

Seminario. Introducción al uso de Arduino

Duración: 1 sesión

Objetivos

- I. Conocer la plataforma Arduino: arquitectura, modo de funcionamiento, programación y conexión de periféricos.
- II. Describir un kit de programación para Arduino (Lab Kit, *Cooking Hacks*): componentes electrónicos y funcionalidad.
- III. Instalar y realizar sencillos programas mediante el IDE de programación basado en el lenguaje Processing de Arduino.
- IV. Conocer herramientas adicionales para el diseño de prototipos en Arduino (Fritzing).

1. Introducción

Según sus propios creadores (<http://www.arduino.cc/>) [1]: *“Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos”*.



Arduino se basa en trabajos previos, el primero de ellos es el lenguaje de programación Processing y su entorno de desarrollo, diseñado especialmente para personas sin experiencia en programación. Posteriormente se creó la plataforma Wiring, que es una plataforma hardware para realizar prototipos rápidos de aplicaciones. El lenguaje de programación y las herramientas derivan en último término de C. Sobre este lenguaje se añaden elementos de Processing/Wiring para hacerlo lo más sencillo posible. Mediante este lenguaje se describirá el comportamiento del computador de la placa Arduino. Los ficheros que contienen el texto del programa se denominan *“Sketchs”* (bocetos).

La plataforma está formada por tres componentes principales que la hacen funcionar y ser seguida a nivel mundial por miles de usuarios:

- Hardware: placa electrónica básica para hacer desarrollos rápidos y económicos. Basado en hardware libre: los códigos y esquemas de conexión están disponibles para todo el mundo. Se permite una forma simple de aprender electrónica básica analizando los componentes que forman sus circuitos. También permite ampliar el hardware mediante el uso de otras placas (*shields*) que se conectan a la del microprocesador.
- Entorno de programación: Processing permite de forma muy sencilla la programación del hardware escogido. Además, este entorno es multiplataforma (Windows, Mac y Linux) y únicamente necesita un cable USB para conectarse a la placa.
- Comunidad de usuarios: existen miles de usuarios que participan activamente en nuevos desarrollos, ideas y evaluación. Se puede consultar cualquier duda tanto del hardware como del software de forma libre, tanto en la web oficial de Arduino como en múltiples foros y webs creados por la comunidad.

El éxito y repercusión que ha tenido se debe sobre todo a varios factores: muy bajo coste del material a utilizar, facilidad de entendimiento y manejo para crear aplicaciones concretas y

finalmente se trata de un software y hardware abierto, con una licencia que permite su estudio, reproducción y modificación [2].

Arduino permite implementar sistemas integrados de una forma muy sencilla. Utilizándolo se dispone de un hardware genérico, el diseño del hardware se reduce a conectar placas de expansión o shields a la placa base de Arduino. De esta forma se elimina una de las partes que requiere conocimiento más específico y que supone fabricación. Así se permite que el desarrollador se concentre en la programación del firmware y en la funcionalidad del sistema.

El firmware es el código de los elementos programables, ya sea el microcontrolador, DSP o FPGA. Se escribe como texto en un determinado lenguaje, por ejemplo, en el caso de microcontroladores suele ser C. El código del firmware es traducido por un compilador a código máquina interpretable por el procesador. Este código es una secuencia de instrucciones que ejecutará el procesador. La combinación de estas instrucciones determina la forma en que el dispositivo funciona e interactúa con los demás elementos.

2. Entorno de trabajo

Para trabajar con la placa en el aula de prácticas, entraremos al cargador de imágenes REMBO con nuestro usuario y contraseña y con código “w10ci2” (arranque en Windows10) o bien con Ubuntu18 (arranque en Linux), que tiene instalado el software de Arduino por defecto.

En caso de usar nuestro portátil, descargaremos el entorno de programación y seguiremos las instrucciones en:

Windows: <http://arduino.cc/es/Guide/Windows>

MAC OS: <http://arduino.cc/es/Guide/MacOSX>

Linux: <http://playground.arduino.cc/Learning/Linux>

3. Precauciones y seguridad

Antes de usar la placa, y para evitar daños en la misma, en el PC o entre nosotros, es conveniente leer la siguiente información [3]:

<http://www.maelabs.ucsd.edu/mae156alib/electronics/DestroyArduino.pdf>

(“10 great ways to destroy an Arduino”, diez formas de destrozar una Arduino).

Este documento se puede encontrar traducido en <http://www.trastejant.es/blog/?p=192>.

