

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВАМИ МОНИТОРИНГА И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

© 2017 г. В.Л. ЛАНИН, А.Д. ХАЦКЕВИЧ

Белорусский государственный университет информатики  
и радиозлектроники, г. Минск, Беларусь  
e-mail: vlanin@bsuir.by

В настоящее время в системах управления и обработки данных все чаще применяются микроконтроллеры, решающие широкий спектр задач. Однокристальные микроконтроллеры (ОМК) являются наиболее массовым видом устройств современной микропроцессорной техники. Интегрируя на одном кристалле высокопроизводительный процессор, память и набор периферийных схем, ОМК позволяют с минимальными затратами реализовать высокоэффективные системы и устройства управления различными объектами (процессами). ОМК находят широкое применение в системах промышленной автоматизации, контрольно-измерительных приборах и системах, аппаратуре связи, автомобильной электронике, медицинском оборудовании и бытовой технике.

Arduino Uno - это устройство на основе микроконтроллера ATmega328. В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса [1]. Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание от AC/DC-адаптера или батарейки, либо подключить его к компьютеру посредством USB-кабеля. Плата Arduino Uno показана на рис. 1.

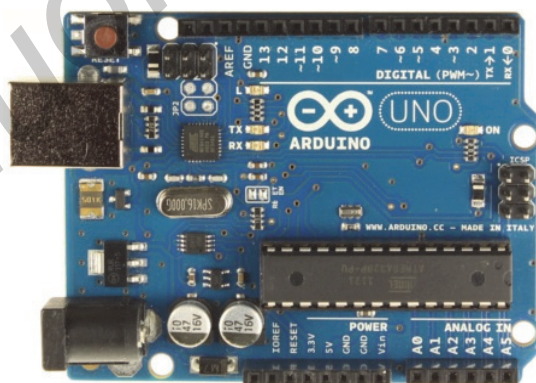


Рис. 1. Плата микроконтроллера Arduino Uno.

Устройство автоматического мониторинга параметров внешней среды: микроклимата в доме, предприятии выполнено на двух основных модулях: на микроконтроллере Atmega 328P и WIFI модуле ESP8266 (рис. 2). Микроконтроллер считывает информацию с подключенных датчиков, а WIFI модуль передаёт данные на периферийные устройства. Устройство в автоматическом режиме собирает информацию с различных датчиков в реальном времени и выводит информацию на дисплей. Устройство может передавать информацию на мобильные устройства, центральный сервер и в сеть Internet заинтересованным службам и сервисам.

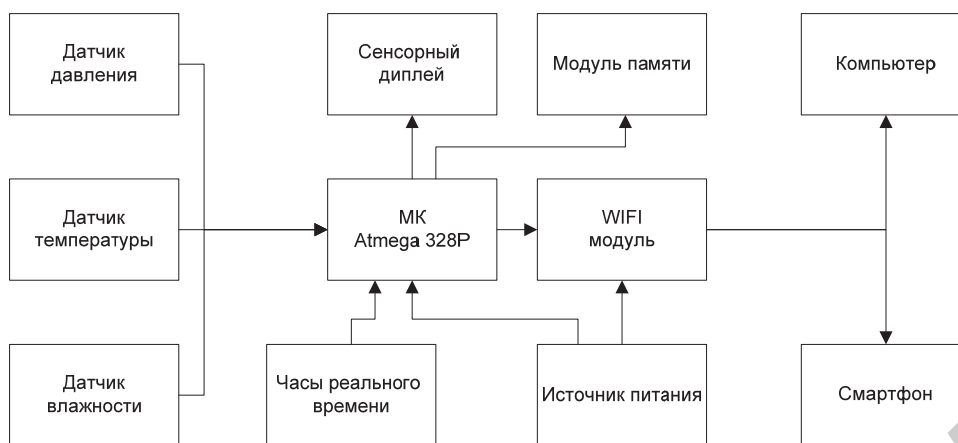


Рис. 2. Схема устройства автоматического мониторинга параметров внешней среды.

