

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ВОЛЬТМЕТРА С WI-FI-ПЕРЕДАТЧИКОМ**В.Н. Балинец**

vbalinec@gmail.com

SPIN-код: 3916-2532

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация**Аннотация**

Описан процесс проектирования и моделирования цифрового вольтметра с Wi-Fi-модулем на микроконтроллере семейства AVR Atmega8. Моделирование осуществлялось в программе Proteus, прошивка написана на языке программирования C в Atmel Studio 6.2. Сформулированы требования к устройству и его компонентам с учетом особенностей области применения системы. Проанализированы характеристики продукции зарубежной и отечественной фирм. Актуальность темы определяется перспективностью концепции интернета вещей, поскольку цифровой вольтметр изначально не был предназначен для подключения к сети. Более широкие возможности для устройства предоставляет протокол IPv6 (новая версия протокола IP с длиной адреса 128 бит вместо 32 в IPv4).

Ключевые слова

Микроконтроллер, Proteus, интернет вещей, Wi-Fi, ESP8266, Atmega8, цифровой вольтметр, прием и передача данных

Поступила в редакцию 17.01.2019

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

Введение. В настоящее время стремительного развития технологий в современном мире стал популярен термин «интернет вещей», который означает повсеместное применение цифровых технологий и «облачных решений» [1].

Цифровой вольтметр является незаменимым для поддержания технического состояния электрических приборов. Он позволяет выявлять любые скачки напряжения, тем самым предотвращая преждевременную поломку устройства. Например, вольтметры устанавливают на производственных объектах, где постоянно требуется контролировать состояние электросети, которая поддерживает работу холодильных установок, нагревательных элементов, систем кондиционирования и пр. Такие вольтметры зачастую находятся в непосредственной близости к наблюдаемой технике, а если нет, то для их соединения с объектами контроля необходимо прокладывать провода, что усложняет конструкцию, также за ними требуется непрерывное наблюдение человека. Там, где необходимо постоянное наблюдение и быстрое реагирование, целесообразно применять микроконтроллеры.

Для упрощения задачи измерения напряжения и регулирования состояния техники был разработан цифровой вольтметр на микроконтроллере Atmega8 и Wi-Fi-модуле ESP8266. Выбор этих элементов обусловлен их низкой стоимо-

стью, широким распространением и простотой работы с ними. Предлагаемая в данной статье концепция устройства выгодно отличает его от отечественных аналогов, прежде всего компактностью и интегрированностью, выражающейся в том, что все узлы могут быть размещены на одной печатной плате.

Анализ рынка. Рассмотрим российский самопишущий прибор обычного быстродействия — амперметры и вольтметры постоянного и переменного тока, выпускаемые Краснодарским заводом электроизмерительных приборов (ЗИП), например, самопишущий вольтметр Н3093, информацию о котором можно найти на сайте ЗИПа [2] или в литературном источнике [3]. Прибор изготавливается в корпусе переносного типа, запись осуществляется в криволинейных и прямоугольных координатах, используется перьевая запись чернилами и запись на теплочувствительной бумаге, ширина поля записи одного канала 40...80 мм. Это устройство уже не отвечает современным тенденциям в цифровой технике как минимум потому, что запись информации осуществляется чернилами, поэтому его можно значительно модифицировать по аналогии с устройством, разработанным автором статьи



Рис. 1. Внешний вид вольтметра фирмы Fluke

Также рассмотрим более технологичное устройство, например, вольтметр зарубежной фирмы Fluke [4], представленный на рис. 1. Данный вольтметр предназначен для стационарного использования в лабораторных условиях и измерений в автоматизированных системах управления производством. Информация отображается на графическом дисплее, возможно отображение в виде гистограммы. Прибор оснащен стандартными разъемами RS-232, IEEE-488 и Ethernet, что обеспечивает проводное соединение с компьютером.

На данный момент это одно из самых современных устройств, которое можно найти на сайтах производителей и которое применяется на производствах. Однако проводное соединение не всегда удобно в использовании, поэтому и это устройство можно модифицировать по аналогии с устройством, разработанным автором статьи.