4. Descripción del hardware

4.1. Tipos de placas Arduino

Existe una gran variedad de placas de Arduino, variando los parámetros del tamaño de memoria, modelo de microcontrolador, periféricos disponibles, geometría y medidas de la placa, etc. Además de las placas oficiales Arduino, también existe una amplia oferta de clones y versiones a precios aún

más reducidos. En la Figura 2 se puede apreciar de forma gráfica la evolución de las placas oficiales de Arduino. La tabla de la Figura 1 resume las características de las principales placas Arduino.

Nombre	Procesador	Reloj (MHz)	Memoria (kB) Flash/RAM/ ROM	Pines IO/A	Periféricos	Tamaño (mm)
UNO	ATmega328	16	32/2/1	14/6	-	68,6x53,3
Mega	ATmega2560	16	256/8/4	54/16	-	101,6x53,3
Leonardo	ATmega32	16	32/2,5/1	20/12		68,6x53,3
Esplora	ATmega32	16	32/2,5/1		Sensores, TFT color, USART	165,1x61
Due	ATmega328	16	32/2/1	14/6	-	68,6x53,3
Mini Pro	ATmega328	8/16	32/2/1	14/8	-	17,8x33
Micro	ATmega32	16	32/2,5/1	20/1 2	-	17,8x48x3
Nano	ATmega328	16	32/2/1	14/8	-	18,5x43,2
Fio	ATmega328	8	32/2/1	14/8	-	66x27,9
LilyPad	varios	8	-	14/6	-	50
Ethernet	ATmega328	16	32/2/1	14/6	Ethernet	68,6x53,3
Bluetooth	ATmega168		32/2/1	14/6	Bluetooth	81,3x53,3
Robot	ATmega32 +ATmega32	16	32/2,5/1	6/4	SPI, I2C, TFT, sensores	Ø 190
Yún	ATmega32 +MIPS(linux)	16	32/2,5/1	14	Wi-fi, SD, USB	68,6x53,3
Due	ARM Cortex	84	512/96/0	54/12	DMA, CAN	101,6x53,3

Figura 1. Características de las principales placas Arduino [2].

