Основы кибернетики и робототехники
Лекция 4

ЧТО ТАКОЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕР?

Микроконтроллер — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.

Он умеет делать три вещи:

- Измерять напряжение на пине
- Выдавать напряжение с пина
- Программироваться

Микроконтроллер может управлять любой внешней нагрузкой, опрашивать кнопки/крутилки/энкодеры/клавиатуры/джойстики, может работать практически с любыми датчиками, общаться с любыми сторонними микросхемами, выводить информацию на дисплей, в том числе сенсорный, управляться через Интернет из любой из точки планеты и многое другое. Самое важное, что всё это может работать абсолютно в любых сочетаниях и быть запрограммировано огромным количеством способов, то есть одна маленькая микросхема может стать сердцем бесконечного количества электронных устройств и проектов

Внутри любого микроконтроллера находится несколько аппаратных блоков, все они соединены между собой:

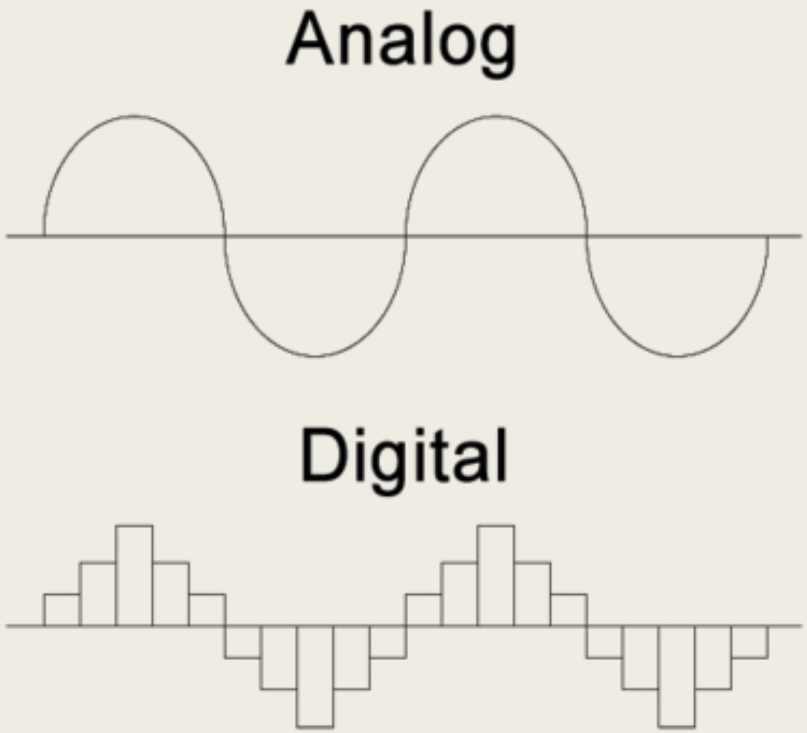
- **Ядро (процессор)** – отвечает за работу всех остальных блоков, связывает их между собой. Сам состоит из десятка элементов (кэш, набор вычислительных блоков, и т.д.). Аналог – процессор компьютера.
- **Flash память** – постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Хранит исполняемый код программы, также может хранить статические данные (изображения, веб-страницы, текст, таблицы с числами, и т.д.). Не очищается после сброса питания. Аналог – жёсткий диск компьютера.
- **SRAM память** – оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). Хранит данные, изменяющиеся в процессе работы программы (промежуточные результаты вычислений, значения переменных, принятые от внешних устройств данные и т.д.). Очищается после сброса питания. Аналог – оперативная память компьютера.

Также в МК могут быть и другие блоки:

- **GPIO (General Purpose Input-Output**) – вход-выход общего назначения. Измеряет поданный на пин цифровой сигнал, либо выдаёт его с пина. Пины GPIO мы будем называть **цифровые пины**.
- **АЦП (ADC, аналогово-цифровой преобразователь)** – измеряет поданное на пин напряжение, аналоговый сигнал, и передаёт в программу. Такие пины мы будем называть **аналоговые пины**.
- **ЦАП (DAC, цифро-аналоговый преобразователь)** – выдаёт указанное напряжение с пина (аналоговый сигнал).
- **Таймер (счётчик)** – считает такты работы процессора. Позволяет с очень высокой точностью (до наносекунд) измерять время. Часто таймер используется для генерирования ШИМ сигнала на своих выводах, они помечаются как PWM. Такие пины мы будем называть ШИМ-пины.
- **Watchdog** – данный блок позволяет перезагрузить МК, если он завис, а также выйти из спящего режима.
- **Интерфейсы связи** – нужны для связи с внешними устройствами, т.е. для обмена данными (получение значений с датчика, отправка данных по радио и т.д.). По сути МК может воспроизвести любой интерфейс связи при помощи GPIO, но это будет довольно затратно для процессора.