Построение цифрового вольтметра с Wi-Fi-модулем стало возможным лишь недавно благодаря появлению современной элементной базы, сочетающей такие качества, как миниатюрность и функциональность. На данный момент времени эта область конструкторской деятельности может считаться перспективной.

Описание устройства. Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рис. 2. Прямоугольные области показывают взаимодействие

модулей между собой. При разработке модели использованы учебные пособия [5, 6].

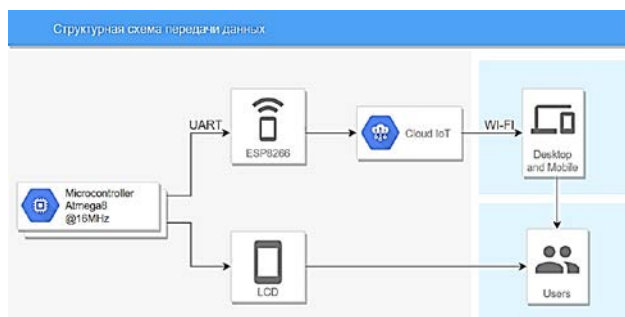


Рис. 2. Структурная схема передачи данных

Преобразованные данные передаются непосредственно на жидкокристаллический индикатор (LCD — liquid crystal display), а также загружаются в облако (Cloud IoT) для хранения данных и последующей обработки на компьютере. Данные можно передать в программу-обработчик или посредством html-страницы быстро отобразить информацию на мобильных устройствах или компьютере (Desktop and mobile), где уже конечный пользователь (User) проанализирует информацию. Таким образом, данное отображение информации является оптимальным, поскольку основные функции обычного цифрового вольтметра не изменяются, добавляется новый способ передачи и последующей обработки информации.

Выбор среды моделирования. Работа вольтметра в режиме реального времени показана на рис. 3. Моделирование проводилось в программе Proteus, прошивка написана на языке программирования C в Atmel Studio 6.2, при разработке использованы учебные пособия [7, 8].

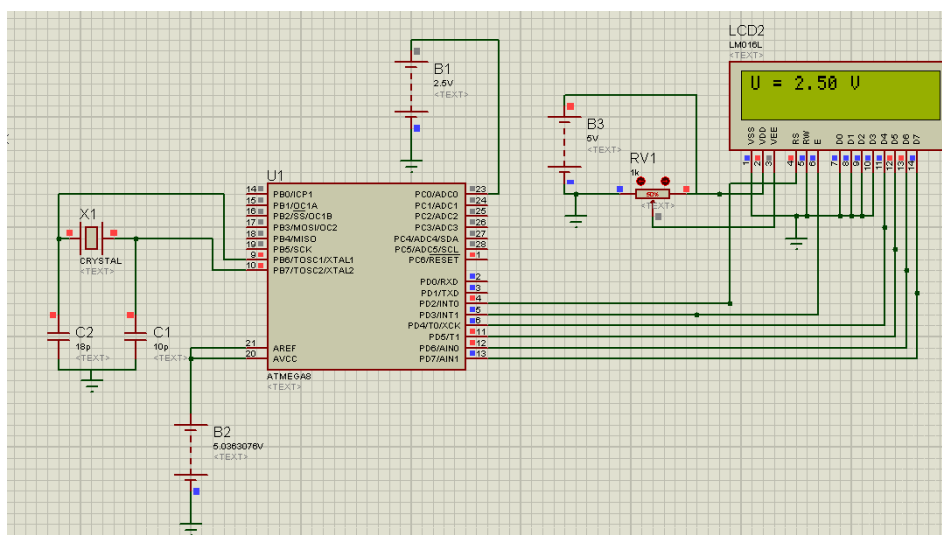


Рис. 3. Модель вольтметра в программе Proteus

Выбор данных систем обуславливается широким набором предоставляемых функций, простотой и удобством интерфейса.

Модуль ESP8266 — недорогое решение для подключения различных устройств, разработанных преимущественно на базе микроконтроллеров, к сети Wi-Fi. (рис. 4).

