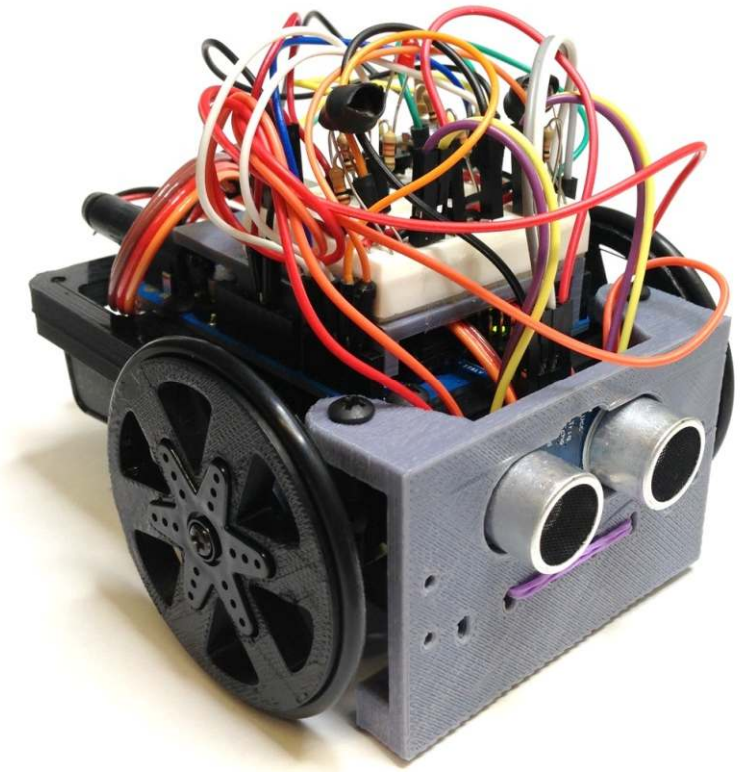
TuBot 2014

GUIA DE MONTAJE Y PROGRAMACIÓN

SENSORES



Sistema Basado en Microprocesador

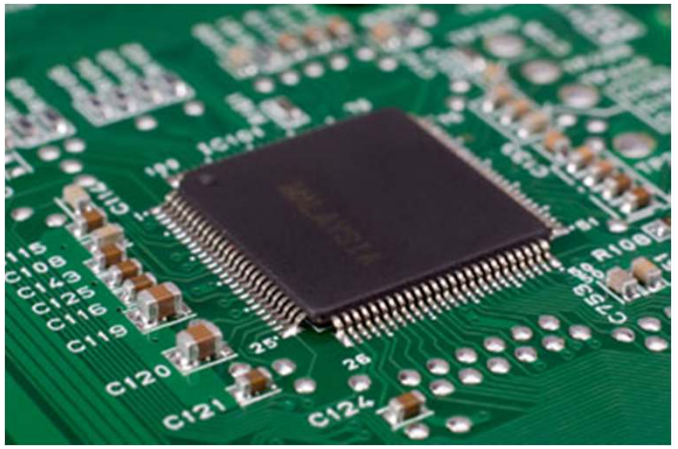
- El **Microprocesador** es el cerebro de un ordenador
- Para funcionar necesita un **Programa** donde se indican las **órdenes** que el procesador debe seguir.
- **Elementos** de un Sistema basado en Microprocesador:
  - CPU (Central Processing Unit)
  - Memoria
  - Periféricos

Source: http://www.callegranvia.com/images/product/375/1b78d5c0b624c9a3c966e0854829dfe6.jpg

Programa y compilador

- Un **Programa** se puede escribir en muchos **lenguajes** diferentes.

- El microprocesador realmente entiende sólo órdenes en **código máquina** (**unos y ceros**)



Source: http://pacotraver.files.wordpress.com/2011/11/interprete.jpg
http://2.bp.blogspot.com/_Pm8qvnCsVOI/TCwv_SAuznI/AAAAAAAAAA4/9asQgJGiQMw/s1600/MICRO.jpg

Programa y compilador

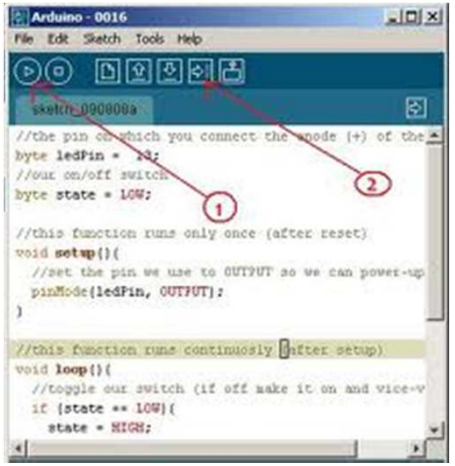
- Pero para nosotros es un poco "complicado" y nos es más fácil utilizar el **inglés** (como lengua internacionalmente más extendida)
- Nosotros vamos a utilizar una versión simplificada del **lenguaje C++** que es un **lenguaje de programación en alto nivel**
  - Las órdenes básicas están en **Inglés**
  - Tiene pocas **reglas gramaticales** pero muy estrictas.
- Un **compilador** pasa las órdenes del lenguaje de alto nivel al código máquina que entiende el procesador

Source: http://www.microchip.com/stellent/images/mchpsiteimages/c32_CoverMainGfx.jpg

Arduino: buen sistema de iniciación

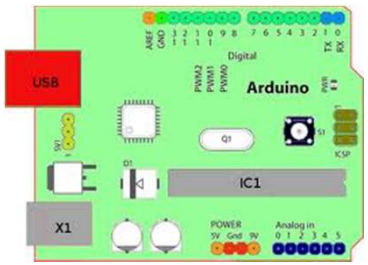
- Plataforma diseñada como elemento de **iniciación a la programación y a la electrónica**.
- Muy **sencillo** de utilizar.
- Dispone de una enorme **comunidad de usuarios**.

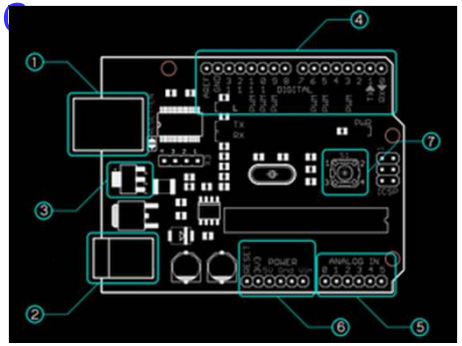
ARDUINO



Arduino: buen sistema de iniciación

- Desarrollada totalmente como **open-source.**
  - Los **esquemas** de las tarjetas hardware están disponibles para poderlos replicar.
  - Las fuentes de las **librerías** están disponibles para poder modificarlas y utilizarlas.
  - El **entorno de programación** también es abierto



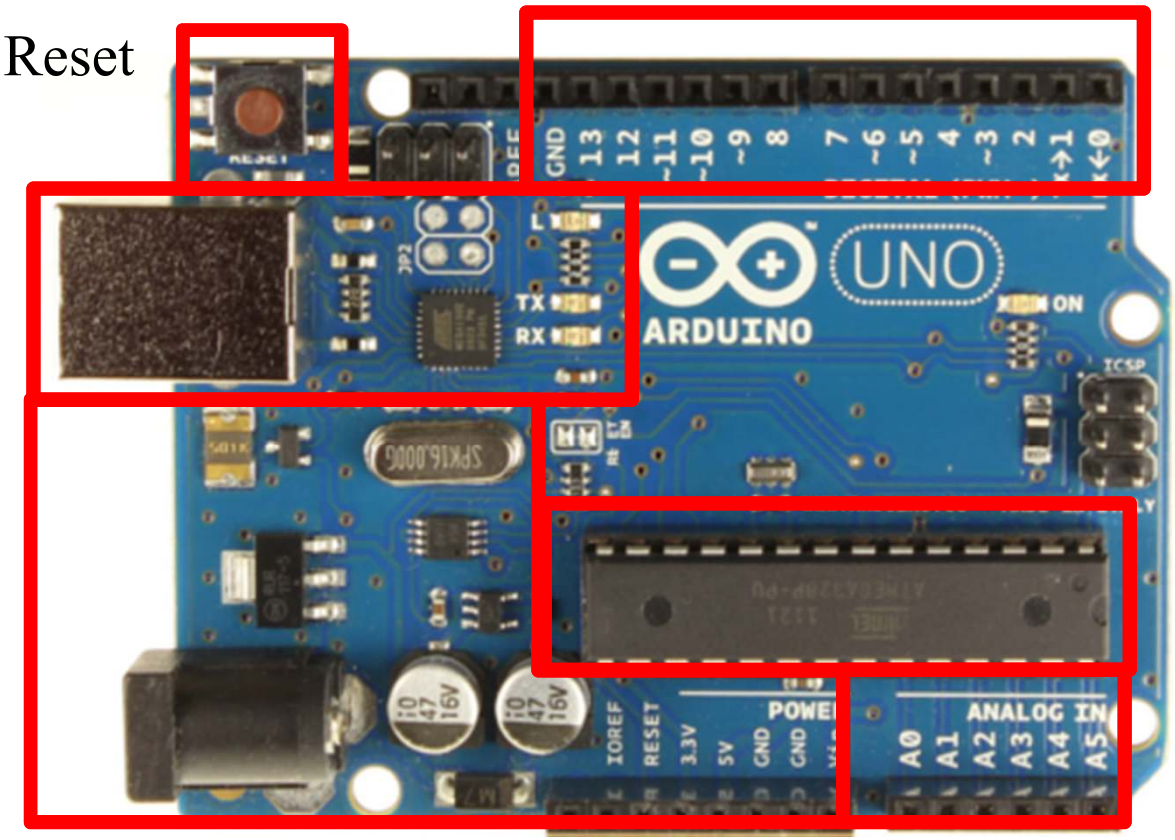


- **Multiplataforma**: Windows, Linux, MAC OS-X

Source: http://www.ikkaro.com/definicion-arduino http://proyectos-arduino-geometriaemocional.blogspot.com.es/2012/03/jugando-con-sonido.html

Arduino: buen sistema de iniciación

- Elementos de la tarjeta **Arduino Uno**



Source: http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_R3_Front_450px.jpg

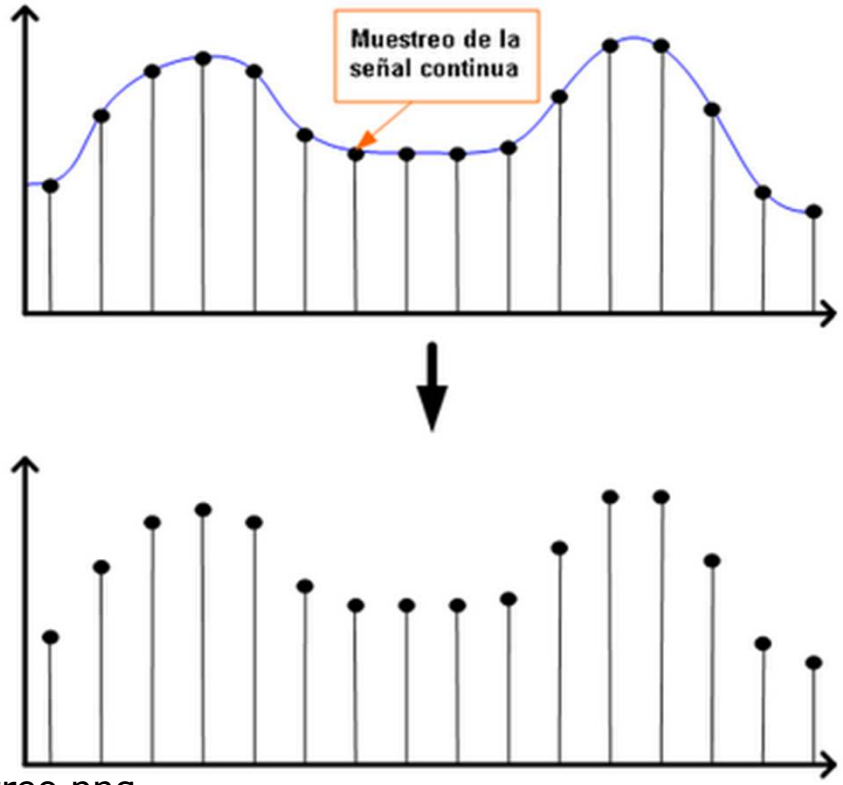
Entradas y Salidas Digital

‘1’ → 5 voltios → Nivel Alto → HIGH

‘0’ → 0 voltios → Nivel Bajo → LOW

Entradas Analógicas

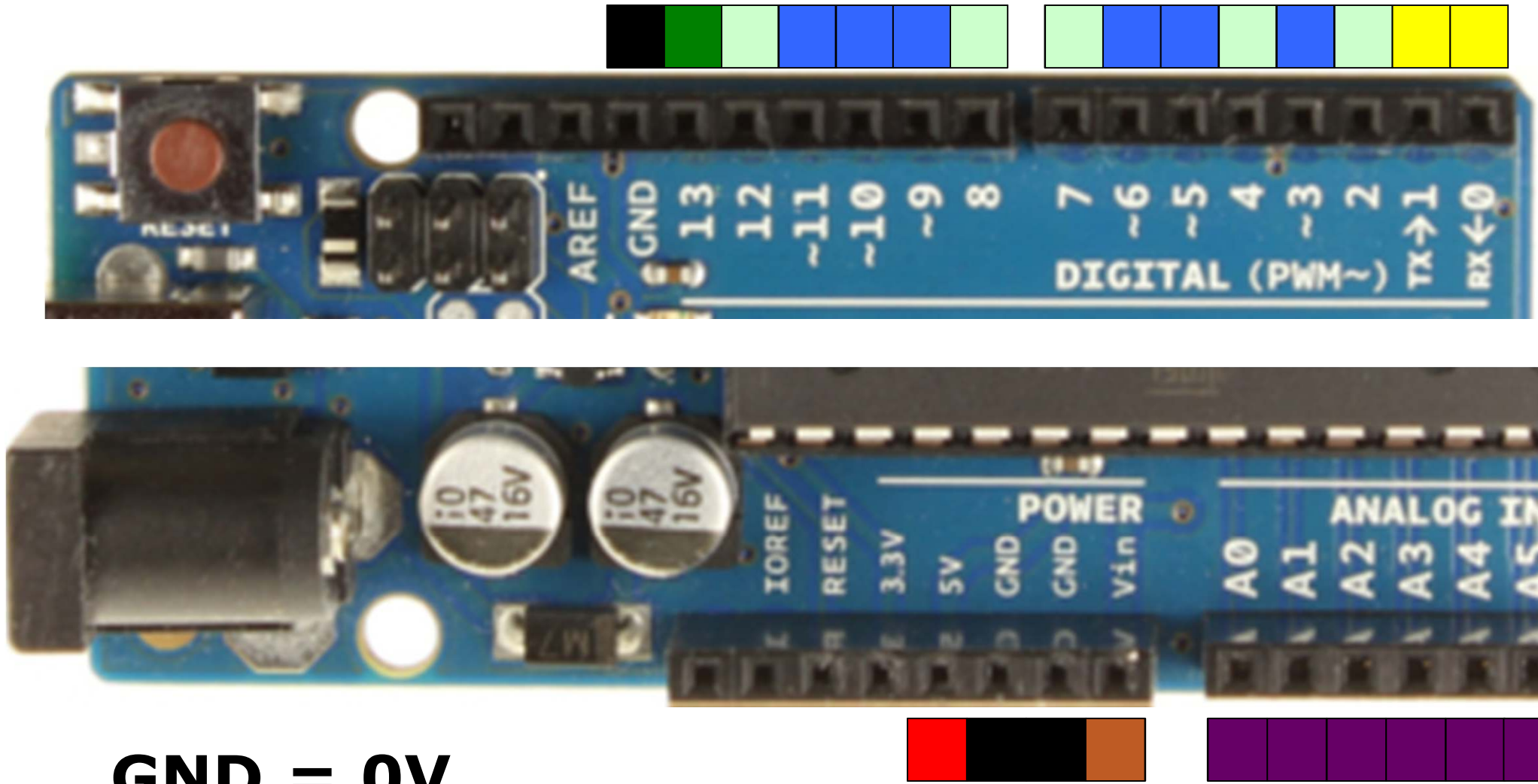
- La tensión varía de 0 voltios a 5 voltios



Source: http://oirverycontar.files.wordpress.com/2011/09/muestreo.png

Arduino: buen sistema de iniciación

- Entradas y salidas de la tarjeta Arduino Uno

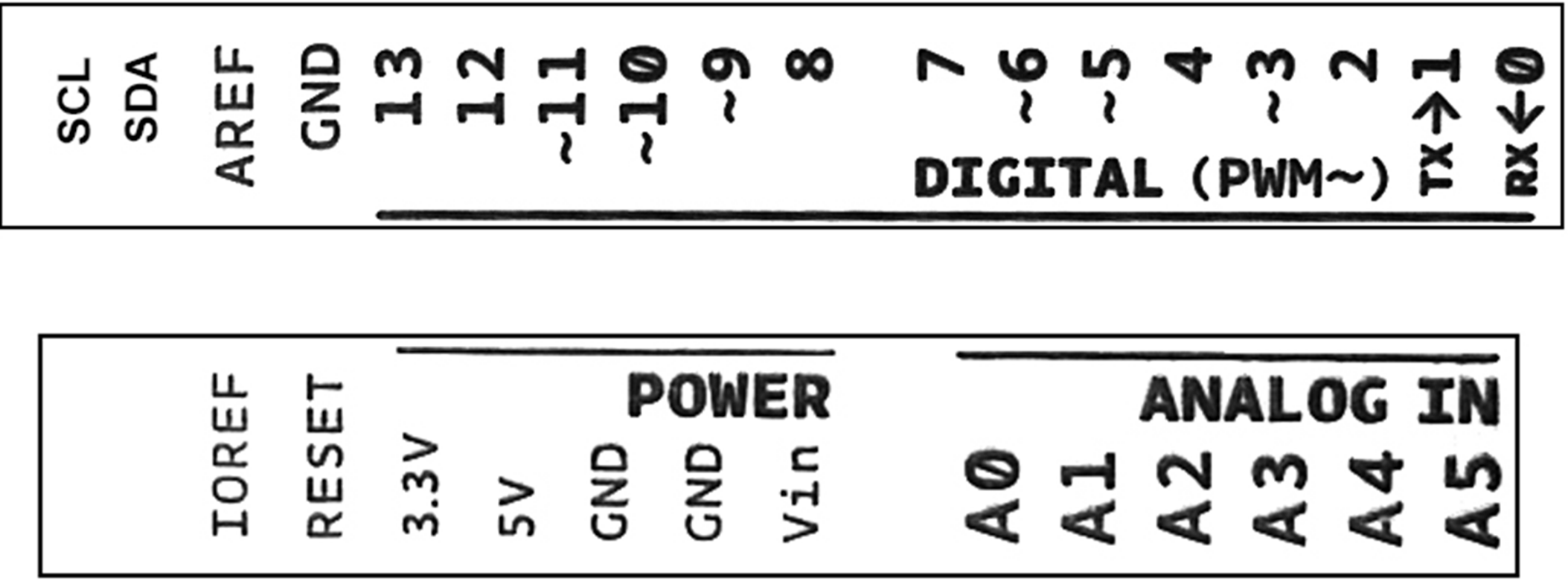


GND = 0V

Preparando la Tarjeta Arduino

Actividad

- Pega las pegatinas con el nombre de las entradas y salidas en los laterales del conector



