

Ответы на викторину "Arduino: программная часть-4"

("Радио", 2021, № 5, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 0. Модуль BMP280 предназначен для измерения атмосферного давления и температуры окружающей среды [1]. Подключение к линиям Arduino в рассматриваемом устройстве производится через четырёхпроводной интерфейс SPI. Назначение сигналов: SDO — выходные данные, CSB — выбор кристалла, SDI — входные данные, SCK — тактовые импульсы. Внутри модуля A2 по всем четырём линиям размещаются подтягивающие pull-up резисторы сопротивлением 10 кОм.

Диоды VD1—VD3 указывают на цепи, которые для модуля BMP280 являются входными, а для Arduino — выходными. Например, если на линии 10 Arduino выставить низкий уровень, диод VD1 будет открыт и на входе CSB модуля A2 установится лог. 0. Для выходного сигнала SDO развязывающий диод не требуется, поскольку линия 12 Arduino настраивается в режим входа и воспринимает напряжение 3...3,3 В как лог. 1.

Диоды VD1—VD3 не нужны, если вместо модуля BMP280-3.3V применить модуль BMP280-5.0V (рис. 1), внутри которого находятся согласующие транзисторы и стабилизатор питания. Другой вариант — применение низковольтного модуля Arduino, работающего при напряжении 3,3 В, например Arduino Pro mini 3.3V.

2. Ответ — 1. Назначение скетча — вывести на экран компьютера фразу "Read EEPROM from MC". Как известно, в микроконтроллере ATmega328, который применяется в базовых версиях Arduino, имеются три независимые области памяти: ОЗУ 2 Кбайт, Flash-ПЗУ 32 Кбайт и EEPROM 1 Кбайт. При компиляции скетчей в эти области памяти заносятся те или иные данные. В частности, оператор `Serial.println("Read EEPROM from MC")` размещает строку текста в ОЗУ. Если в ОЗУ места мало, то можно перенести текст в Flash-память оператором `Serial.println(F("Read EEPROM from MC"))`

[2]. Результаты компиляции — в ОЗУ было занято 208 байт, стало 188 байт, в Flash-ПЗУ было занято 1494 байт, стало 1504 байт. К области памяти EEPROM оператор `Serial.println` отношения никакого не имеет.

3. Ответ — 1. Назначение скетча — вычислить с помощью показаний модуля BMP280 высоту объекта при двух исходных атмосферных давлениях над уровнем моря: 1013,25 гПа (для переменной `valAlt`) и 1025,25 гПа (для переменной `Hmax`).

В скетче используется библиотека `Adafruit_BMP280_Library`, компоненты которой устанавливаются по методике [3]. Высота объекта над уровнем моря -0,5...+9 км вычисляется косвенным методом, как в авиации, где измеренное атмосферное давление пересчитывается в высоту согласно барометрическим правилам. В частности, в библиотечном файле

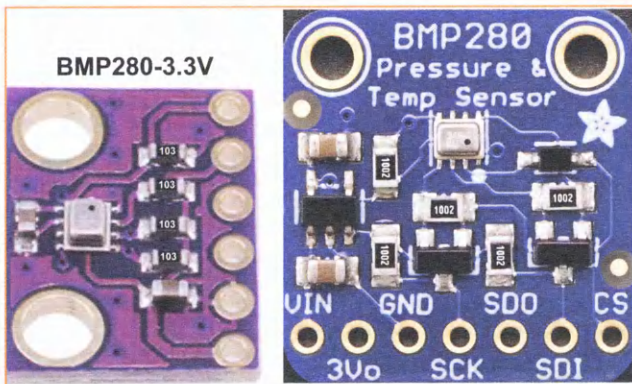


Рис. 1

`Adafruit_BMP280.cpp` высота рассчитывается по формуле `altitude = 44330 * (1.0 - pow(pressure/seaLevelhPa, 0.1903))`, где константа `seaLevelhPa` как раз и означает атмосферное давление в гектопаскалях над уровнем моря. Чем `seaLevelhPa` меньше, тем высота объекта меньше. Упрощённо, 10 м на каждые 1,2 гПа давления.

В реальном эксперименте были получены следующие результаты: 57,9 м для переменной `valAlt` и 157,4 м для переменной `Hmax`. Интересная

деталь. Для местности, где проводились замеры, картографические справочники указывают абсолютную высоту 124...128 м, получается, что в программе для барографа надо индивидуально подбирать базовое давление над уровнем моря.

