4. Климентьев К.Е. Основы графического программирования в среде LabVIEW: учеб. пособие. Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2002. 65 с.
5. Кулешова Е.О., Козлова Л.Е., Колчанова В.А. Разработка лабораторных работ по электротехнике в программной среде LabVIEW для студентов ИДО // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования: Сб. трудов Научно-методической конф. Томск, 2013. С. 141-142.
6. Дмитриев В.М., Шутенков А.В., Ганджа Т.В., Кураколов А.Н. ЛАРМ: автоматизированный лабораторный практикум по электротехнике и электронике. Томск: В-Спектр, 2010. 186 с.
7. Ким В.Л., Чебуренко Д.С., Нохрина Н.В. Автоматизированный комплекс для проведения лабораторных работ по электротехнике и электронике // ВЕСТНИК НАУКИ СИБИРИ. 2011. №1. С. 354-357
8. Алехин В.А., Парамонов В.Д. Лабораторный стенд по электротехнике. Патент РФ на полезную модель №53056, 2006. Бюл. №12.
9. Алехин В.А., Парамонов В.Д., Спиридонов С.С.. Современный лабораторный практикум по электротехнике и электронике для студентов радиоэлектронных специальностей // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения: материалы VII международной научно-технической конф. (Москва, 23-27 ноября 2010 г.). М., 2010. Т.10. №1-3. С. 295-300.
10. Алехин В.А. Электротехника и электроника. Лабораторный практикум с использованием Миниатюрной электротехнической лаборатории МЭЛ, компьютерного моделирования, Mathcad и LabVIEW. М.: МГТУ МИРЭА, 2013. 225 с.