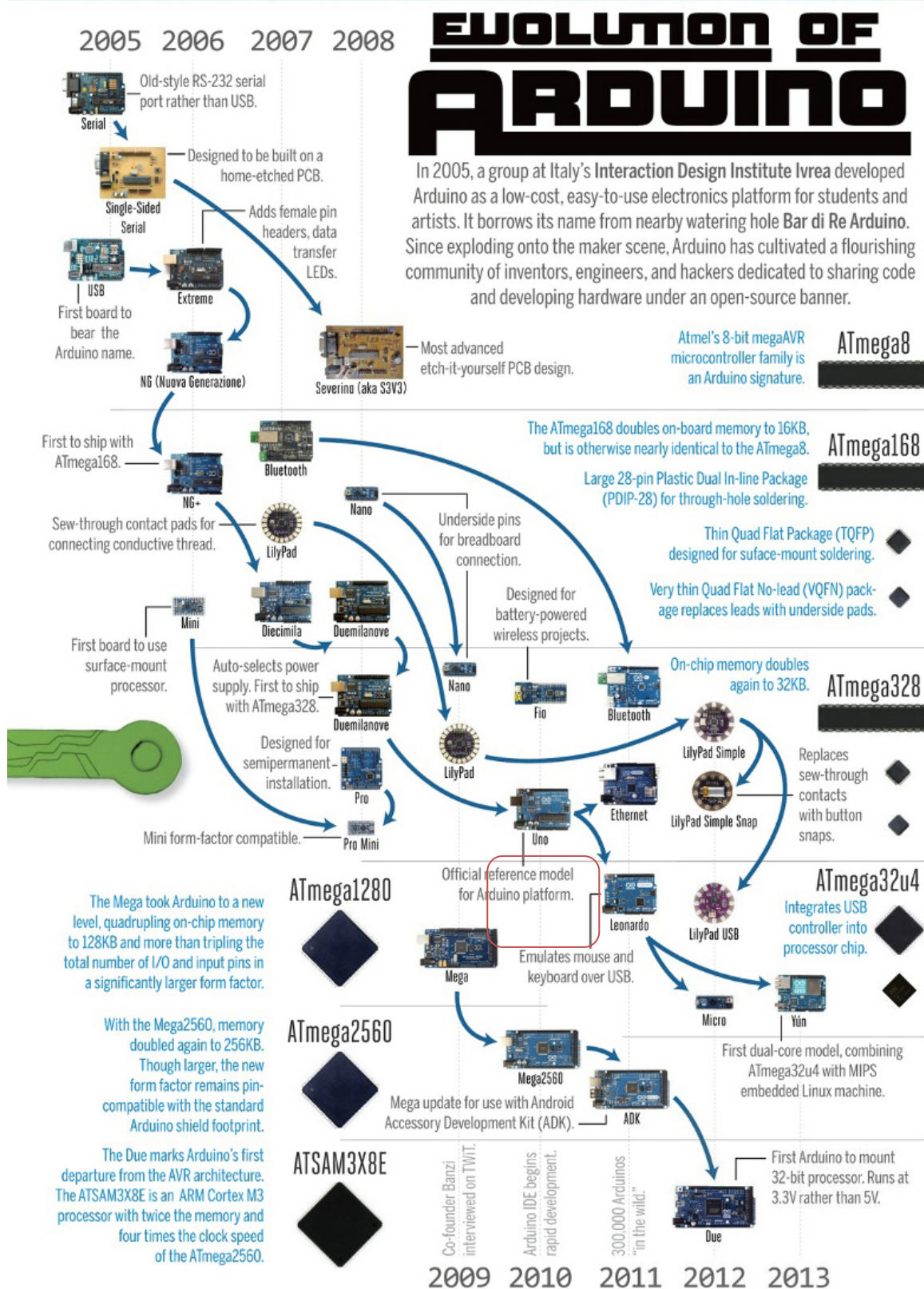


Figura 2. Evolución de las placas Arduino [4].

4.2. Placa Arduino UNO

En el laboratorio de prácticas utilizaremos la placa Arduino UNO. Esta es la placa de referencia del resto de placas de Arduino y la más usada en general. La placa está formada por los componentes descritos en la Figura 3.



Figura 3. Estructura e imagen de una placa Arduino UNO (R2 a la izquierda y R3 a la derecha).

Microcontrolador: Es un computador en un solo chip. El microcontrolador usado por Arduino UNO es el ATmega328 de la compañía Atmel. Casi todos los Arduino utilizan microcontroladores de la familia ATmega, la placa UNO usa el modelo 328. El ATmega es un microcontrolador basado en una arquitectura Harvard modificada de 8 bits con tecnología RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), es decir, con memorias separadas para programa y datos y un conjunto de instrucciones simples para realizar la programación.

Características:

- Voltaje de Operación: 5V
- Memoria Flash: 32 KB (512 bytes para el *bootloader* o gestor de arranque).
- SRAM 2 KB (memoria volátil)
- EEPROM 1 KB (memoria permanente de escritura eléctrica)
- Velocidad del Reloj 16 MHz



Figura 4. Microcontrolador ATmega328 .

Alimentación: la alimentación de la placa puede venir de una fuente externa o a través del cable USB. Si hay alimentación externa se utiliza ésta y un transistor bloquea la alimentación del USB para que no haya conflictos entre ellas; si no hay alimentación externa el transistor permitirá que la alimentación de la placa provenga del USB.

USB: El sistema USB de la placa UNO está formado por otro microcontrolador (ATmega8U2-MU).

Botón Reset: suministra un valor LOW(0V) para reiniciar el microcontrolador.

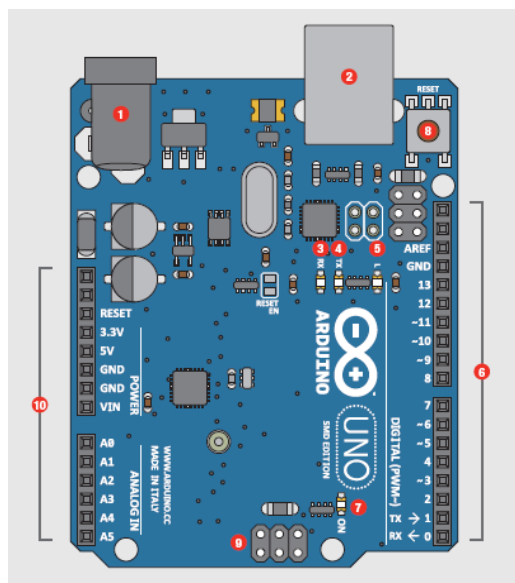
ICSP: Conector para la programación ICSP (*In Circuit Serial Programming*, o Programación en Serie sobre el Circuito). El ICSP es el sistema utilizado en los dispositivos PIC para programarlos sin necesidad de tener que retirar el chip del circuito del que forma parte.