Preparando la Tarjeta Arduino

Instalando el software en el ordenador

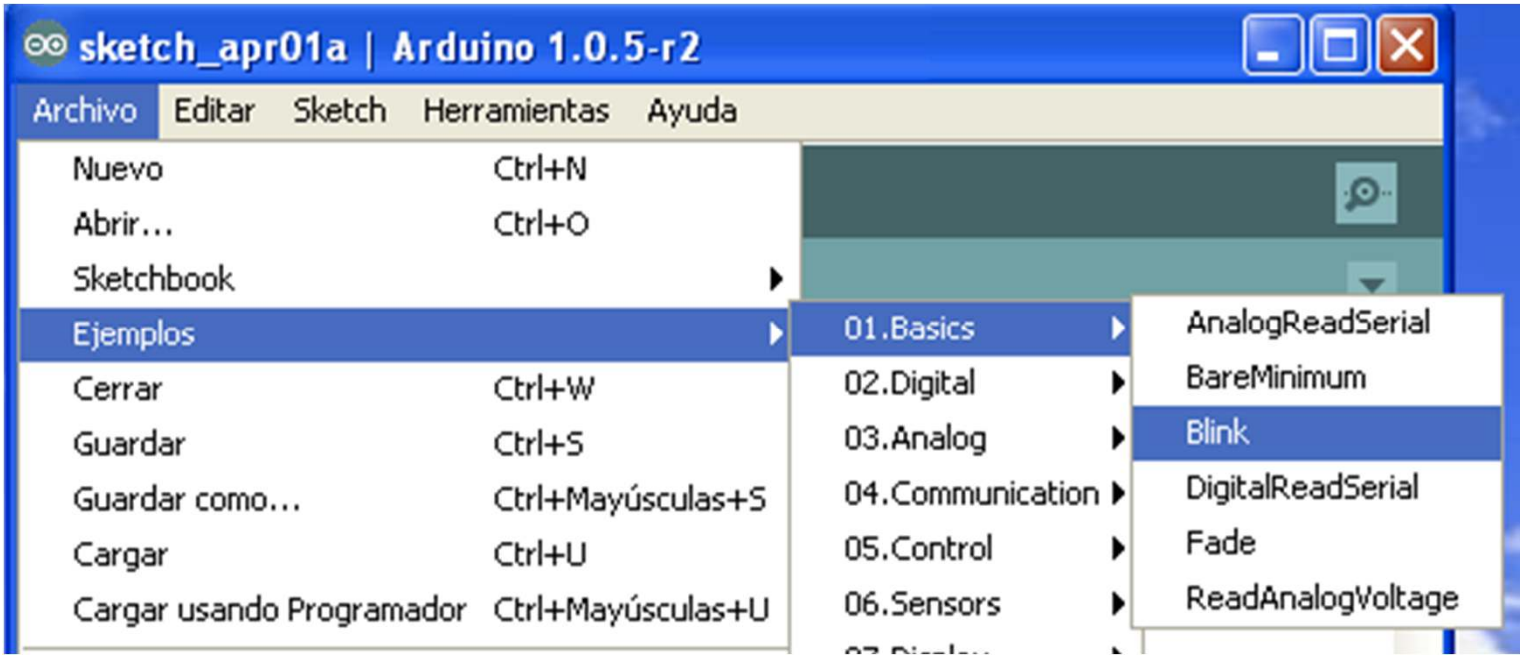
- **Actividad**
  - Si en el ordenador no están instaladas las herramientas de Arduino se deben descargar.
    - Descargar Arduino 1.0.5 de http://arduino.cc/en/Main/Software#toc2
    - Seguir las instrucciones proporcionadas por Arduino:
      - En inglés: http://arduino.cc/en/Guide/Windows
      - En castellano: http://arduino.cc/es/Guide/Windows#
  - Resumen de instrucciones:
    - Descomprimir el fichero descargado en el directorio donde se quiera tener la aplicación
    - Conectar la tarjeta al ordenador con el cable USB
    - Instalar el Driver
    - Ejecutar la aplicación Arduino

Cargando el primer programa

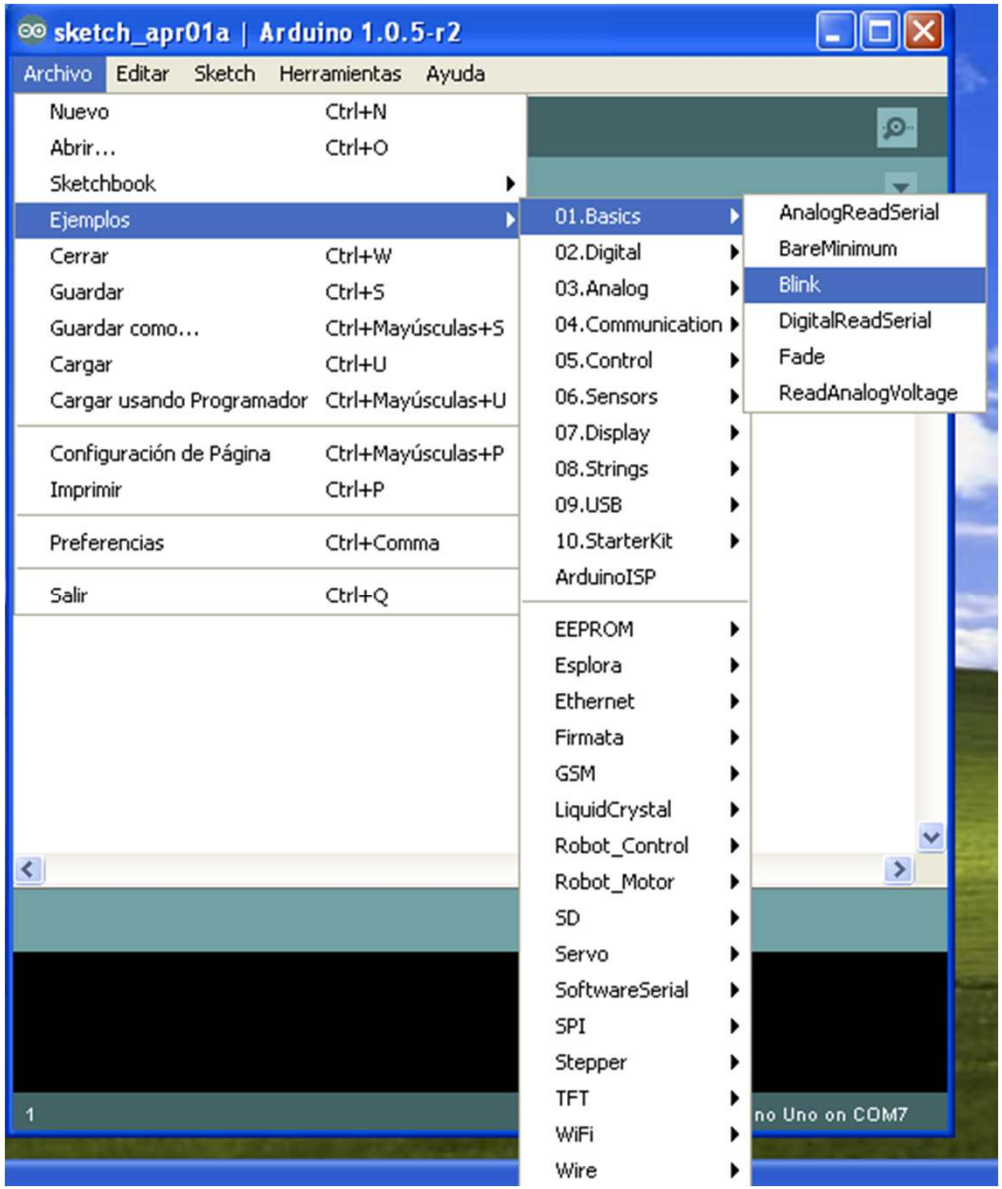
Actividad

- Conecta la tarjeta al ordenador por USB
- Ejecuta el entorno de programación de Arduino
- Carga el ejemplo "Blink" (parpadeo)
  - Archivo Ejemplos 0.1 Basics Blink

- Verifica y descarga el programa
- El LED de la tarjeta debería parpadear



Cargando el primer programa



Verificar que el programa es correcto

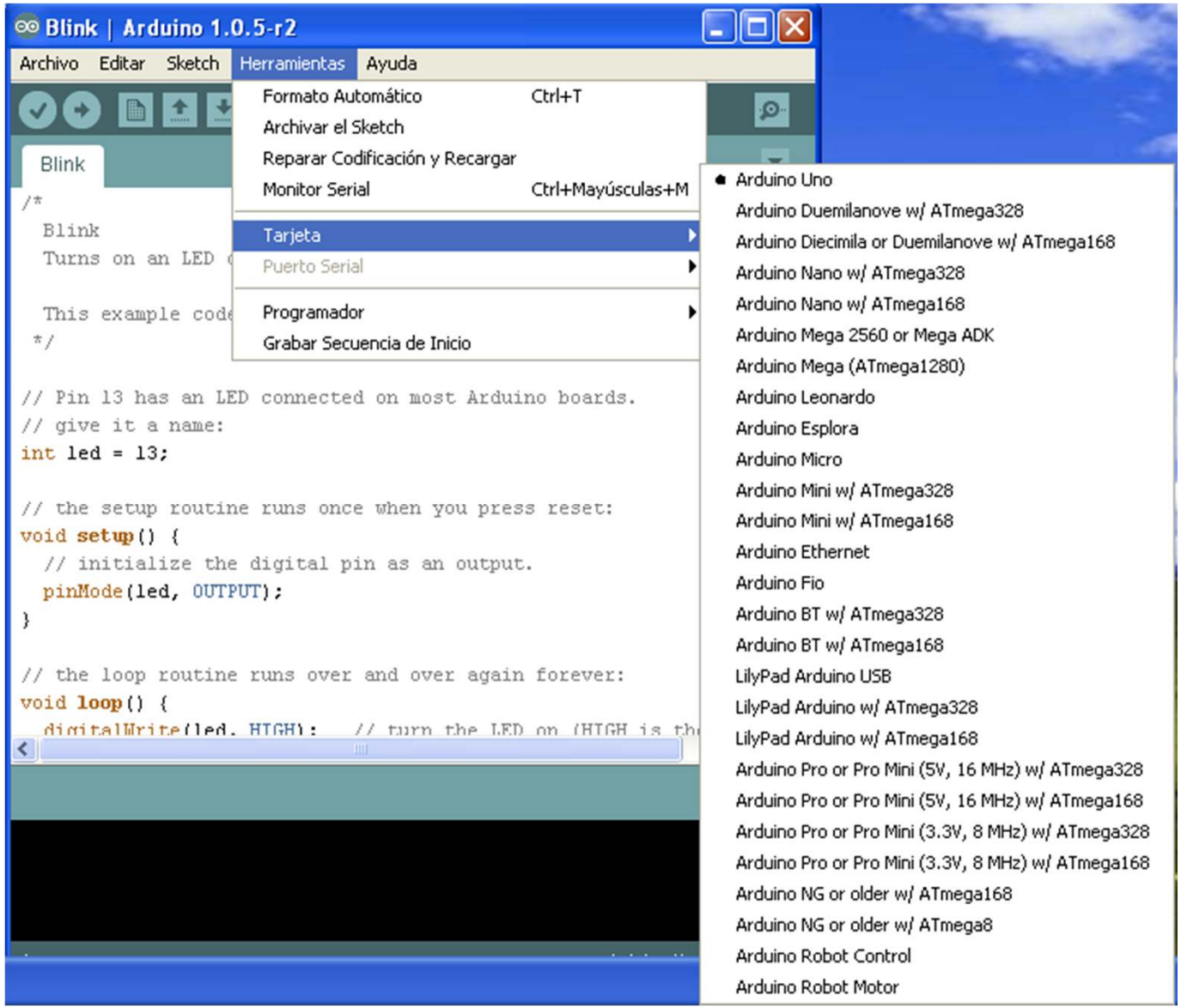
Cargar el programa verificado en la placa

Crear un nuevo programa

Abrir un programa existente

Guardar las modificaciones del programa

Cargando el primer programa



Aprendiendo a programar

- Estructura básica de un programa de Arduino
  - setup()
    - Se ejecuta sólo una vez al principio (al encenderlo o al cargarlo)
    - Se utiliza para configurar las entradas y salidas, para inicializar variables, …
  - loop()
    - Se ejecuta continuamente sin fin

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

}
```

Fíjate en la sintaxis (llaves y paréntesis)

Aprendiendo a programar

- Ejemplo “Blink” (“Parpadeo”)

```
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

Aprendiendo a programar

- Ejemplo "Blink" ("Parpadeo")
  - Se identifican claramente el "sertup()" y el "loop()"

```
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

Aprendiendo a programar

- Ejemplo "Blink" ("Parpadeo")
  - Se identifican claramente el "sertup()" y el "loop()"

```
// Pin 13 has an LED connected
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once
void setup() {
  // initialize the digital pi
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

Esto es una variable:

- Es un elemento del programa que almacena datos (es un contenedor de datos)
- Los datos almacenados pueden cambiar
- Hay variables de diferentes tipos

- En este caso se está creando una variable llamada "led" de tipo "int" a la que se asigna el número 13

Aprendiendo a programar

- Ejemplo "Blink" ("Parpadeo")
  - Se identifican claramente el "setup()" y el "loop()"

```
// Pin 13 has an LED connected
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once
void setup() {
  // initialize the digital pi
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

Esta es la orden para configurar un pin digital

- **pinMode** es una función con dos parámetros
  - El primer parámetro es el número de la entrada o salida digital a configurar
  - El segundo parámetro es:
    - OUTPUT Para configurarlo como salida
    - INPUT Para configurarlo como entrada
- Esta función ejecuta el pin 13 como salida.

Aprendiendo a programar

- Ejemplo "Blink" ("Parpadeo")
  - Se identifican claramente el "sertup()" y el "loop()"

```
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pi
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(1000);
}
```

Esta orden cambia el valor de una salida digital

- **digitalWrite** esta función tiene dos parámetros:
  - El primer parámetro es el número de la salida digital que se quiere modificar
  - El segundo parámetro es:
    - HIGH Para ponerla a nivel alto ('1' ó 5V)
    - LOW Para ponerla a nivel bajo ('0' ó 0V)

- Estas funciones actúan sobre la salida digital 13 poniéndola primero a nivel alto (5V) y luego a nivel bajo (0V).

Aprendiendo a programar

- Ejemplo "Blink" ("Parpadeo")
  - Se identifican claramente el "sertup()" y el "loop()"

