

УДК 004.896:531.781

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА НА БАЗЕ ARDUINO ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фатуев И.А., студент гр. ИАб-231, I курс
Цурбан Н.С., студент гр. ИАб-231, I курс
Елкин И.С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Аннотация. В работе представлен разработанный универсальный цифровой мультиметр на базе Arduino, способный измерять напряжение, силу тока, температуру, влажность, уровень шума, углекислый газ, вибрацию, влажность почвы и атмосферное давление. Результаты измерений передаются на компьютер, где производится обработка.

Ключевые слова: мультиметр, Arduino, датчик температуры, вольтметр, цифровой амперметр, автоматизация научного процесса.

В мире цифровых технологий актуальным является сбор данных и непосредственный их вывод на компьютер для дальнейшей работы с ними. В первую очередь ученым будет удобно работать с информацией [1, 2, 3, 4].

Специально для разработанного нами мультиметра на основе Arduino Uno были спроектированы и напечатаны на 3D-принтере корпуса для разных используемых датчиков, а так же корпус для мультиметра, представленный на рис. 1 [5].

Для совместимости ПК и Arduino была разработана программа на языке программирования Python, выполняющая функцию считывания данных с СОМ-порта, к которому подключена установка, и автоматического переноса данных в таблицу Microsoft Office Excel.

Также для функционирования универсального цифрового мультиметра было разработано ПО, выполняющее функции обработки выбора режима работы и преобразование аналогового сигнала в цифровой. В зависимости от типа подключения, ПО Arduino выводит сигнал на LCD экран Arduino или передает данные на СОМ-порт ПК.

Кроме обычных входов вольтметра и амперметра можно подключать внешние датчики: датчик температуры и влажности, шума, углекислого газа, вибрации, влажности почвы и атмосферного давления [6]. В таком варианте разработка позволяет проводить физические исследования в лабораторных условиях, как в научных, так и в учебных целях. А подключение через USB-порт к компьютеру позволяет выводить данные с датчиков на

экран монитора, проводить последующую обработку и, тем самым, автоматизировать научный процесс проведения исследований.

Рассмотрим ниже особенности используемых нами основных датчиков.

Вольтметр. Принцип работы вольтметра заключается в следующем. На плате Arduino есть множество различных аналоговых входов, которые принимают сигнал от 0 до 5 вольт и преобразовывает этот сигнал в цифровое значение от 0 до 1023. Для нашего вольтметра используется делитель напряжение[5]. В таком случае это позволяет вести измерения напряжения в большом диапазоне, одновременно согласую с Arduino.

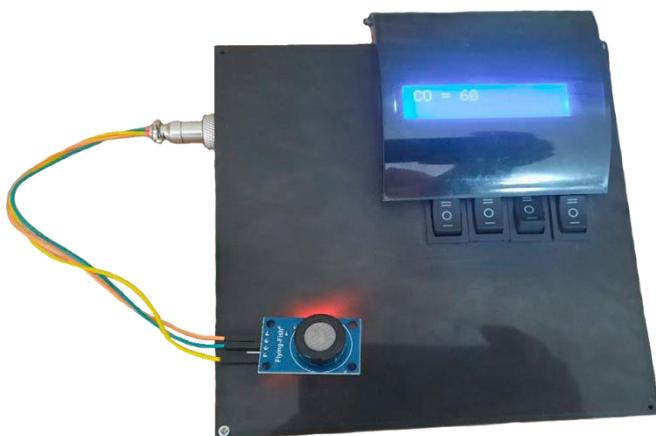


Рис. 1. Мультиметр на базе Arduino.

На схеме резисторы R_1 и R_2 имеют сопротивление 33000 Ом и 7500 Ом; точка между резисторами служит для подачи сигнала. Напряжение, которое уменьшается на выходе делителя напряжения. Оно рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \left(\frac{R_2}{R_1} + R_2 \right). \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}$ – напряжение на выходе делителя, $U_{\text{вх}}$ – входное напряжение, R_1 – резистор 1, R_2 – резистор 2.

Напряжение на выходе делителя прямо пропорционально напряжению на его входе и отношению сопротивлению резисторов R_1 и R_2 .

Используя формулу в коде программы, можно легко определить напряжение до прохождения через делитель. Максимальное напряжение на контактах платы Arduino не может превышать 5В, поэтому при используемых номиналах резисторов (их отношение составляет 33:7,5), можно измерять напряжение до 27В[6].

Датчик тока ACS712, принцип работы которого приведён на рис. 2, состоит из датчика Холла и медного проводника[6]. Ток, протекающий через медный проводник, создает магнитное поле. Датчик Холла, находящийся возле медного проводника с током, измеряет холловскую разность потенциалов. Принцип работы датчика ACS712 построен на эффекте Холла. При этом имеет линейную зависимость измеряемого тока и выходного напряжения (холловская разность потенциалов). Напряжение, которое определяет датчик,

находится в диапазоне от -30A до 30A. При этом чувствительность измерений составляет 66мВ/А. Когда напряжение на датчике отсутствует, датчик выдает напряжение равное $\frac{1}{2}$ от максимального напряжения (2,5В).

