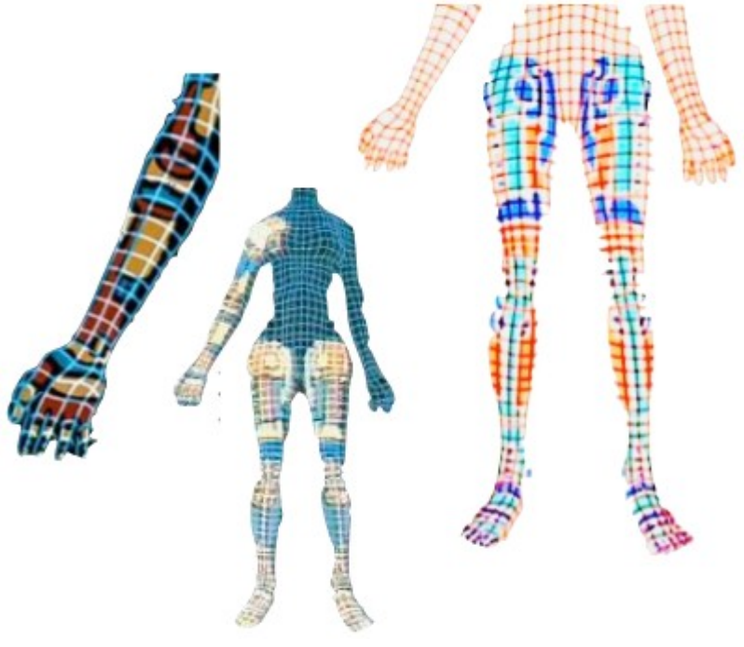
Arduino и бионика

Введение в микроконтроллеры с Arduino



Занятие 3

18 ноября 2007 - machineproject — Тод Е. Курт

Перевод на русский язык
23 февраля 2011 — robofreak.ru — Татьяна Волкова

Программа на сегодня

- О моторах постоянного тока
- Транзисторы как выключатели
- Управление моторами постоянного тока
- Введение в Processing
- Управление компьютером с помощью Arduino
- Пьезо-пищалки в качестве сенсоров

Скопируйте файл Processing.zip или .dmg для Вашей ОС — он на флэшке с раздаточным материалом

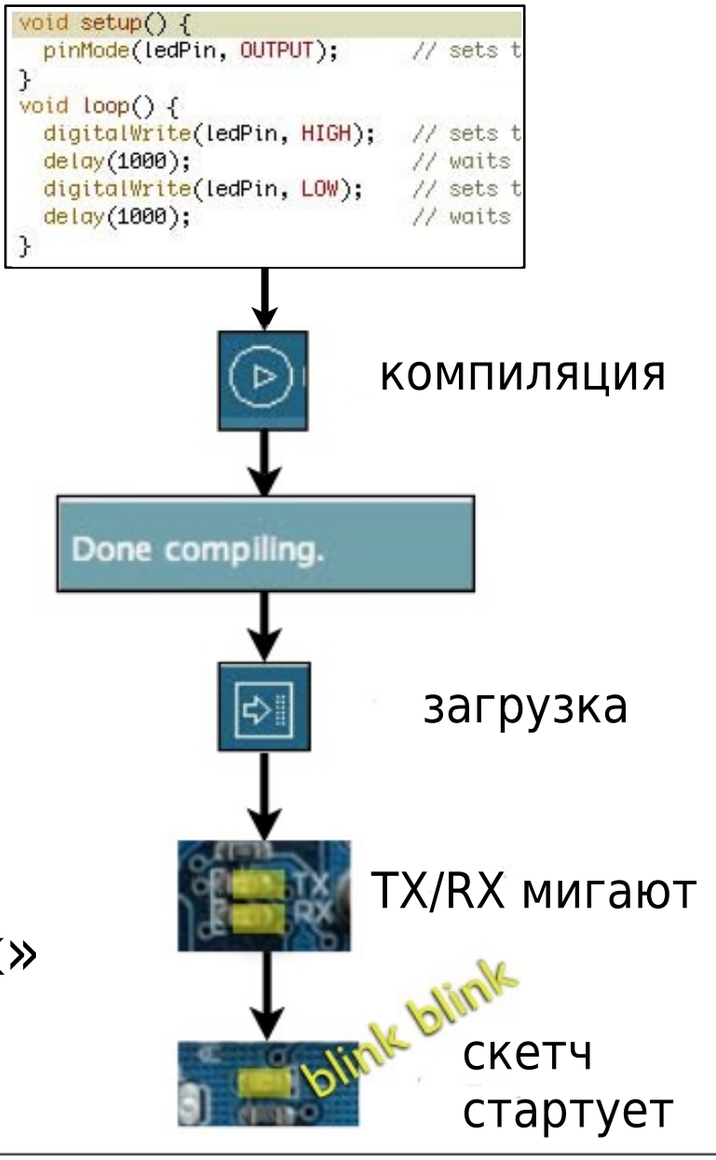
Повторение: мигающий светодиод

Удостоверьтесь, что всё по-прежнему работает

```
int ledPin = 13;                  // LED connected to digital pin 13

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);      // sets the digital pin as output
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);   // sets the LED on
  delay(1000);                  // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);    // sets the LED off
  delay(1000);                  // waits for a second
}
```



Загрузите «File/Sketchbook/Examples/Digital/Blink»

Измените значение в «delay()», чтобы изменить частоту мигания

Содержимое набора для занятия 2

“моторы и движение”

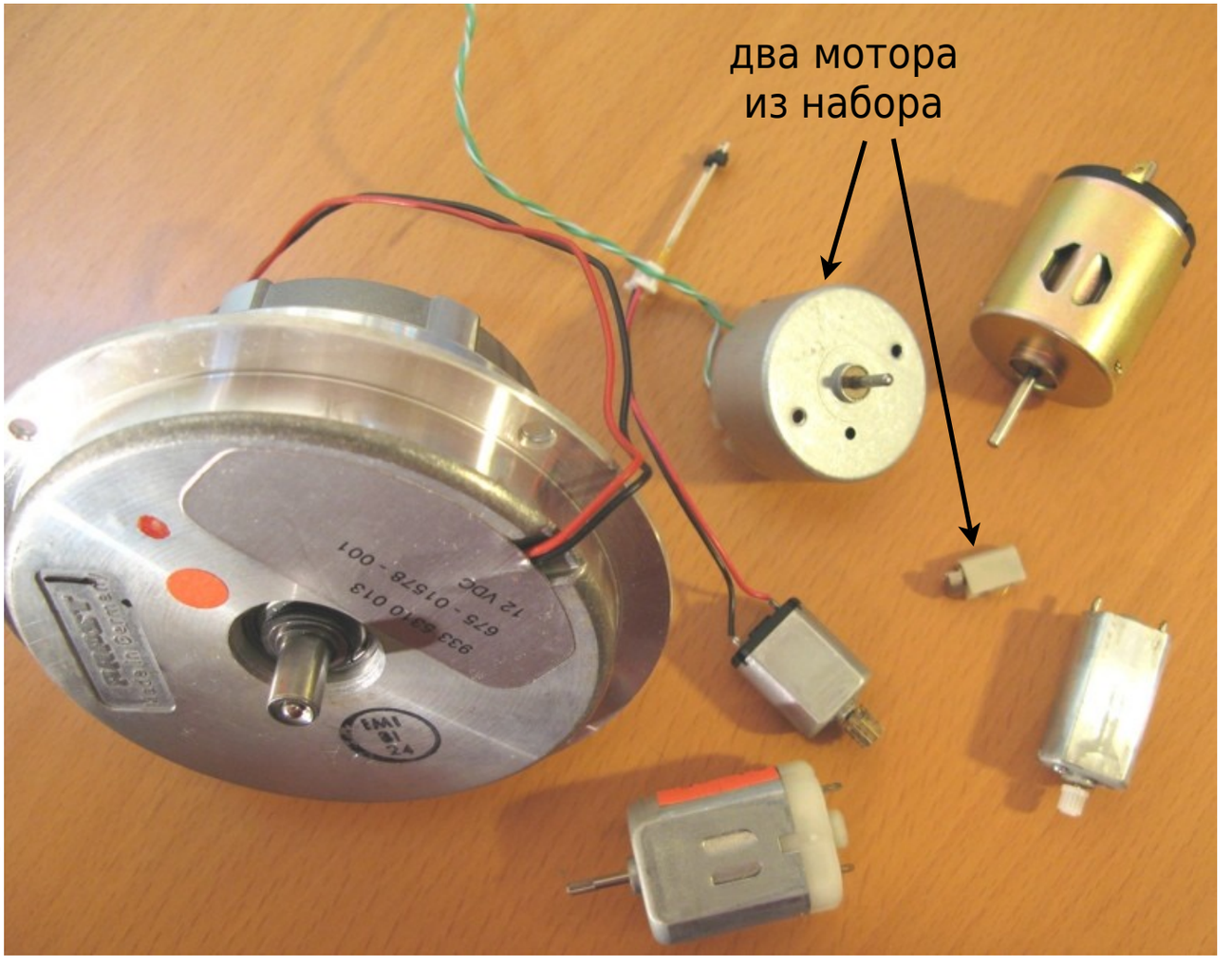
Набор для занятия 2

“моторы и движение”

- Нунчак Nintendo Wii
- Адаптер для Wii-нунчака
- Большой мотор постоянного тока
- Малый мотор постоянного тока
- Малый сервомотор
- Силовой транзистор TIP120
- Силовой диод 1N4001
- Несколько резисторов на 500 ом (зелёный-коричневый-коричневый)
- Пара палочек от мороженого
- Разноцветные ёршики для труб

Моторы постоянного тока

Бывают разных форм и размеров



Возможно, прямо сейчас рядом с Вами есть 3-4 мотора

(вибромотор в телефоне, кулер в компьютере, dvd-привод в компьютере)

Когда моторы только появились, люди думали, что в доме нужен только один домашний мотор. Существовали разные насадки для чистки пылесосом, перемалывания мяса, вентилирования, и в некоторых домах были целые внутренние лабиринты из ремней и шестерёнок, проведённые через дом, для передачи вращательного движения.

Моторы постоянного тока

Головокружительное множество параметров, определяющих мотор

- С прямым приводом либо с мотор-редуктором – есть ли встроенные шестерёнки
- напряжение – при каком напряжении он лучше всего работает
- сила тока (эффективность) – сколько тока нужно, чтобы вращаться
- скорость – насколько быстро он вращается
- момент – с какой силой он вращается
- да, и ещё: размер, диаметр вала, длина вала, и пр.

Два мотора, которые у Вас, это малые моторы с прямым приводом, высокоэффективные, работают от 5 вольт

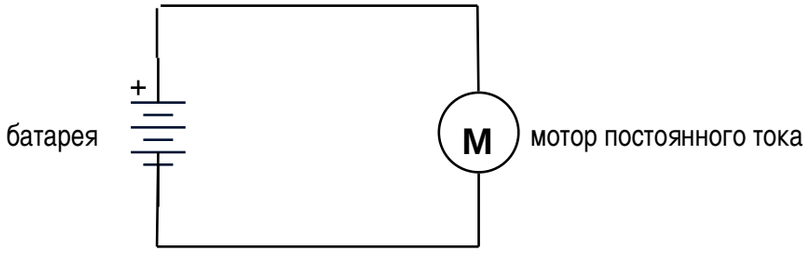
Мотор-редукторы — самые лучшие.

Характеристики моторов постоянного тока

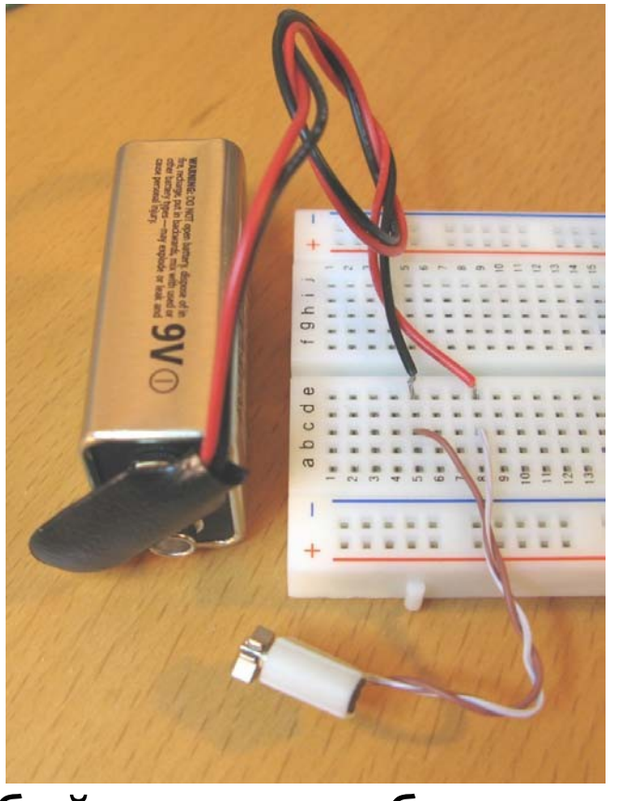
- При старте им требуется *гораздо* больше тока, в худшем случае, в 10 раз больше.
- Если “заклините” их (сделаете так, что они не смогут повернуться), они также будут потреблять очень много тока
- Вращаются в другом направлении, если сменить полярность напряжения
- Обычно вращаются очень быстро: >1000 оборотов в минуту
- Для замедления нужны шестерёнки

Моторы постоянного тока

Чтобы включить, приложите напряжение
Чем выше напряжение, тем выше скорость вращения



полярность определяет, в какую сторону вращается мотор

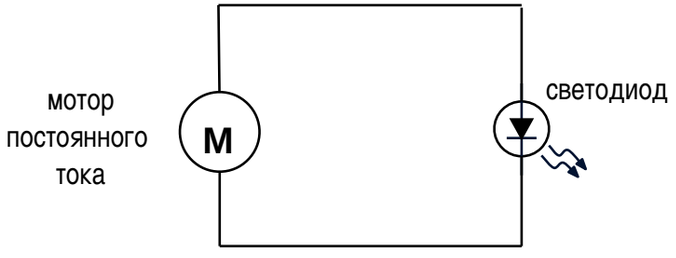


Попробуйте это по-быстрому.
Потом поменяйте полярность

Только не слишком долго. Эти моторы будут работать от 9 вольт некоторое время, но вообще не предназначены для продолжительной работы под таким напряжением.

Моторы постоянного тока в качестве генераторов

Как напряжение вызывает вращение...