4. Ответ — 1. Опытами установлено, что щётки малоомощного двигателя постоянного тока при работе создают радиопомехи вплоть до 750 МГц [4]. На практике это может (хотя и не обязательно) приводить к сбоям в работе микроконтроллера Arduino или рестарту системы, а также создавать помехи приёмной аппаратуре широкого назначения.

Для борьбы с радиоизлучениями в простейшем случае применяют фильтрующий конденсатор, подключаемый параллельно обмотке двигателя. Конденсатор должен быть керамическим и размещаться как можно ближе к выводам. Если корпус у двига-

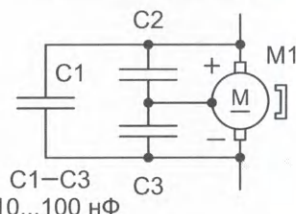


Рис. 2
10...100 нФ

теля металлический, то в качестве дополнительной меры снижения помех можно использовать трёхконденсаторную схему (рис. 2), как в промышленных игрушках.

5. Ответ — 0. Назначение скетча — включить вибромотор ультразвуковой тросты на расстоянии, определяемом переменной `dist_cm`. Уровень вибрации задаётся переменной `signal`. Сначала в строке 9 скетча проверяется расстояние до препятствия, и если оно меньше 400 см, то в строке 10 вычисляется переменная `signal`. После этого включается вибромотор (строка 11), на который подаются импульсы ШИМ от микроконтроллера

Arduino с тем или иным коэффициентом заполнения. Чем ближе препятствие, тем скорость вращения вала двигателя больше, и наоборот.

Чтобы вычислить расстояние `dist_cm` по известной переменной `signal`, надо преобразовать формулу в строке 10 к виду `dist_cm = 400 * (255 - signal) / 255`. При `signal = 51` получается `dist_cm = 320 см` или 3,2 м.

6. Ответ — 1. Назначение скетча — генерация импульсов ШИМ на линии D3 Arduino. Как известно, микроконтроллеры ATmega168/328, при-

меняемые в Arduino, имеют шесть аппаратных широтно-импульсных модуляторов. Сигналы ШИМ могут генерироваться на линиях 3, 5, 6, 9, 10, 11 с частотой 488,28 Гц (по умолчанию) и разрешением по длительности — во всем разрядов.

Управление аппаратным ШИМ осуществляется системной функцией `analogWrite(x)`, где `x=0...255`. Каждому значению переменной `x` соответствует свой коэффициент заполнения генерируемых импульсов от 0 до 100 %.

В рассматриваемом скетче нужно проанализировать строки 10—12, которые при подстановке исходных данных превращаются в оператор `analogWrite(3, map(-127, -127, 127, 255, 50))`. То есть импульсы генерируются на линии 3 Arduino с условной скважностью -127, которая функцией `map` превращается в число 255, что означает коэффициент заполнения 100 %.

7. Ответ — 1. Компьютерная мышь — это механический манипулятор, преобразующий движение руки в управляющие электрические сигналы. По интерфейсу подключения различают мыши PS/2, USB и беспроводные. К плате Arduino проще всего подключаются мыши с интерфейсом PS/2 (Personal System/2). Это означает, что внутри мыши имеется специализированный контроллер, который принимает сигналы от датчика движения и выводит их наружу через двухпроводной интерфейс DATA (данные), CLK (такты).

Первыми были изобретены мыши, обладающие механическим датчиком движения. Позже им на смену пришли оптические и лазерные мыши с оптическим датчиком движения. Однако интерфейс PS/2 определяется только типом управляющего контроллера, следовательно, к Arduino можно подключать и механические, и оптические мыши.

Кстати, по соображениям безопасности, в компьютерах, содержащих важную информацию, могут присутствовать мыши и клавиатуры именно PS/2. Это позволяет отказаться от USB-портов и сделать недоступным несанкционированный съём данных через внешние флеш-карты.

8. Ответ — 0. Назначение скетча — послать в мышь запрос на чтение идентификатора `ID`, получить ответ и выставить соответствующим образом флаг `IM_mouse_flag`. Флаг может принимать значение 0 (ложь) или 1 (истина).

В скетче используется библиотека функций PS/2, в которой на запрос `0xF2` (строка 7) может последовать ответ `0x00` — "доисторическая" мышь с двумя или тремя кнопками без скролла (так называемое колесо прокрутки) или `0x03` — стандартная мышь со скроллом, поддерживающая спецификацию Microsoft Intellimouse [5]. Следова-

тельно, флаг `IM_mouse_flag=0` получается в первом и `IM_mouse_flag=1` во втором случаях.