```
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(1000);
}
```

Esta orden introduce una pequeña espera

- **Delay** esta función tiene un parámetro:
  - Como parámetro se introduce el tiempo de espera en milisegundos
    - 1000 → 1000ms = 1 segundo

Programando

- **Ejercicios**:
  1. Modifica el programa para que el LED parpadee más rápido
     - Escribe y verifica el programa y cárgalo en la placa
  2. Modifica el programa para que repita una secuencia de dos parpadeos rápidos consecutivos seguidos de un tiempo de apagado
     - Escribe y verifica el programa y cárgalo en la placa

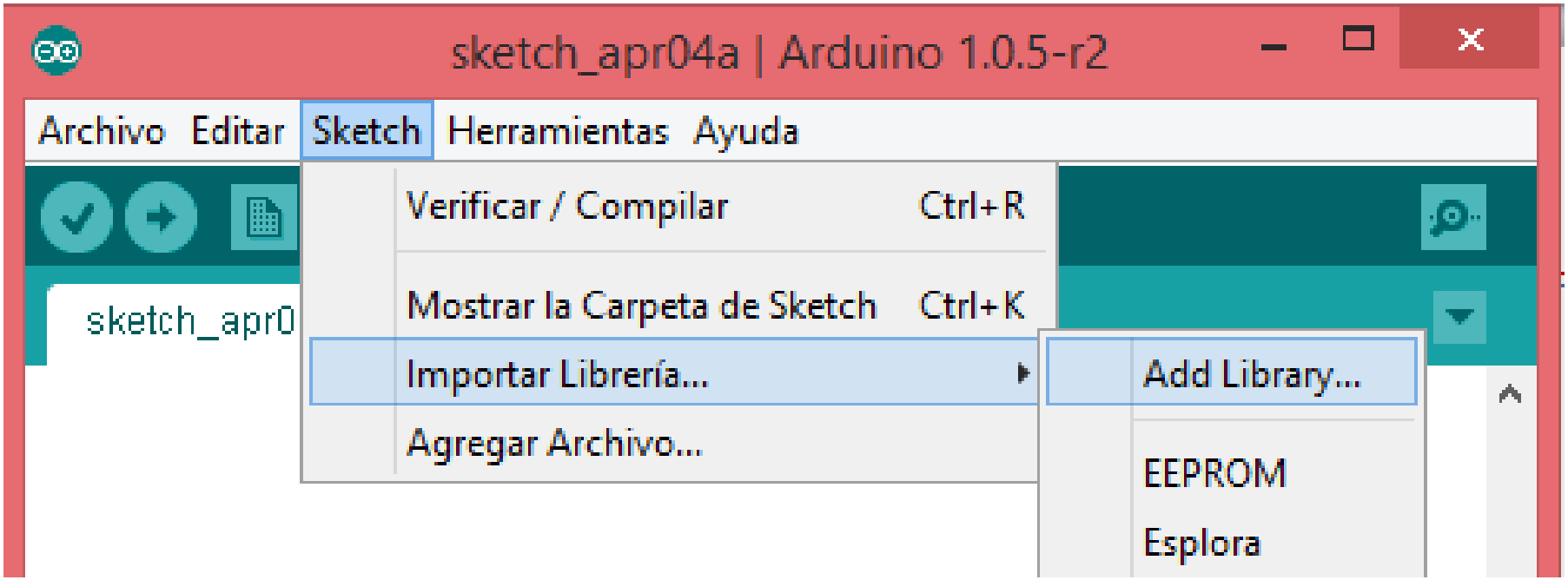
Aprendiendo a programar

- Importar librerías (Bibliotecas de funciones):
  - Una librería es un "conjunto de comandos".
  - Para poder usar una librería primero debemos importarla
  - Nosotros deberemos importar 2 librerías

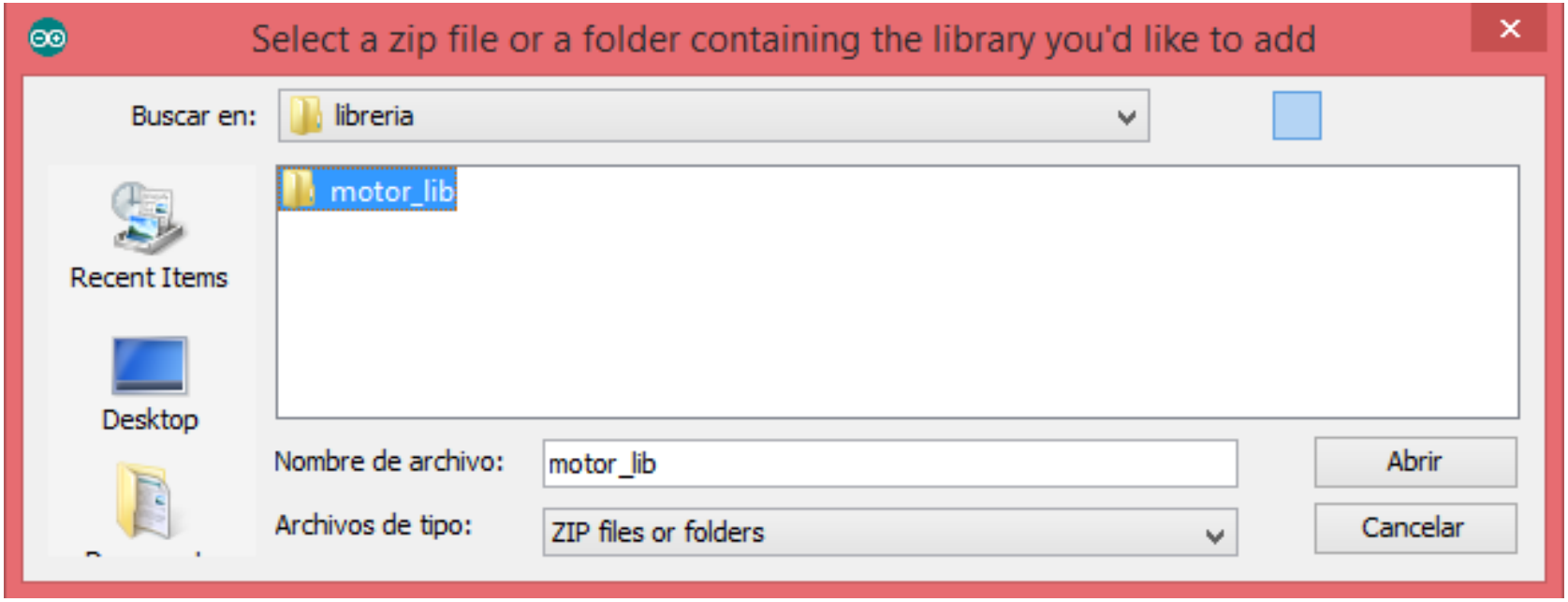
    - 1) DistanceSRF04:
      - Contiene los comandos para controlar el sensor de distancia SRF04.

    - 2) motor_lib:
      - Contiene los comandos para controlar los motores y los ejemplos de este taller de tubot.

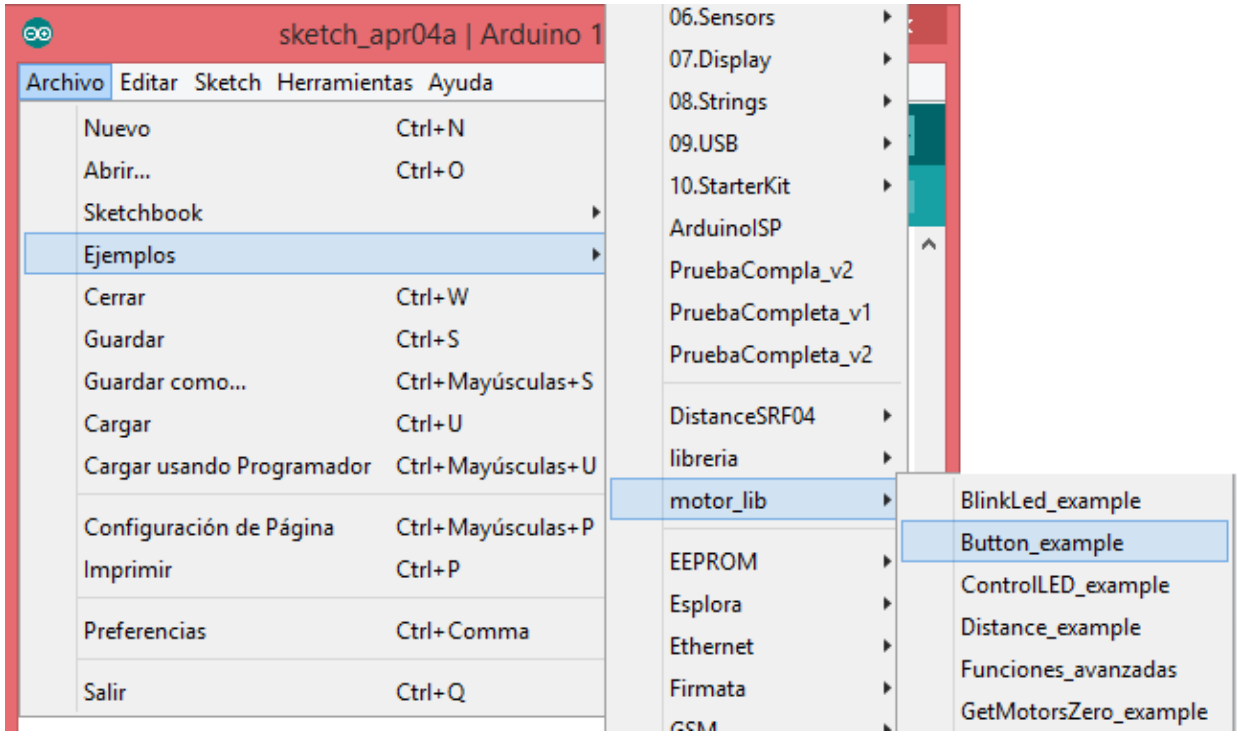
- Importar librerías:
  - Para importar una librería nos vamos al menú de Arduino y seleccionamos **Sketch > Importar Librería > Add Library**



- Importar librerías:
  - Aparecerá una ventana donde debemos seleccionar la carpeta o archivo comprimido .zip donde se encuentra la librería
  - Seleccionamos la carpeta con la librería, y le damos a **"abrir"**

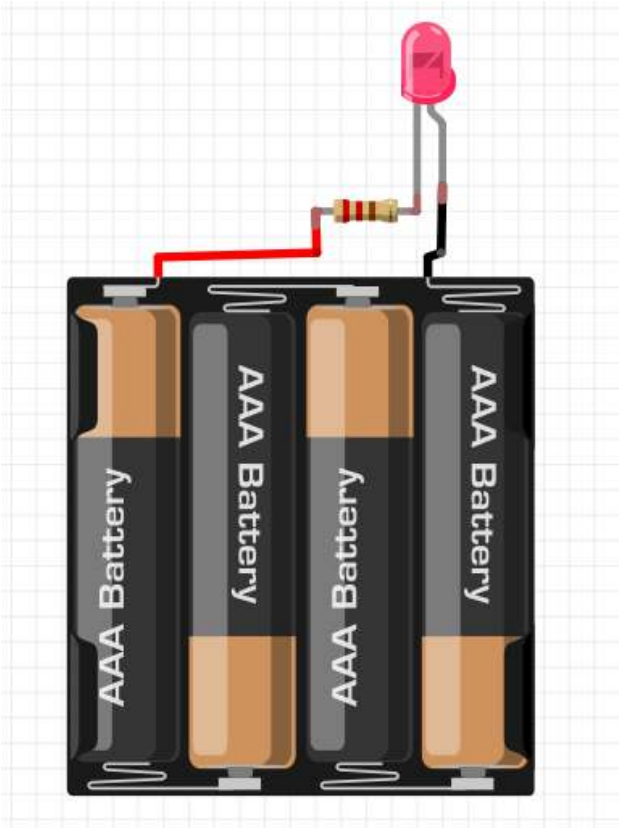


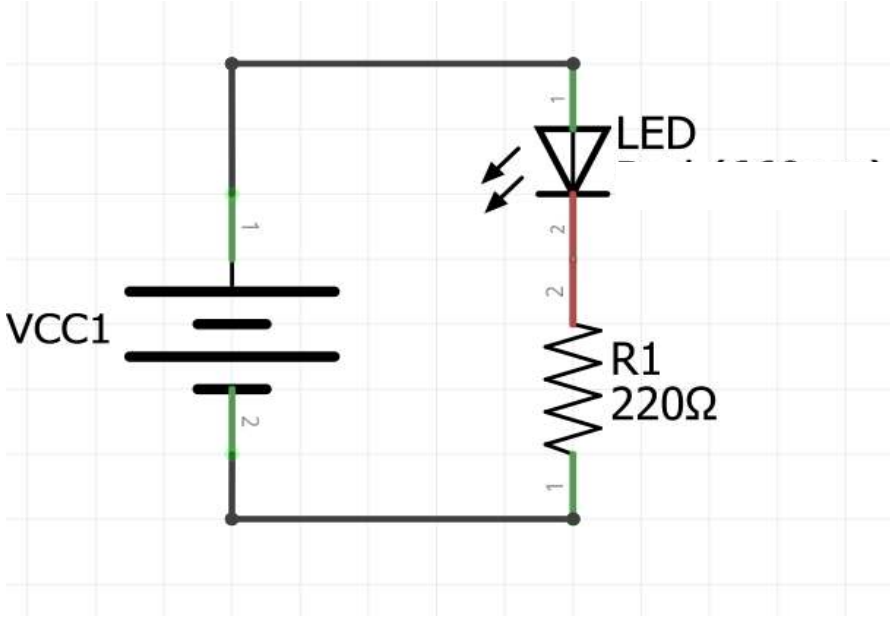
- Importar librerías:
  - Una vez hecho esto ya tenemos la librería importada y la podemos utilizar incluyendo en nuestro proyecto el archivo:
    - #include <Nombre_librería.h>
  - Cada librería incluye además una serie de ejemplos a los que podemos accedemos a través del menú de Arduino.



Entendiendo el funcionamiento de un LED

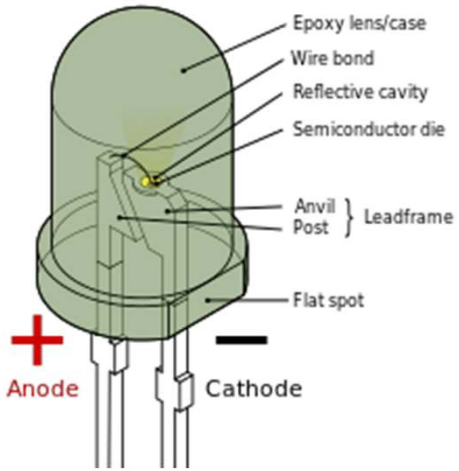
- El circuito eléctrico
  - Cuando se cierra un circuito eléctrico, circula una corriente del polo positivo al negativo de la batería.

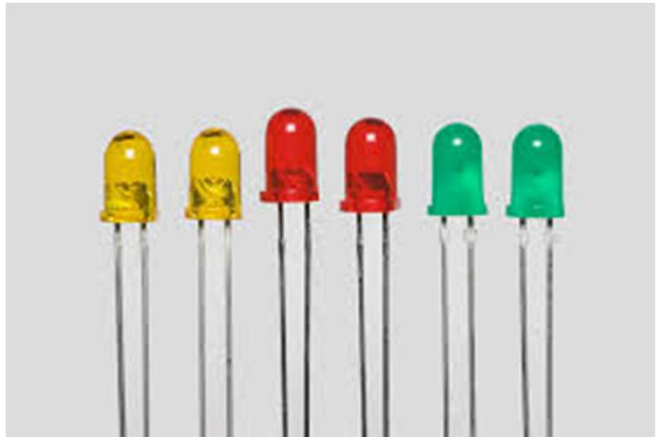




Entendiendo el funcionamiento de un LED