...так и вращение вызывает вращение

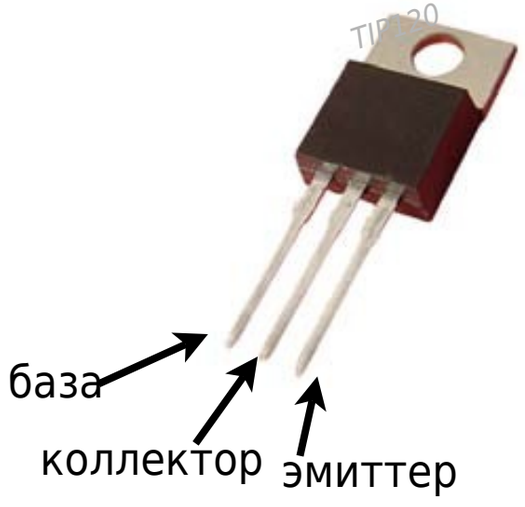
Это используется для “регенеративного торможения” в электрических и гибридных автомобилях

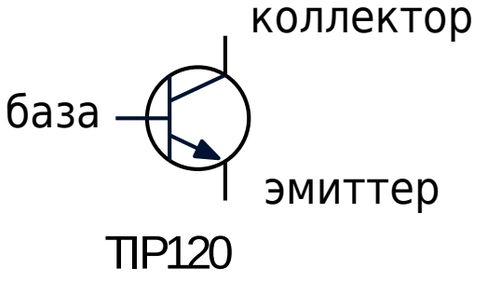
Выданные Вам высокоэкономичные моторы не вырабатывают много тока (потому что и не потребляют много тока). У меня есть дешёвый мотор, который зажигает светодиод лучше.

Транзисторы

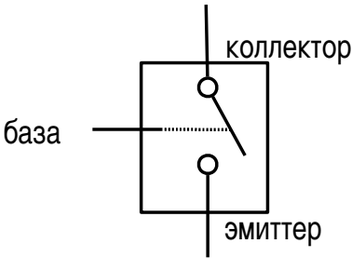
Работают как выключатели

Только «щёлкает» выключателем не Ваш палец, а электричество





схематический символ



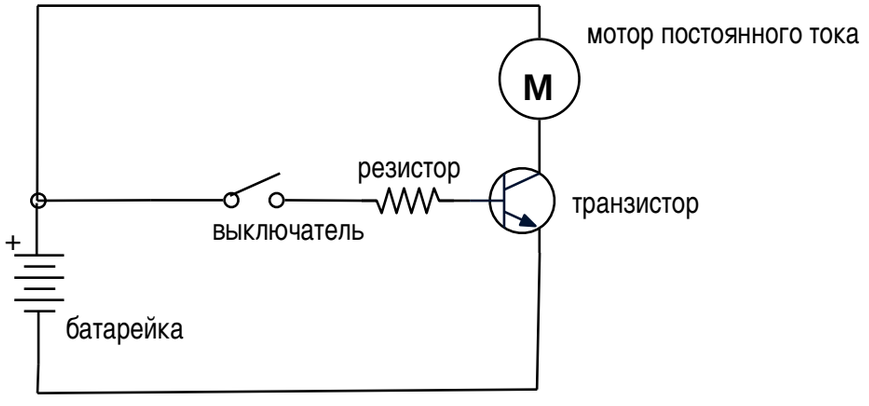
примерно так он работает

Включение “базы” соединяет “коллектор” и “эмиттер” вместе

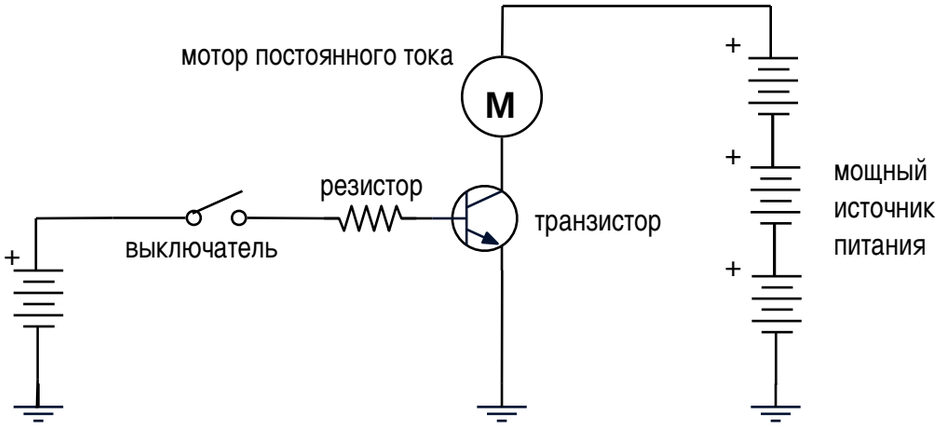
Разница между выводами очень важна. Самое главное — не названия, а их функции. “База” - это вход, который используется, чтобы открыть и закрыть “вентиль” между “коллектором” и “эмиттером”. Для этих типов транзисторов (называется NPN) Вы должны удостовериться, что на коллекторе всегда напряжение больше, чем на эмиттере. Обычно это делается соединением эмиттера с «землёй».

Включаем мотор посредством транзистора

слабый мотор



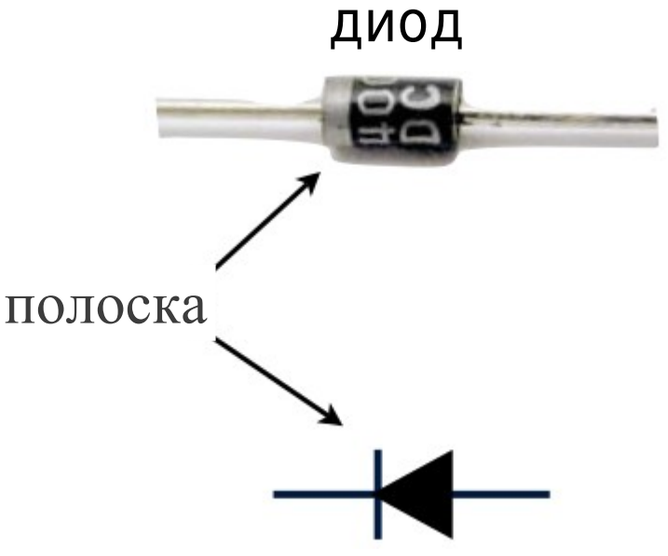
сильный мотор

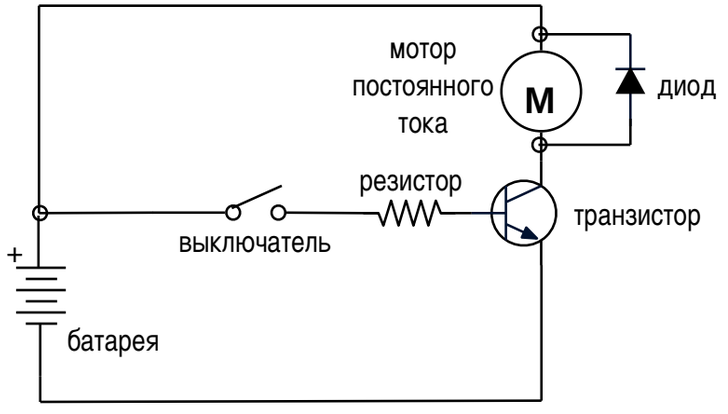


подключаем другой источник питания

Транзисторы управляют мощными сигналами при помощи слабых сигналов

Нужен диод для устранения “отдачи”

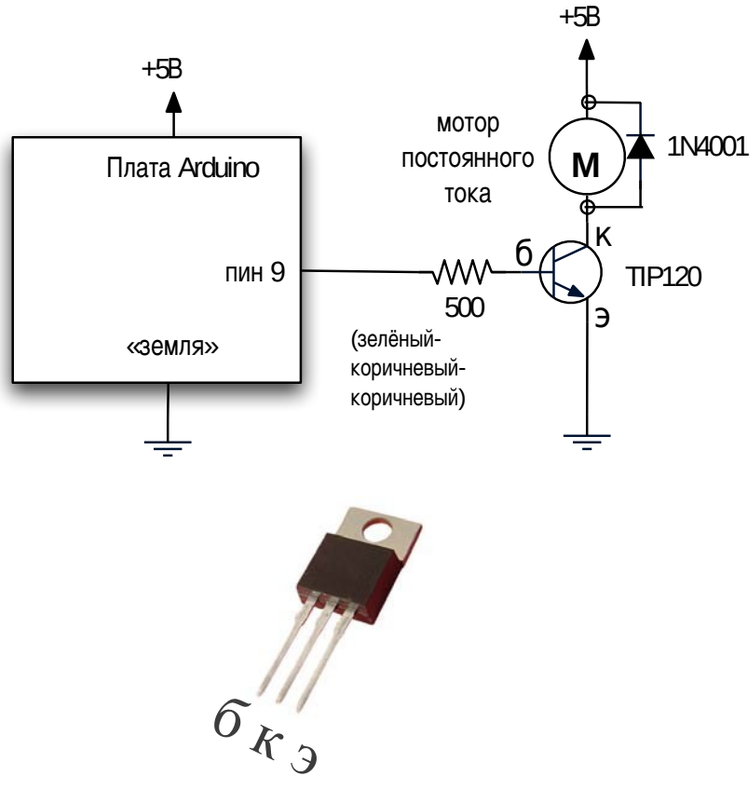


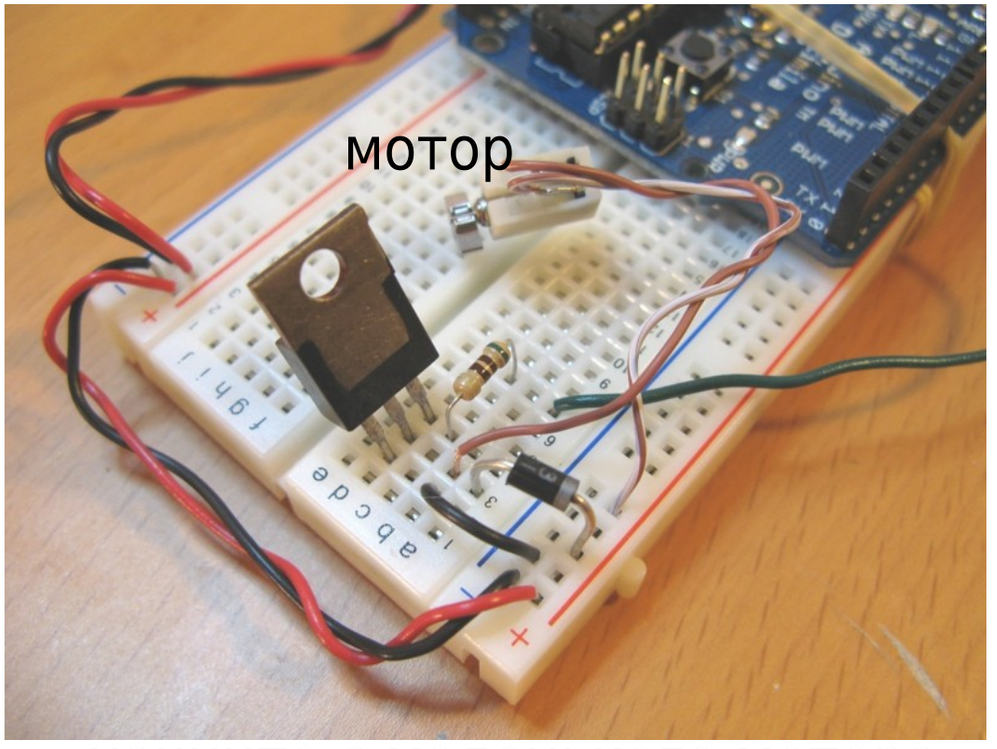


Так как мотор может действовать как генератор, нужно защитить схему от его «отдачи»

Как только мотор начинает вращаться, инерция поддерживает его вращение, мотор становится генератором, и создаёт напряжение «отдачи». Защитный диод безопасно уводит это напряжение обратно в мотор так, что оно не может повредить остальной схеме.
Отдача ещё называется “противо-ЭДС” (ЭДС == электродвижущая сила == напряжение)