Важный момент. Перед компиляцией скетча следует скачать библиотеку PS/2 [6], распаковать её содержимое в папку `arduino/libraries`, открыть файл `ps2.h` и заменить в его тексте `WProgram.h` на `Arduino.h`. Можно также воспользоваться вариантом библиотеки `ps2.h` с исправленными неточностями [7].

9. Ответ — 1. Назначение скетча — преобразовать переменные `my` и `mz` из беззнаковых в знаковые. Согласно протоколу передачи данных PS/2, переменная `my` отвечает за перемещение мыши в горизонтальной плоскости, а переменная `mz` — за скроллинг колеса.

На рис. 3 показана раскладка третьего и четвертого байтов пакета данных, пересылаемого от мыши в Arduino [5]. Как видно, переменная `my` может изменяться от 0 до 255 (беззнаковый вид) или от -127 до +127 (знаковый вид). Переменная `mz`, соответственно, от 0 до 15 или от -8 до +7.

3-й байт	y7	y6	y5	y4	y3	y2	y1	y0	"my"
4-й байт	0	0	0	0	z3	z2	z1	z0	"mz"

Рис. 3

Как следствие, комментарий в строке 8 рассматриваемого скетча правильный, поскольку оператор в строке 7 преобразует числа 128...255 в числа -127...0. Комментарий в строке 10 логически не точен, поскольку оператор в строке 9 преобразует числа 8...15 в числа -247...-240.

10. Ответ — 0. Модуль A1 является Bluetooth-приёмопередатчиком. С платой Arduino он соединяется через цепи TX и RX. Для связи модулей A1 и A2 используется интерфейс UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), т. е. последовательная асинхронная шина связи. Ключевое слово здесь — асинхронная, поскольку не требуются специальные сигналы (линии) синхронизации. Достоинство — простота, малое количество проводов. Недостаток — низкая скорость связи, обычно до 250 кбит/с.

Интерфейс USART (Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter) является расширением UART и позволяет обмениваться данными на скоростях до 4 Мбит/с, используя дополнительные сигналы. На практике USART может выполнять все функции UART, чем и пользуются разработчики. Например, в микроконтроллере ATmega328 имеется блок USART с цепями RX, TX, XCK (синхронизация). Если используются все три сигнала, то задействуется протокол

USART, если два сигнала RX и TX, то задействуется протокол UART.

11. Ответ — 0. Назначение скетча — приём команд от модуля Bluetooth HC-05 по последовательному каналу и остановка приёма при получении символа `\n` (перевод строки). Поскольку в скетче не используются внешние библиотеки, предназначенные именно для модуля HC-05, обмен данными производится через стандартные операторы `Serial.begin()`, `Serial.available()`, `Serial.read()`, `Serial.write()`. Вывод — если отключить модуль A1 от Arduino и использовать внутренний или внешний конвертеры USB/UART для связи с компьютером, то можно симитировать входные и выходные сигналы модуля Bluetooth через терминал Arduino IDE.

12. Ответ — 0. Назначение скетча — вывод в модуль Bluetooth HC-05 информации об измеренном напряжении с виртуального вольтамперметра. Поиск ответа на поставленный в викторине вопрос предлагается провести методом последовательных приближений. Сначала анализируется строка 13. В ней — указание на массив `str[]`. В строке 12 видно, как массив `str[]` заполняется данными из переменной `ugol`. Название этой переменной в русской транскрипции — угол, что само по себе уже служит подсказкой. Окончательное подтверждение ищем в строке 11, где переменная `ugol` форматируется функцией `map` в диапазоне чисел 0...90. Следовательно, измеренные данные в строке 13 поступают в модуль HC-05 в виде угла поворота стрелки вольтметра 0...90 градусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Датчик атмосферного давления BMP280. — URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/sensor-bmp280/> (14.03.21).
2. Serial.print(). — URL: <http://radio-hobby.org/modules/instruction/arduino/serial-print/> (14.03.21).
3. Подключение датчика атмосферного давления BMP280 к Arduino. — URL: <https://micro-pi.ru/подключение-bmp280-к-arduino/> (14.03.21).
4. Необычные источники электромагнитных помех. — URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=158838> (14.03.21).
5. Исследование протокола PS/2 для мышки. — URL: <http://www.programmersclub.ru/Исследование-протокола-ps2-для-мышки/> (14.03.21).
6. PS2 mouse interface for Arduino. — URL: <https://playground.arduino.cc/ComponentLib/PS2mouse/> (14.03.21).
7. Подключение мышки PS/2 к Arduino. — URL: https://nettips.ru/article/ps2_mouse_arduino.html (14.03.21).

От редакции. Скетчи программ находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/2021/05/arduino4.zip> на нашем FTP-сервере.