- Un LED (Light Emiting Diode – Diodo emisor de luz)
  - Dispositivo que deja pasar la corriente en un sentido (en el otro no)
  - Cuanta más corriente pasa más luce.

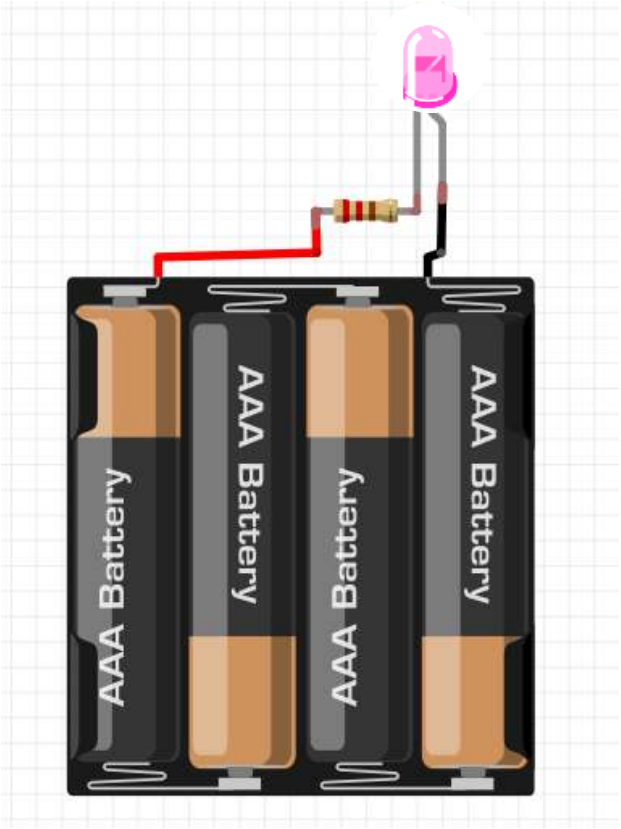


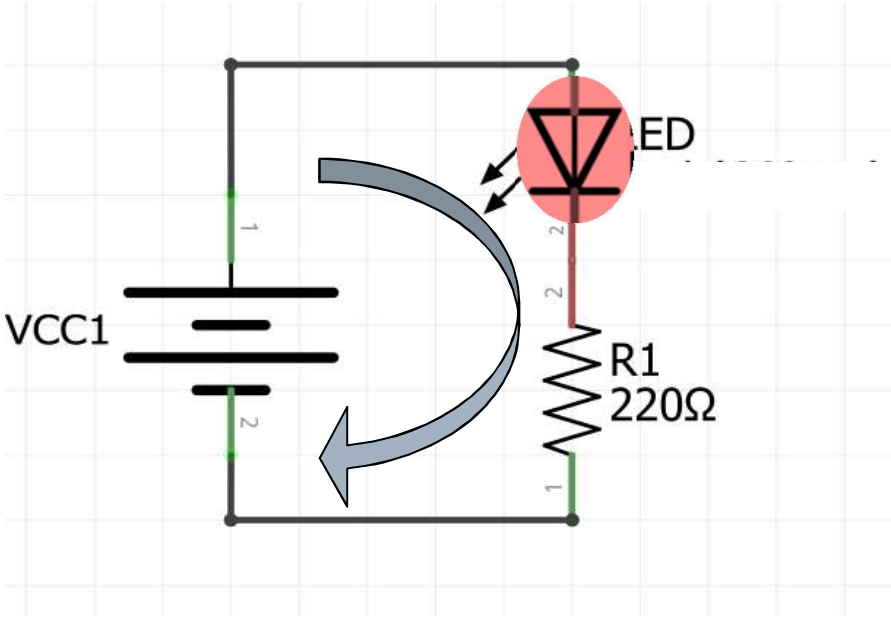


Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode
http://earth911.com/news/2013/02/12/cfl-led-choose-light-bulb-options/
http://www.ecotownstore.com/led/flood/transportation.html

Entendiendo el funcionamiento de un LED

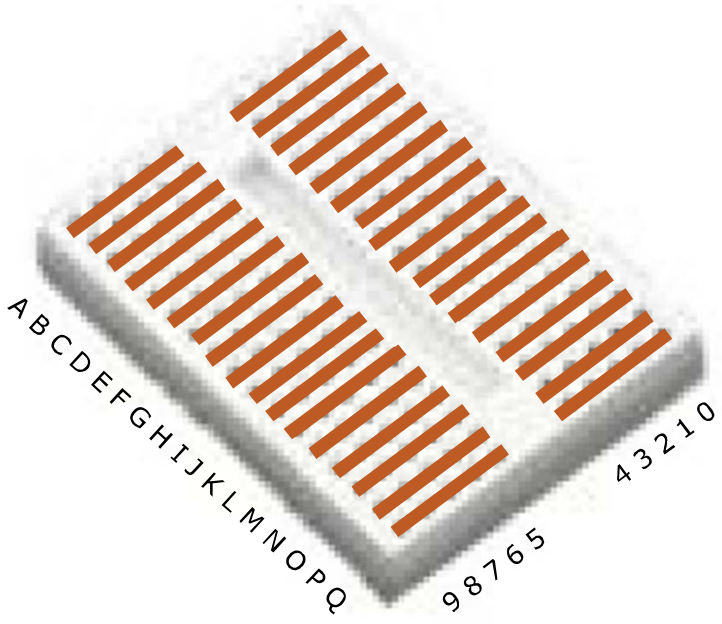
- Circuito de un LED
  - El LED tiene polaridad. Sólo luce cuando pasa corriente por él, y sólo pasa corriente en un sentido.
  - Se suele poner en serie con una resistencia para limitar la corriente máxima que pasa por él.





Entendiendo el funcionamiento de un LED

- Placa de prototipado rápido (BreadBoard o ProtoBoard)
  - Utilizada para hacer conexiones eléctricas sencillas.



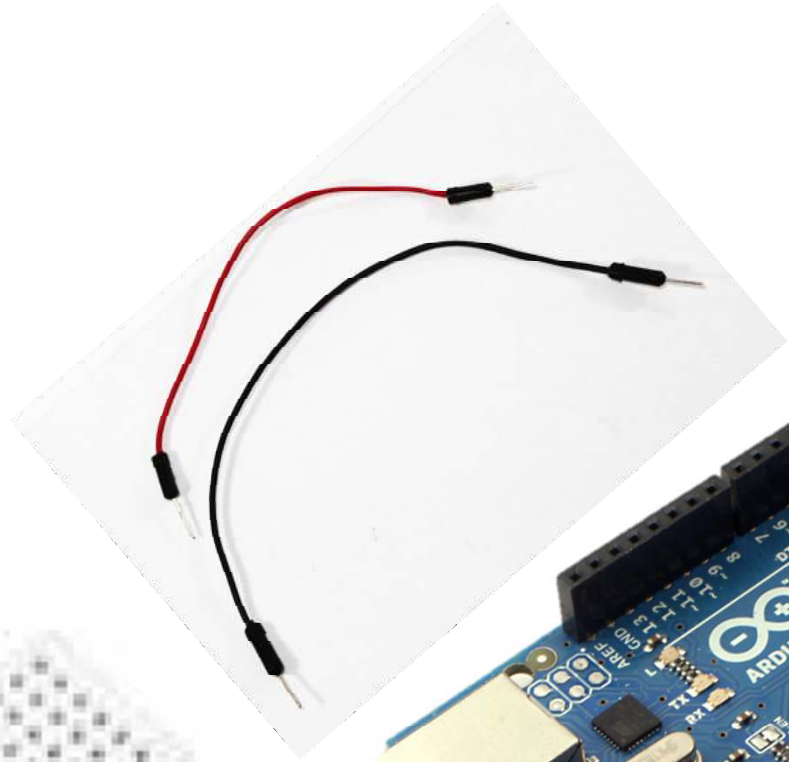
  - Las filas de 5 cuadros de los laterales están conectadas internamente entre sí

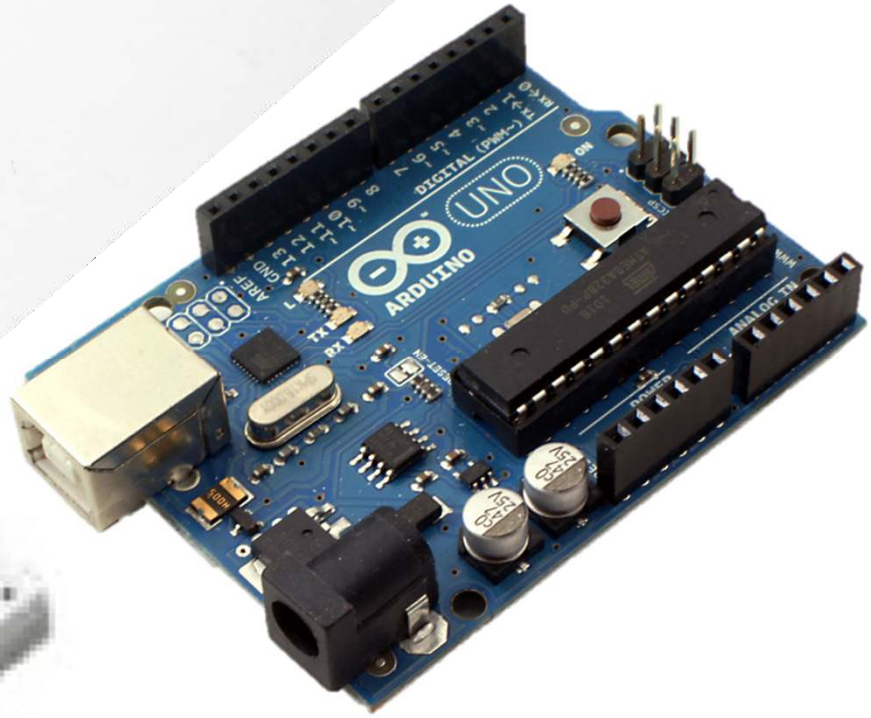
Preparación de la ProtoBoard

- Pega las pegatinas.

Conexión de un LED

- Materiales

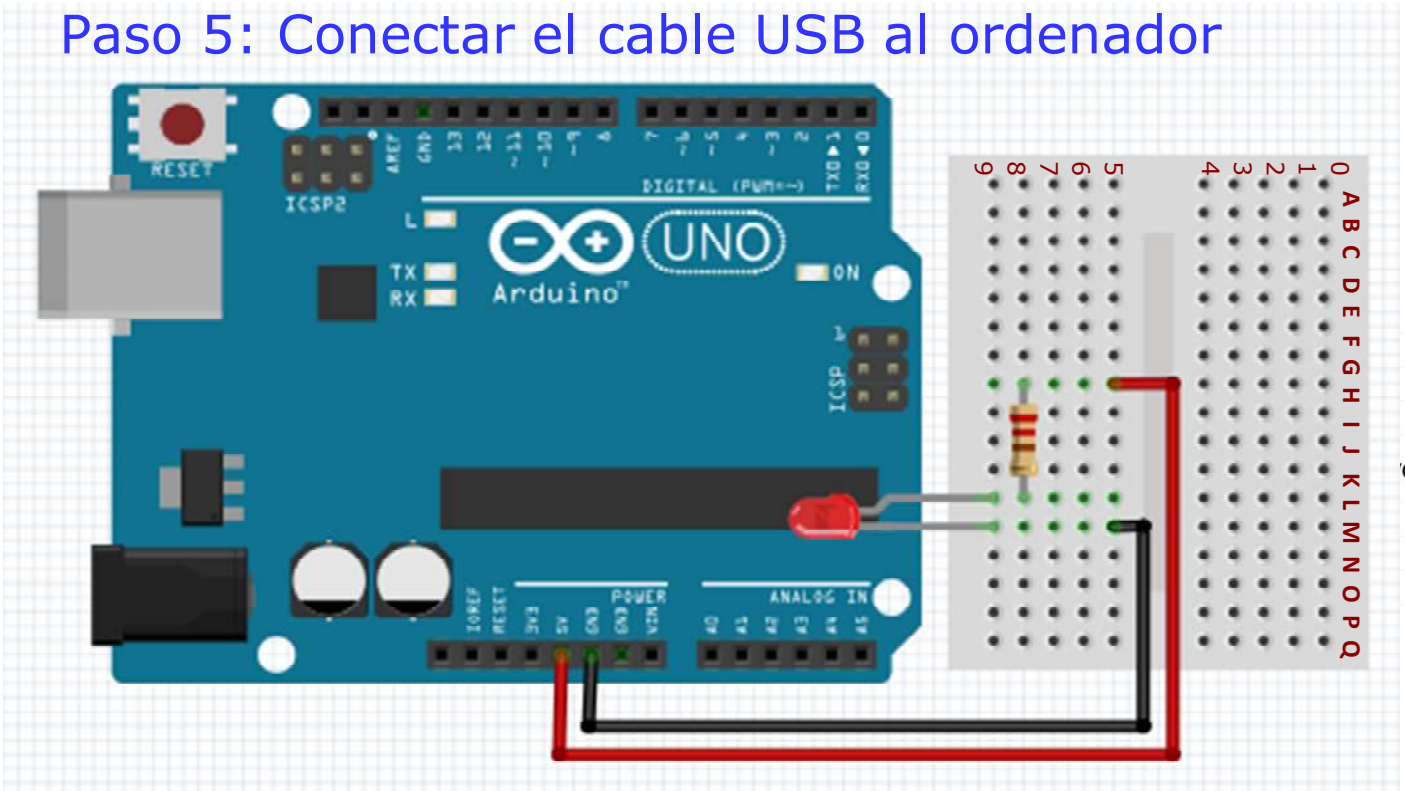




Resistencia de 220Ω
Rojo – **Rojo** – **Marrón** - **Oro**

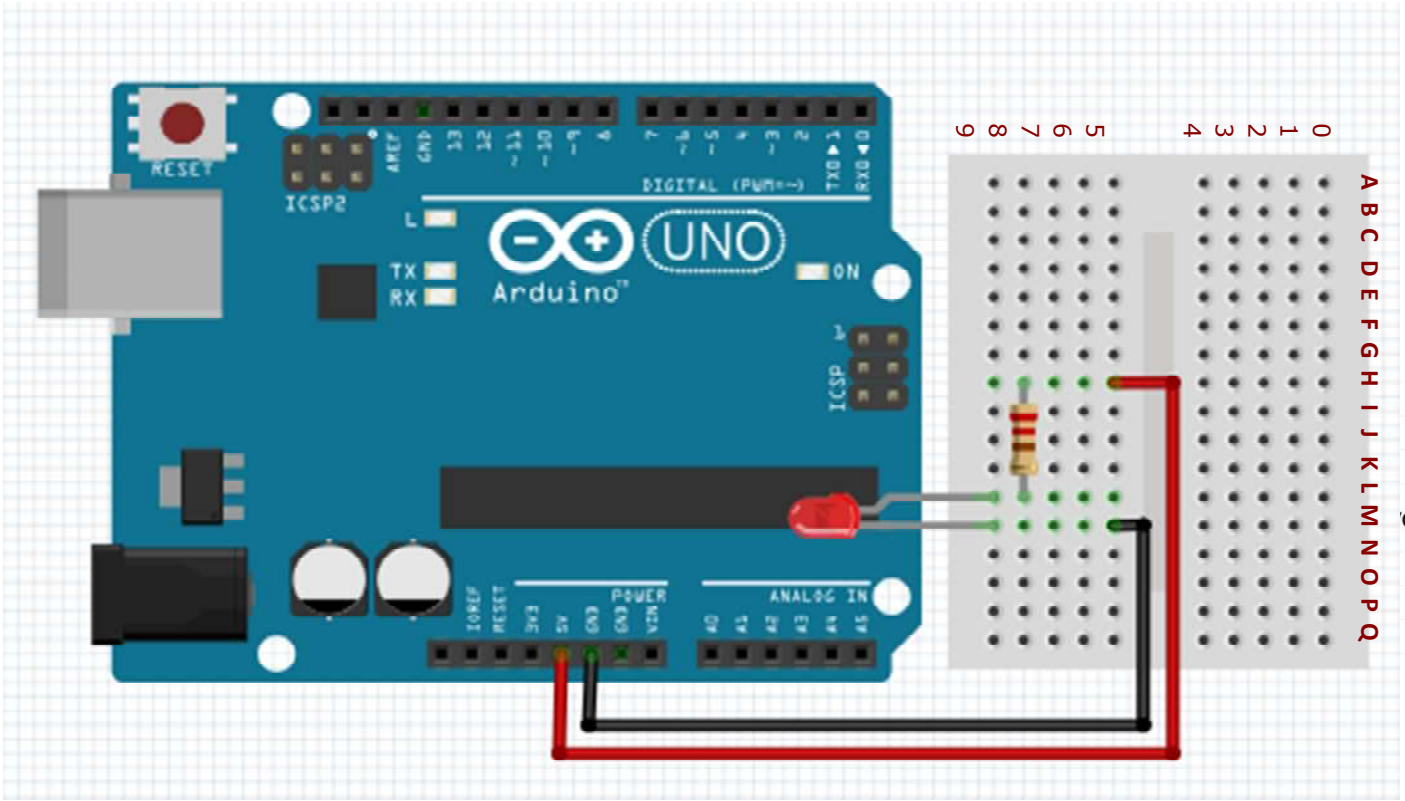
Conexión de un LED

- Pasos:
  - Paso 1: Conectar 5V con H – 5.
  - Paso 2: Conectar la resistencia de 220Ω entre H – 8 y L – 8.
  - Paso 3: Conectar el LED entre L – 9 y M -19
  - Paso 4: Conectar GND con M – 5.
  - Paso 5: Conectar el cable USB al ordenador



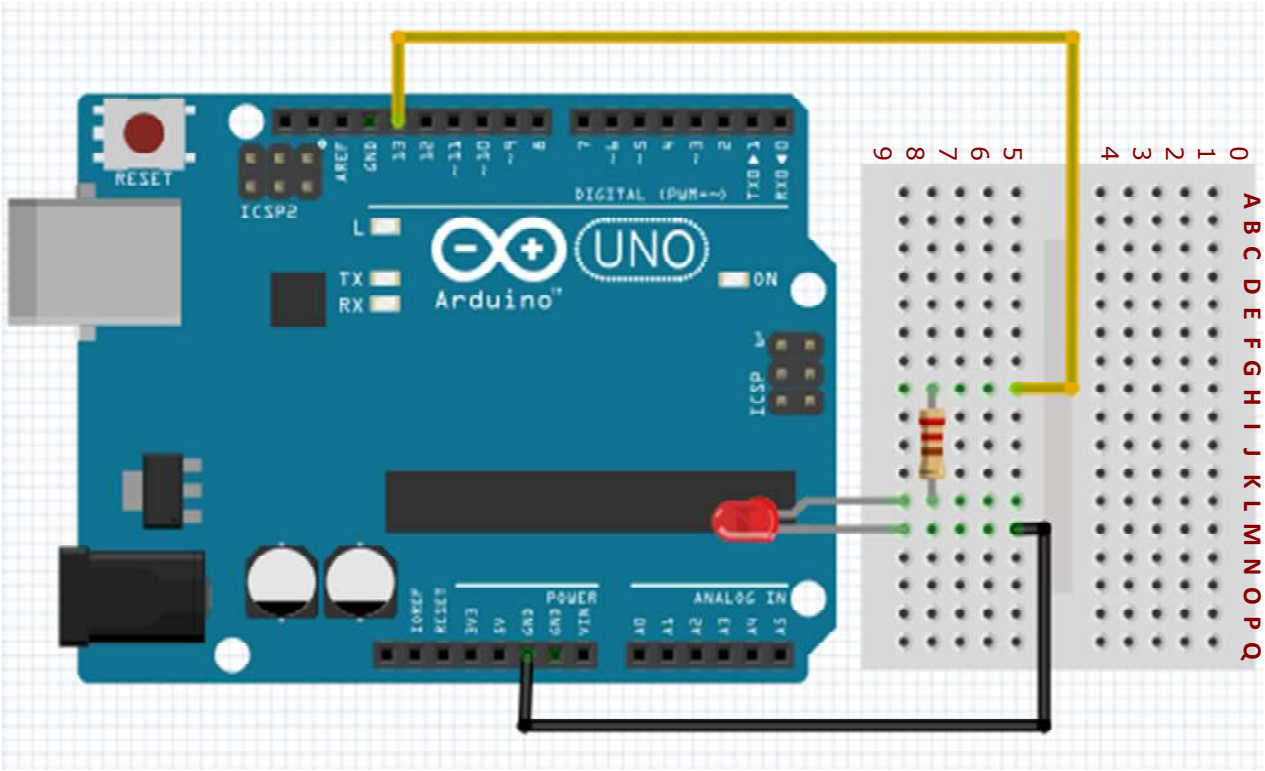
Conexión de un LED

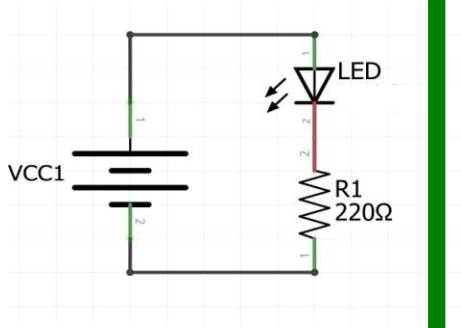
- Resultado:
  - El LED debe encenderse
  - Si no se enciende, gira el LED intercambiando sus patas (posiblemente esté al revés)



Conexión de un LED al PIN 13

- Pasos:
  - Paso 1: Conectar el LED al PIN 13 en vez de a 5V
  - Paso 2: Cargar el programa “BlinkLed_example”
  - Resultado: El LED debe parpadear





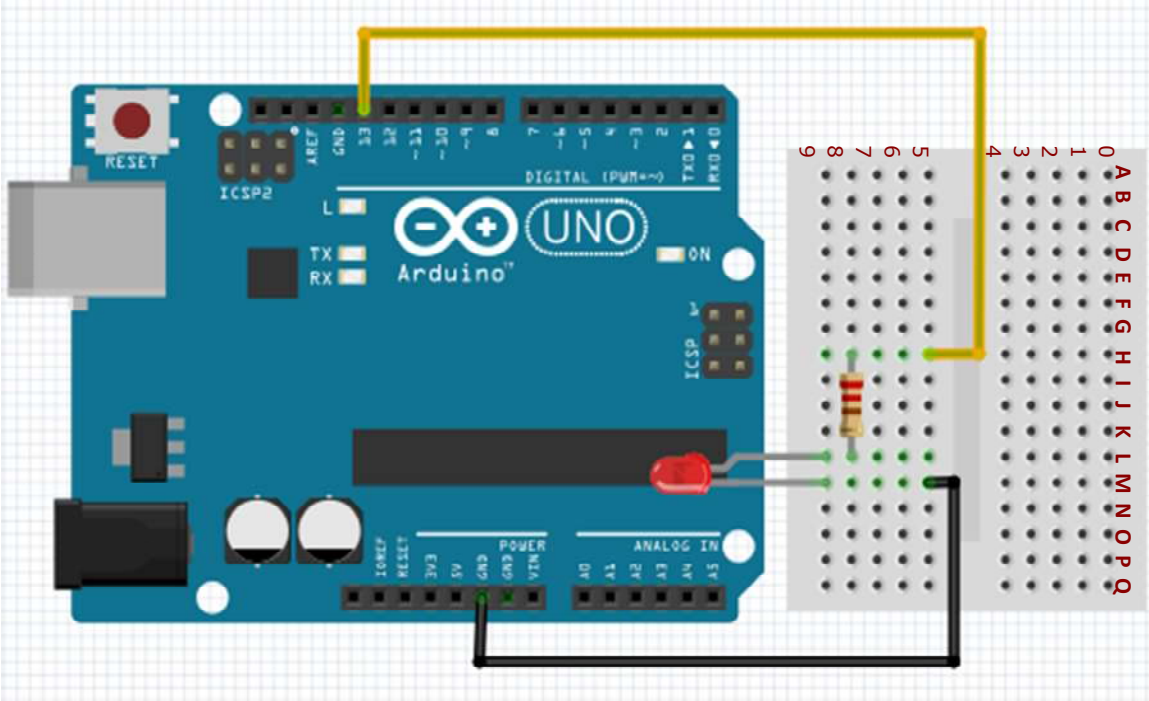
Aprendiendo a programar

- Ejemplo: Parpadeo LED externo (BlinkLed_example).
  - Podemos hacer parpadear un LED conectado a cualquier pin digital.
  - Mismos ejemplo que el de Arduino pero lo podemos modificar.

