

УДК 004.382.4:378.147.88

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ

Е. А. Ермоленко, к. т. н. А. Ф. Бондаренко

Донбасский государственный технический университет

Украина, г. Алчевск

ermolenkoea@gmail.com, bondarenkoaf@gmail.com

Показаны недостатки известных принципов построения систем для дистанционного выполнения лабораторных работ. Предложена структура компьютерной системы измерения вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов на основе одноплатного мини-компьютера с возможностью удаленного доступа.

Ключевые слова: компьютерная система, вольт-амперная характеристика, Raspberry Pi, дистанционное образование, удаленный доступ.

Интенсивное развитие компьютерных технологий и оснащение учебных заведений современными техническими средствами позволяет вывести образовательный процесс на качественно новый уровень. Согласно мировой статистике последних лет, актуальной тенденцией является внедрение систем дистанционного образования в высших учебных заведениях [1]. Применение компьютеризированных средств в таких системах позволяет существенно повысить эффективность учебного процесса. Возможность дистанционного общения с большей аудиторией, снижение затрат на проведение занятий, возможность удаленного выполнения заданий способствуют повышению качества и доступности образования.

Известно, что эффективное закрепление теоретических знаний, особенно в таких прикладных науках, как электроника, невозможно без практических занятий и выполнения лабораторных работ. Как правило, в базовых дисциплинах по направлению «Электроника» изучение принципов работы полупроводниковых приборов (ПП) основано на измерении и исследовании их вольт-амперных характеристик (ВАХ). К сожалению, в настоящее время многие технические вузы Украины не имеют современного лабораторного оборудования, адаптированного к задачам дистанционного обучения. Поэтому разработка недорогой и эффективной компьютерной системы для измерения ВАХ ПП с возможностью удаленного доступа является актуальной задачей.

Традиционная структура систем для дистанционного выполнения лабораторных работ включает в себя сервер, устройство сбора данных и лабораторное оборудование. При этом в качестве сервера, как правило, используется настольный ПК или специализированное серверное оборудование, а в качестве устройств сбора данных – специализированные платы сбора данных для шины PCI или PCI-express [2]. Среди недостатков данного подхода к построению таких систем можно выделить следующие: высокая стоимость оборудования, большие габариты сервера, относительно высокая потребляемая мощность ПК, необходимость в его обслуживании и периодической профилактике систем охлаждения.

Перечисленных недостатков лишена разработанная компьютерная система для измерения ВАХ ПП с возможностью удаленного доступа, структурная схема которой представлена на рис. 1. Основой системы является одноплатный мини-компьютер Raspberry Pi, имеющий микропроцессор с тактовой частотой 700 МГц и интегрированным графическим ядром, оперативную память объемом 512 МБ, Ethernet-контроллер, а также ряд широко распространенных интерфейсов (USB, HDMI, S-Video, UART, SPI, JTAG, I2C). Архитектурой данного мини-компьютера предусмотрена возможность использования карты памяти с предустановленным дистрибутивом Linux. Представленные аппаратно-программные средства позволяют достаточно эффективно использовать Raspberry Pi в качестве веб-сервера в условиях учебного процесса. По сравнению с настольным ПК такое решение обладает следующими преимуществами: низкая стоимость (около 35 \$), малые габариты (86×54 мм), низкая потребляемая мощность (не более 5 Вт), отсутствие необходимости в средствах охлаждения, отсутствие деталей, подверженных механическому износу.

