

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

Ю.В. Давыдов, А.Д. Баранов, Р.Р. Латыпов, Ф.Ф. Мухаметзянов, М.А. Попов, Р.Ф. Бабаев

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
davydovkfu@mail.ru

DEVELOPMENT OF RADIOELECTRONICS LABORATORY MOCK-UPS WITH REMOTE ACCESS

Yu.V. Davydov, A.D. Baranov, R.R. Latypov, F.F. Mykhametzyanov, M.A. Popov, R.F. Babaev

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia
davydovkfu@mail.ru

Аннотация. Целью представленного проекта является разработка лабораторного макета с возможностью удаленного доступа, включающего в себя полный набор лабораторных работ по курсу радиоэлектроники для ВУЗов. Для его создания был выбран подход, исключающий компьютерное моделирование и использование виртуальных приборов. В результате был создан макет с возможностью удаленного доступа к нему, состоящий из нескольких ключевых блоков, описанных в статье, и семь сменных стендов лабораторных работ для курса по радиоэлектронике.

Ключевые слова: лабораторный макет, блок управления, лабораторный стенд, удаленный доступ.

Abstract. The project is aimed at developing a laboratory mock-up with remote access, which includes a complete set of laboratory classes on radio electronics course taught at universities. To create it, we chose the approach that did not comprise computer simulation or virtual instruments. As a result, we created the remote access mock-up consisting of several key blocks described in this paper and seven interchangeable stands for laboratory classes on radio electronics course.

Keywords: laboratory mock-up, control unit, laboratory stand, remote access.

ВВЕДЕНИЕ

Основы радиоэлектроники — один из базовых курсов практически любого технического вуза. Удаленное выполнение лабораторных работ позволяет снизить нагрузку на учебно-вспомогательный и преподавательский состав, а также обеспечивает практически круглосуточный доступ к лабораторным работам.

Конечной целью является повышение качества знаний учащихся за счет обеспечения возможности непрерывного доступа и наглядности, т. е. использования реальных компонентов, присутствующих в схемах, и реального измерительного оборудования.

Этим выбранный подход отличается от аналогов: среды LabVIEW, предлагающей подход графического программирования [<https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html>], и SPICE-симуляторов, например LTspice [<https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>].

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

На данный момент существует несколько основных подходов к организации дистанционных лабораторных работ по радиоэлектронике. Самый простой способ — компьютерное моделирование. Комплекс лабораторных работ по радиоэлектронике с использованием LTSpice описан в [Антонов и др., 2019]. Этот подход бесплатный, но ему не хватает наглядности, потому что учащиеся не используют для работы никаких электронных компонентов или измерительного оборудования.

Существует также подход с использованием виртуальных приборов. Наиболее распространенным является лабораторно-техническая платформа NI ELVIS, разработанная специально для образовательных учреждений. Использование NI ELVIS вместе со средой графического программирования LabVIEW для

организации лабораторных работ по радиоэлектронике описано в [Цибалист, Силушкин, 2010]. К недостаткам такого подхода относится большая стоимость, а также некоторая нехватка наглядности, так как студенты не видят реального оборудования. Выполнение лабораторных работ потребует также от студентов навыков графического программирования и работы в специальном программном обеспечении.

В предлагаемом нами подходе мы постарались обеспечить наглядность, т. е. предоставить учащимся возможность увидеть и использовать реальное электронное оборудование и компоненты. Конечно, это приведет к дополнительным затратам на организацию комплекса, но они значительно меньше затрат на приобретение лабораторных наборов. Резюмируя, можно отметить, что наш подход основан на создании собственных лабораторных макетов без виртуальных приборов и компьютерной симуляции.

АРХИТЕКТУРА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Представленный лабораторный макет состоит из нескольких основных блоков:

- универсальный блок управления макета;
- лабораторные стенды;
- специальное программное обеспечение;
- камера, транслирующая изображения с лабораторного стенда;
- осциллограф (по возможности);
- методические пособия для лабораторных работ.

На рис. 1 показана архитектура лабораторного макета. Пользователь через интернет подключается к серверу, получая удаленный доступ к макету и возможность управлять настройками параметров лабораторного стенда. Блок управления непосредственно изменяет рабочее состояние лабораторного стенда,

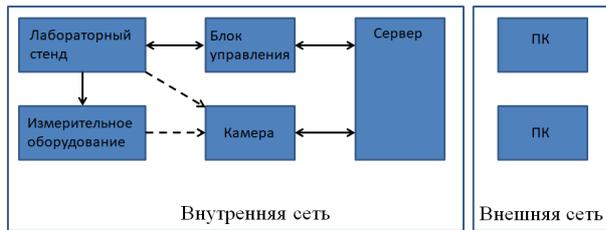


Рис. 1. Архитектура лабораторного макет

получая от стенда оцифрованные данные и передавая их студенту через сервер. Использование реальных компонентов подразумевает трансляцию изображения лабораторного стенда и измерений с осциллографа пользователю с помощью камеры с технологией Ethernet.