АНАЛОГОВЫЙ И ЦИФРОВОЙ СИГНАЛЫ

Аналоговый сигнал - непрерывный поток информации. Вся информация в природе аналоговая — волны на воде, колебание струны и т.д. Изначально человек записывал информацию (звуки, изображения, видео) с помощью аналоговых устройств. Но аналоговые сигналы чувствительны к воздействию шумов и помех.



Цифровой сигнал - дискретный поток той же информации, закодированный числовым образом. Он представлен последовательностью цифровых значений. Чаще всего сейчас применяются двоичные цифровые сигналы, так как они используются в двоичной электронике и легче кодируются.

Чем выше частота дискретизации, тем ближе цифровой сигнал к аналоговому, но он никогда не может стать равен ему. При дискретизации неизбежно теряется плавность и возможно даже целые отрезки сигнала.

ШИМ СИГНАЛЫ

Микроконтроллеры обычно не могут выдавать произвольное напряжение. Они могут выдать либо напряжение питания (например, 5 В), либо землю (т.е. 0 В)

Но уровнем напряжения управляется многое: например, яркость светодиода или скорость вращения мотора. Для симуляции неполного напряжения используется ШИМ (Широтно-Импульсная Модуляция, англ. Pulse Width Modulation или просто PWM)

ШИМ или PWM (широтно-импульсная модуляция, по-английски pulse-width modulation) – это способ управления подачей мощности к нагрузке. Управление заключается в изменении длительности импульса при постоянной частоте следования импульсов. Широтно-импульсная модуляция бывает аналоговой, цифровой, двоичной и троичной.

Основной причиной применения ШИМ является повышение КПД при построении электрических преобразователей, особенно это касается импульсных преобразователей, составляющих сегодня основу вторичных источников питания различных электронных аппаратов, а также и в других узлах, например, ШИМ используется для регулировки яркости подсветки LED-мониторов и дисплеев в телефонах, КПК и т. п.

РАСПИНОВКА

Плата имеет на борту 6 аналоговых входов, 14 цифровых выводов общего назначения (могут являться как входами, так и выходами), кварцевый генератор на 16 МГц, два разъема: силовой и USB, разъем ISCP для внутрисхемного программирования и кнопку горячей перезагрузки устройства. Для стабильной работы плату необходимо подключить к питанию либо через встроенный USB Разъем, либо подключив разъем питания к источнику от 7 до 12В. Через переходник питания плата также может работать и от батареи. Для взаимодействия по USB Arduino Uno использует отдельный микроконтро

Плата Arduino Uno имеет на борту 3 способа подключения питания: через USB, через внешний разъем питания и через разъем Vin, выведенный на одну из гребенок сбоку.

На плате предусмотрено несколько выводов, позволяющих запитывать от нее подключенные датчики, сенсоры и актуаторы. Все эти выводы помечены:

- **Vin** – вход питания, используется для получения питания от внешнего источника. Через данных вывод происходит только подача питания на плату, получить оттуда питание для внешних устройств невозможно. На вход Vin рекомендуется подавать напряжение в диапазоне от 7В до 20В, во избежании перегрева и сгорания встроенного стабилизатора.
- **5V** – источник пятивольтового напряжения для питания внешних устройств. При получении питания платой из любых других источников (USB, разъем питания или Vin) на этом контакте вы всегда сможете получить стабильное напряжение 5 вольт. Его можно вывести на макетную плату или подать напрямую на необходимое устройство.
- **3,3V** – источник 3.3 вольтового напряжения для питания внешних устройств. Работает по такому-же принципу, что и контакт 5V. С данной ножки также можно вывести напряжение на макетную плату, либо подать на необходимый датчик/сенсор напрямую.
- **GND** – контакт для подключения земли. Необходим для создания замкнутой цепи при подключении к контактам Vin, 5V или 3V3. Во всех случаях ножку GND необходимо выводить как минус, иначе цепь не будет замкнута и питание (что