Управляем мотором



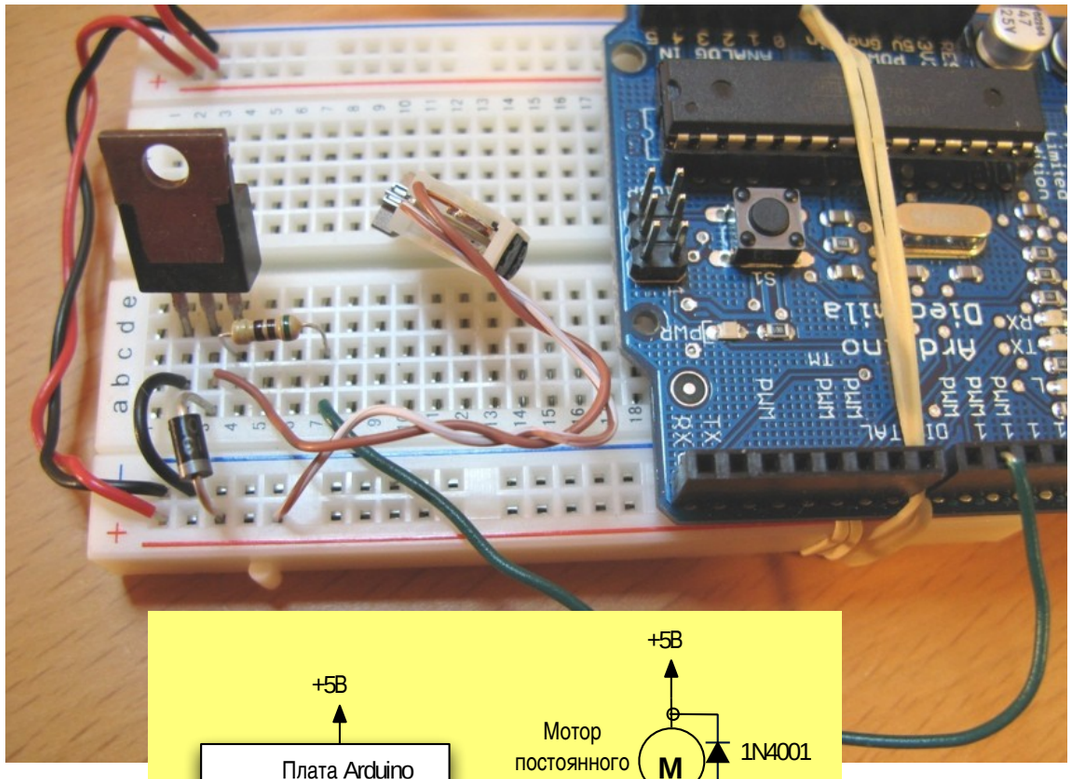


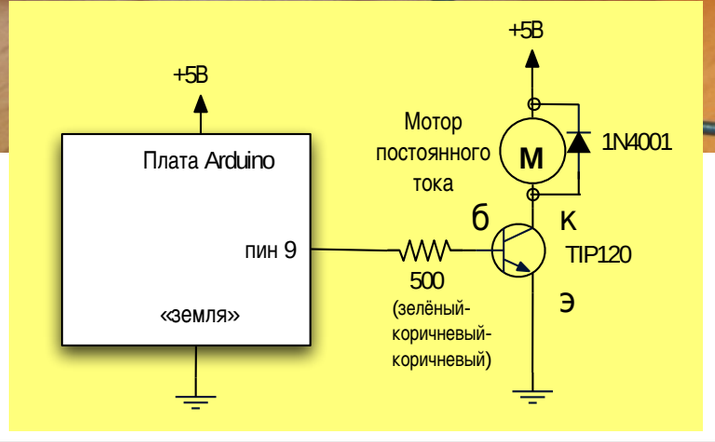
начните с маленького мотора

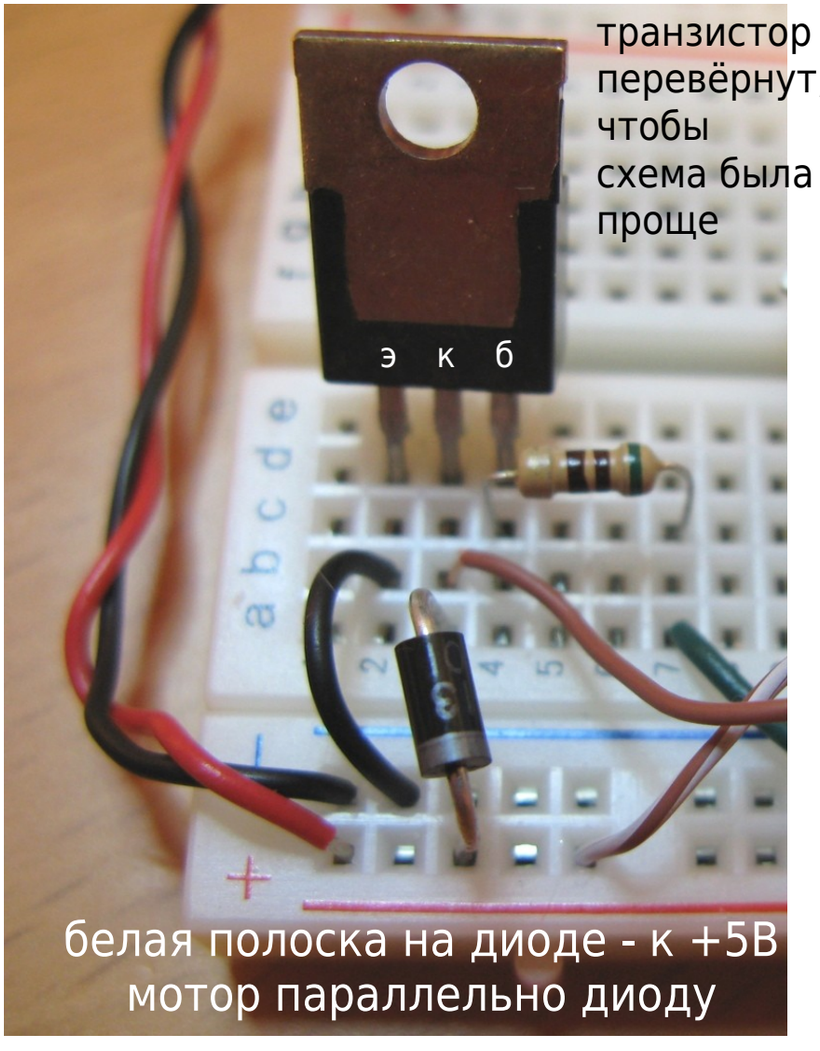
Можно управлять скоростью мотора функцией `analogWrite()` так же, как до этого - яркостью светодиода

Почему 500 ом? Потому что у меня полным-полно 500-омных резисторов. Обычно используется 1 кОм. Подойдёт любой номиналом 1 кОм или меньше. Чем меньше величина, тем больше тока Вы “потратите”, чтобы включить транзистор.

Собираем схему с мотором



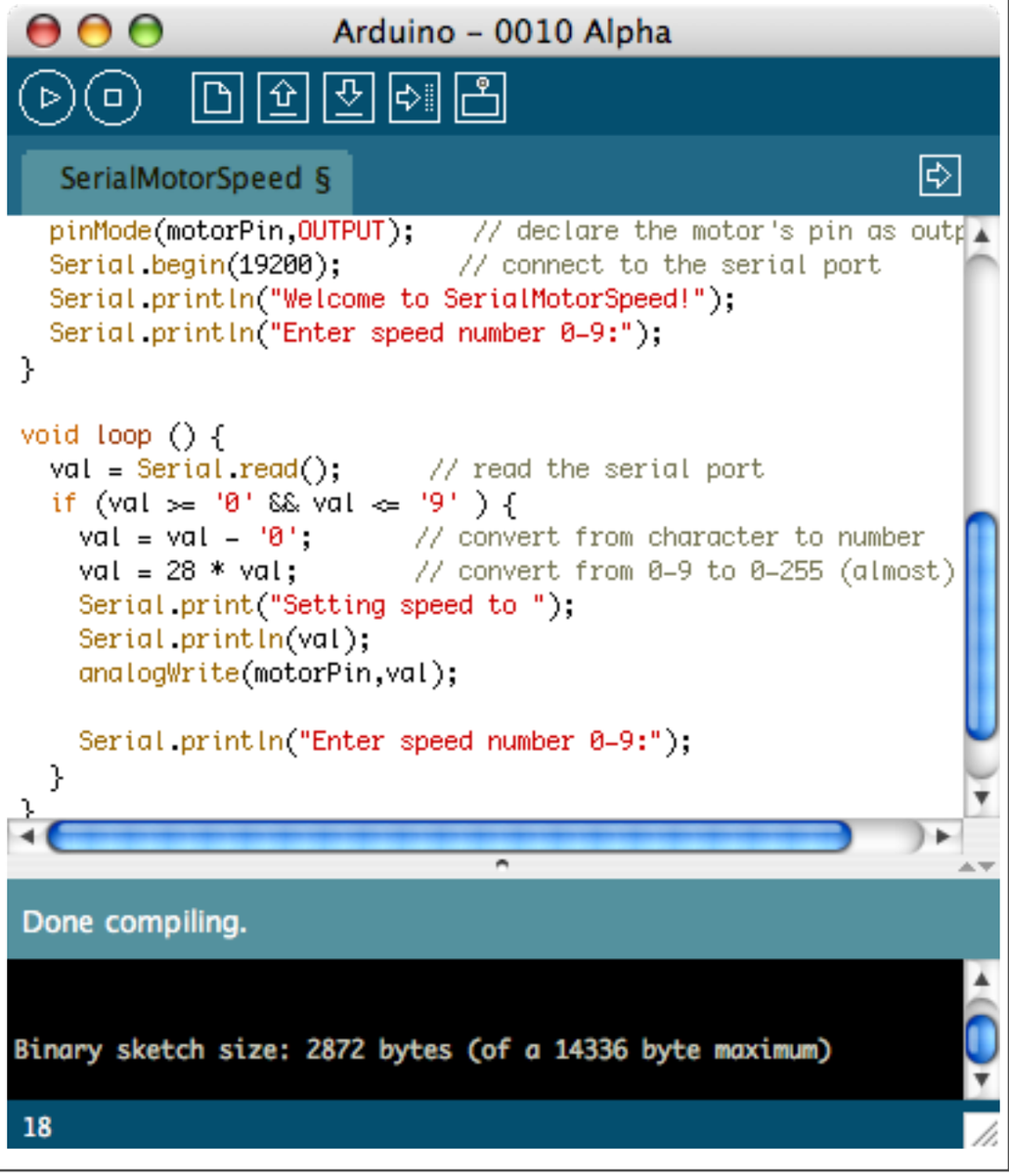




Скетч

“SerialMotorSpeed”

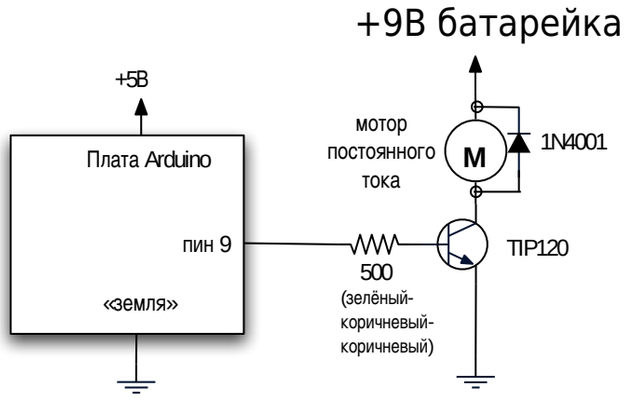
Введите цифры от 0 до 9 в Serial Monitor, чтобы управлять скоростью мотора

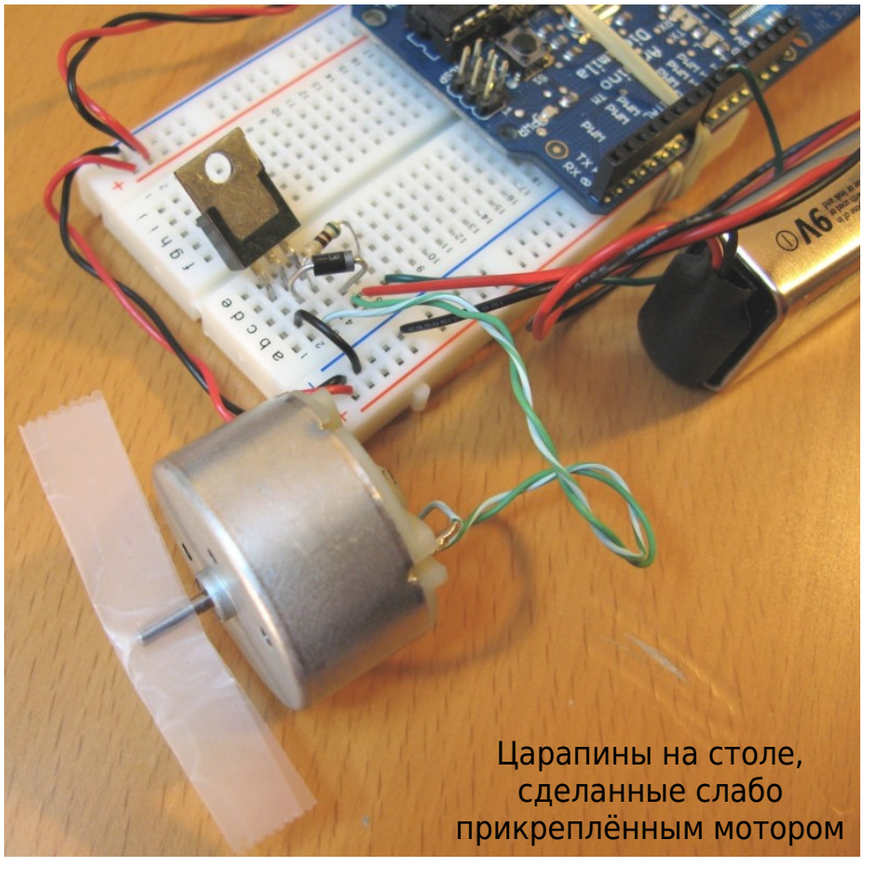


Как поменять эту программу, чтобы управлять скоростью мотора при помощи потенциометра?

Управляем большим мотором

Схема та же, но другой источник напряжения





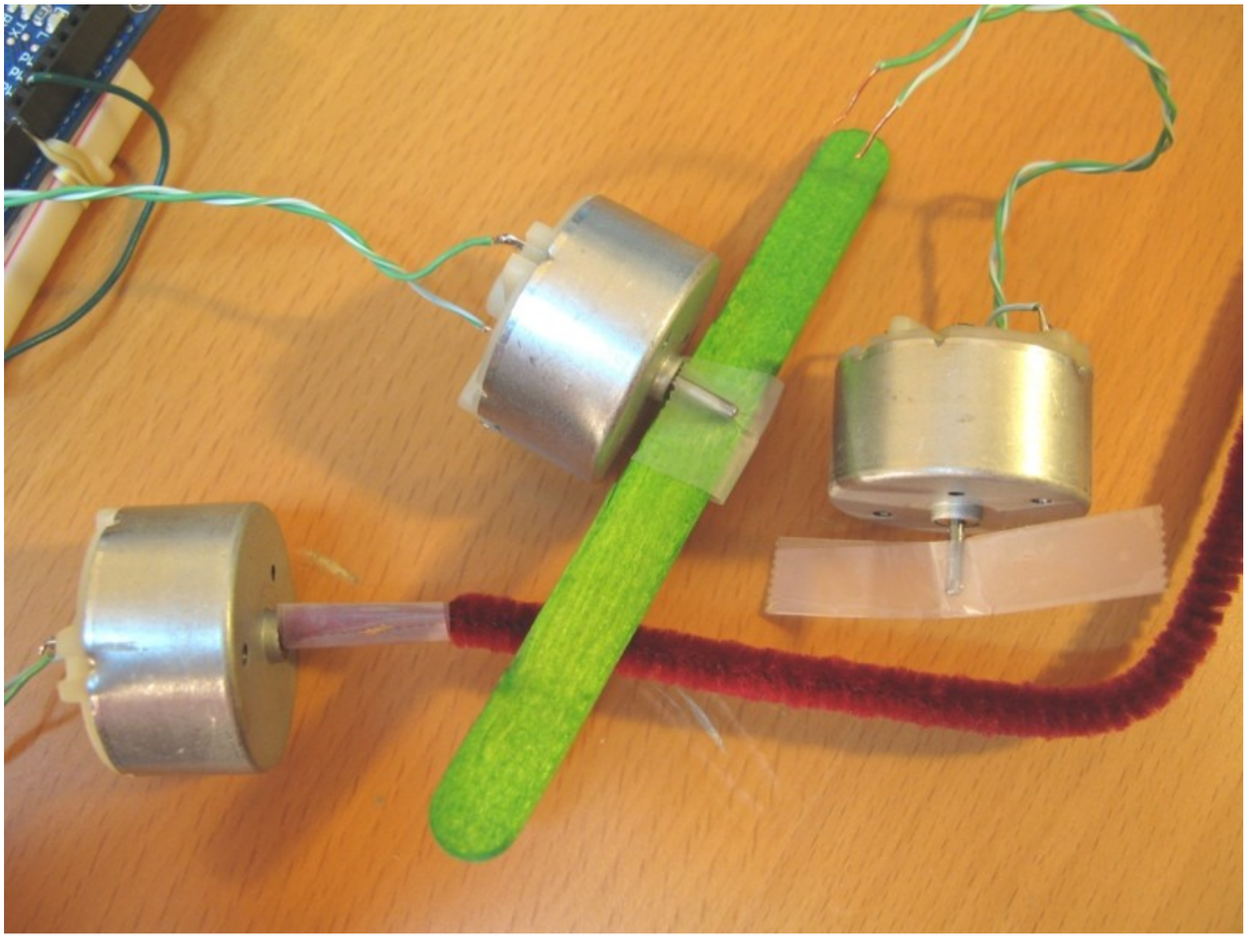
9В
батарейка

мотор с
пропеллером
из клейкой ленты

Скорость мотора меняется согласно значению `analogWrite()`

На самом деле, Вы можете запустить оба мотора, используя питание платы Arduino. Но другие моторы не заведутся, поскольку они потребляют много тока или нуждаются в напряжении более 5 вольт.