Подобная архитектура позволяет организовать удаленный доступ к лабораторному практикуму для студентов и разгрузить лаборатории и преподавательский состав. Фактически для функционирования макета достаточно лаборанта, который будет контролировать работоспособность макета непосредственно в лаборатории.

Заменяя сервер персональным компьютером в архитектуре (рис. 1), мы можем также использовать лабораторный макет уже для выполнения практикума непосредственно в лаборатории.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Блок управления расположен на задней стороне макета и включает в себя все элементы управления работой. Из ключевых принципов создания блока управления выделим следующие.

- Организация макета таким образом, чтобы студент на лицевой стороне (лабораторном стенде) видел исключительно элементы, относящиеся к конкретной лабораторной работе.

- Универсальность. Блок управления един для всех лабораторных стендов. Смена рабочей лабораторной работы выполняется только сменой лабораторного стенда.

Основные назначения блока управления:

- управление состоянием лабораторного макета;
- отправка пакетов с использованием Ethernet;
- оцифровка сигналов с лабораторных стендов;
- генерация дополнительных сигналов (по необходимости).

Следующим важным элементом всего макета является лабораторный стенд. На текущий момент создано семь лабораторных стендов для работ по курсу основ радиоэлектроники. Главное требование, предъявляемое к лабораторным стендам, — их наглядность. Поэтому они выполнены на больших печатных платах с применением крупных форм-факторов компонентов. Дополнительную наглядность обеспечивает схема, выделенная слоем шелкографии. При изменении схемы для выполнения пунктов лабораторных работ состояние схемы будет подсвечено светодиодами. В случае снятий осциллограмм с различных точек для создания отчета на стендах предусмотрены мультиплексоры. Все управляющие ком-

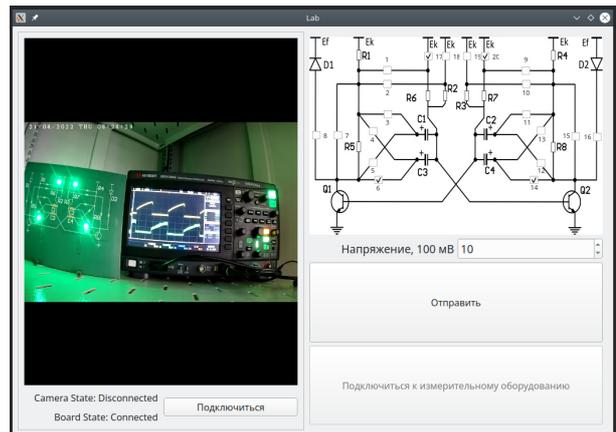


Рис. 2. Окно программного обеспечения для работы «Симметричный триггер»

поненты, не относящиеся к лабораторной работе, вынесены на заднюю сторону печатной платы.

Очевидно, что удаленное выполнение лабораторных работ потребует использование специализированного программного обеспечения. На рис. 2 представлено окно программного обеспечения для лабораторной работы «Симметричный триггер». В окне представлены состояние подключения стенда и камеры, а также изображение с камеры, транслирующее сам лабораторный стенд и сигнал на осциллографе с него. Настройки лабораторной работы осуществляются ключами справа на схеме и значениями параметров для работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный лабораторный макет позволяет обеспечить возможность очного и дистанционного выполнения лабораторных работ по радиоэлектронике. Эти возможности связаны с использованием реального измерительного оборудования и компонентной базы, отсутствием компьютерных симуляций и виртуальных приборов. На данный момент макет включает в себя семь лабораторных работ.

Работа выполнена за счет субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов А.А., Быковский С.В., Кустарев П.В. и др. Функциональная схемотехника. Практикум. СПб.: Университет ИТМО, 2019. 97 с.

Цибалист Э.И., Силушкин С.В. Исследование аналоговых схем в программно-аппаратной среде NI ELVIS: учебное пособие. Томск: Из-во ТПУ, 2010. 264 с.

URL: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html> (дата обращения 21 февраля 2022 г.).

URL: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html> (дата обращения: 21 февраля 2022 г.).