КОНТАКТЫ ВВОДА-ВЫВОДА

На плате выведены 14 цифровых пинов (контактов), любой из которых может работать как на вывод информации, так и на ввод. Для этого в коде программ применяются специальные функции:

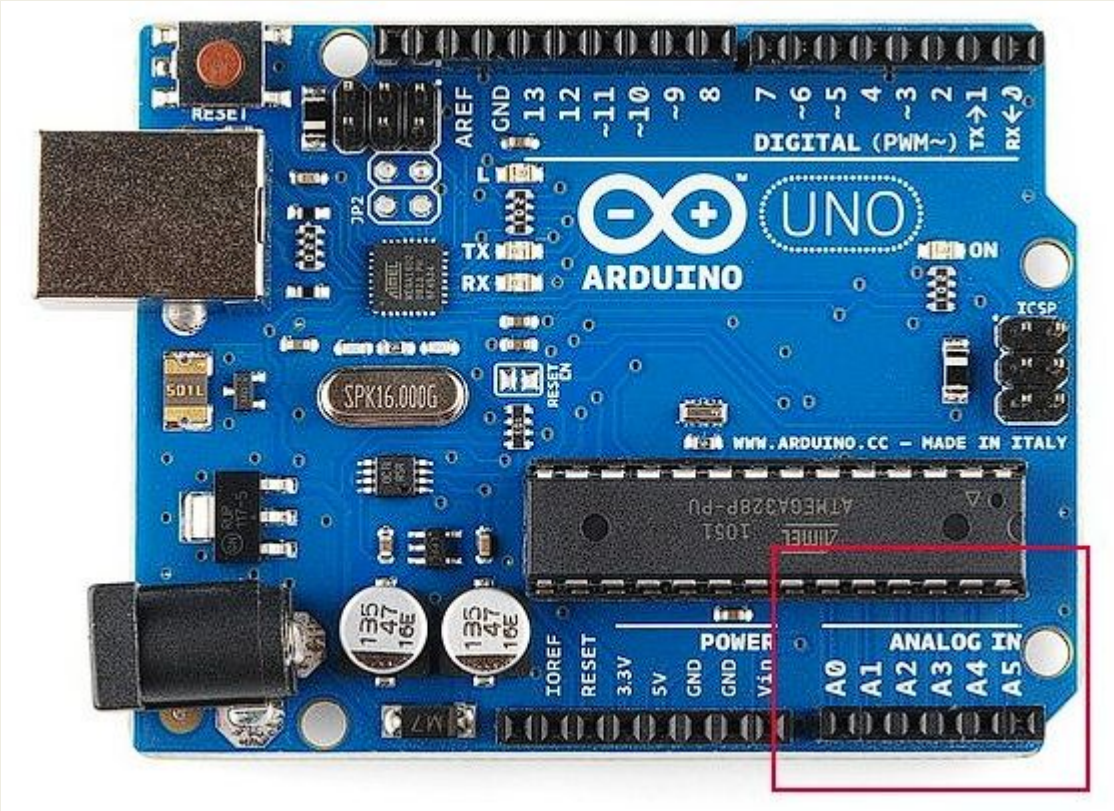
- **pinMode()** - Функция pinMode служит для задания режима работы контакта, будет-ли он работать на выход или на вход. В данной функции задается номер контакта, которым мы в дальнейшем собираемся управлять.

- **digitalRead()** - Функция считывает текущее значение с заданного контакта – его значение может быть HIGH или LOW.

- **digitalWrite()** - Функция передает определенное значение на заданный контакт – оно может быть HIGH или LOW.

Arduino Uno имеет на своей платформе 6 аналоговых входов с разрешением 10 Бит на каждый вход. Данное разрешение говорит нам о том, что сигнал, приходящий на него, можно оцифровать в диапазоне от 0 до 1024 условных значений.