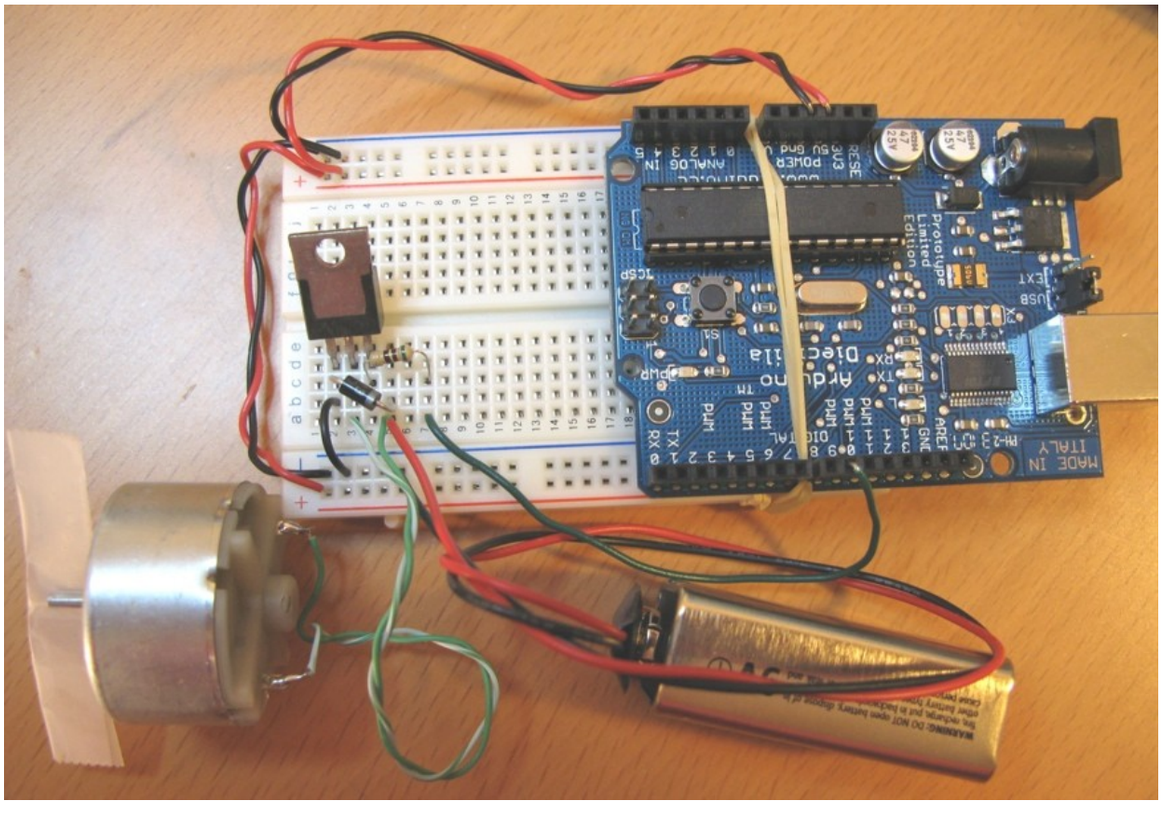
Забавные наконечники на мотор

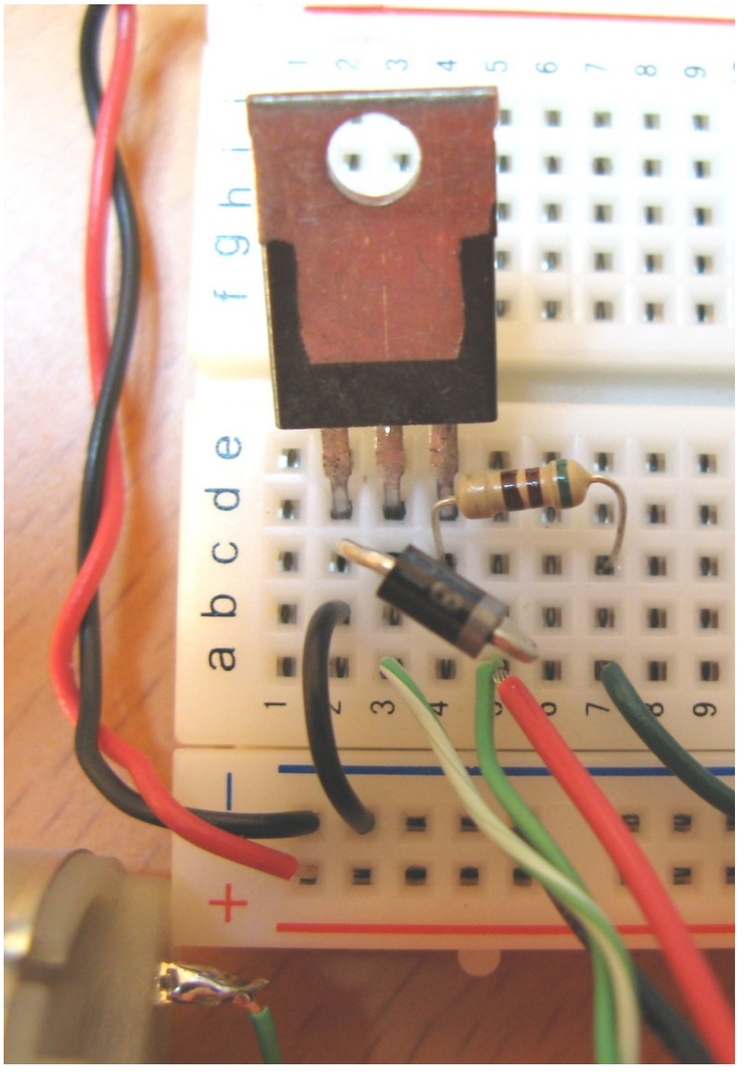


извивающийся червяк из ёршика пропеллер из клейкой ленты
турбина из палочки от мороженого

У меня плохо с механическим конструированием. Если кто-нибудь знает хорошие способы крепления этих штук к моторам, дайте мне знать. :-)

Подключаем большой мотор

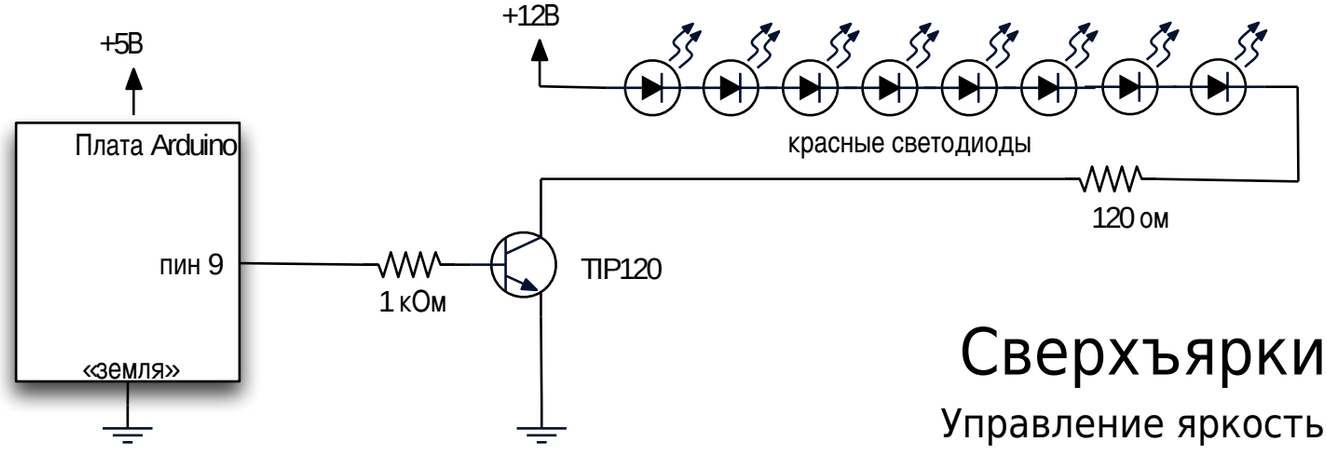




Не подключайте 9 вольт к 5-вольтовой шине!
Переставьте диод из +5 в другой ряд.
Подключите к этому ряду красный провод 9В.
Подключите к «земле» чёрный провод 9В.

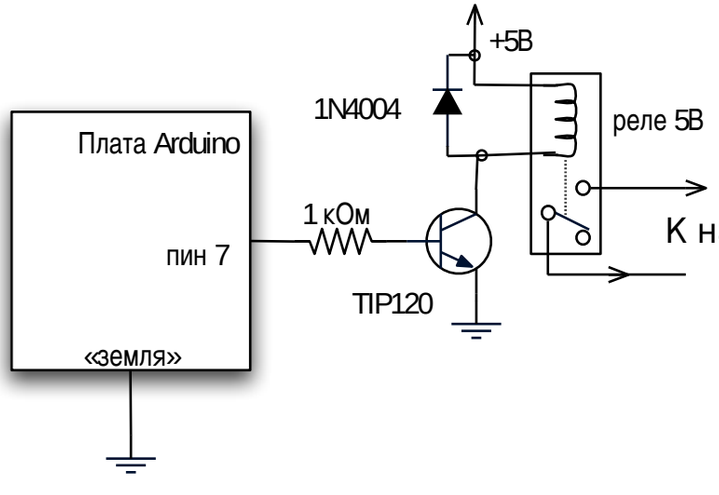
Возможно, Вам будет проще вставить красный провод 9В в одно гнездо с проводом мотора.

Можно включить всё*



Сверхъяркий светодиод

Управление яркостью при помощи ШИМ



К нагрузке: лампочка, зажигание в машине, «дворники», и пр.

Релейный переключатель

Просто вкл/вкл, и реле тоже нуждается в диоде

*Всё, что потребляет менее 1 ампера. Если больше, то нужен более мощный транзистор или реле

Пьезо-пищалка в качестве сенсора

- Пьезо-пищалки обладают обратным пьезоэлектрическим эффектом
- Нормальный пьезоэлектрический эффект - порождение электричества в результате сжимания кристалла
- Можно получить несколько тысяч вольт, сделать искру
- Вы, возможно, уже видели это в большой версии:

зажигалка для газовых конфорок

У меня есть демонстрационная пьезо-зажигалка. Можно дёрнуть себя током ради забавы. Выдаёт несколько тысяч вольт (напряжение ионизации воздуха =~ 30кВ/см).

Пьезодатчик удара

- Чтобы считывать значение с пьезоэлемента, можно просто подвесить его на аналоговый вход, но:
- Нужно «стянуть» напряжение на «землю» через резистор, иначе оно превысит допустимые значения
- Защитные диоды внутри чипа AVR ограничивают слишком высокое напряжение

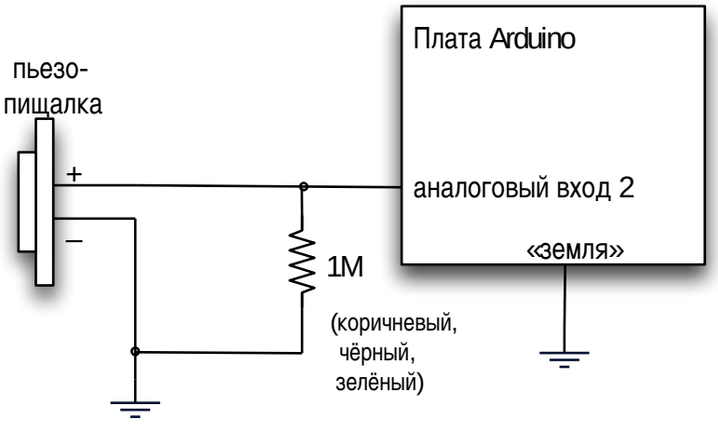
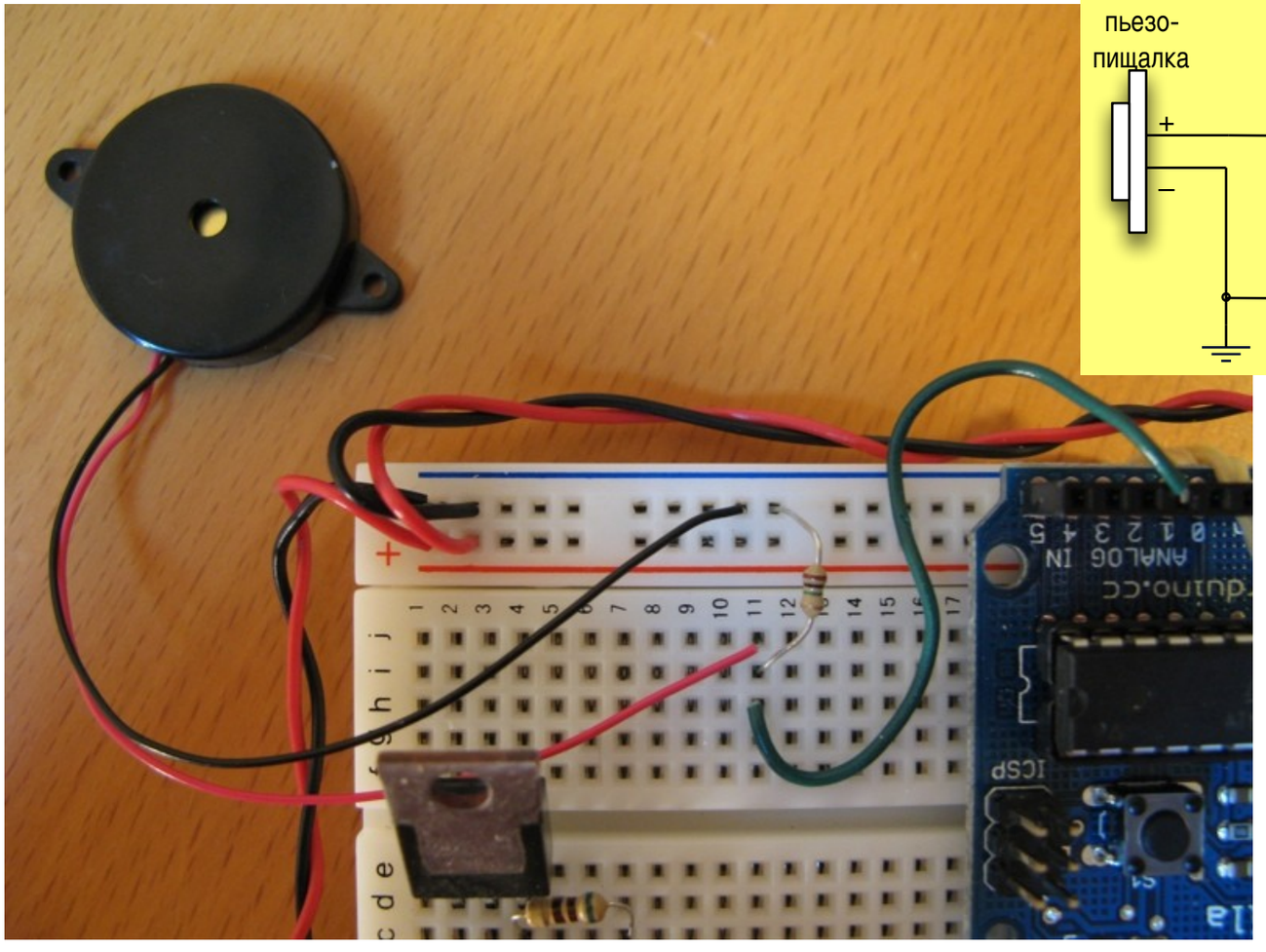
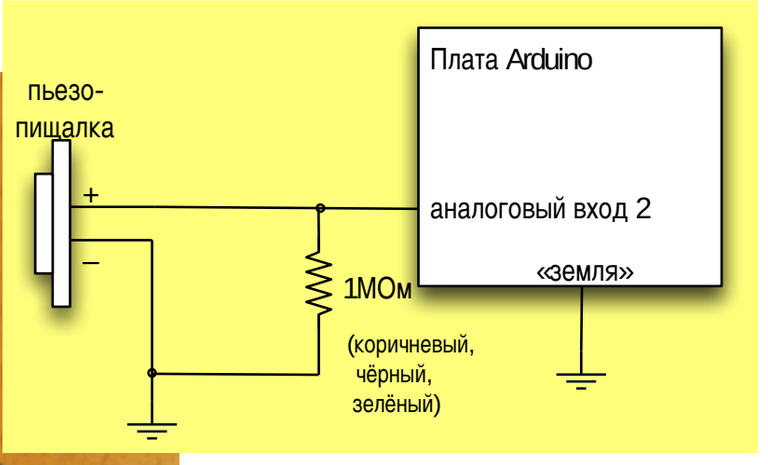


схема с пьезоэлементом на входе

Обратите внимание, полярность пьезоэлемента всё ещё имеет значение.
Если Вы хотите собрать такую схему на практике, Вы, возможно, захотите добавить дополнительный защитный диод, под названием “диод Зенера” (стабилитрон).
Он невидим до тех пор, пока напряжение не превысит его номинальный порог (например, 5 вольт, как в нашем случае), тогда он разрывает цепь.