```
int pinLed  =          13;

void setup(){
  // Establecemos el pin del LED como salida
  pinMode(pinLed, OUTPUT);
}

void loop(){
     delay(500);
     digitalWrite(pinLed, HIGH);
     delay(500);
     digitalWrite(pinLed, LOW);
}
```

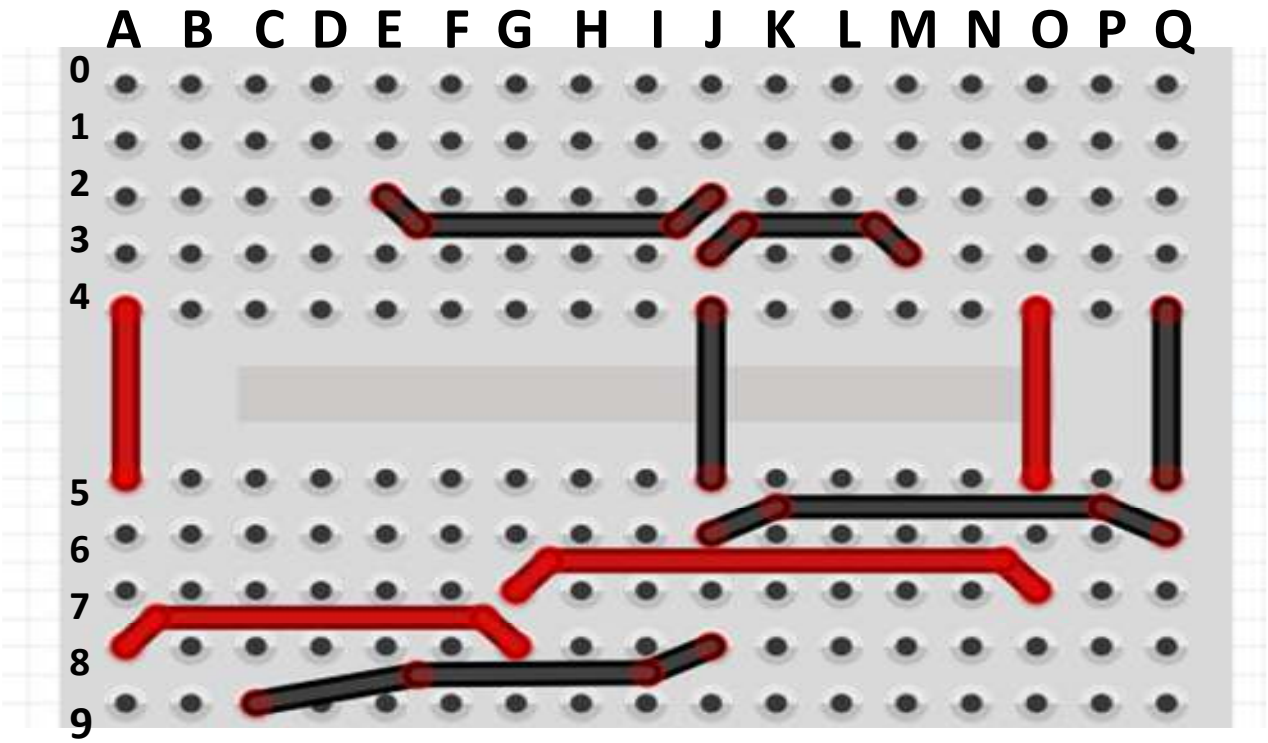
Conexión del LED al pin 13

- Conecta el LED y la resistencia como se indica en la figura
  - LED entre M - 9 y N – 9.
  - Resistencia entre M – 8 y H – 8.
  - Une la columna de H con el PIN 13 del Arduino UNO.

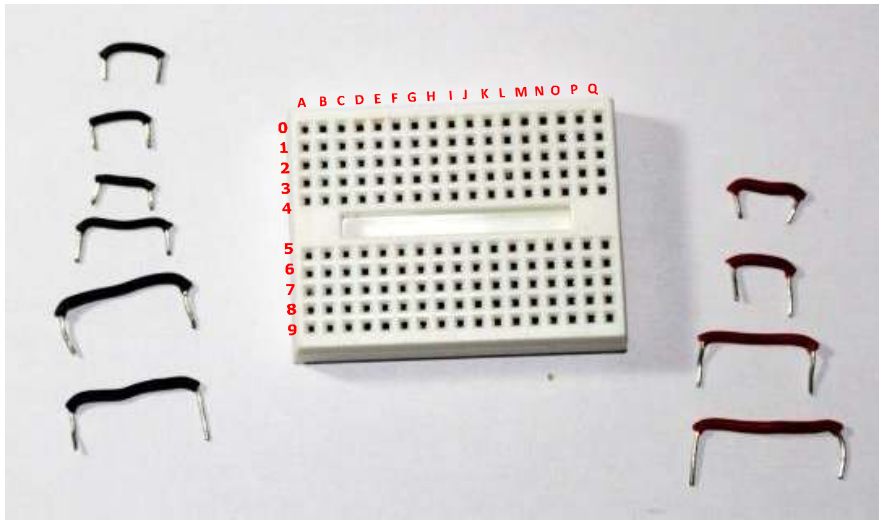


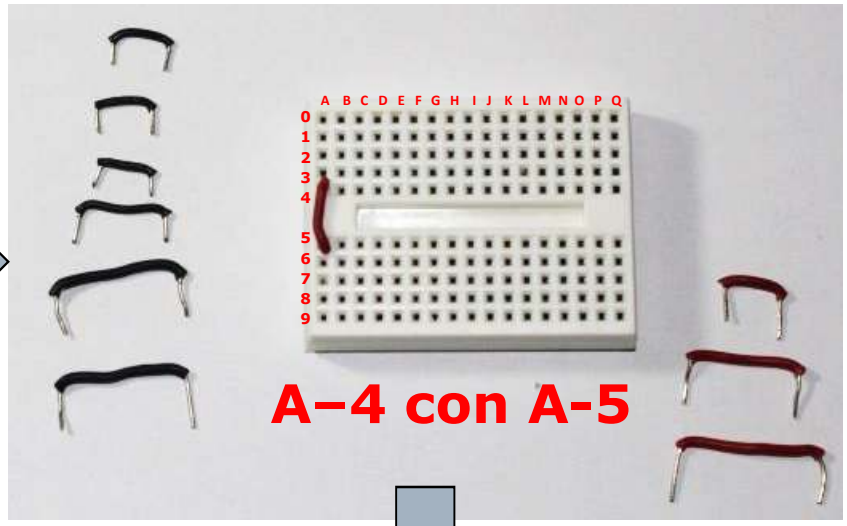
Preparación de la ProtoBoard

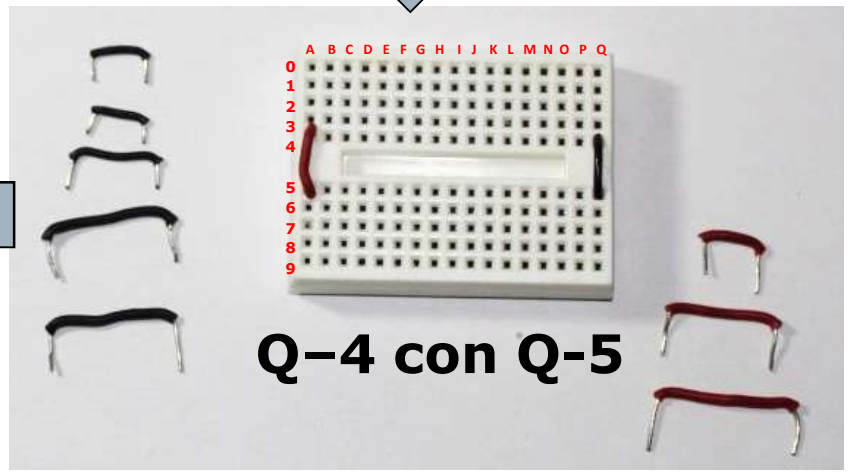
- Para ir montando progresivamente la electrónica, es necesario partir de unas conexiones iniciales.
  - Realiza las conexiones que se indican en la figura.
  - Pon mucha atención para evitar retrasos posteriores.

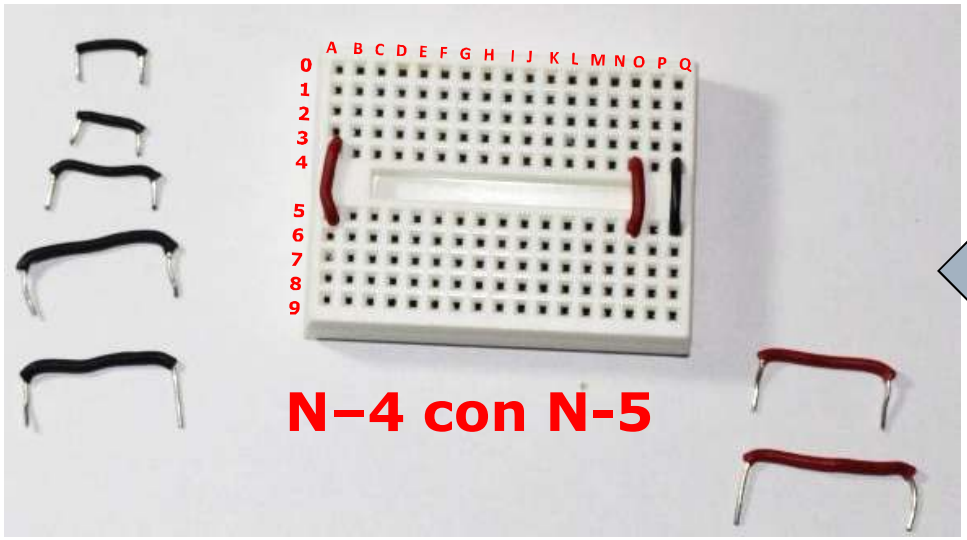


Preparación de la ProtoBoard

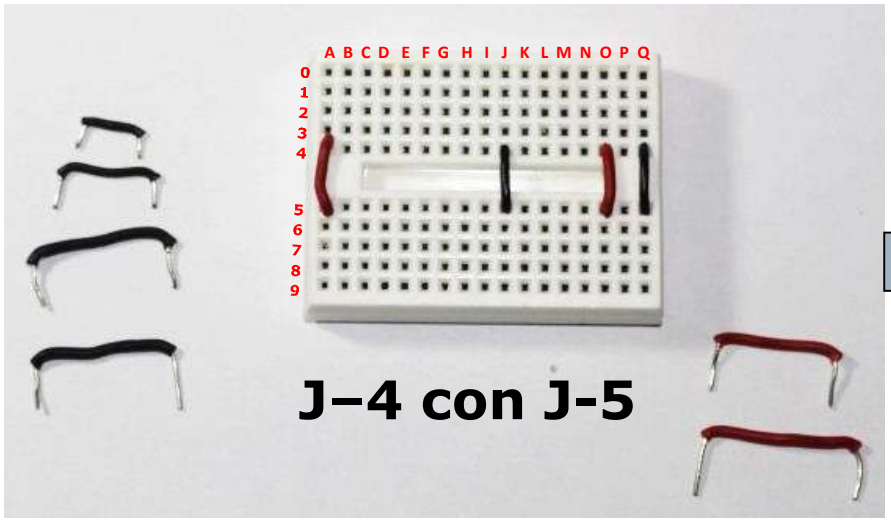


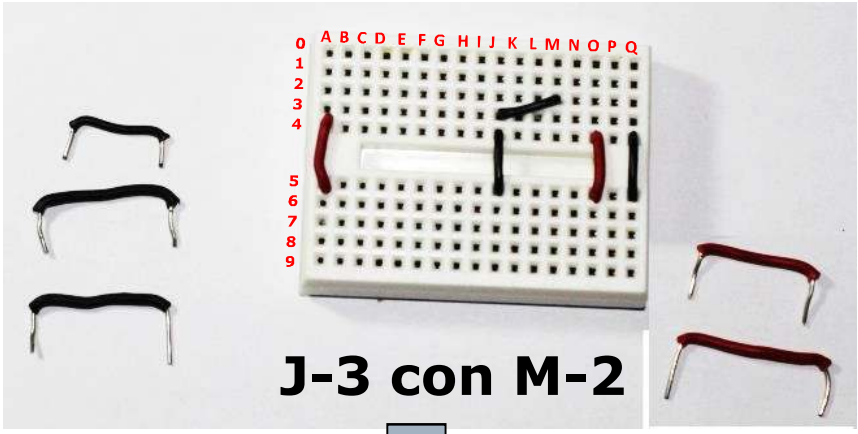


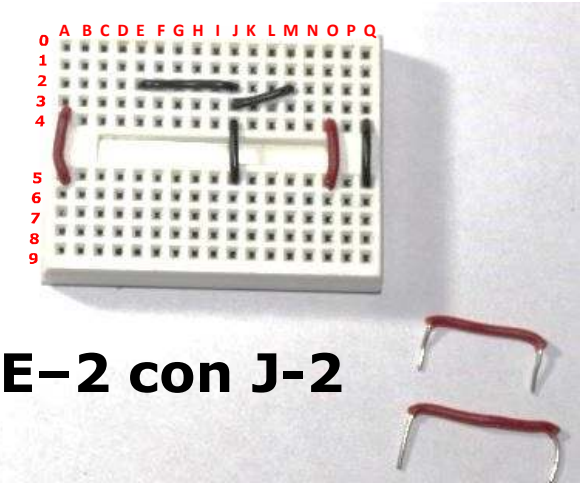


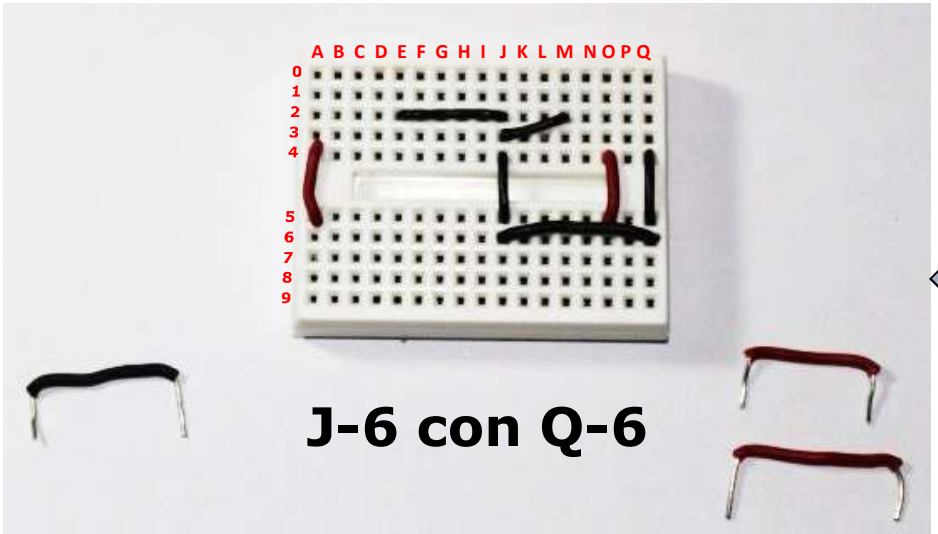


Preparación de la ProtoBoard

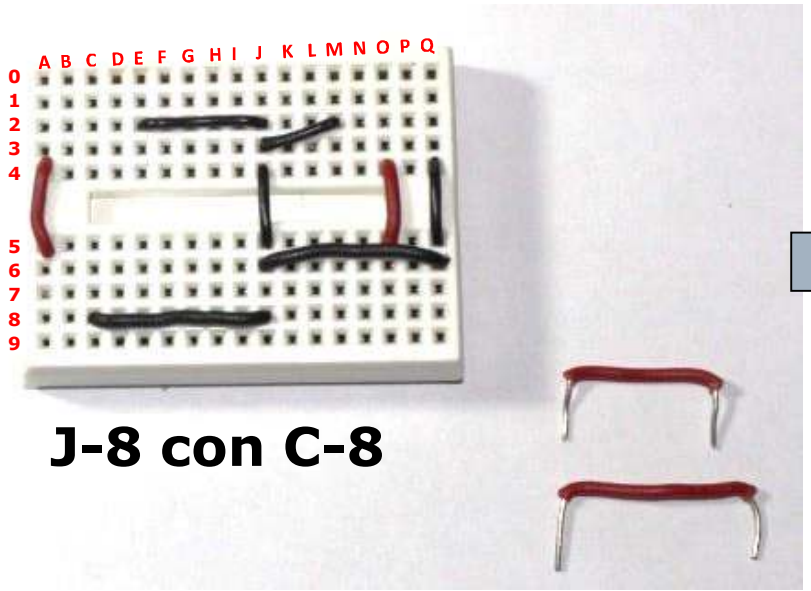




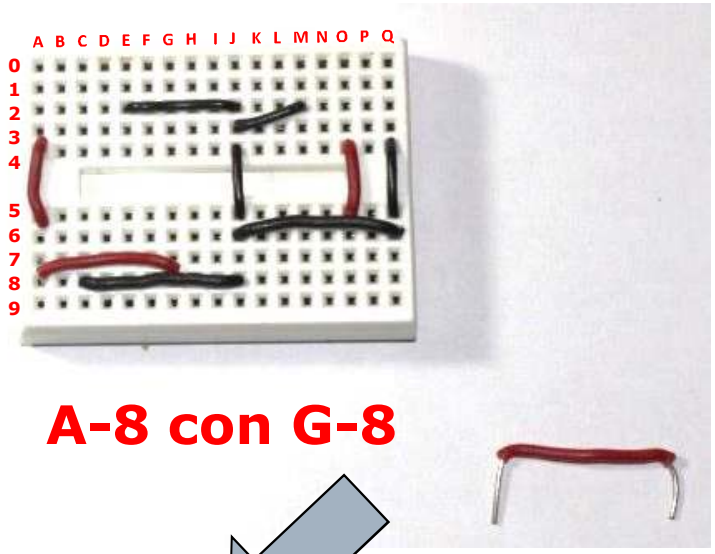




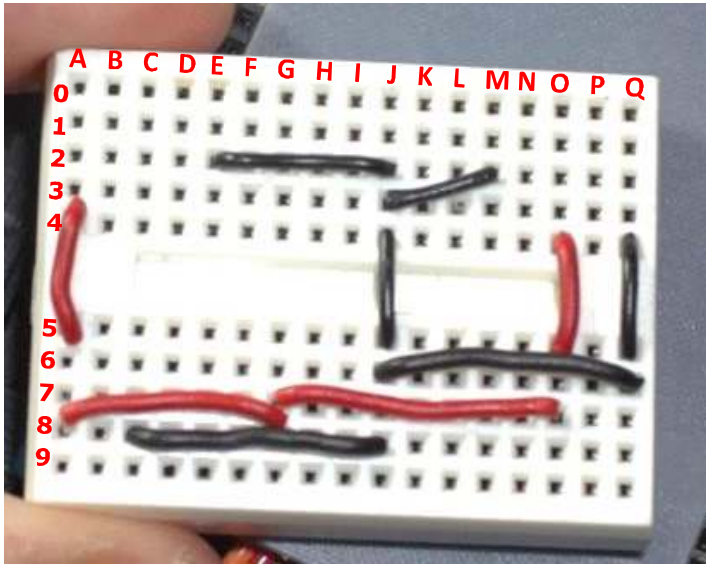
Preparación de la ProtoBoard



J-8 con C-8



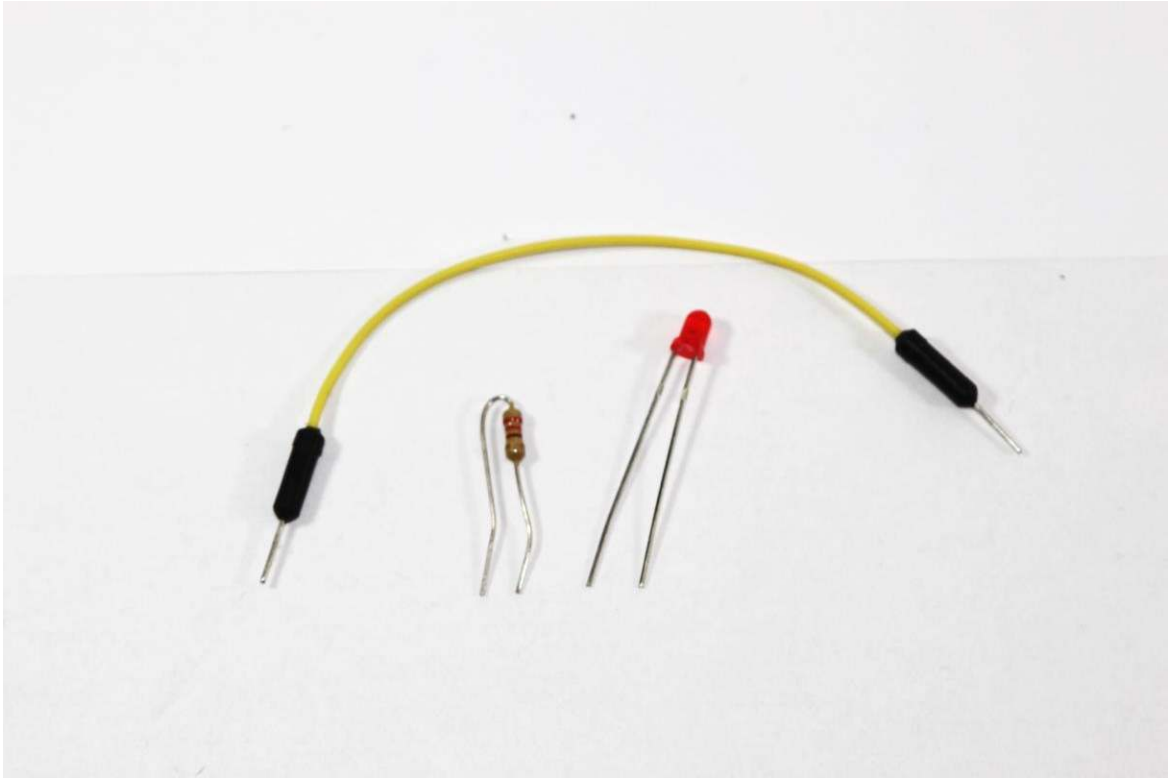
A-8 con G-8



G-7 con O-7

Conexión de un LED a otro PIN

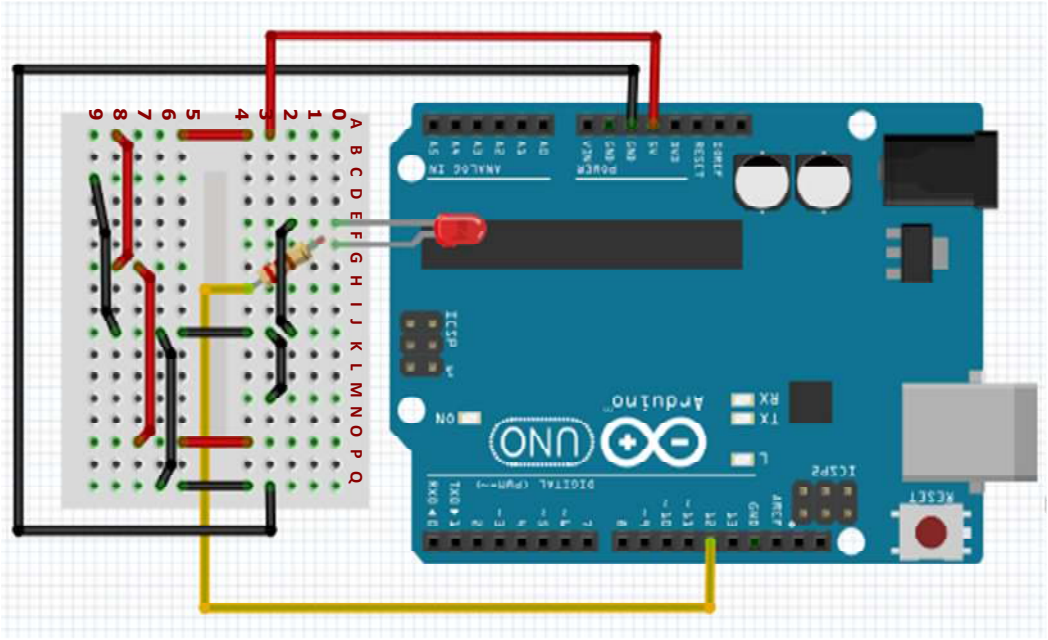
- Materiales



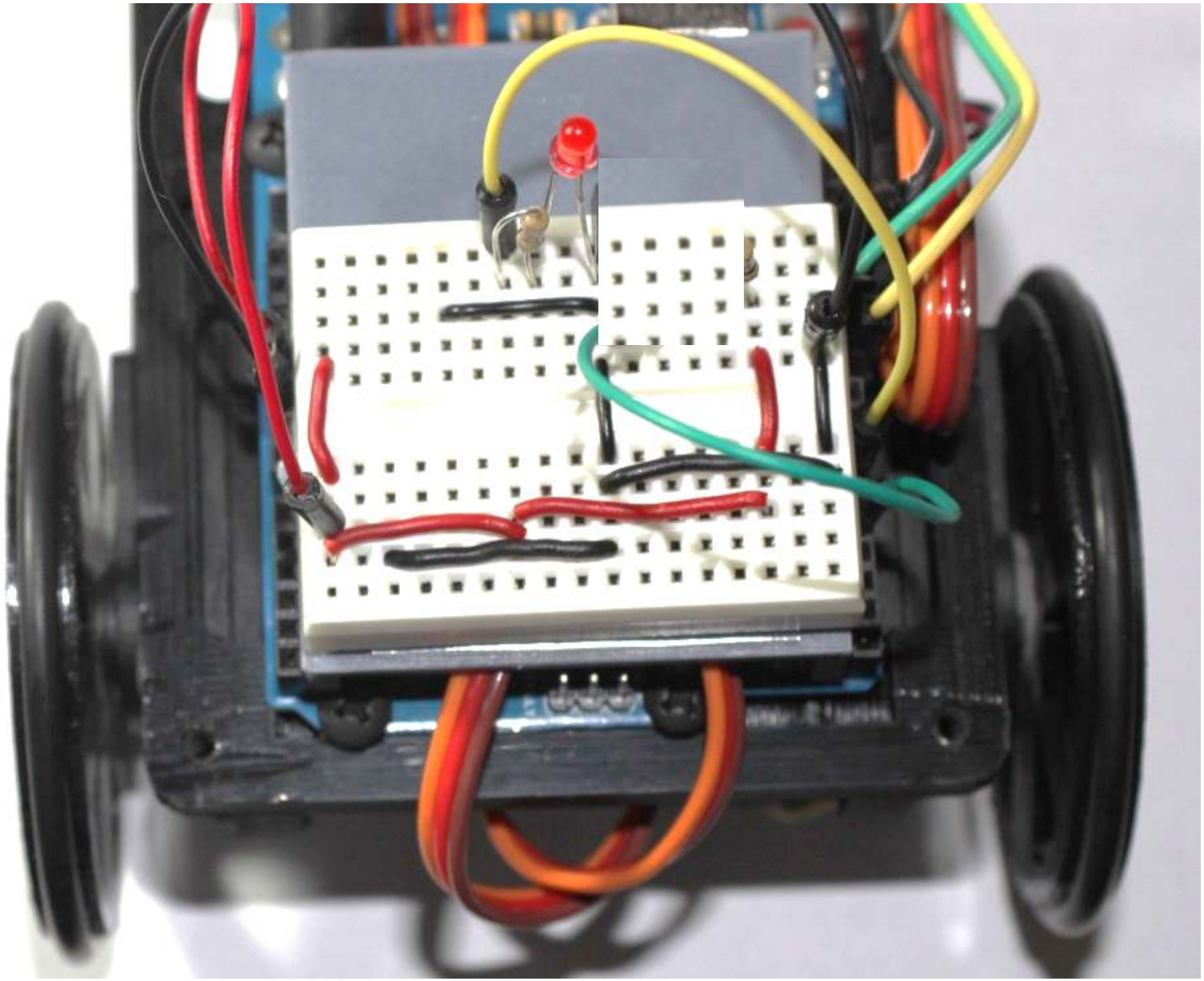
Resistencia de 220Ω
Rojo – **Rojo** – **Marrón** - **Oro**

Conexión de un LED a otro PIN

- Conecta el LED y la resistencia como se indica en la figura
  - LED entre E-0 y F-0.
  - Resistencia entre F-1 y H-3 (ver foto siguiente).
  - Une H-4 con el PIN 13 del Arduino UNO.
- Resultado:
  - El LED debe parpadear junto con el de la placa.

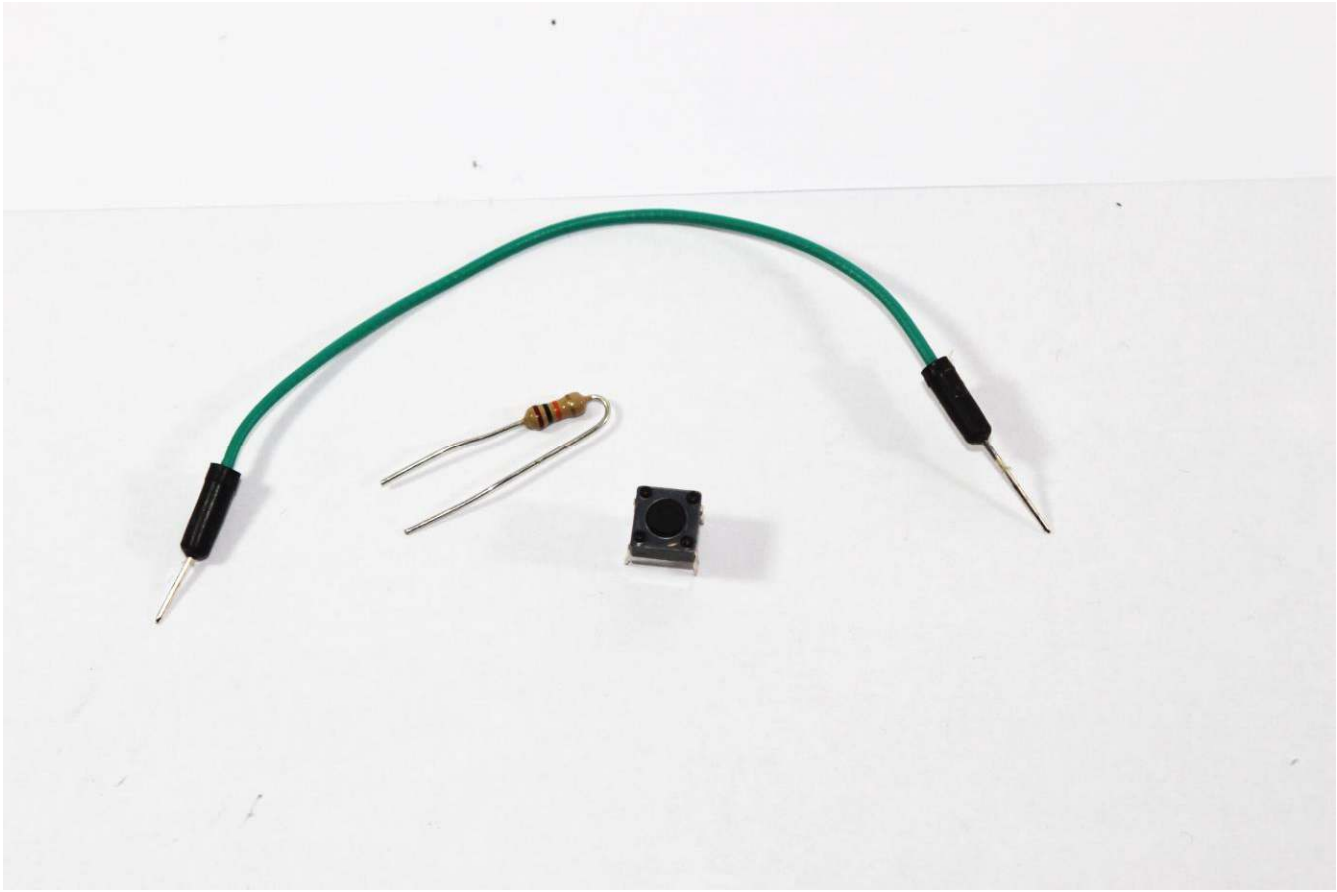


Conexión de un LED a otro PIN



Añadimos un pulsador

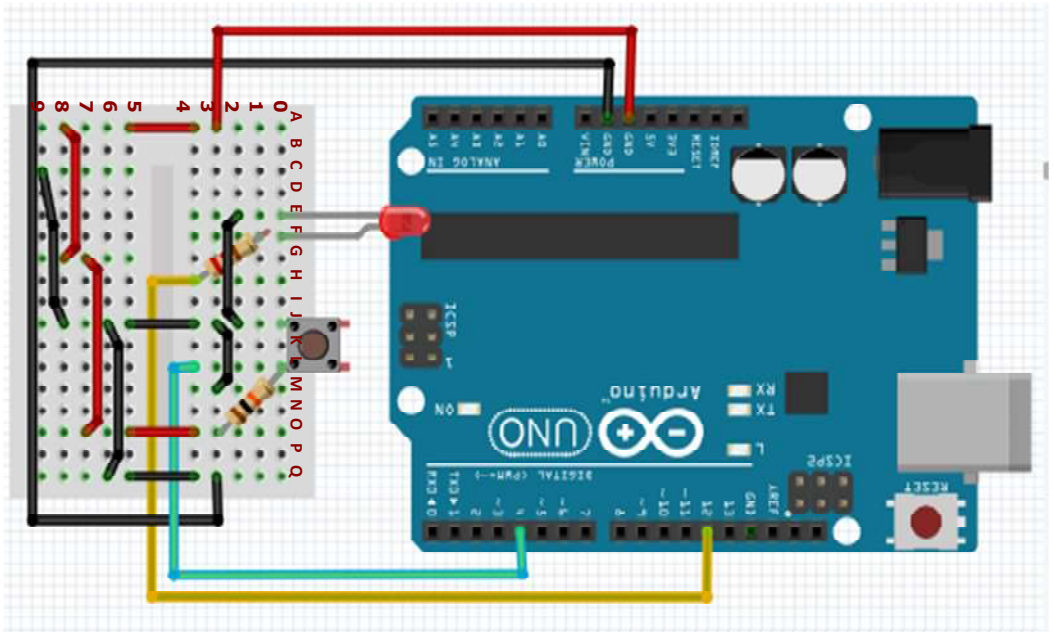
- Materiales



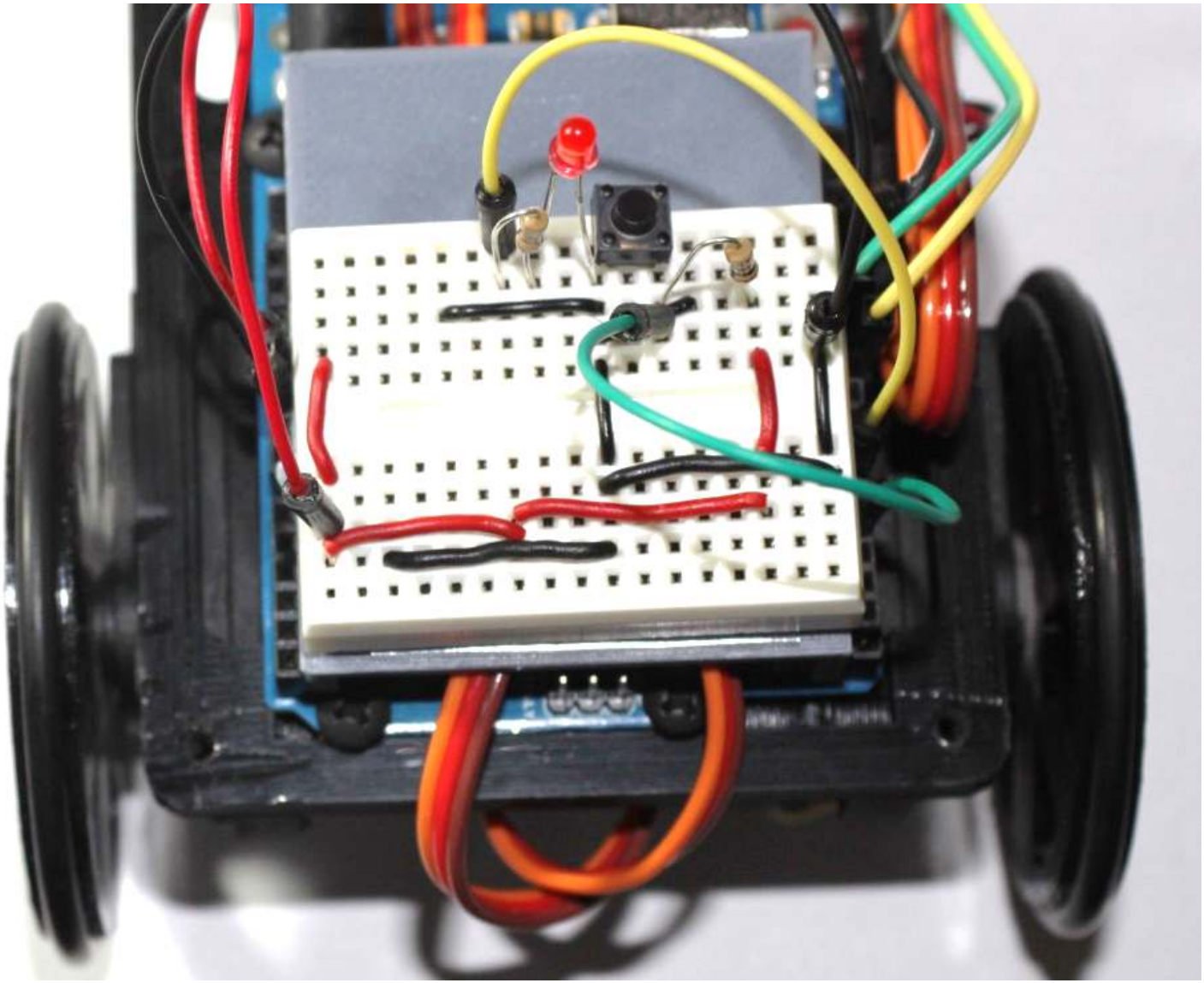
Resistencia de 10kΩ
Marrón – **Negro** – **Naranja** - **Oro**

Añadimos un pulsador

- Conecta el pulsador y la resistencia como se indica en la figura.
  - Pulsador entre J-0 y L-0.
  - Resistencia entre L-1 y O-3.
  - Une L-4 con el PIN 4 del Arduino UNO.



Añadimos un pulsador



Añadimos un pulsador

- Encender LED mediante el pulsador.
  - Explicación de los condicionales:
    - IF_ELSE