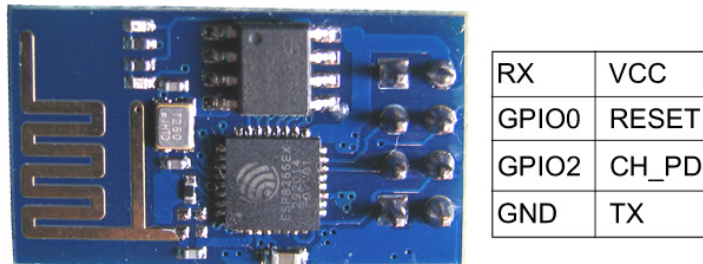


Рис. 4. Модуль ESP8266 и выводы для подключения

Модуль работает с интерфейсом UART (Universal asynchronous receiver/transmitter), что упрощает процесс подключения к микроконтроллеру и является наиболее простым и понятным решением. К выводам TX подключаем вывод RX UART микроконтроллера, а к RX — вывод TX UART. Вход CH_PD (chip enable) подключаем к клеммам с напряжением +3,3 В. Схема подключения представлена на рис. 5. Модуль управляется AT-командами и не требует наличия специализированных библиотек [9].

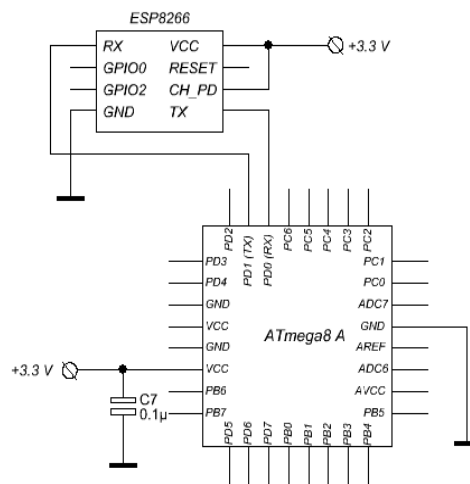


Рис. 5. Схема подключения модуля

Параметры модуля ESP8266:

- напряжение питания 3,3 В;
- ток 215 мА в режиме передачи данных, до 62 мА при приеме данных;
- протокол 802.11 b/g/n;

- управление модулем с помощью AT-команд;
- рабочая температура $-40\dots+125$ °C;
- максимальная дистанция связи 100 м.

Принцип действия основан на непрерывном преобразовании аналогового входного сигнала через аналого-цифровой преобразователь в цифровой, представленный цифровым кодом [10].

Заключение. Разработанное устройство полностью соответствует современным требованиям. По сравнению с аналогами оно отличается повышенной компактностью, но при этом также обладает расширяемостью и универсальностью.

Дальнейшая разработка цифрового вольтметра заключается в написании прошивки для микроконтроллера STM32, обладающего большей производительностью, меньшими размерами, что позволит сделать устройство более компактным. После этого необходимо провести тестовые запуски для введения поправок в модель и определения результирующих характеристик устройства.

Литература

- [1] Анциферов Ф. Проблемы и перспективы Интернета вещей. *Rusbase*: веб-сайт. URL: <https://rb.ru/opinion/russian-iot/> (дата обращения: 21.11.2018)
- [2] Краснодарский ЗИП. URL: <https://www.zip-kuban.ru/> (дата обращения: 20.11.2018)
- [3] Бишард Е.Г., Дмитриев Ф.С., Кисилева Е.А. и др. Аналоговые электроизмерительные приборы. М., Высшая школа, 1991.
- [4] Вольтметры универсальные Fluke 8845A. *Fluke*: веб-сайт. URL: <https://fluke-co.ru/fluke-8845a-voltmetry-universalnye> (дата обращения: 20.11.2018)
- [5] Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. М., ДМК – Пресс, 2018.
- [6] Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 1. М., Бином, 2016.
- [7] Прокопенко В.С. Программирование микроконтроллеров ATMEЛ на языке С. М., МК–Пресс, 2012.
- [8] Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. СПб., Наука и техника, 2008.
- [9] WiFi модуль ESP8266. *Avislab*: веб-сайт. URL: http://www.avislab.com/blog/esp8266_ru/ (дата обращения: 20.11.2018)
- [10] Цифровой вольтметр на Arduino с подключением к ПК через последовательный порт. *Schem.net*: веб-сайт. URL: <http://cxem.net/arduino/arduino38.php> (дата обращения: 20.11.2018)