Подключение пьезодатчика





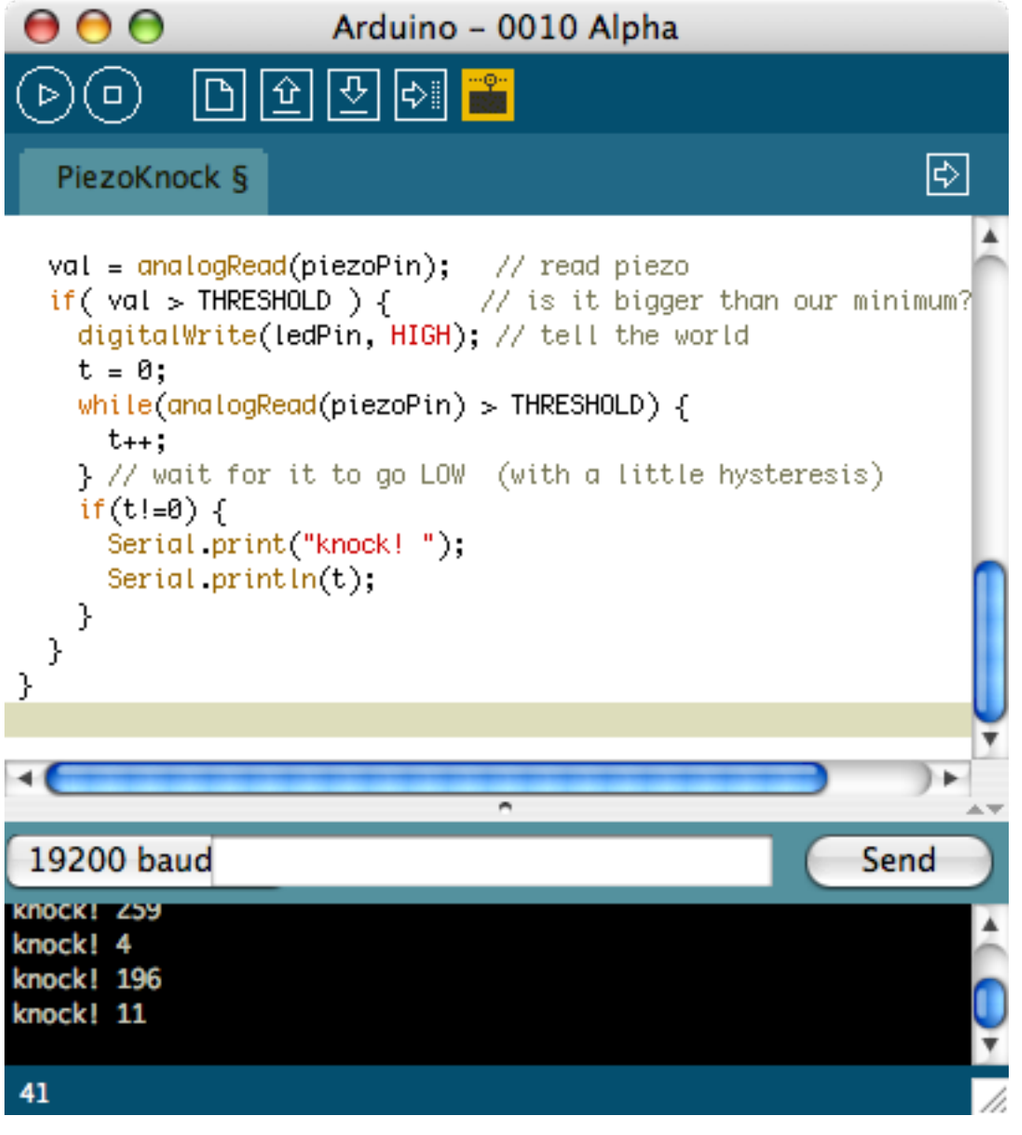
Можно подключить непосредственно к Arduino. Это может быть проще, поскольку провода у пьезо-пищалки очень тонкие

Пьезодатчик удара

“PiezoKnock”

Стукните пьезоэлемент - напечатается число, характеризующее силу удара

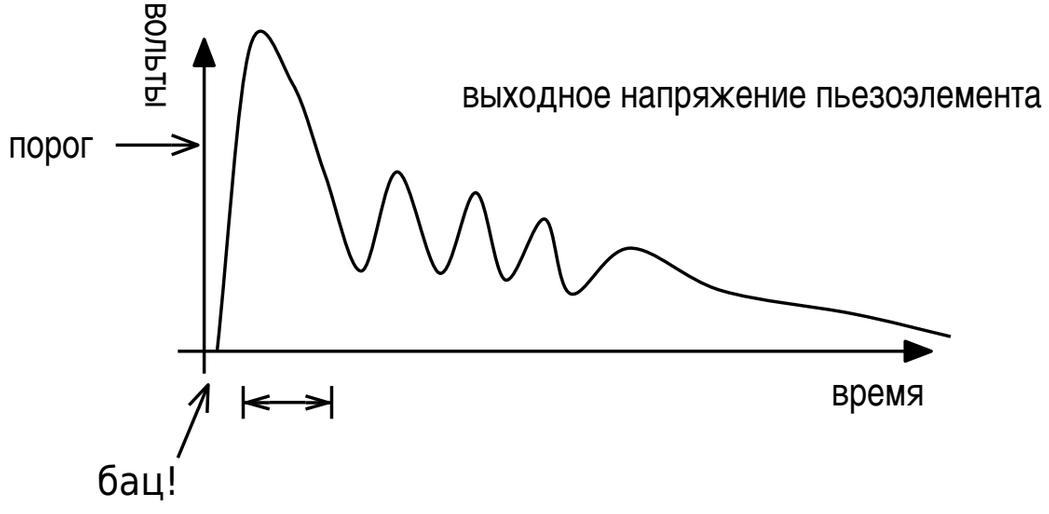
Ждёт, пока значения на входе не превысят порог, затем — пока не станут ниже порога.



Число - это «t», количество циклов ожидания того, что величина упадёт ниже ПОРОГА.
Обратите внимание, что работает это не очень хорошо.

Как это работает?

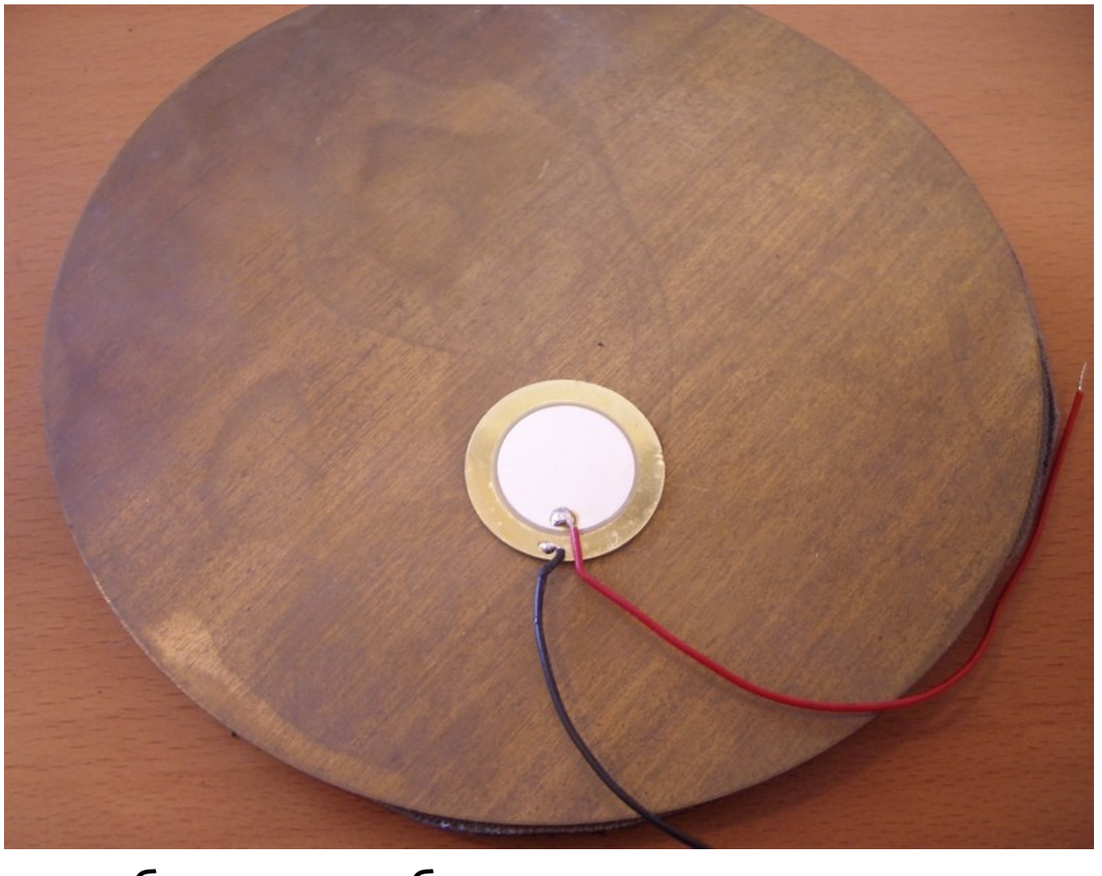
- Когда пьезоэлемент ударяют, он “звенит” как колокольчик
- Но вместо звука он выдаёт напряжение
- В скетче измеряется *время* выше заданного Напряжения, чтобы поймать наивысший пик



В зависимости от того, с какой скоростью Вы можете опрашивать входы, эта техника срабатывает либо очень хорошо, либо совсем плохо. Есть гораздо более быстрые способы наблюдения за входами помимо вызова analogRead() в цикле.
Но в данном случае всё и так работает.

Самодельные пьезодатчики

Можно закрепить элемент где угодно
(под коврами, половичками, на Вашем теле, и т.д.)



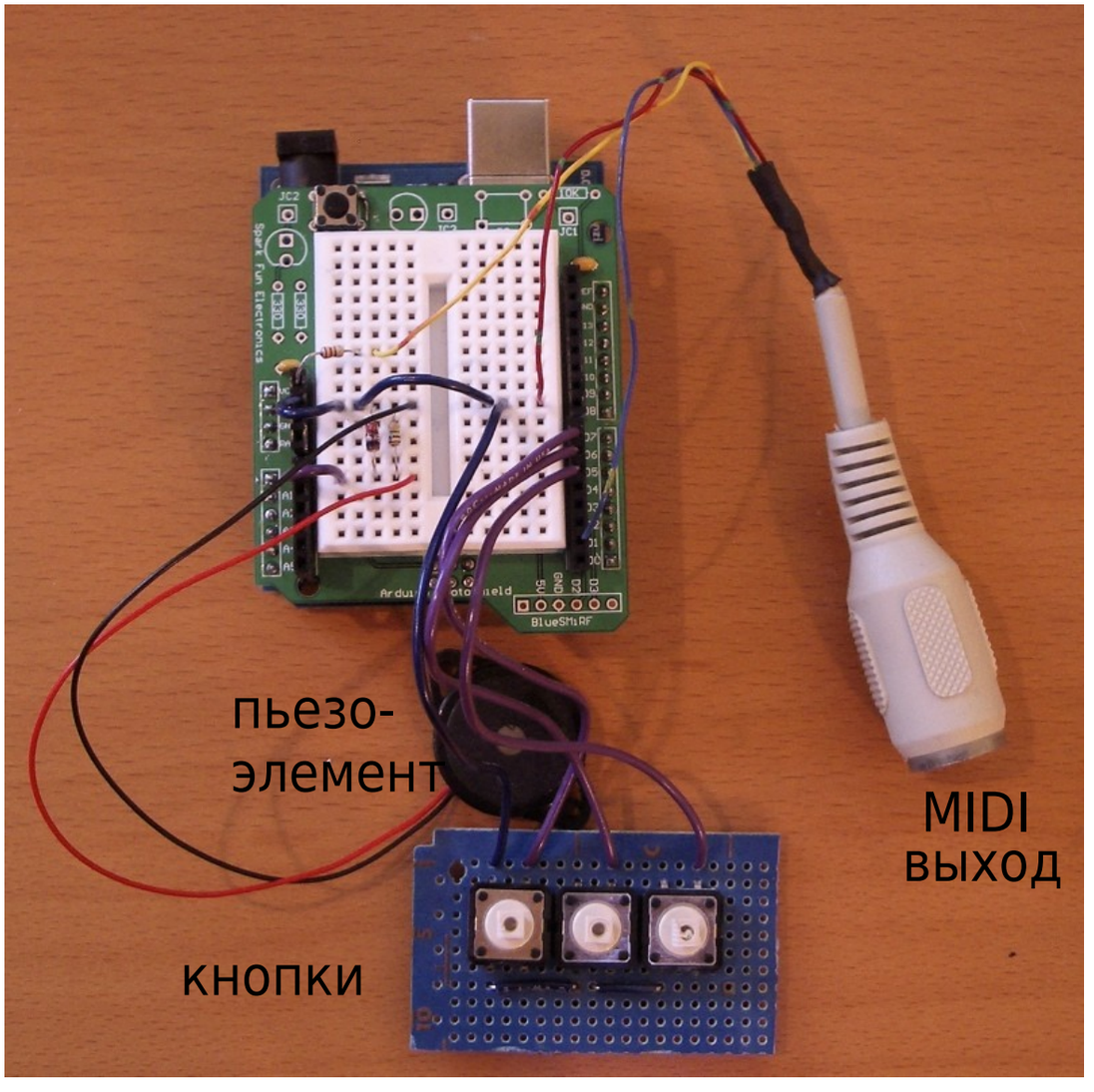
Здесь он приклеен к большому бронзовому диску — электронный барабан

Можно купить и «голые» пьезо-пищалки (не в чёрном пластмассовом корпусе), которые можно прикрепить куда угодно.