Модульная конструкция системы позволяет совместно работать с системами поддержания микроклимата, а также управлять их параметрами. Благодаря шинам I<sup>2</sup>C и SPI возможно подключение различных датчиков контроля среды таких как: датчики кислорода, датчики углекислого газа, датчики угарного газа, метана и т.д. (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид модуля мониторинга параметров среды.

Микроконтроллерное управление устройствам перемещения с помощью Arduino Uno осуществляется шаговыми двигателями серии ДШИ, которые отличаются высокими точностными и динамическими характеристиками, а также возможностью осуществления электрической редукции. Небольшие габаритные размеры и универсальность крепления обеспечивают легкость и удобство их компоновки в специальном технологическом оборудовании для радиотехнической, электронной, приборостроительной и других отраслей промышленности. Максимальный статический синхронизирующий момент составляет 0,5 Н·м, а погрешность обработки шага –3 %.

В качестве драйвера шагового двигателя используется специализированная микросхема A4988, позволяющая управлять униполярным или биполярным шаговым двигателем с током через обмотки до 2А с охлаждающим радиатором и до 1 А без радиатора [2]. В микросхеме предусмотрено ограничение тока через обмотки с помощью переменного резистора. Также драйвер позволяет использовать микрошаговый режим. Схема драйвера приведена на рис. 4.

Особенностями A4988 являются регулируемый ток, защита от перегрузки и перегрева, драйвер также имеет пять вариантов микрошага (вплоть до 1/16 шага). Он работает от напряжения 8-35 В и может обеспечить ток до 1 А на фазу без радиатора и дополнительного охлаждения (дополнительное охлаждение необходимо при подаче тока в 2 А на каждую обмотку).

Драйвер создан на базе микросхемы управления шаговым двигателем компании Allegro A4988, изготовленной по ДМОП-технологии с регулятором и защитой по току.

Этот драйвер позволяет управлять биполярным шаговым двигателем с выходным током до 2 А на обмотку. Ключевые особенности драйвера следующие:

- простой интерфейс управления шагом и направлением вращения электродвигателя,
- пять различных разрешений перемещения: полный шаг, 1/2-шага, 1/4-шага, 1/8-шага, 1/16-шага,
- регулируемый контроль тока с помощью потенциометра, позволит установить максимальный выходной ток. Это дает возможность использовать напряжение выше допустимого диапазона для достижения высокой угловой скорости шага двигателя,
- интеллектуальное управление автоматически выбирает режим регулировки затухания тока (медленный и быстрый режимы),
- защитное отключение при перегреве и перегрузке по току, а также блокировка питания при пониженном напряжении,
- защита от короткого замыкания на землю и от замыкания в нагрузку.

Разработанная схема реализована как программно, так и при помощи различных манипуляторов (например, джойстик) в ручном режиме. Для программирования используется упрощённая версия C++, известная так же как Wiring. Разработку можно вести как с использованием среды Arduino IDE, так и с помощью C/C++ инструментария.

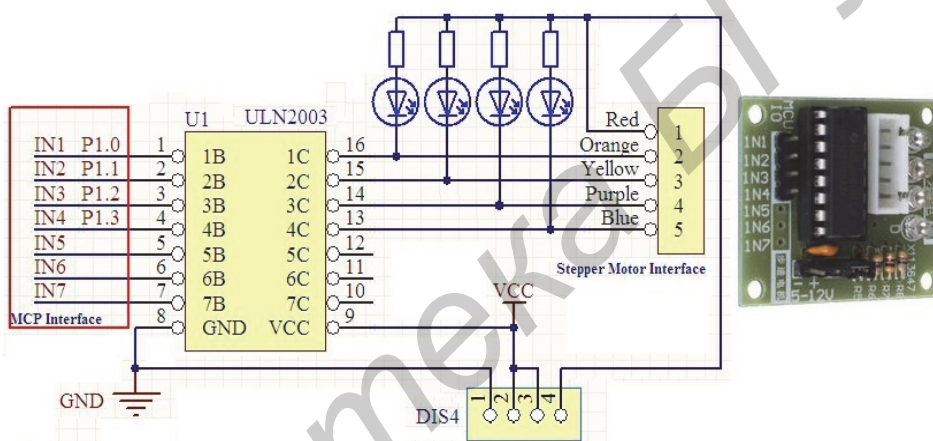


Рис. 4. Схема управления шаговыми двигателями.