Conectores: El conector de la parte inferior corresponde a la parte de alimentación y reset (izquierda) y entradas analógicas (derecha, A0-A5). El expansor de la parte superior corresponde a entradas/salidas digitales (0-13), de las cuales 6 pueden actuar como salidas PWM, *Pulse Width Modulation* (3, 5, 6, 9, 10, 11). Se debe tener presente que muchos pines pueden tener varias funciones. Para mantener la compatibilidad con las *shields* o placas de expansión, todas las placas de Arduino intentan respetar la disposición y orden de los conectores.



Figura 5. Conectores analógicos y digitales de la placa Arduino.

La siguiente figura resume las características y ubicación de los componentes de Arduino. Los principales elementos se puntualizan en la leyenda de la derecha.



- 1 – Toma de corriente:** Sirve para que Arduino pueda funcionar sin estar conectado a un ordenador
- 2 – Conexión USB:** Permite conectar un ordenador y transmitir información entre el ordenador y Arduino.
- 6 – Pines digitales:** Permiten a Arduino transmitir órdenes a máquinas electrónicas
- 7 – Luz de encendido:** Se enciende cuando Arduino está funcionando.
- 8 – Botón de reset:** Se utiliza cuando se pretende resetear Arduino.
- 10 – Pines analógicos y de potencia:** Se utiliza para recibir información y suministrar energía a las máquinas que se están controlando

Figura 6. Esquema-resumen de los componentes de Arduino.

5. Kit de desarrollo

El uso de una placa de Arduino de forma individual no ofrece demasiada funcionalidad. Necesitamos componentes adicionales para hacer funcionar un robot, un sistema de riego automático, un cartel LED, etc. Evidentemente, si se tiene claro el sistema que se quiere montar, bastará con adquirir los componentes específicos para dicho sistema (motores, servos, resistencias, diodos, condensadores, etc).

Si no se tiene claro por dónde empezar o se quiere probar un poco de todo, la mejor forma de hacerlo es mediante alguno de los múltiples kits de Arduino disponibles. En los laboratorios de prácticas, disponemos del kit “Arduino Lab Kit” de Cooking Hacks [5].



Figura 7. Contenido del Lab Kit de Cooking Hacks

Este kit está compuesto por:

- x1 Arduino UNO Rev.3
- x1 Placa de prototipado (breadboard)
- x70 Cables de conexión para la placa de prototipado
- x1 Cable USB
- x20 Resistencia 100 Ω
- x20 Resistencia 470 Ω
- x20 Resistencia 1K Ω
- x20 Resistencia 10K Ω
- x20 Resistencia 2.2K Ω
- x20 Resistencia 100K Ω
- x20 Resistencia 1M Ω
- x2 Potenciómetro 1K Ω

- x2 Potenciómetro 100 K Ω
- x5 Botones de pulsación
- x1 Sensor LDR (sensor fotoeléctrico)
- x1 Sensor NTC (sensor de temperatura)
- x1 Sensor MCP (sensor de temperatura)
- x10 LEDs rojos
- x10 LEDs verdes
- x1 Cartucho para 6 pilas AA
- x2 Diodo 1N4001
- x3 Registros de desplazamiento
- x3 Acoplador óptico (*optocoupler*)
- x1 Altavoz piezo-eléctrico.
- x1 Servomotor
- x1 Mini-placa de prototipado
- x1 Placa experimental (*protoshield*)
- x1 LCD 16x2
- x1 Matriz LED
- x1 Relé PB4005
- x1 Pack sensor de movimiento: acelerómetro, sensor de inclinación, sensor de vibración.
- x2 Transistor PNP
- x2 Transistor NPN
- x1 Transistor ULN2003

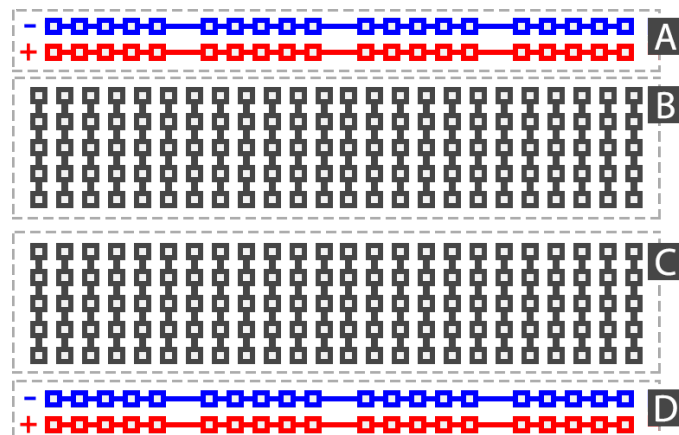
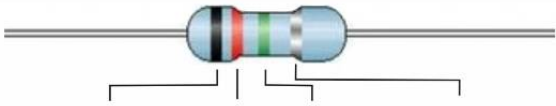


Figura 8. Interconexiones de un *bread-board*. A, D: bandas de alimentación. B, C: columnas de interconexión.