Можно сделать MIDI-инструмент

Использует пьезо-элементы и кнопки, чтобы отсылать MIDI-сообщения

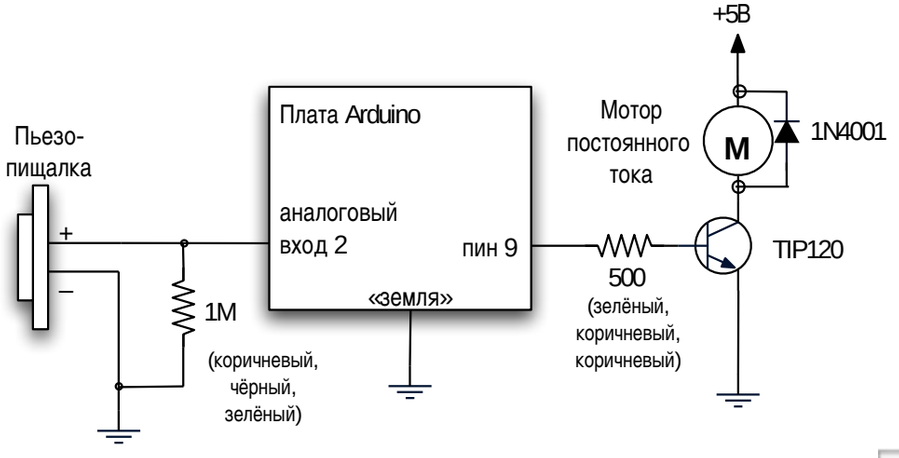
Может вызывать звуки барабана или любые другие звуковые сэмплы



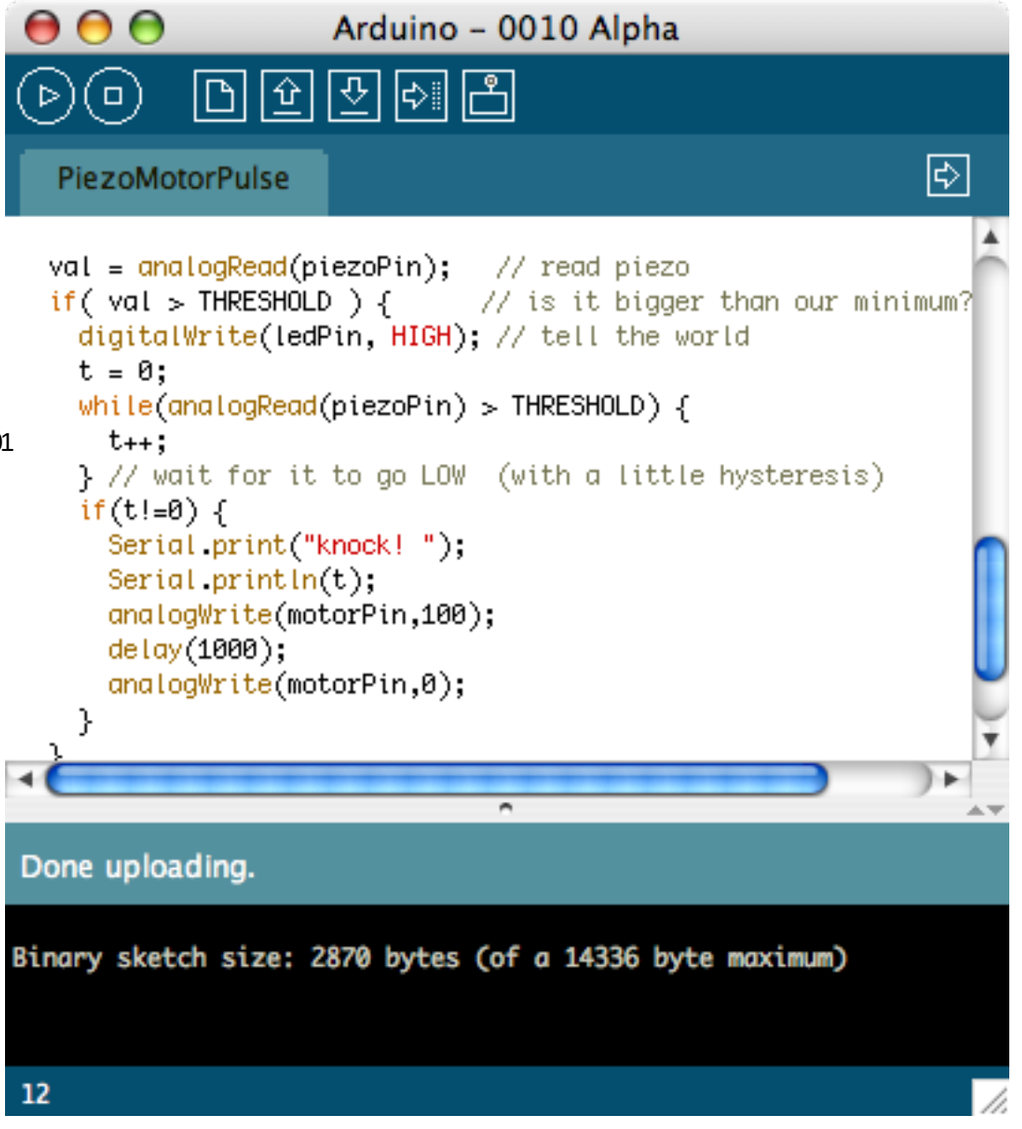
Я использовал это на Хэллоуин несколько лет назад, чтобы создавать страшные звуки

Или включать актуаторы

“PiezoMotorPulse”

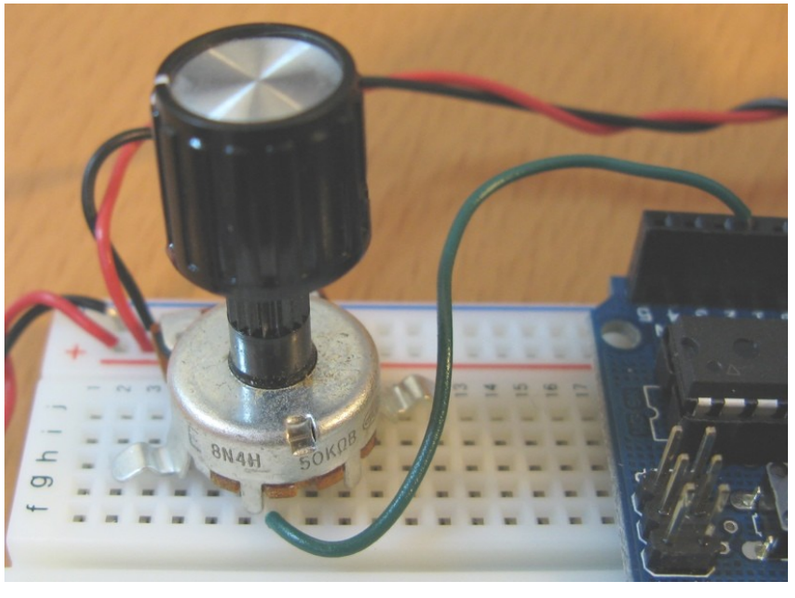


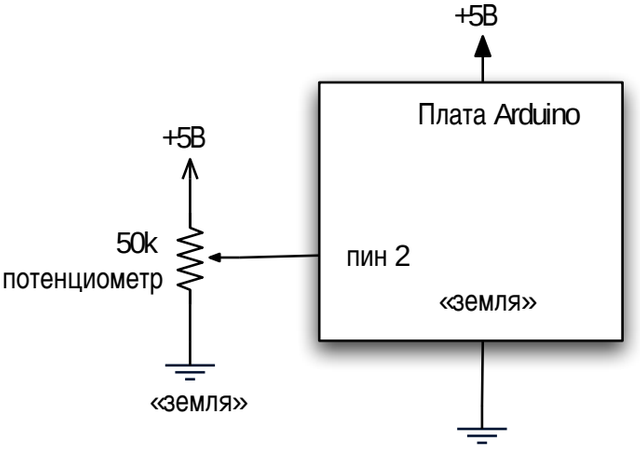
Если у Вас всё ещё подключён мотор

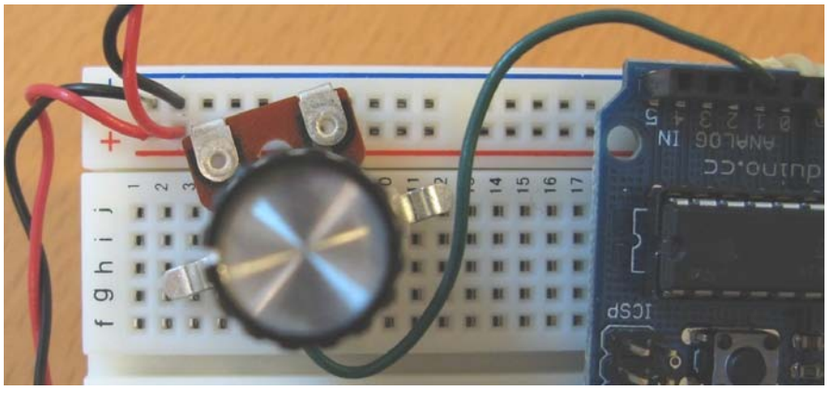


Перерыв

Собираем схему





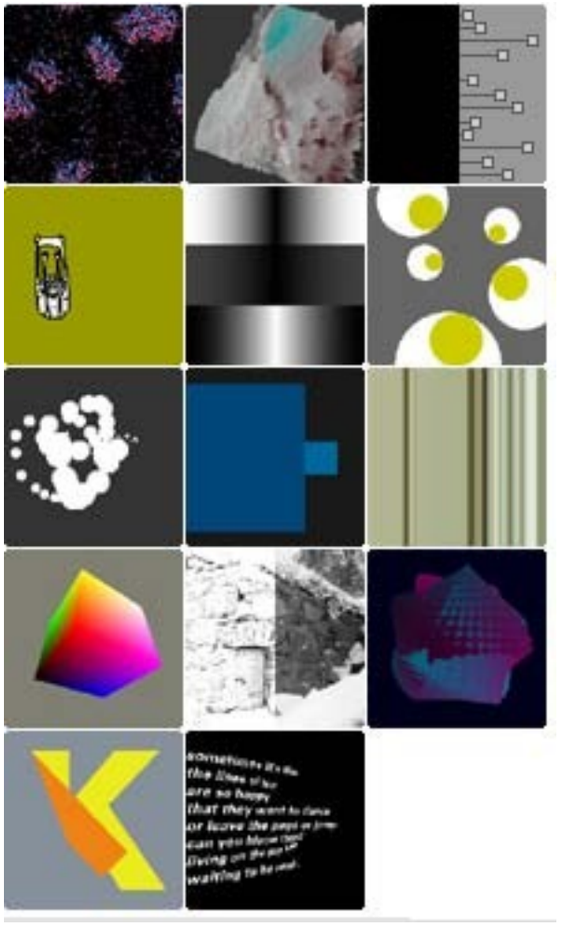


Подключите потенциометр, как на прошлом занятии

Если Вы подключите светодиод на выход 9, Вы можете снова попробовать скетч “PotDimmer”, чтобы убедиться, что всё подключено правильно.

Processing

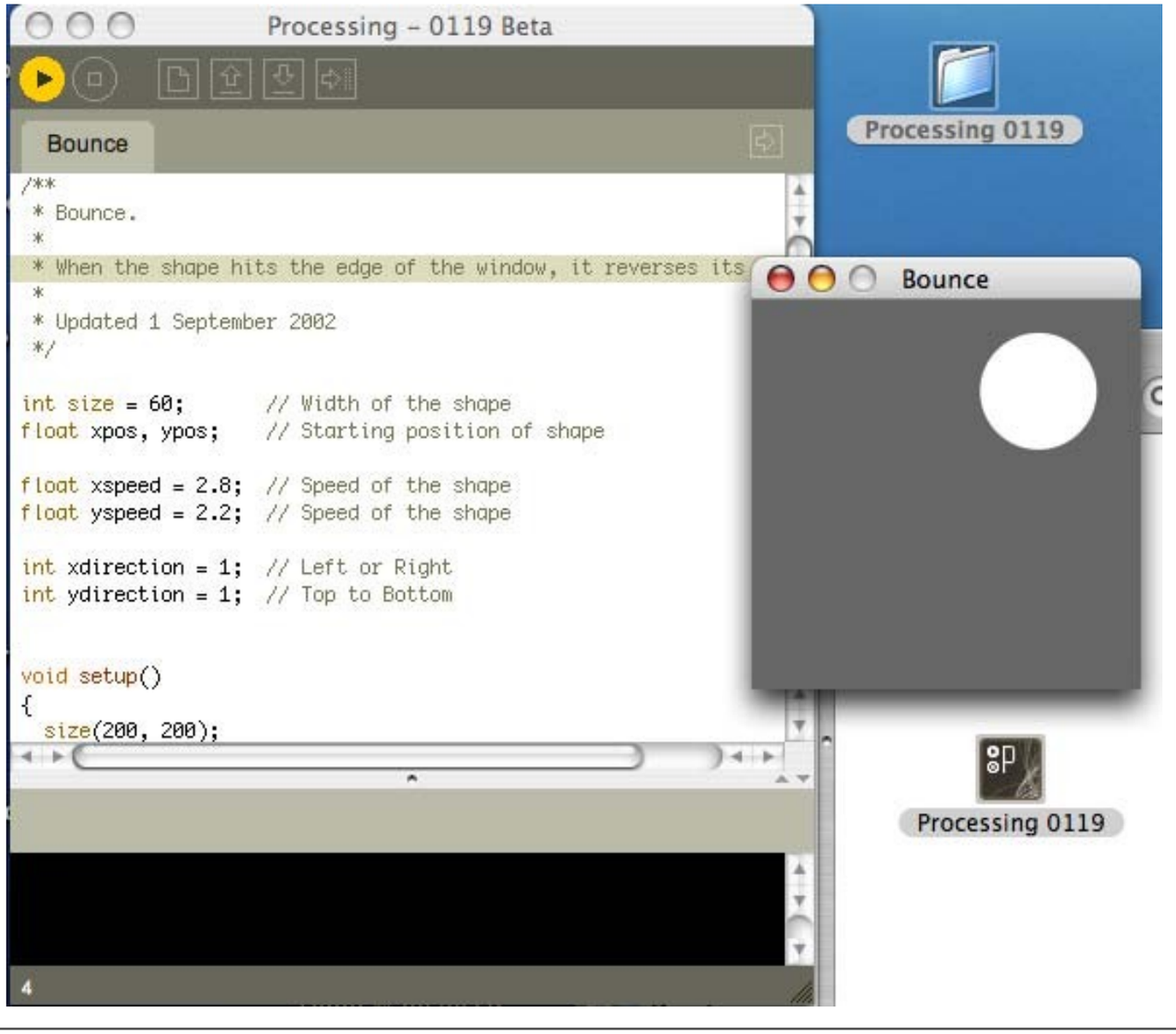
- С Processing программирование на Java станет таким же весёлым и простым, как с Arduino - AVR-программирование
- Начинался как инструмент для компьютерного искусства
- Также часто используется для взаимодействия с устройствами наподобие Arduino
- Считайте, что это свободный аналог Max/MSP



И он полностью с открытыми исходными текстами, как Arduino.
Среды разработки Processing и Arduino имеют в основе своей один и тот же исходный код, поэтому они выглядят и ведут себя похоже.