Считывать значения с данных контактов можно функцией **analogRead()**, а передавать значения – функцией **analogWrite().**



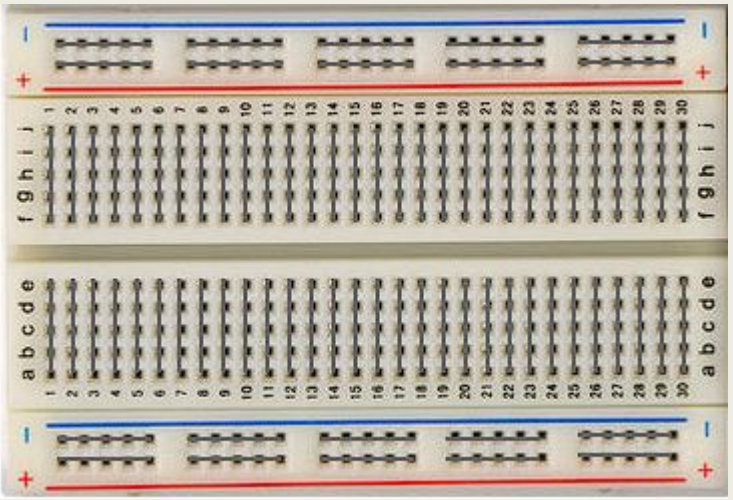
НАБОРЫ ДЛЯ ARDUINO

Обычно в наборах всегда есть следующие компоненты:

- Сама плата Arduino Uno и USB-кабель к ней
- Набор проводов разных размеров
- Кнопки
- Светодиоды разных цветов и один RGB-светодиод
- Макетная плата
- Несколько видов датчиков
- Моторы разных типов и драйвера к ним
- ЖК-экран
- Светодиодные матрицы и сегменты
- Радиодетали

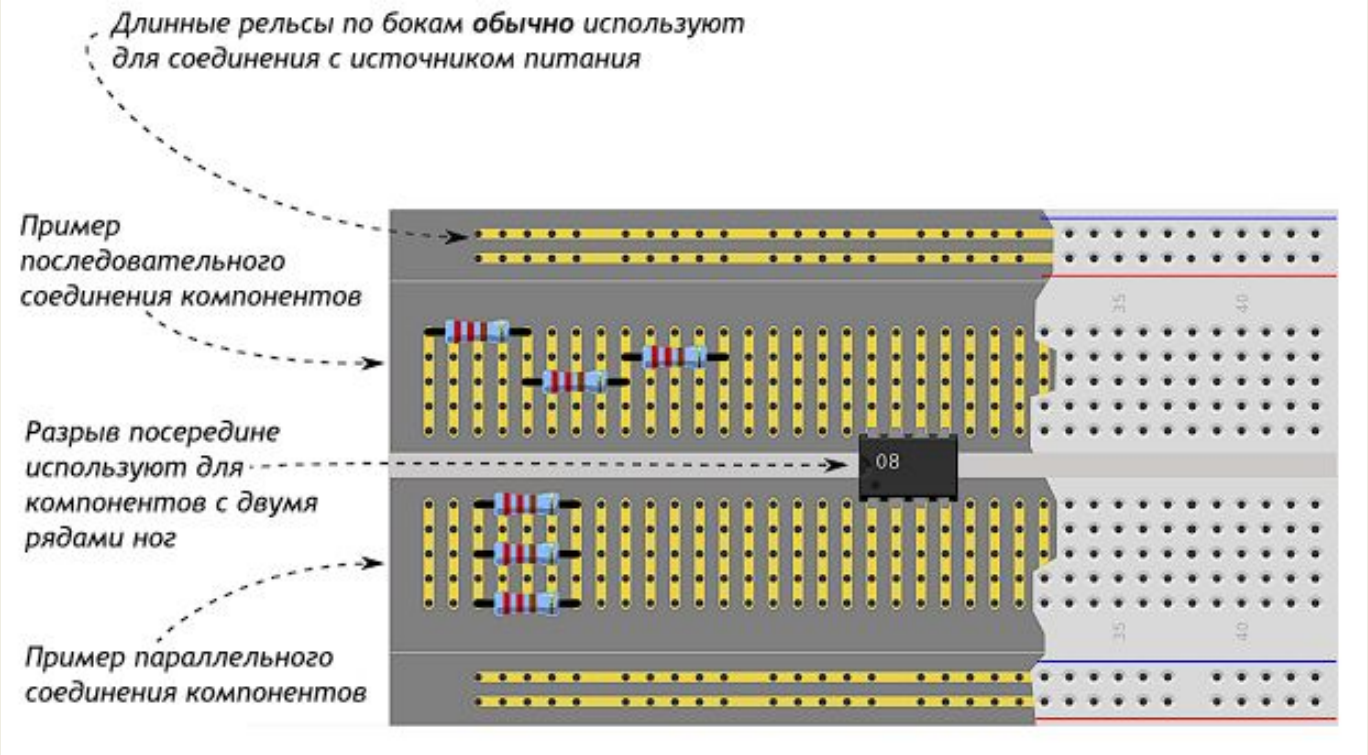
МАКЕТНАЯ ПЛАТА (BREADBOARD)