```
5  int pinButton = 4;
6  int led = 13;
7  int button;  // Variable donde se guarda el estado del botón
8  void setup(){
9    //Configuración de la comunicación serie.
10
11   //Establecemos el pin del botón como entrada.
12   pinMode(pinButton, INPUT);
13   pinMode(led, OUTPUT);
14
15 }
16
17 void loop(){
18     delay(200);
19     // Leemos el valor digital del botón (0 o 1).
20     button = digitalRead(pinButton);
21     if(button==0)
22           digitalWrite(led, HIGH);
23     else
24           digitalWrite(led, LOW);
25
26 }
```

- Ejemplo: Estado de botón externo (Button_example).
  - En este ejemplo leeremos el estado digital de un botón conectado al pin 4 de la placa Arduino y enviaremos dicho valor por la comunicación serie.

```
int pinButton =          4;
int button;  // Variable donde se guarda el estado del botón
void setup(){
  //Configuración de la comunicación serie.
  Serial.begin(19200);
  //Establecemos el pin del botón como entrada.
  pinMode(pinButton, INPUT);

}

void loop(){
    delay(200);
    // Leemos el valor digital del botón (0 o 1).
    button = digitalRead(pinButton);
    // Imprimimos por pantalla el estado del botón.
    Serial.print("Valor boton: ");
    Serial.println(button);
}
```

- Ejemplo: Estado de botón externo (Button_example).
  - En este ejemplo leeremos el estado digital de un botón conectado al pin 4 de la placa Arduino y enviaremos dicho valor por la comunicación serie.

```
int pinButton =          4;
int button;  // Variable donde se guarda el estado del botón
void setup(){
  //Configuración de la comunicación serie.
  Serial.begin(19200);
  //Establecemos el pin del botón como entrada
  pinMode(pinButton, INPUT);

}

void loop(){
    delay(200);
    // Leemos el valor digital del botón
    button = digitalRead(pinButton);
    // Imprimimos por pantalla el estado
    Serial.print("Valor boton: ");
    Serial.println(button);
}
```

Establecemos el pin como entrada digital.

- **digitalRead** Esta función lee el estado digital del pin dado como parámetro.
  - Devuelve el estado del pin:
    - 1 → Sí está a nivel alto ('HIGH' ó 5V)
    - 0 → Sí está a nivel bajo ('LOW' ó 0V)

- Ejemplo: Estado de botón externo (Button_example).
  - En este ejemplo leeremos el estado digital de un botón conectado al pin 4 de la placa Arduino y enviaremos dicho valor por la comunicación serie.

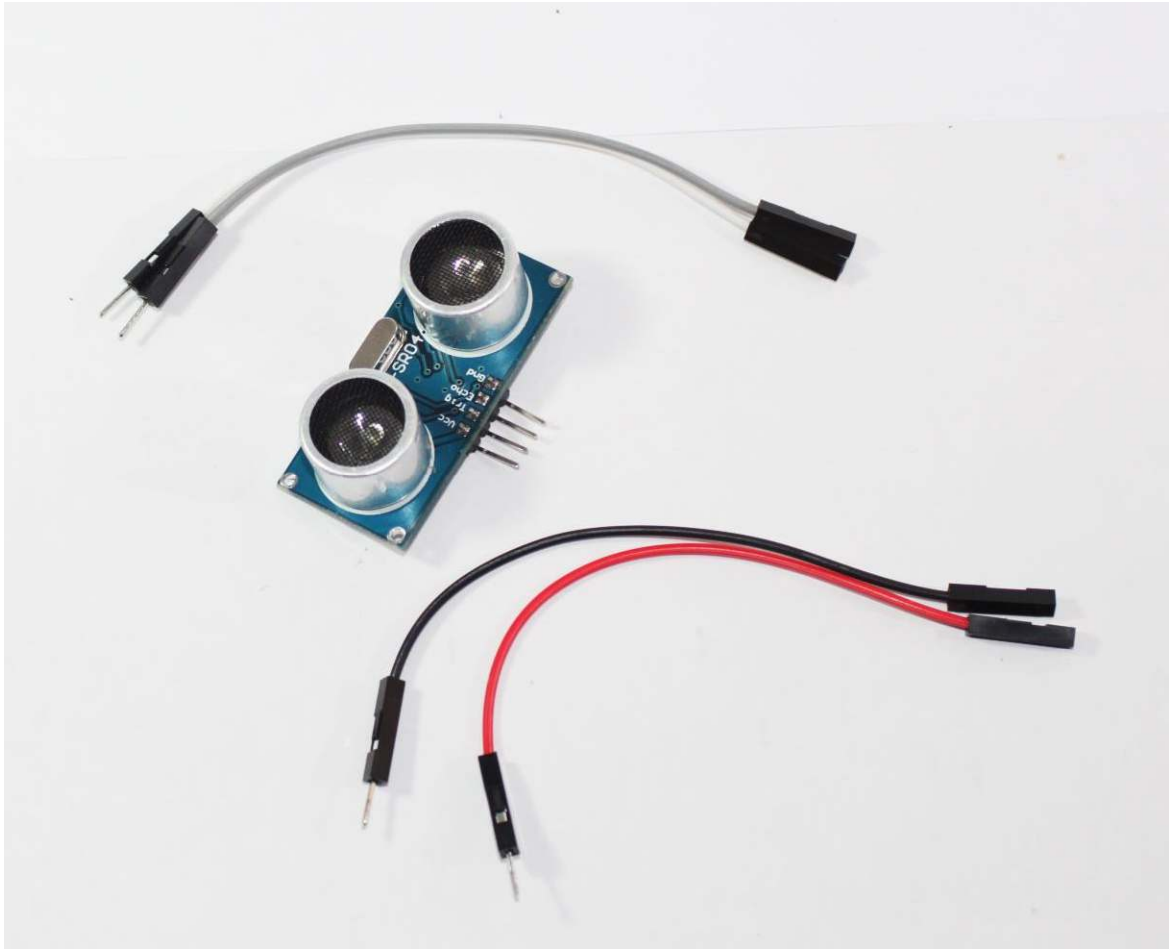
```
int pinButton =          4;
int button;  // Variable donde se guarda el estado del botón
void setup(){
  //Configuración de la comunic
  Serial.begin(19200);
  //Establecemos el pin del boton como entrada.
  pinMode(pinButton, INPUT);

}

void loop(){
    delay(200);
    // Leemos el valor digital del bo
    button = digitalRead(pinButton);
    // Imprimimos por pantalla el est
    Serial.print("Valor boton: ");
    Serial.println(button);
}
```

Serial.begin(tasa): Esta función configura la comunicación serie con una velocidad de¨**tasa**¨ bits por segundo

Serial.print(mensaje): Esta función envía por la comunicación serie el contenido del parámetro **"mensaje".**
- ¨mensaje¨ puede ser un texto o una variable.
  - Texto: Palabras entre comillas dobles ¨¨. Se envían dicho mensaje las palabras
  - Variable: Envía el contenido de la variable

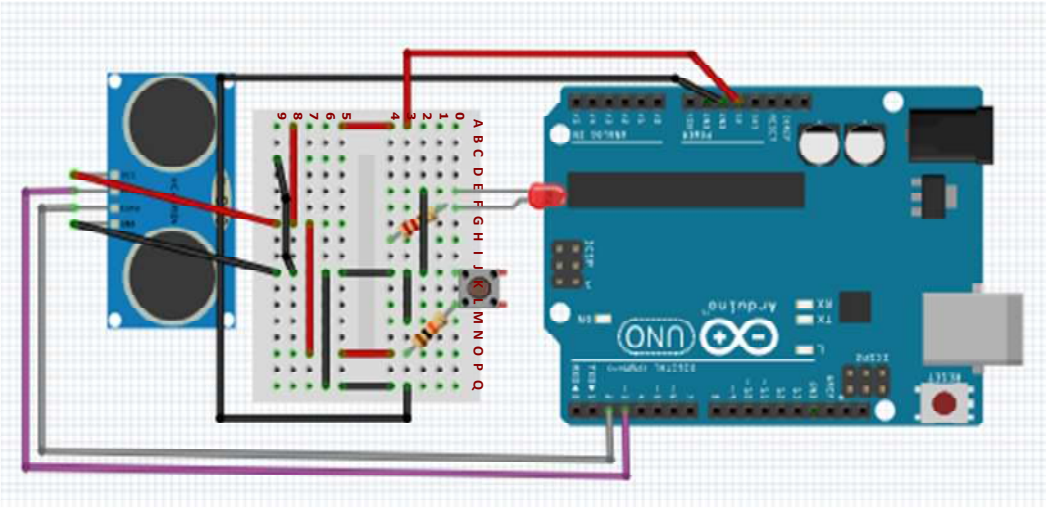
Jugamos con el sensor de Ultrasonidos

- Materiales

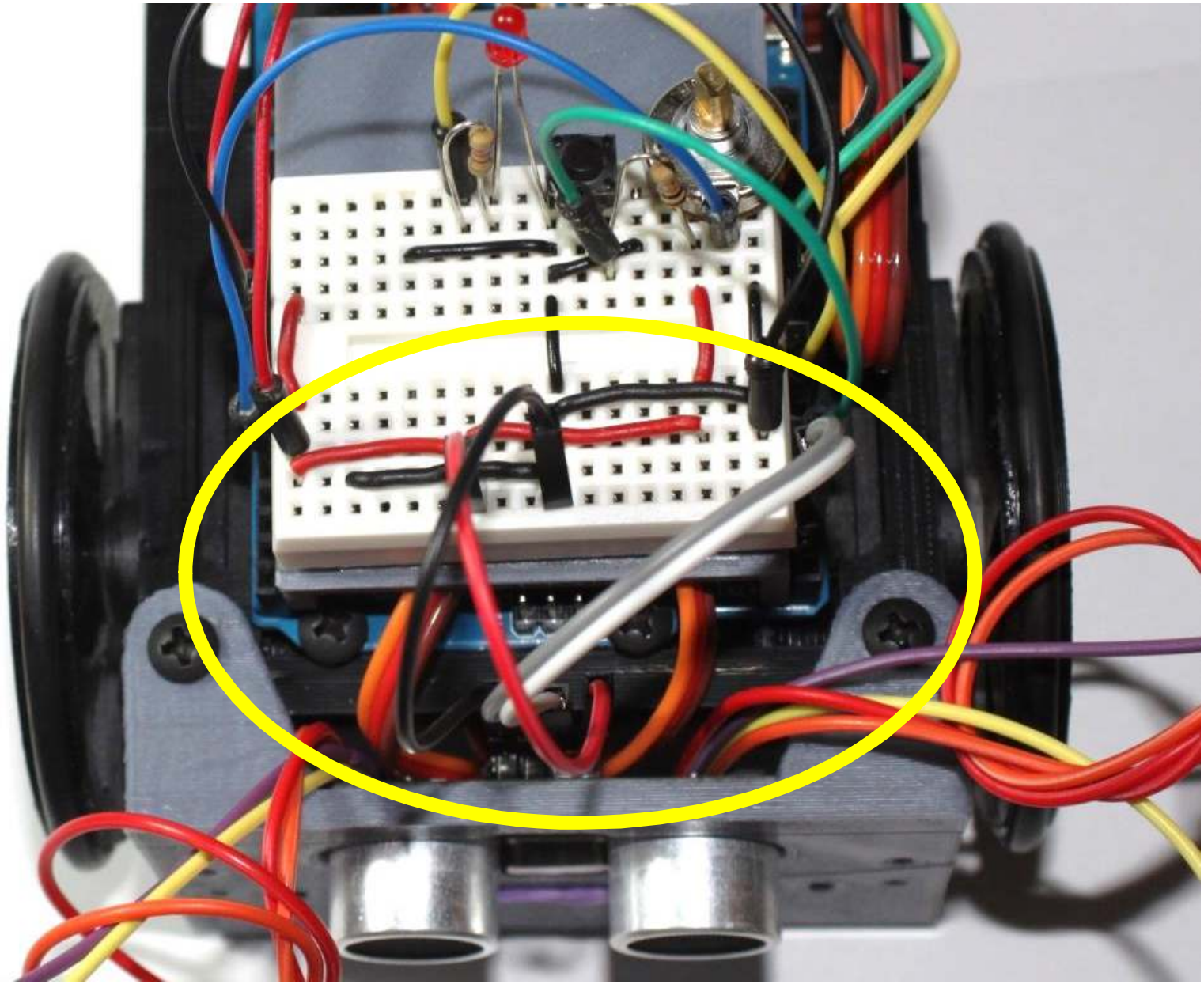


Jugamos con el sensor de Ultrasonidos

- Conecta el sensor de ultrasonidos como se indica en la figura.
  - Alimentamos el sensor.
    - Conectamos Vcc con G-9 y GND con J-9.
  - Une el TRIG y el ECHO
    - Conectamos TRIG al PIN 3 y el ECHO al PIN 2.



Jugamos con el sensor de Ultrasonidos



- Ejemplo: Sensor de Distancia (Distance_example)
  - En este ejemplo leeremos la distancia medida por el SRF04