Использование Processing

- Сперва “установите” Processing
- Загрузите “Examples » Topics » Motion » Bounce”
- Нажмите “Run”
- Вы только что сделали Java-апплет



Папки с приложением Processing в раздаточном материале, установки не требуется.
Также попробуйте Examples » Topics » Motion » Collision. Это очень весело.
Обратите внимание, что «Run» запускает новое окно со скетчем.
Чёрный участок внизу — это статусное окошко, точь-в-точь как в среде Arduino.

О Processing

- Скетчи Processing устроены очень похоже на скетчи Arduino
  - `setup()` – настроить скетч, например, размер окна, число кадров
  - `draw()` – как `loop()`, вызывается раз за разом
- Если используете библиотеки, могут быть и другие функции.

Processing и Arduino

Общение по последовательному протоколу

- Среды Processing и Arduino могут общаться с «последовательными» устройствами, такими как плата Arduino
- Только одна программа на один порт
  - Так что выключите Arduino Serial Monitor, когда подключаетесь из Processing, и наоборот.
- В Processing есть библотека “Serial” для общения с Arduino. К примеру:

```
port = new Serial(..,“my_port_name”,19200)
port.read(), port.write(), port.available(), и т.д.
serialEvent() { }
```

Встроенная библиотека коммуникации по последовательному интерфейсу добавляет новую функцию для использования в скетчах: serialEvent().
Функция serialEvent() будет вызываться каждый раз при появлении новых данных.
Либо, можно проводить опрос командой port.available().

Последовательная коммуникация в Processing

Стандартный пример последовательного подключения в Processing

Четыре шага

1. Загрузить библиотеку
2. Указать имя порта
3. Открыть порт
4. Читать из порта/ писать в порт

```
import processing.serial.*;

String portname = "/dev/tty.usbserial-A4001qa8";  // Use the same
Serial port;  // Create object from Serial class

int val=100;  // Data received from the serial port, with an

void setup()
{
  // Open the port the board is connected to
  port = new Serial(this, portname, 19200);
}

void draw()
{
  if (port.available() > 0) {  // If data is available,
    val = port.read();         // read it and store it in val
  }
}
```

Убедитесь, что имя порта такое же, как и “Serial Port” в Arduino GUI

Вот и всё, что нужно, чтобы общаться с Arduino в Processing.
Выражение «import» говорит, что Вы хотите использовать инструменты для работы с последовательным портом..
“new Serial” создаёт объект последовательного порта в Processing
Затем Вы можете в функции “serialEvent()” читать из этого объекта..

Arduino общается с Processing

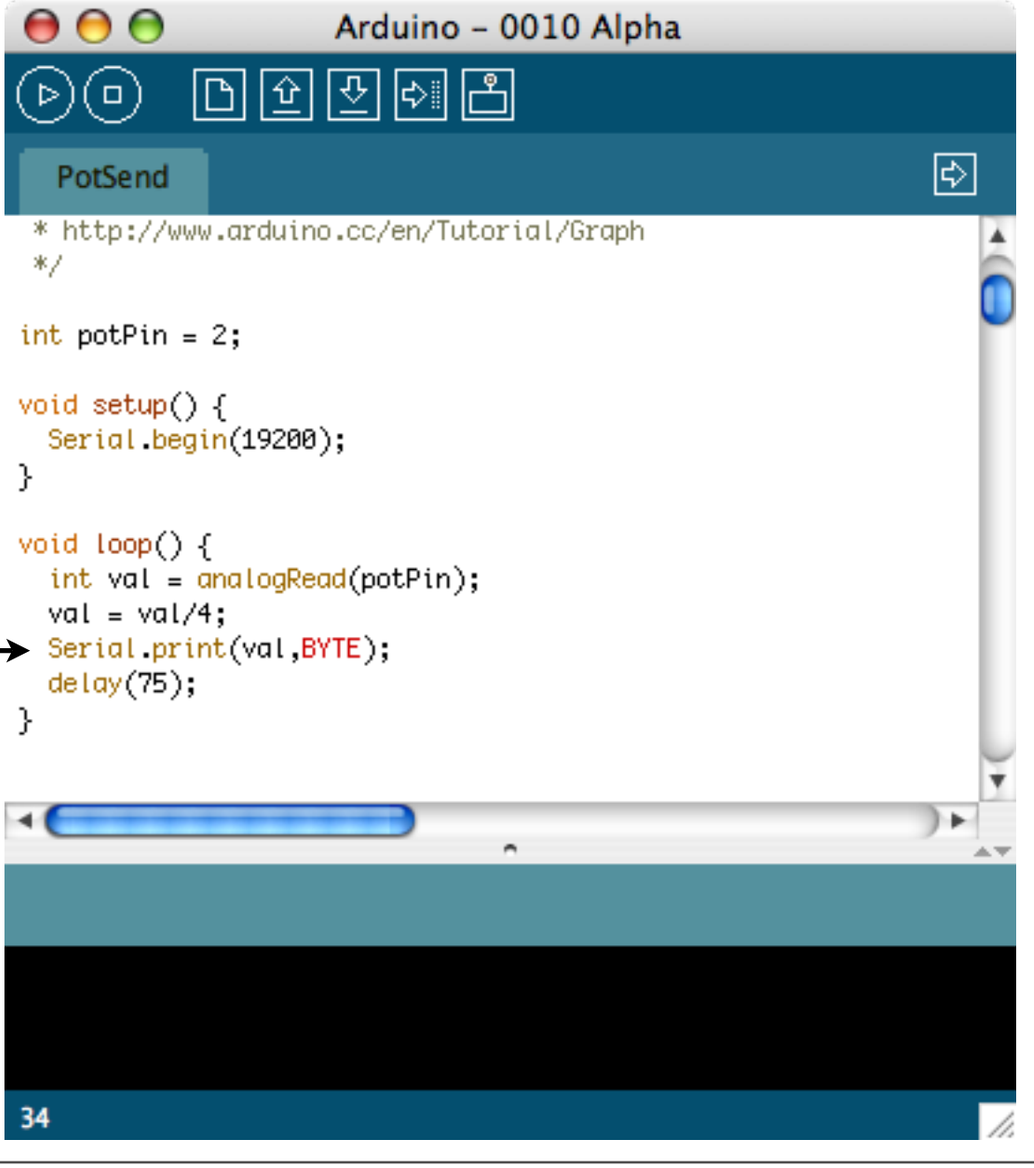
“PotSend”

Считывает положение ручки потенциометра, отправляет значение

Внимание: посылаем значение не как ASCII-текст, но как байт в двоичном представлении

(BYTE проще, чем другие форматы, обрабатываются в Processing)

Может быть максимум 6 ручек настройки, потому что есть 6 аналоговых входов



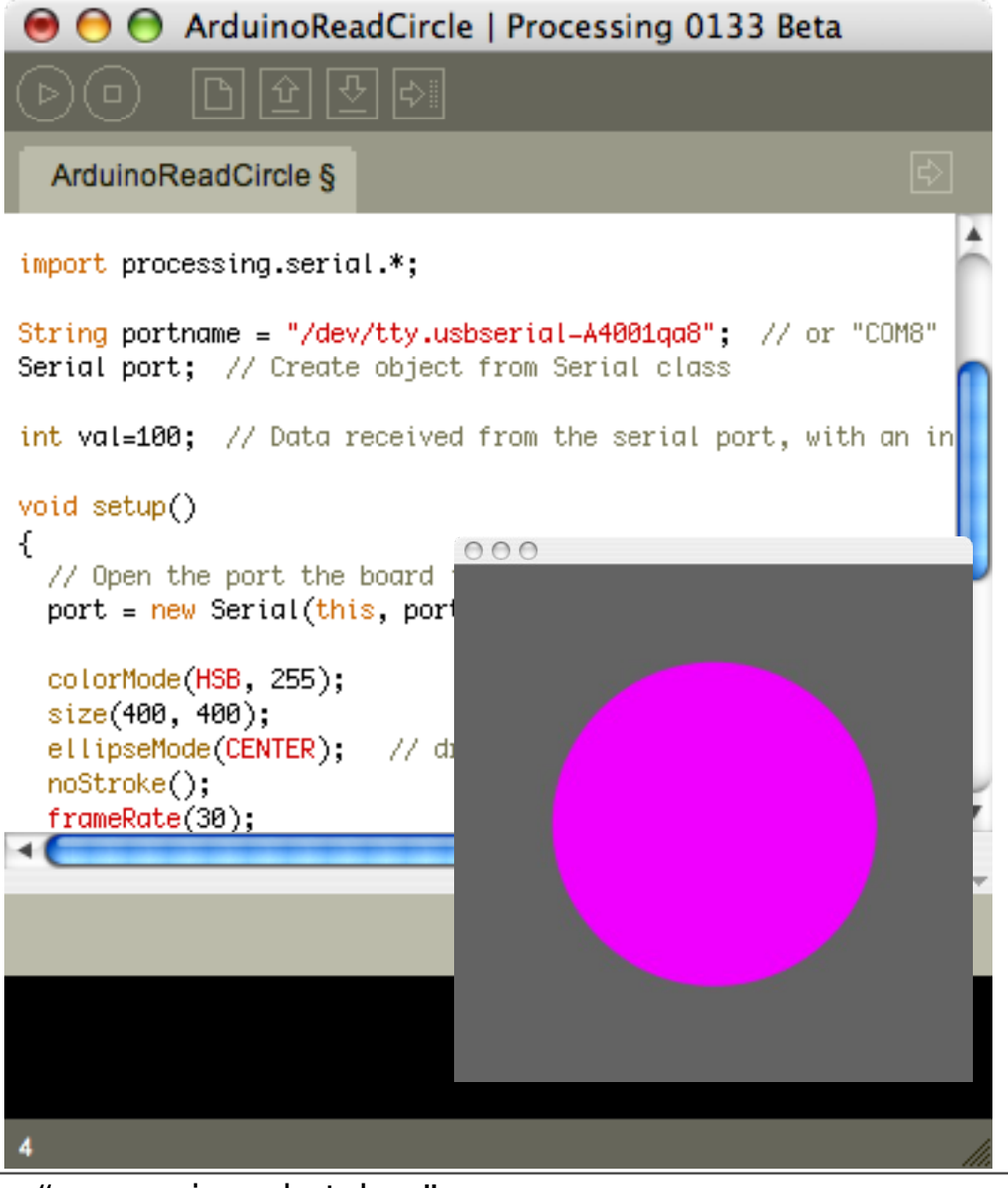
Тем временем, возвращаясь к Arduino, загрузите этот скетч — мы будем использовать его в Processing

Processing + Arduino

“ArduinoReadCircle”

Потенциометр задаёт цветовой тон круга на экране

Arduino управляет программой “PotSend”, раз за разом посылая число от 0 до 255, обозначающее положение ручки настройки



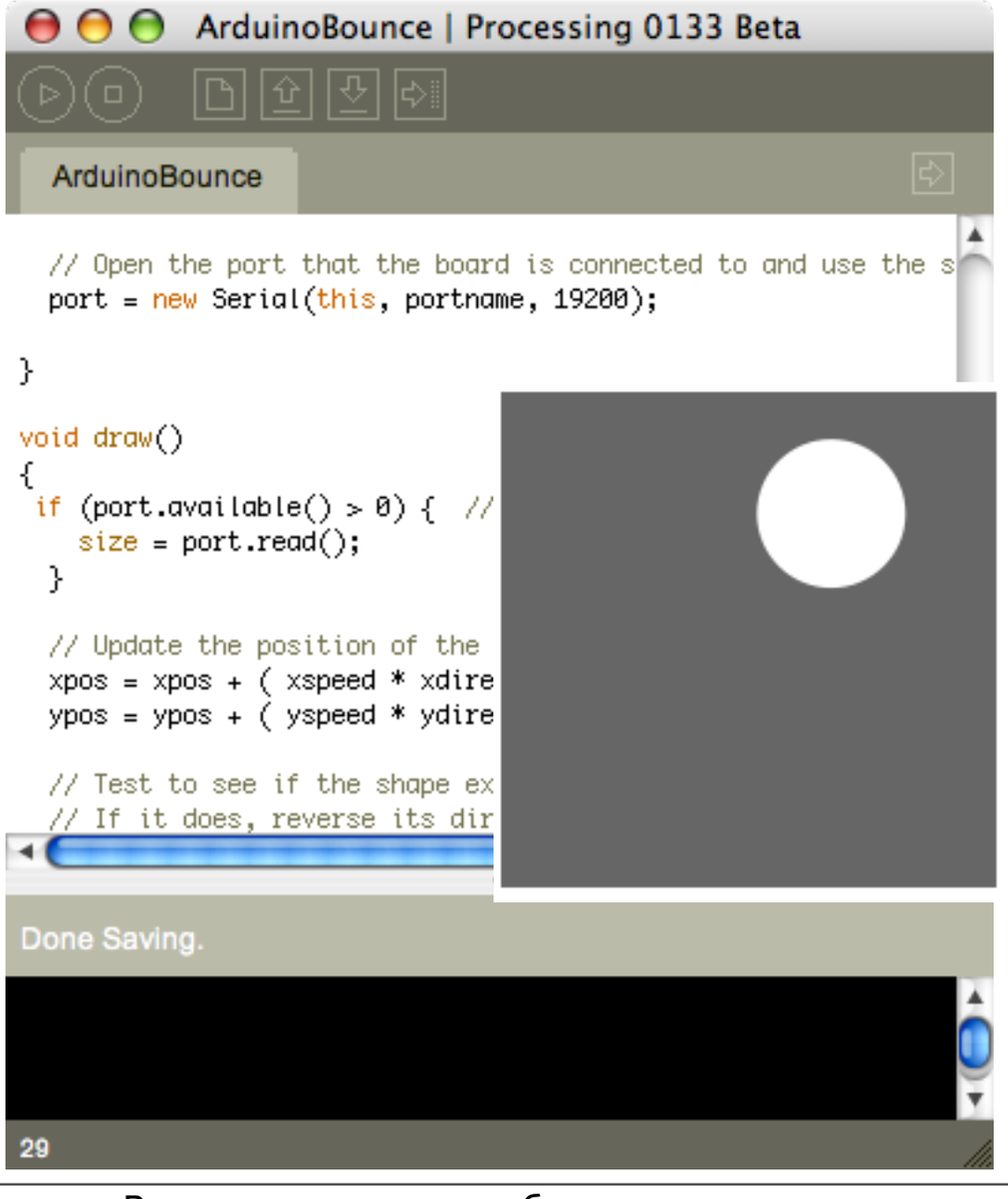
Этот скетч есть в раздаточном материале, в папке “processing_sketches”.