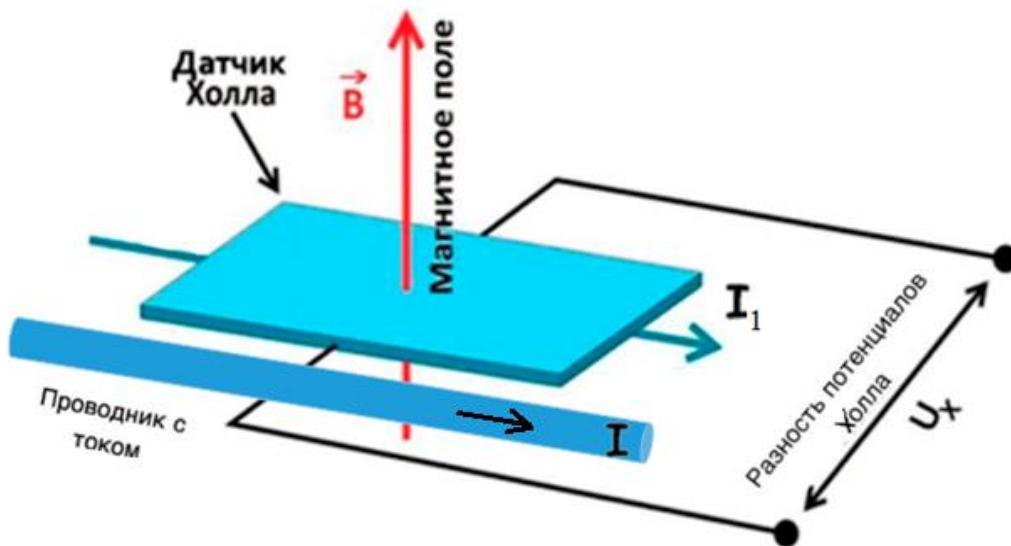


Рис. 2. Датчик Холла

Основные конструктивные особенности датчика ACS712 [6]:

- Работает с постоянным и переменным током;
- Чувствительность датчика 30А: 66 мВ/А;
- Напряжение питания +5,0 В;
- Температура эксплуатации -40°C...+85°C;
- Размер 31×13мм.

Датчик влажности и температуры DHT11(рис. 3). Датчик влажности и температуры DHT11 состоит из термистора и емкостного датчика влажности. В нем содержится АЦП, который служит для преобразования данных в аналоговое значение. Датчик не отличается особой точностью и частотой обновления данных, но одним из главных преимуществ является недорогая стоимость и простота в использовании [6].

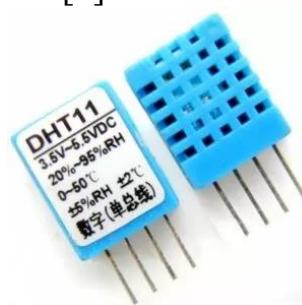


Рис. 3. Датчик влажности и температуры DHT11.

Конструктивные особенности датчика DHT11 приведены в [6]:

Датчик барометрического давления, изображенный на рис. 4, использует в модуле высокоточный чип выборки AD и датчик давления воздуха 0–

40 кПа [6]. Он может подключаться к мягкой трубке 5 мм и определять уровень воды и давление воздуха.



Рис.4. Датчик барометрического давления.

Основные конструктивные особенности датчика барометрического давления [6]:

- Размер: 19×18 мм (крепежное отверстие 2 мм);
- Напряжение: 3,3-5 В;
- Давление: 0-40 кПа.

Датчик звука, представленный на рис. 5, позволяет определять уровень шума и обнаруживать и исследовать акустические сигналы в широком диапазоне спектра [6]. Он представляет собой плату с микрофоном, микрофонным усилителем, регулятором чувствительности. Микрофон преобразует звуковые колебания в колебания электрического тока.



Рис. 5. Датчик звука.

Конструктивные особенности модуля приведены в [6].

Датчик угарного газа MQ7 (рис. 6). Основным элементом датчика является нагревательный элемент. При нагреве элемента протекает химическая реакция, в результате которой можно получить информацию о концентрации газа. Для получения показаний сенсору необходимо включить в течение 48 часов для прогревания элементов. После данного действия перед каждой последующей работой, датчику будет необходимо около 1 минуты для прогревания. Основные конструктивные особенности и свойства датчика приведены в [6].



Рис. 6. Датчик угарного газа MQ-7.

Заключение. Было разработано ПО оцифровывания данных на базе Arduino, софт для сбора данных и дальнейшей работы с полученными данными в Microsoft Office Excel.

Создан универсальный цифровой мультиметр на базе Arduino, способный измерять напряжение, силу тока, температуру, влажность, уровень шума, углекислый газ, вибрацию, влажность почвы и атмосферное давление. Преимущества прибора заключаются в следующем: возможность добавление новых датчиков, доступность в стоимости, многозадачность, высокая точность измерений, простота использования, совместимость вывода данных на ПК с помощью софта.

Список литературы:

1. Автоматизация лабораторного эксперимента: Учебное пособие по курсу «Автоматизированные системы научных исследований» / С. И. Ковалев, Е. В. Свиридов, А. В. Устинов; Ред. Г. Ф. Филаретов; МЭИ ТУ. – Москва : Изд-во МЭИ, 1999. – 40 с.
2. Основы автоматизации эксперимента. Лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие / А.Е. Герман. – Гродно: ГрГУ, 2004. – 150 с.
3. Елкин И.С., Ушаков А.Е., Шихалиева М.А. Разработка автоматизированного лабораторного комплекса на базе микропроцессора ATMEGA2560 / В сборнике: Россия молодая Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 40305. // https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41502083_42581002.pdf.
4. Официальный сайт Arduino / URL: <https://arduino.ru/> .
5. Большая Российская Энциклопедия / Делитель напряжения / URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/1945834.
6. Магазин датчиков Arduino«3Diyshop» / URL: <https://3d-diy.ru>.