```
#include <DistanceSRF04.h> // Incluímos librería del SRF04
// Pines del SRF04
int pinEco  =           2;
int pinTrigger =        3;
// Variables para el control del sensor
DistanceSRF04 Dist;
int distance;

void setup(){
  Serial.begin(19200);
  // Configuramos los pines del sensor.
  Dist.begin(pinEco,pinTrigger);
}

void loop(){
  delay(200);
  // Guardamos la distancia del sensor en la variable
  distance = Dist.getDistanceCentimeter();
  // Enviamos el valor de la distancia por la comunicación serie
  Serial.print("Distancia  ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println("cm");
}
```

- Ejemplo: Sensor de Distancia (Distance_example)
  - En este ejemplo leeremos la distancia medida por el SRF04

```
#include <DistanceSRF04.h> // Incluímos librería del SRF04
// Pines del SRF04
int pinEco  =           2;
int pinTrigger =        3;
// Variables para el control del sensor
DistanceSRF04 Dist;
int distance;

void setup(){
  Serial.begin(19200);
  // Configuramos los pines del sensor.
  Dist.begin(pinEco,pinTrigger);
}

void loop(){
  delay(200);
  // Guardamos la distancia del sensor en la variable
  distance = Dist.getDistanceCentimeter();
  // Enviamos el valor de la distancia por la comunicación serie
  Serial.print("Distancia  ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println("cm");
}
```

Variable para utilizar el sensor

Variable donde guardamos la distancia medida por el sensor

Configuramos el sensor SRF04 conectándolo a los pines

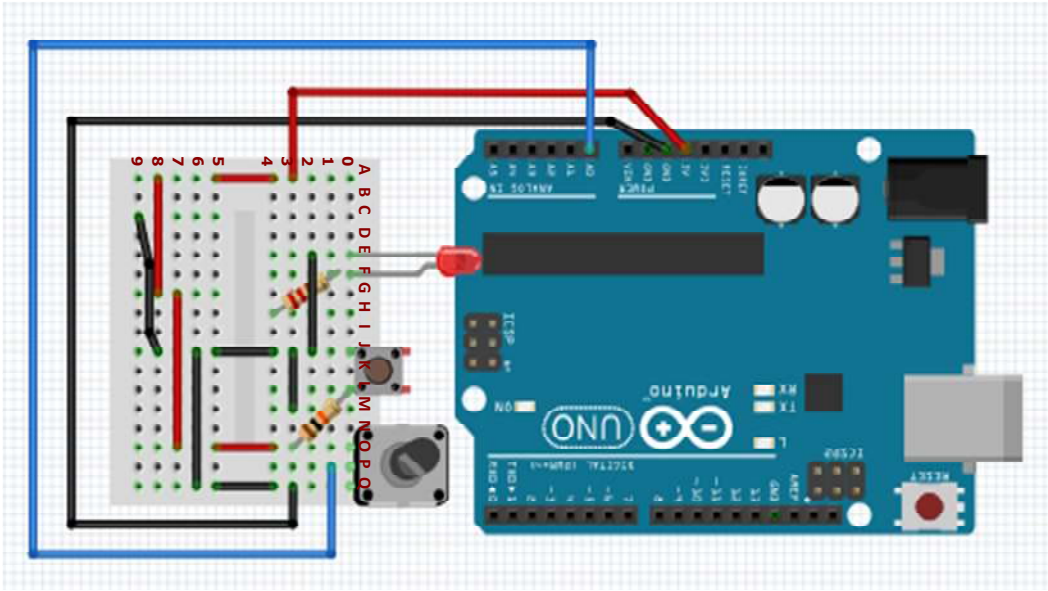
Obtenemos la distancia medida por el sensor

Conexión del potenciómetro

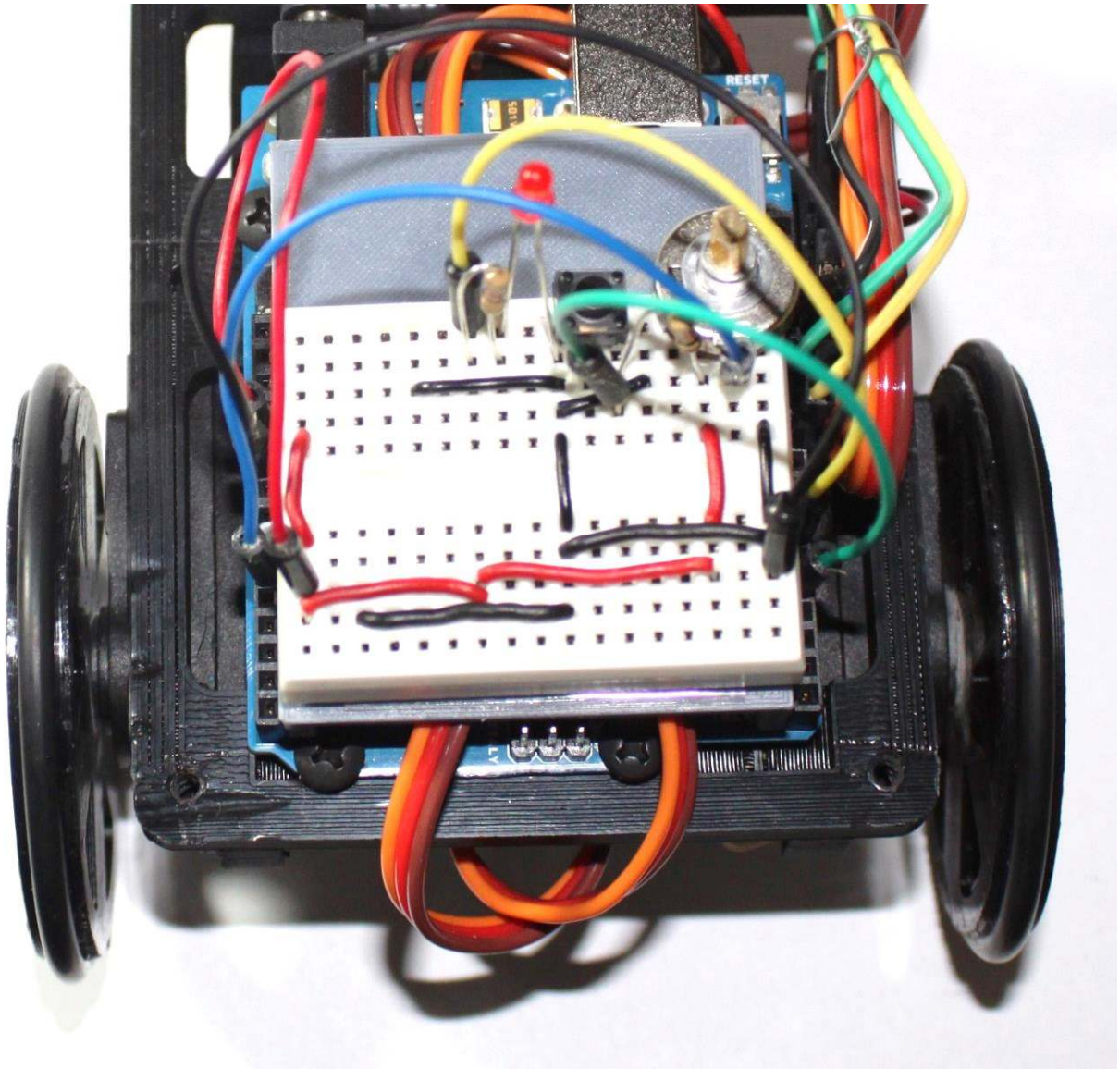
- Materiales

Conexión del potenciómetro

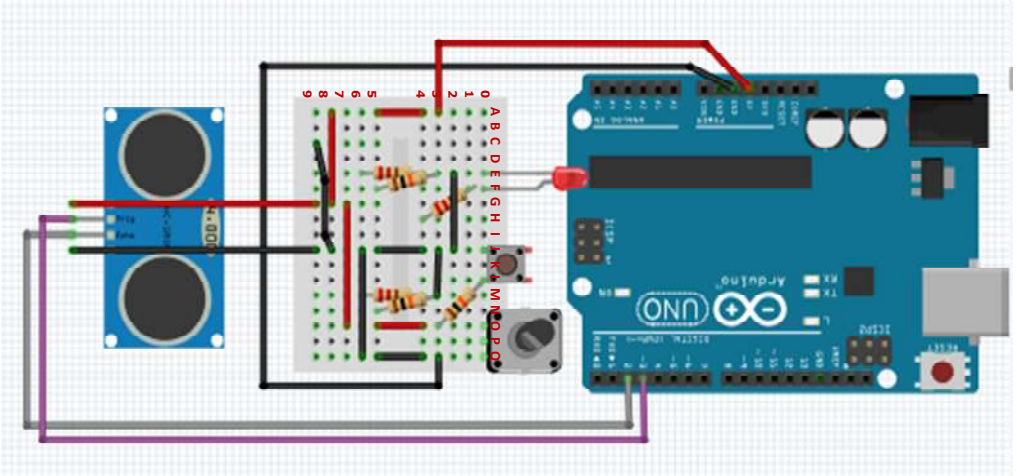
- Conecta el potenciómetro como se indica en la figura.
  - Potenciómetro.
    - Las tres patillas que tienen las colocamos en la protoboard en los pines O-0, P-0 y Q-0.
  - Conectamos el cable entre P-1 y el PIN A0.
    - El PIN A0 es analógico.

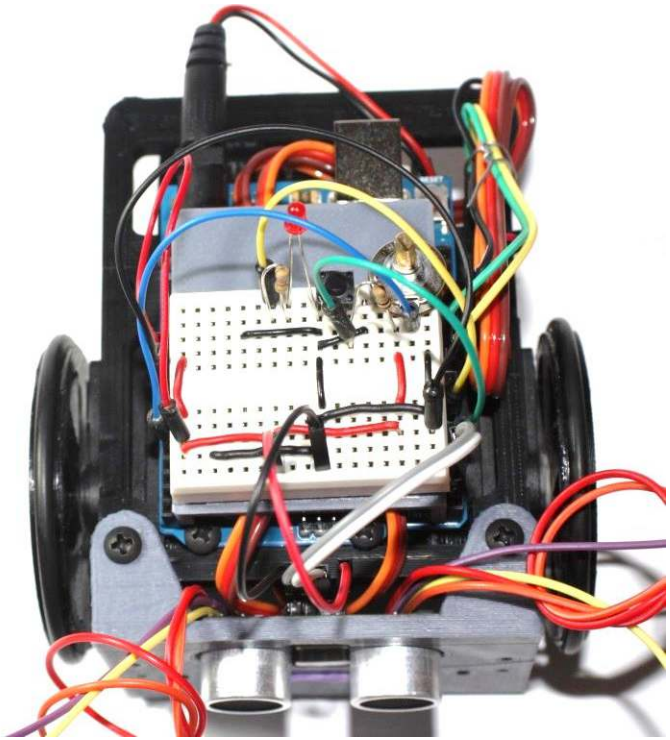


Conexión del potenciómetro



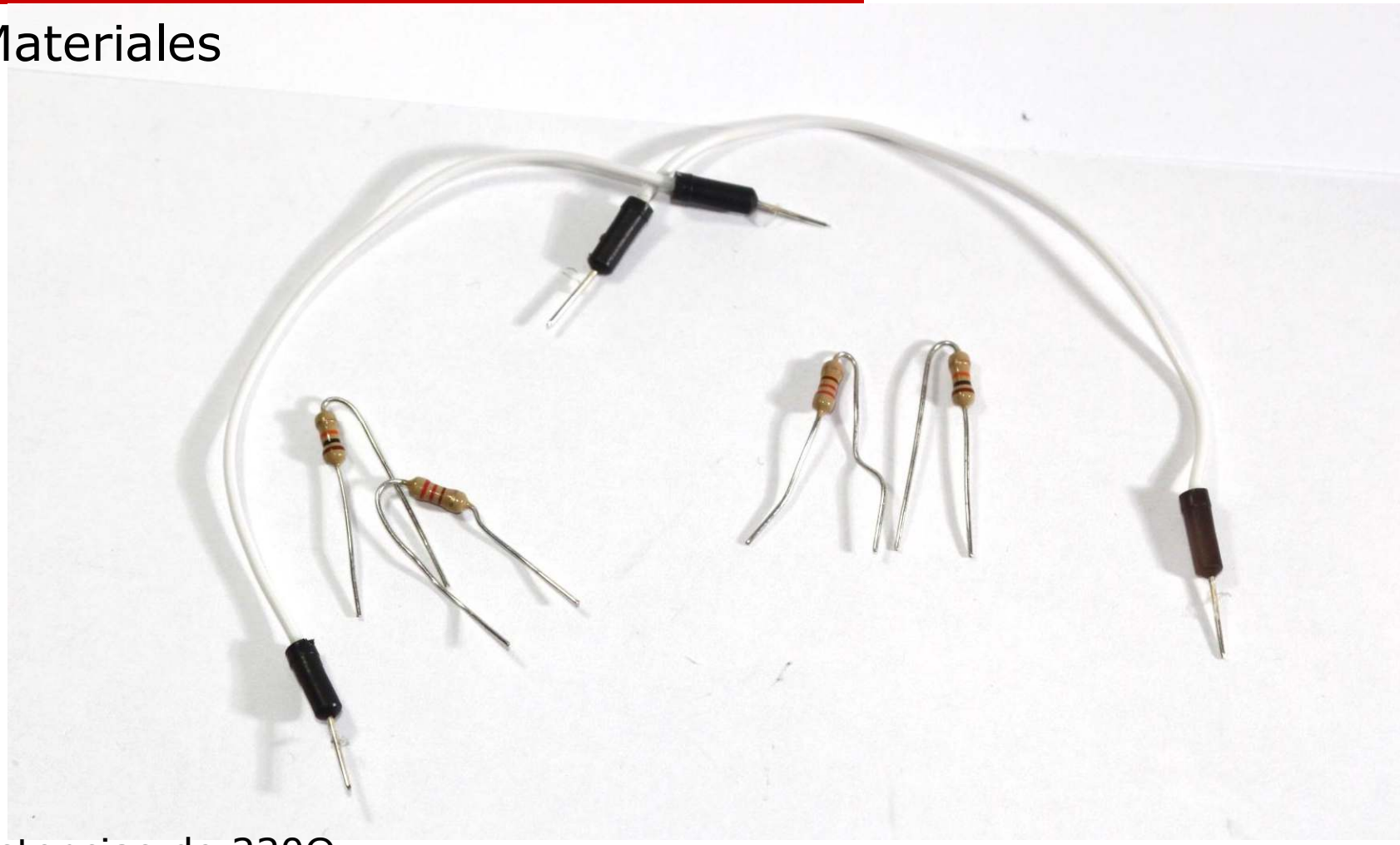
Resumen hasta ahora





Conexión de los CNY70

- Materiales



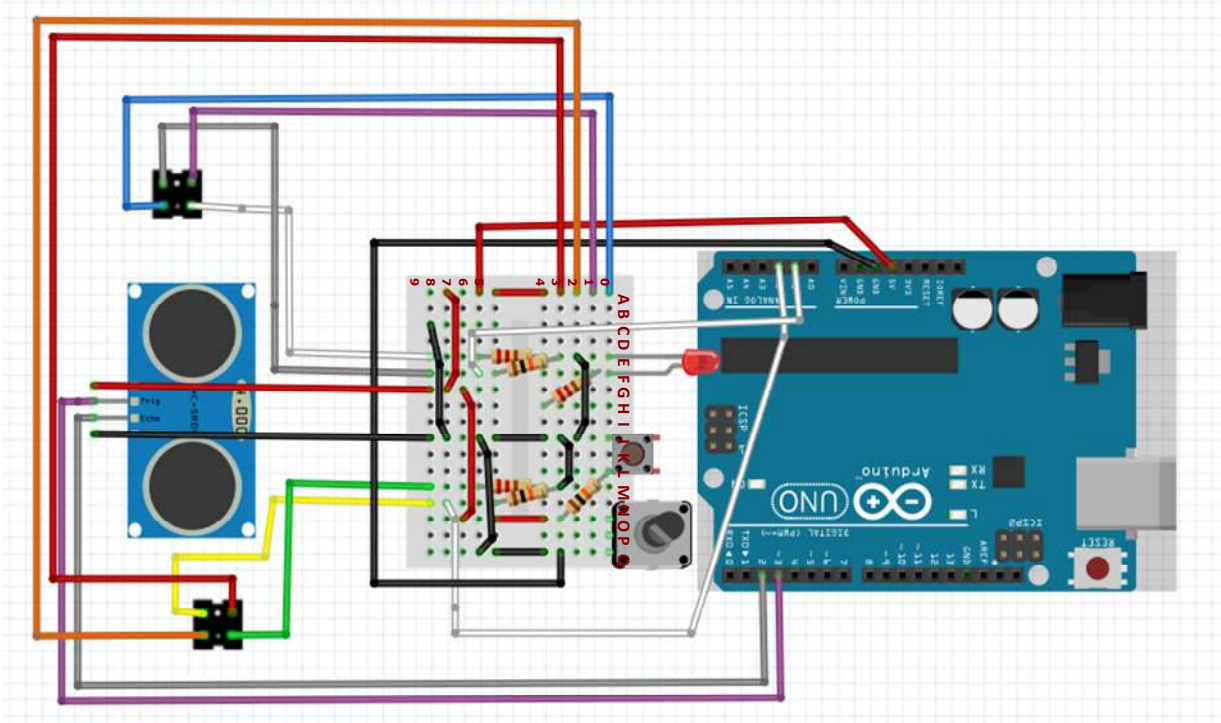
2 resistencias de 220Ω
Rojo – **Rojo** – **Marrón** - **Oro**

2 resistencias de 10kΩ
Marrón – **Negro** – **Naranja** - **Oro**

Paso 1.1

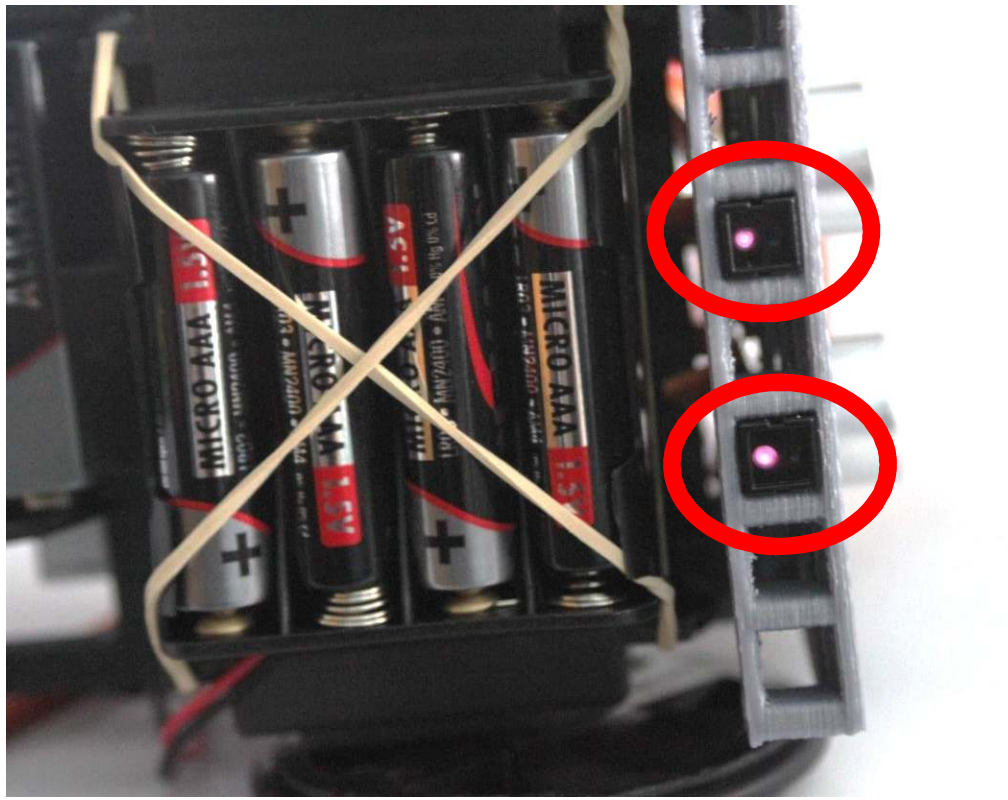
Conexión de los CNY70

- Conectamos los cables que suben de los sensores CNY70 como se indica en la figura.
  - Los cables de alimentación los conectamos a la columna A.
  - El cable del emisor lo conectamos con la resistencia de 220Ω.
  - El cable del receptor lo conectamos con la resistencia de 10kΩ.
  - Lo unimos a los pines analógicos A1 y A2.

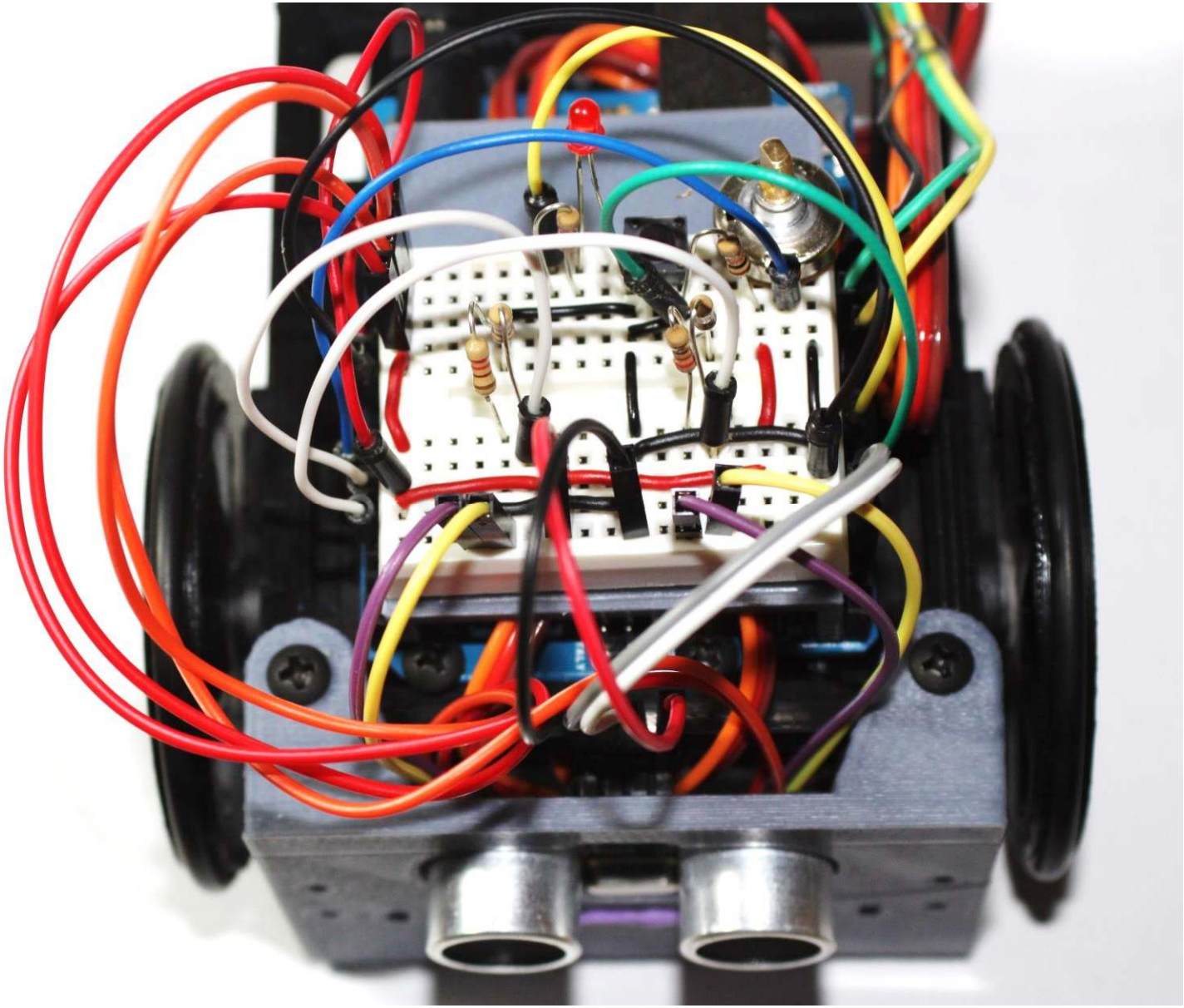


Conexión de los CNY70

- ¿Funciona?
  - Para ver si funciona vamos a usar la cámara del móvil. Nuestro ojo no puede ver los infrarrojos, pero si la cámara no tiene un filtro se puede ver como en la foto.



Conexión de los CNY70



- Ejemplo: Medida infrarrojos (Infrared_example)
  - Medida de infrarojos.