Ещё один пример

“ArduinoBounce”

Каждый раз, когда в последовательный порт приходит байт, размер шара соответственно изменяется

Закомментируйте строку «background(102)», чтобы увидеть следы. Раскомментируйте строку «fill()», чтобы оставались цветные следы



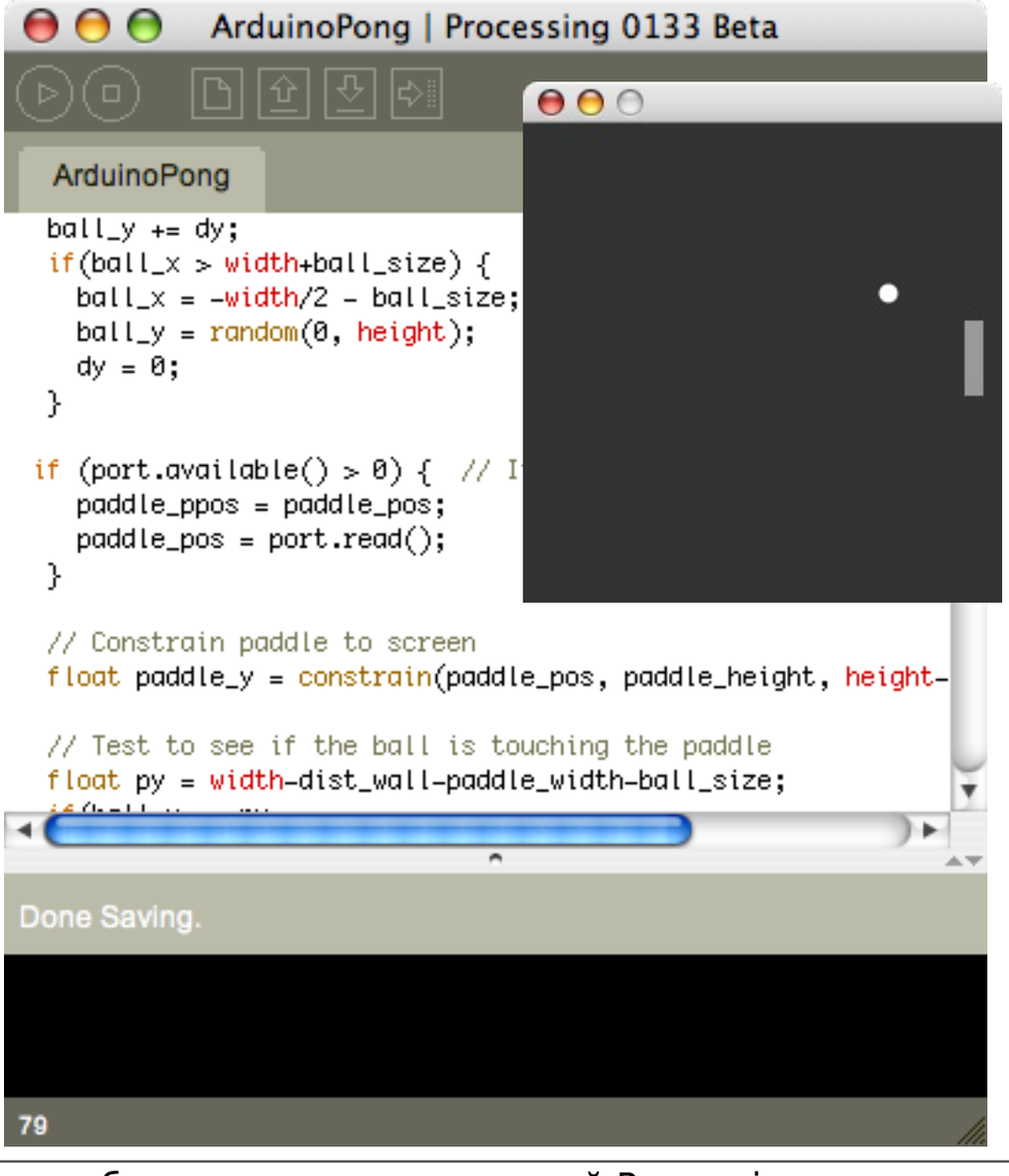
Обратите внимание на баг, который происходит, когда Вы меняете размер вблизи границы.

И ещё один

“ArduinoPong”

Простой пинг-понг
Потенциометр управляет положением ракетки

Добавьте ещё потенциометр и немного игровой логики, и будет многопользовательская игра



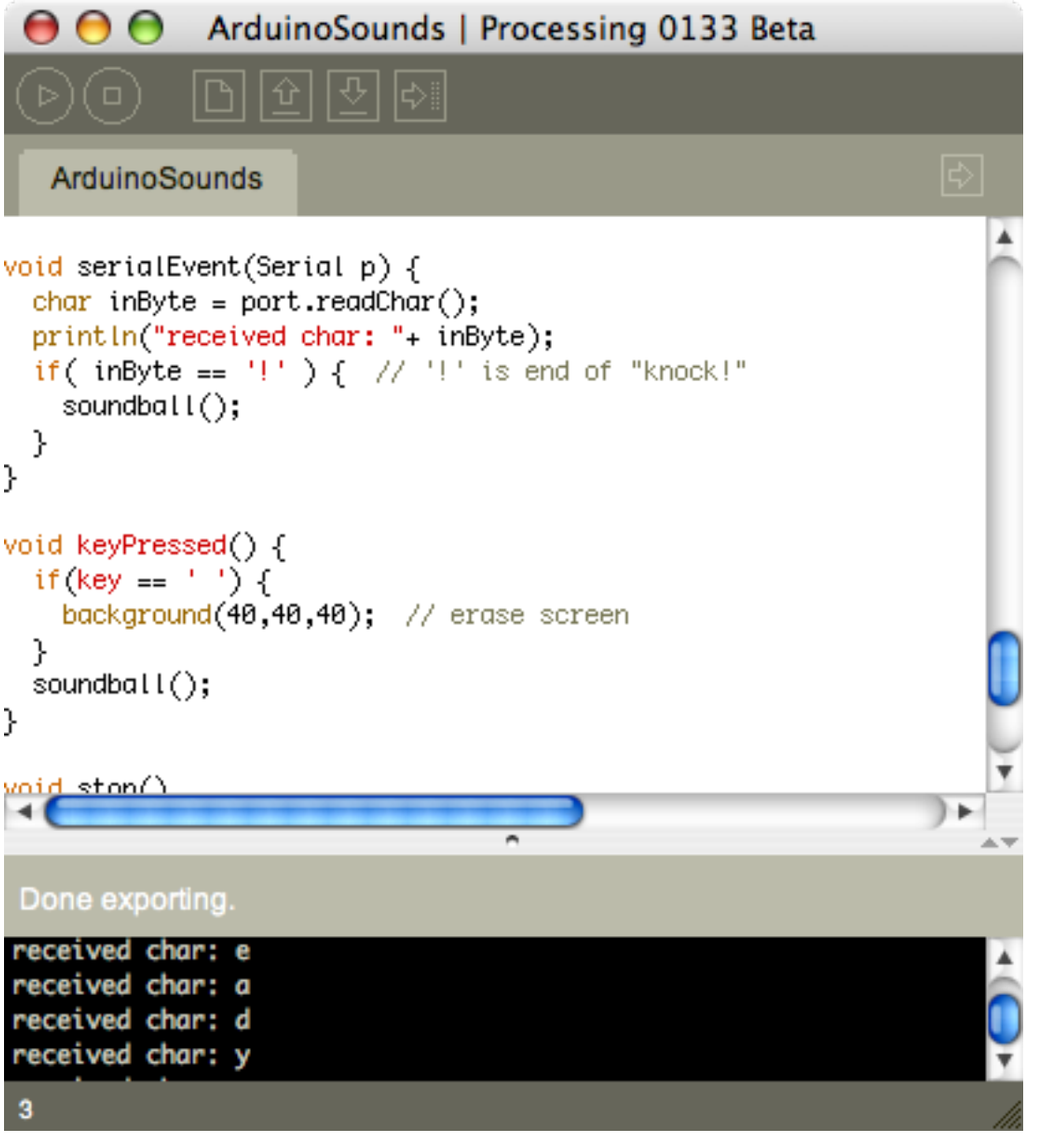
Всё это — немного модифицированные примеры из набора стандартных скетчей Processing.

Управление звуком

“ArduinoSounds”

Каждый раз, когда Вы ударяете по пьезоэлементу, воспроизводится звук и на экране появляется красный круг

Для этого скетча нужна «минимальная» звуковая библиотека.

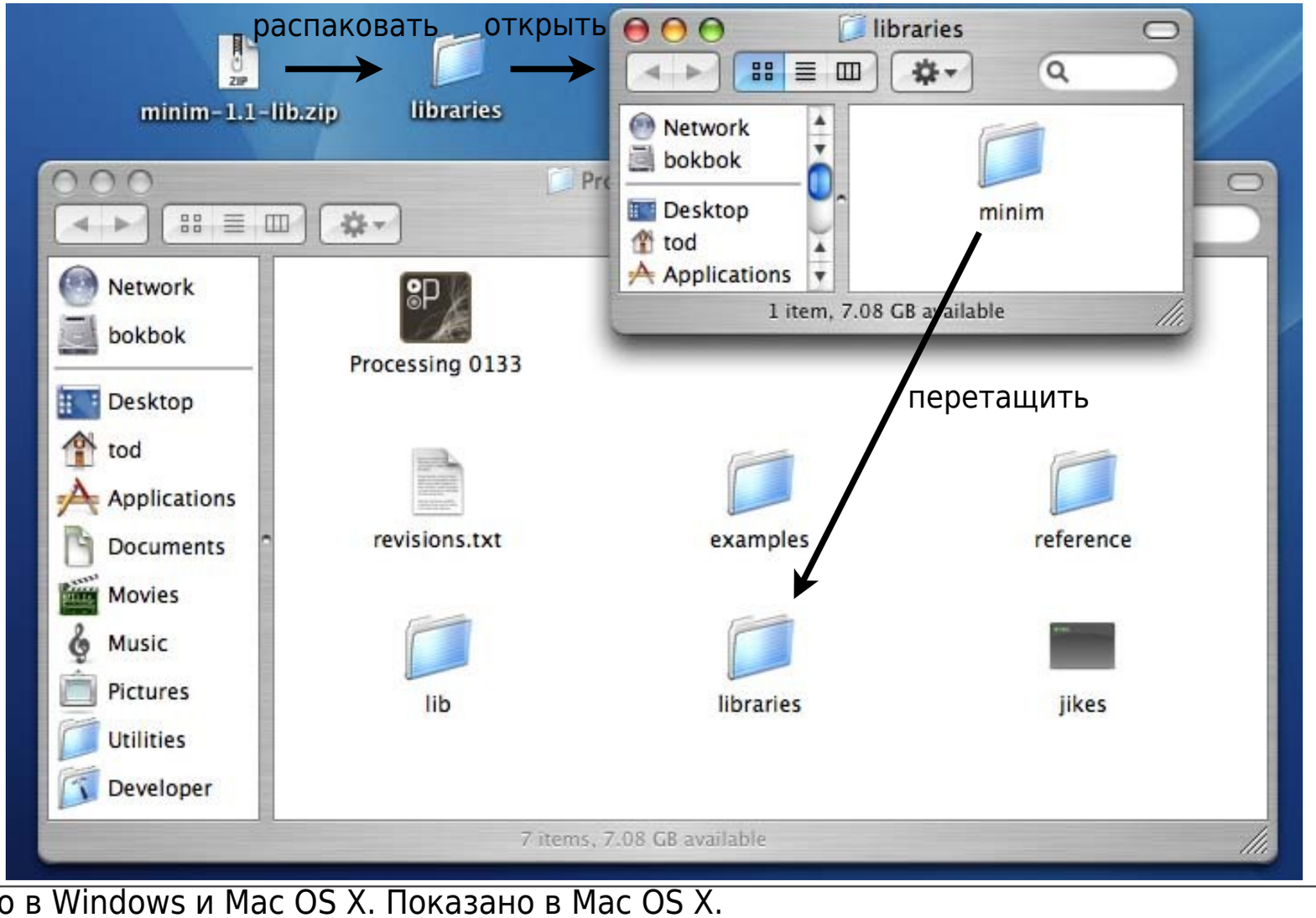


Можете добавить свои звуки (WAV или MP3).
Прикрепите пьезоэлемент к Вашей входной двери, и подключите к компьютеру колонки.
Когда кто-нибудь постучит в дверь, будет воспроизведён звук: Ваш собственный дверной звонок!

Архив с «минимальной» библиотекой в раздаточном материале, называется “minim-1.1-lib.zip”.
Распакуйте и поместите папку «minim» в папку “Processing 0133/libraries”.

Добавление библиотек в Processing

Распакуйте, положите в папку «libraries»



Одинаково в Windows и Mac OS X. Показано в Mac OS X.

Из Processing в Arduino

очень быстро

“http_rgb_led”

Заходит на веб-страницу, получает с неё цветовое значение, посылает цвет в Arduino с RGB-светодиодом

```
String portname = "/dev/tty.usbserial-A3000Xv0";
String urlstr = "http://todbot.com/tst/color.txt";

void setup() {
  port = new Serial(this, portsname, 9600);
  getWebColor();
}

// get a webpage, parse a color value from it, write it to Arduino
void getWebColor() {
  URL url = new URL(urlstr);
  URLConnection conn = url.openConnection();
  conn.connect();

  BufferedReader in =
    new BufferedReader(new InputStreamReader(conn.getInputStream()));
  String inputLine;
  while ((inputLine = in.readLine()) != null) {
    if( inputLine.startsWith("#")) { // look for #RRGGBB color
      port.write(inputLine);
      return;
    }
  }
}
```

Это собирать не нужно, а только быстро посмотреть. Этого нет в раздаточном материале, подробности на: http://todbot.com/blog/2006/10/23/diy-ambient-orb-with-arduino-update/

Что дальше

- Моторы постоянного тока
  - Найдите мотор-редукторы с хорошим моментом или меньшим числом об/мин
  - Используйте «Лего» или металлический конструктор, чтобы собрать механические крепления для моторов
  - Ах да, и теперь Вы можете построить робота.

Что дальше

- Транзисторные переключатели
  - Когда Вам нужно переключить сигнал, более мощный, чем те, на которые рассчитана Arduino
  - Эти транзисторы переключают до 1А постоянного тока. В схемах с домашними устройствами переменного тока, используйте транзистор, чтобы переключить реле.
  - Может управлять практически чем угодно в Вашем доме.

Что дальше

- Processing и общение через последовательный порт
  - Processing может общаться с Интернетом. Это шлюз между Интернетом и Arduino
  - Может общаться с многими периферийными устройствами, такими, как видеокамеры
  - Можно так: Arduino управляет моторами, ноутбук обрабатывает данные с камер на Вашем роботе

КОНЕЦ занятия 3

http://todbot.com/blog/bionicarduino/

Тод Е. Курт

tod@todbot.com

Не стесняйтесь писать мне на почту, если есть вопросы.