Балинец Виктория Николаевна — студентка кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Глушко Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

DESIGNING OF A DIGITAL VOLTMETER WITH A WI-FI TRANSMITTER

V.N. Balinec

vbalinec@gmail.com

SPIN-code: 3916-2532

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article describes the process of designing and modeling of a digital voltmeter with a Wi-Fi module on an AVR Atmega8 type microcontroller. The simulation was carried out in the Proteus program, the firmware is written in the C programming language in Atmel Studio 6.2. It is formulated the requirements for the device and its components, taking into account the characteristics of the system's application area. It is analyzed characteristics of foreign and domestic products. The relevance of the research is determined by the perspective of using concept of the Internet of things, so far as the digital voltmeter was not originally intended to connect to the network. IPv6 provides a wider range of possibilities for the device (the new version of IP protocol with an address length of 128 bits instead of 32 in IPv4).

Keywords

Numerical integration, Euler method, Runge rule, law of universal gravitation, differential equations, gravitational problem, interaction of two bodies, error estimate

Received 17.01.2019

© Bauman Moscow State Technical University, 2019

References

- [1] Antsiferov F. Problemy i perspektivy Interneta veshchey [Problems and prospects of Internet of things]. *Rusbase*: website. URL: <https://rb.ru/opinion/russian-iot/> (accessed: 21.11.2018) (in Russ.)
- [2] Krasnodarskiy ZIP [Krasnodar instrument-making plant]. URL: <https://www.zip-kuban.ru/> (accessed: 20.11.2018) (in Russ.)
- [3] Bishard E.G., Dmitriev F.S., Kisileva E.A., et al. Analogovye elektroizmeritel'nye pribory [Analogue electro-measuring instruments]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1991. (in Russ.)
- [4] Vol'tmetry universal'nye Fluke 8845A [Fluke 8845A measuring voltmeter]. *Fluke*: website. URL: <https://fluke-co.ru/fluke-8845a-vol'tmetry-universalnye> (accessed: 20.11.2018) (in Russ.)
- [5] Harris D., Harris S. Digital design and computer architecture. Morgan Kaufmann, 2012. (Russ. ed.: Tsifrovaya skhemotekhnika i arkhitektura komp'yutera. Moscow, DMK — Press Publ., 2018.)
- [6] Horowitz P., Hill W. The art of electronics. Cambridge University Press, 2015. (Russ. ed.: Iskustvo skhemotekhniki. T. 1. Moscow, Binom Publ., 2016.)
- [7] Prokopenko V.S. Programmirovaniye mikrokontrollerov ATMEL na yazyke C [Microcontroller programming using C language]. Moscow, MK – Press Publ., 2012. (in Russ.)
- [8] Belov A.V. Samouchitel' razrabotchika ustroystv na mikrokontrollerakh AVR [Designer self-teaching guide of devices on AVR microcontrollers]. Sankt-Petersburg., Nauka i tekhnika Publ., 2008. (in Russ.)

- [9] WiFi modul' ESP8266 [ESP8266 wi-fi module]. *Avislab*: website.
URL: http://www.avislab.com/blog/esp8266_ru/ (accessed: 20.11.2018) (in Russ.)
- [10] Tsifrovoy vol'tmetr na Arduino s podklyucheniem k PK cherez posledovatel'nyy port [Digital Andruino voltmeter with PC COM-connection]. *Cxem.net*: website.
URL: <http://cxem.net/arduino/arduino38.php> (accessed: 20.11.2018) (in Russ.)

Balinec V.N. — Student, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — A.A. Glushko, Ph.D., Assist. Professor, Department of Electronic Equipment Design and Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.