```
int pinInfraredRight = A1;
int pinInfraredLeft =  A2;
// Variables donde se guarda el valor de los sensores
int infraredRight;
int infraredLeft;

void setup(){
  Serial.begin(19200); // Configuramos comunicacion serie
}
void loop(){
   delay(200);
  // Leemos valor de los sensores.
  infraredRight = analogRead(pinInfraredRight);
  infraredLeft = analogRead(pinInfraredLeft);

 // Imprimimos el valor de los sensores
  Serial.println("SensorIzd      SensorDer  ");
  Serial.print(infraredLeft);
  Serial.print("    |      ");
  Serial.println(infraredRight);
}
```

- Ejemplo: Medida infrarrojos (Infrared_example)
  - Medida de infrarojos.

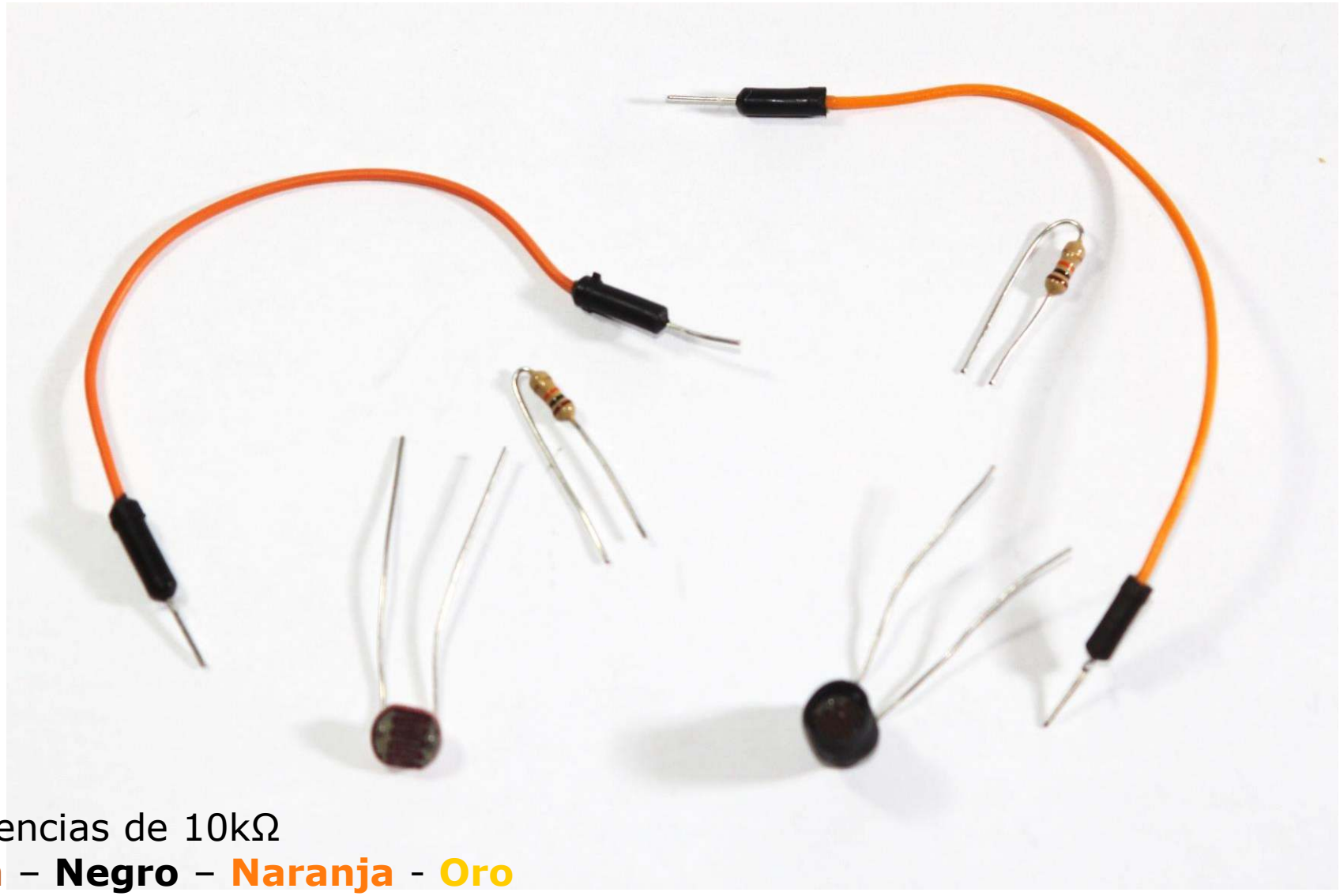
```
int pinInfraredRight = A1;
int pinInfraredLeft =  A2;
// Variables donde se guarda el valor de
int infraredRight;
int infraredLeft;

void setup(){
  Serial.begin(19200); // Configuramos comunicacion serie
}
void loop(){
   delay(200);
  // Leemos valor de los sensores.
  infraredRight = analogRead(pinInfraredRight);
  infraredLeft = analogRead(pinInfraredLeft);

 // Imprimimos el valor de los sensores
  Serial.println("SensorIzd      SensorDer  ");
  Serial.print(infraredLeft);
  Serial.print("    |      ");
  Serial.println(infraredRight);
}
```

Pines Analógicos:
Pueden tomar cualquier valor analógico de 0V a 5V

analogRead(pin):
Esta función lee el voltaje que hay en el **pin** analógico dado como parámetro.

Conectamos los LDR

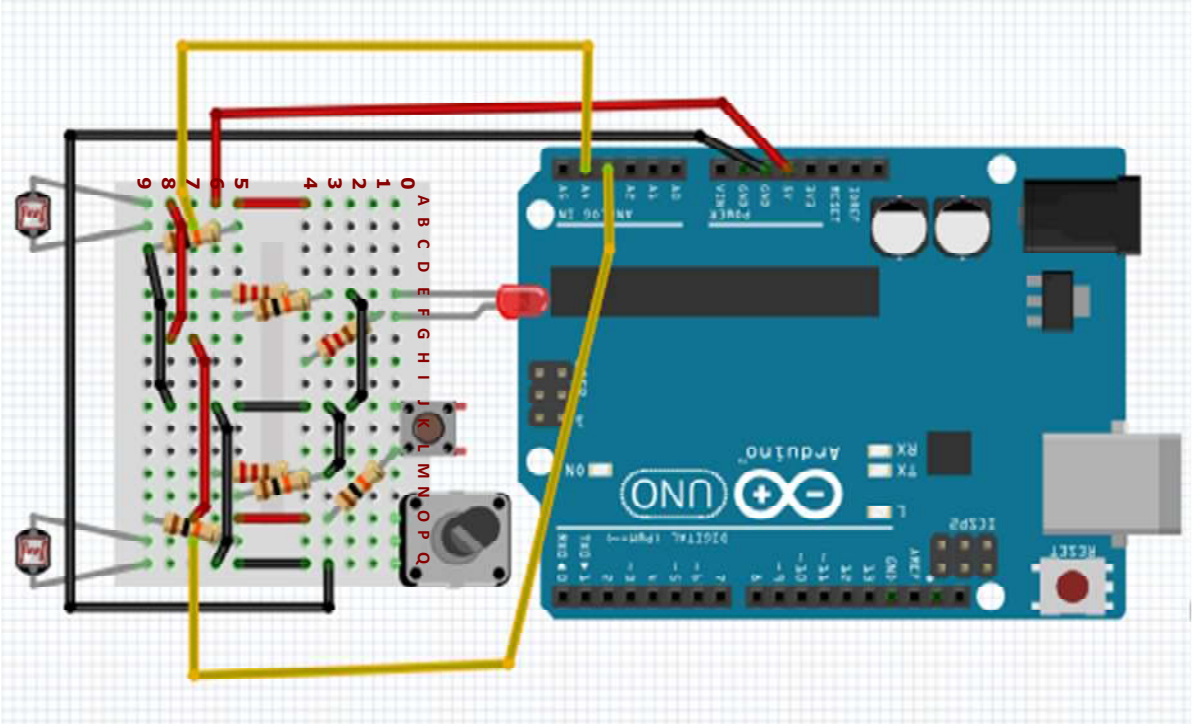
- Materiales



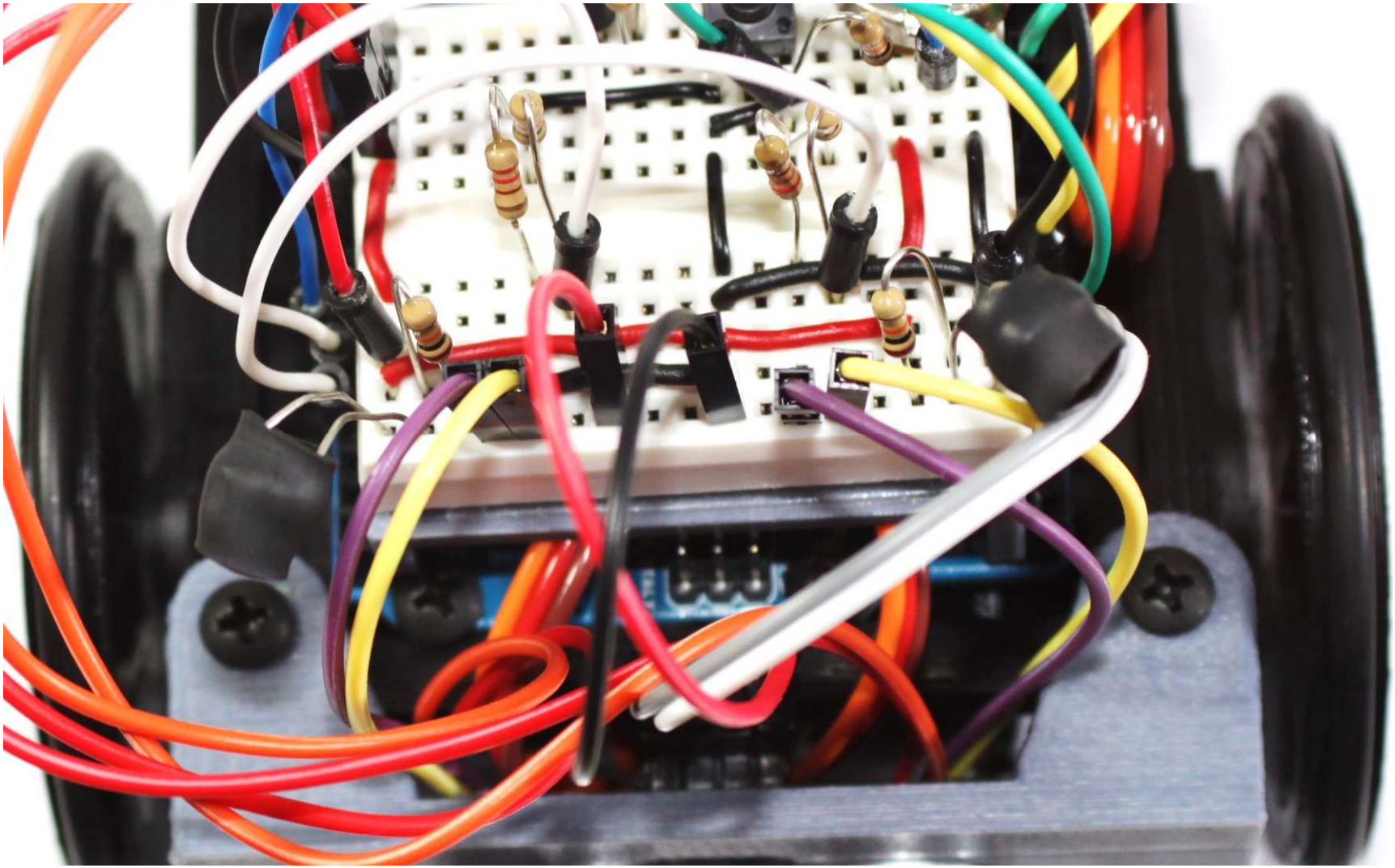
2 resistencias de 10kΩ
Marrón – **Negro** – **Naranja** - **Oro**

Conectamos los LDR

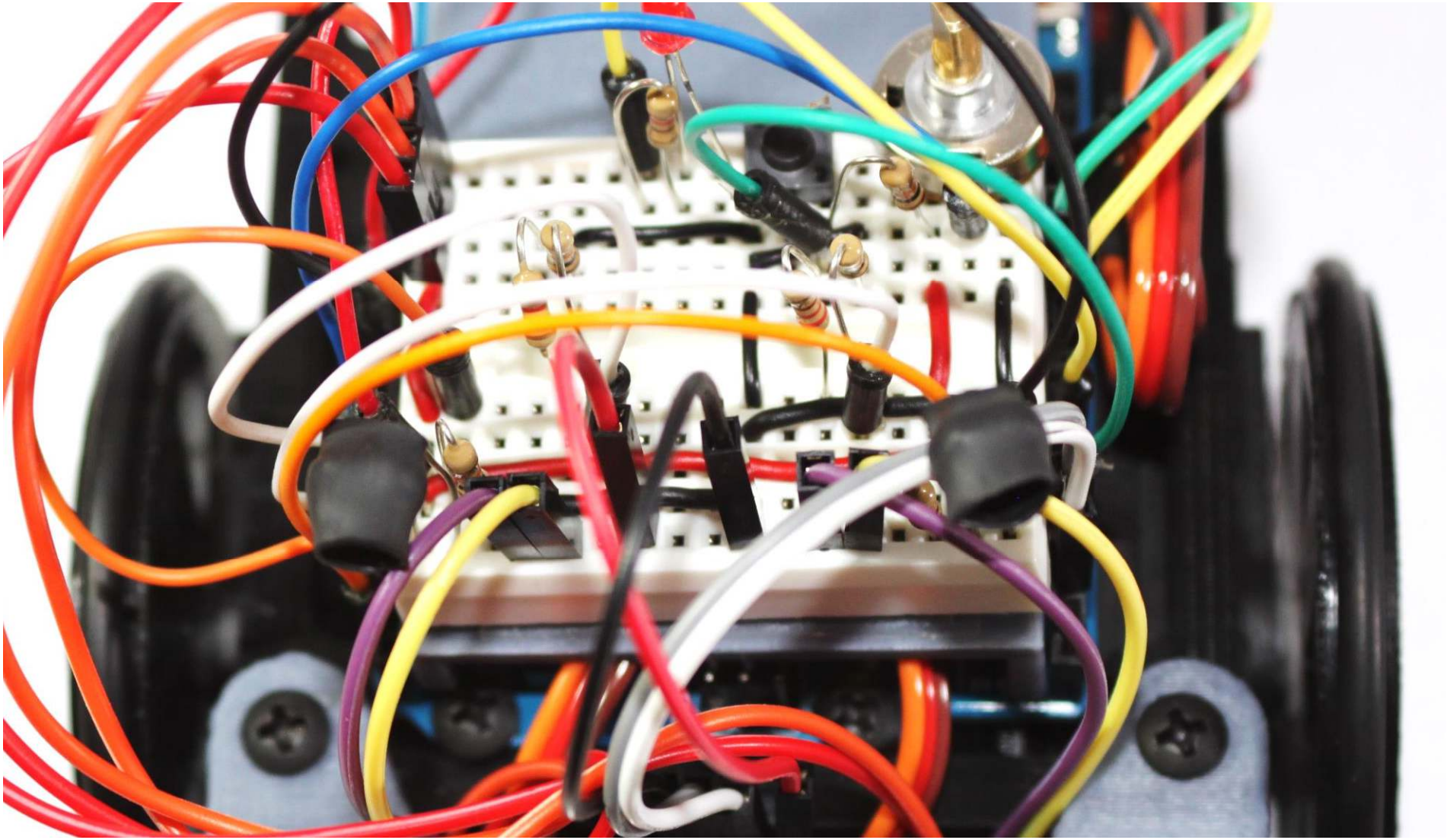
- Conecta las patillas del LDR como se indica en la figura.
  - Uno de ellos entre A-9 y B-9, el otro P-9 y Q-9.
  - Conectamos las resistencias entre B-5 ; C-9 y O-9 y P-5.
  - Une los puntos B-7 y P-6 con los pines analógicos A3 y A4.



Conectamos los LDR



Conectamos los LDR



- Ejemplo: Medida infrarrojos (LDR_example)
  - Medida de LDR.

```
// Pines de los sensores
int pinLDRRight =      A3;
int pinLDRLeft =       A4;
// Variables donde se guarda el valor de los sensores
int LDRRight;
int LDRLeft;

void setup(){
  Serial.begin(19200);  // Configuramos comunicacion serie
}
void loop(){
  delay(200);
  // Leemos el valor de los sensores
  LDRRight = analogRead(pinLDRRight);
  LDRLeft = analogRead(pinLDRLeft);

  // Imprimimos el valor de los sensores
  Serial.println("LDRIzd      LDRDer  ");
  Serial.print(LDRLeft);
  Serial.print("    |     ");
  Serial.println(LDRRight);
}
```