При правильном подключении через A4988 можно управлять четырёх-, шести- и восьмипроводными шаговыми двигателями координатных столов (рис. 5). У шаговых двигателей обычно установлена конкретная величина (например, 1,8° или 200 шагов/об), при которой достигается полный оборот в 360°. Микрошаговый драйвер A4988 позволяет увеличить разрешение за счёт возможности управления промежуточными шагами за счет возбуждения обмоток средней величины тока. Так, управление мотором в режиме четверти шага даст двигателю с величиной 200 шагов/об уже 800 микрошагов при использовании разных уровней тока.

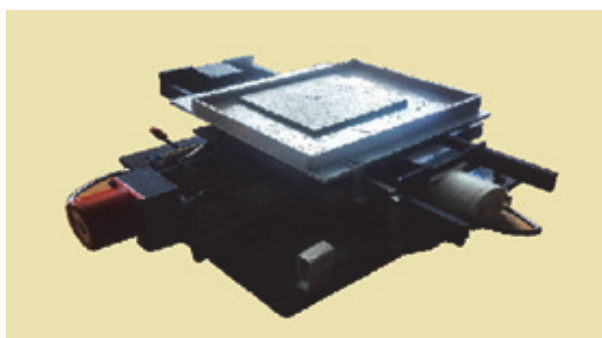


Рис. 5. Координатный стол лазерной установки пайки.

Эффективность лазерной технологии обусловлена локальностью воздействия и высокой плотностью потока энергии лазерного излучения в зоне обработки, возможностью ведения технологических процессов в любой прозрачной среде (в вакууме, газе, жидкости, твёрдом теле), а также бесконтактной подачи энергии в зону обработки в замкнутом объёме через прозрачные стенки или специальные окна в непрозрачной оболочке, что значительно облегчает выполнение требований, предъявляемых к чистоте технологических процессов. Особенно большое значение имеет лазерная технология в производстве изделий электронной техники, так как она обеспечивает необходимую технологическую чистоту и высокую точность обработки, зачастую недостижимые при других способах воздействия на обрабатываемое изделие [3]. Реализация лазерной технологии пайки чиповых электронных компонентов требует прецизионных устройств перемещения обрабатываемых изделий на базе координатного стола с микроконтроллерным управлением (рис. 6).



Рис. 6. Лазерная установка пайки электронных модулей.

Оптическая система лазерной установки формировала пространственные характеристики лазерного пучка диаметром 0,5–2,0 мм при фокусном расстоянии оптической системы 150 мм. Для наводки оптического излучения и юстировки оптической системы использовался маломощный газовый лазер, излучение от которого вводилось в оптическую систему лазерного излучения с помощью полупрозрачного зеркала. Для позиционирования изделий применен координатный стол с двумя степенями свободы и точностью позиционирования  $\pm 0,1$  мм. Управление работой лазера и координатного стола организовано от ПЭВМ с помощью управляющей программы.

При скорости перемещения координатного стола 10 мм/с, частоте импульсов лазерного излучения 15 Гц, напряжении накачки лазера 0,8 кВ наибольшая прочность нормального отрыва паяных соединений электронных компонентов составила 3,5–4,0 МПа. Микроконтроллерное управление процессом лазерной пайки позволило обеспечить локальность теплового воздействия, высокую стабильность температурно-временных режимов, точное дозирование тепловой энергии, высокую производительностью, возможностью автоматизации, высокое качество паяных соединений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://arduino.ru>
2. <http://www.progdron.com/ru/arduino-shield/arduino-shield/402-drajver-shagovogo-dvigatelya-a4988#sketch-code>
3. Ланин, В.Л. Электромонтажные соединения в электронике. Технология, оборудование, контроль качества / В.Л. Ланин, В.А. Емельянов. – Минск: Интегралполиграф, 2013. – 406 с.