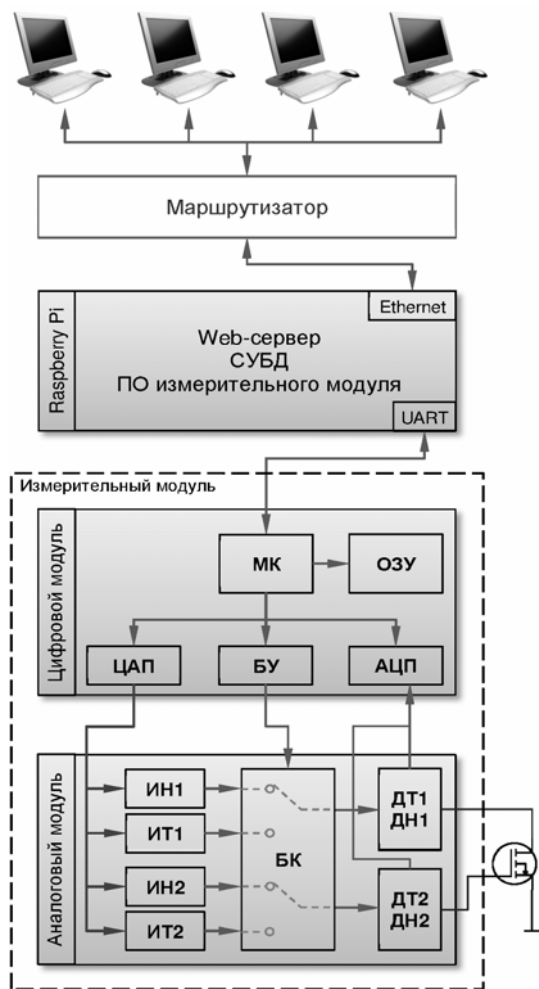


Рис. 1

Таким образом, согласно предложенной структуре компьютерной системы для измерения ВАХ ПП, Raspberry Pi выполняет функции Web-сервера, осуществляет взаимодействие с пользователем, а также содержит программное обеспечение для управления измерительным модулем посредством интерфейса UART.

Измерительная часть системы объединяет в себе цифровой и аналоговый модули. Аналоговый модуль осуществляет подачу измерительных воздействий на ПП посредством управляемых источников напряжения (ИН1, ИН2) и тока (ИТ1, ИТ2), переключение которых выполняет блок коммутации (БК). Величина фактических напряжений и токов, протекающих через исследуемый ПП, измеряется соответствующими датчиками в питающей (ДН1, ДТ1) и управляющей (ДН2, ДТ2) цепях. Управление аналоговым модулем осуществляет цифровой модуль системы, который содержит в себе микроконтроллер (МК), ОЗУ для хранения массива измеренных значений, блок для управления коммутацией аналоговых источников (БУ), а также ЦАП и АЦП для формирования управляющих сигналов и преобразования сигналов с датчиков.

Модульная архитектура предложенной системы предусматривает возможность ее легкой модернизации. Благодаря этому система может использоваться не только в учебном процессе, но и в технологическом процессе производства ПП. Так, например, для высокоточного и быстрого измерения ВАХ ПП адаптивным методом [3] достаточно заменить цифровой или аналоговый модули на соответствующие модули, построенные с использованием быстродействующей элементной базы. Использование технологии Ethernet делает возможным интеграцию

измерительной системы в промышленную сеть стандарта Industrial Ethernet.

Таким образом, предложенная структура компьютерной системы измерения ВАХ ПП с удаленным доступом, благодаря применению одноплатного мини-компьютера, обладает рядом преимуществ, может легко интегрироваться в учебный процесс и использоваться для задач дистанционного обучения.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. SeeMedia, Обзор мирового и российского рынка электронного обучения <http://seemedia.ru/wp-content/uploads/E-learning.pdf>.— 28.01.2013.
2. Глинченко А. С., Егоров Н. М., Комаров В. А. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий: учеб. пособие. — Москва: ДМК Пресс, 2008.
3. Патент 96998, Україна. Спосіб автоматизованого вимірювання вольт-амперних характеристик напівпровідникових приладів / О. Ф. Бондаренко, Є. О. Єрмоленко .— 2011.— Бюл. № 24.

I. O. Iermolenko, O. F. Bondarenko

Remote-access computer system for measurement of the current-voltage characteristics of semiconductor devices.

The disadvantages of known systems for remote laboratory exercises are shown. The structure of the remote-access computer system, based on single-board mini-computer, for measuring the current-voltage characteristics of semiconductor devices is proposed.

Keywords: *computer system, current-voltage characteristic, Raspberry Pi, E-learning, remote access.*