Макетная плата Breadboard позволяет обойтись без пайки и собрать схему для испытаний. Внутри макетной платы проложены проводочки хитрым образом, что позволяет вам собирать довольно сложные конструкции. На доске доступно 830 контактов. Четыре рельсы по бокам предназначены для подключения питания и земли. Между ними — 126 групп соединённых между собой контактов, расположенными на расстоянии 2,54 мм.

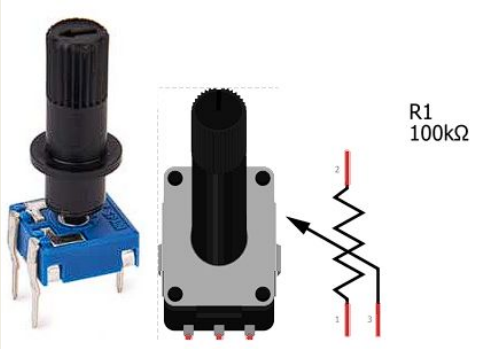


Схематично доску можно представить так:

Когда вы подключаете проводник к одному из отверстий в отдельном ряде, этот контакт будет одновременно подключён и к остальным контактам в отдельном ряде.



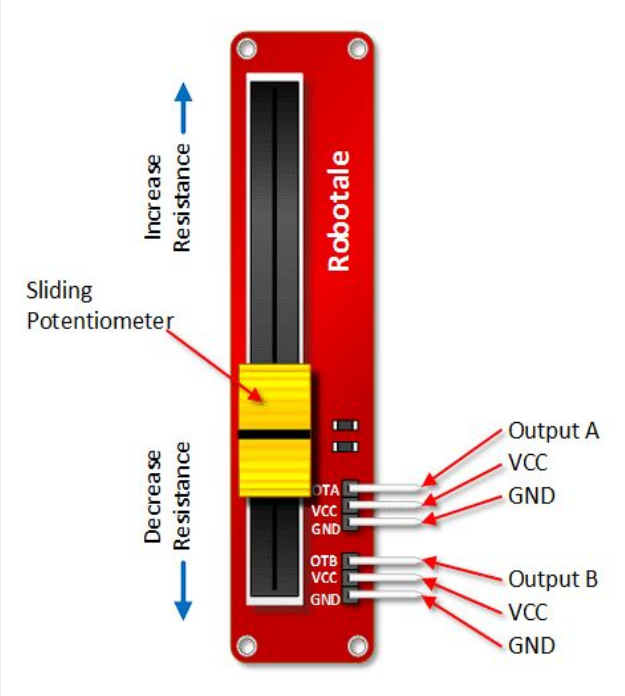
ПОТЕНЦИОМЕТР



Потенциометр - это обычный регулятор. С его помощью можно регулировать напряжение проходимого тока от 0 до 5В. Они могут быть представлены разными моделями. Для учебных опытов удобно использовать большой потенциометр.

У потенциометра есть две парные ножки и ещё одна отдельная ножка (средняя). Парные ножки соединяются с выводами на плате **5V** и **GND**. Средняя ножка соединяется с аналоговым выводом на плате, например, **A0**.

Не важно, какая из крайних ножек потенциометра будет подключена к **5V**, а какая к **GND**, поменяется только направление, в котором нужно крутить ручку для изменения напряжения. Сам сигнал считывается со средней ножки, которая связана с аналоговым портом.



Для считывания аналогового сигнала, принимающего широкий спектр значений, а не просто 0 или 1, подходят только порты, помеченные на плате как **ANALOG IN**. Они все пронумерованы с префиксом A (A0-A5). Для чтения значения аналогового входа используется функция **analogRead()**.