Para identificar el valor de las resistencias se puede usar la siguiente imagen:



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
Circuitos Básicos				Dorado 5%
				Plata 10%

Figura 9. Codificación de las resistencias mediante 4 bandas

6. Programación

6.1. Entorno integrado de desarrollo (IDE)

Arduino dispone de un sencillo entorno de desarrollo que permite escribir programas, compilarlos y transferirlos al *firmware*. Al igual que el resto del entorno Arduino, se puede acceder al código fuente (*open source*), el cual está escrito en C, C++ y Java.

El IDE se compone del propio editor de texto, un conjunto de librerías y las herramientas de compilación y programación necesarias para trabajar. Dispone de versiones para diferentes sistemas operativos: Windows, Linux y Mac OS. El lenguaje de programación empleado (*Processing*) está basado en C.

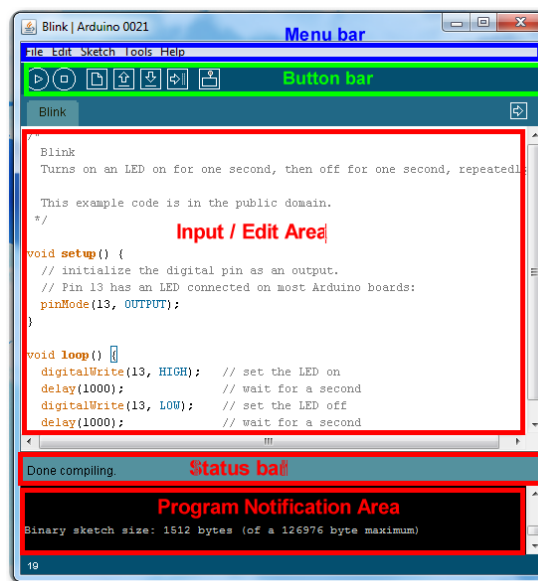


Figura 10. Apariencia del IDE de Arduino

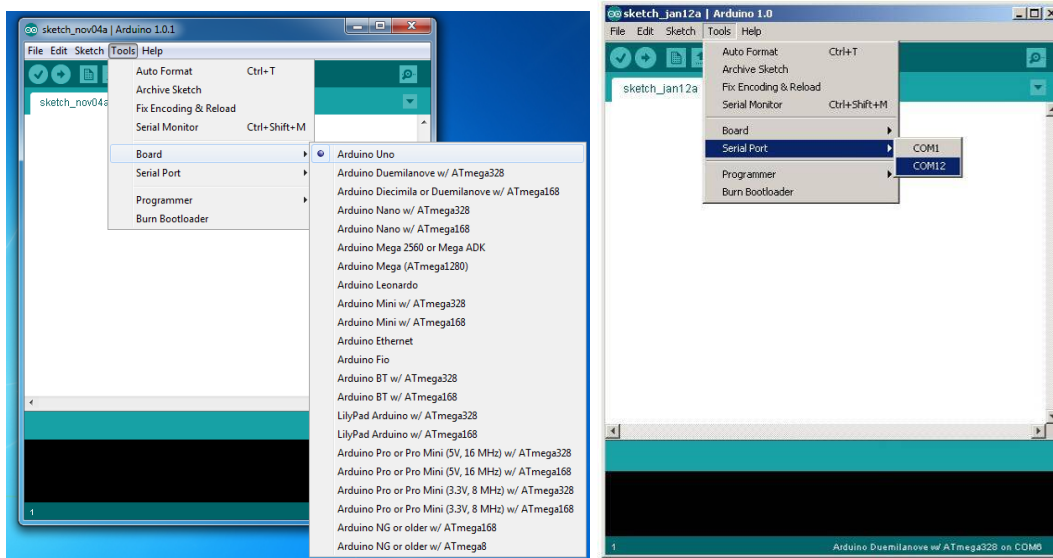


Figura 11. Selección de tipo de tarjeta y puerto serie

6.2. El “Hola Mundo” de Arduino: hacer parpadear un LED

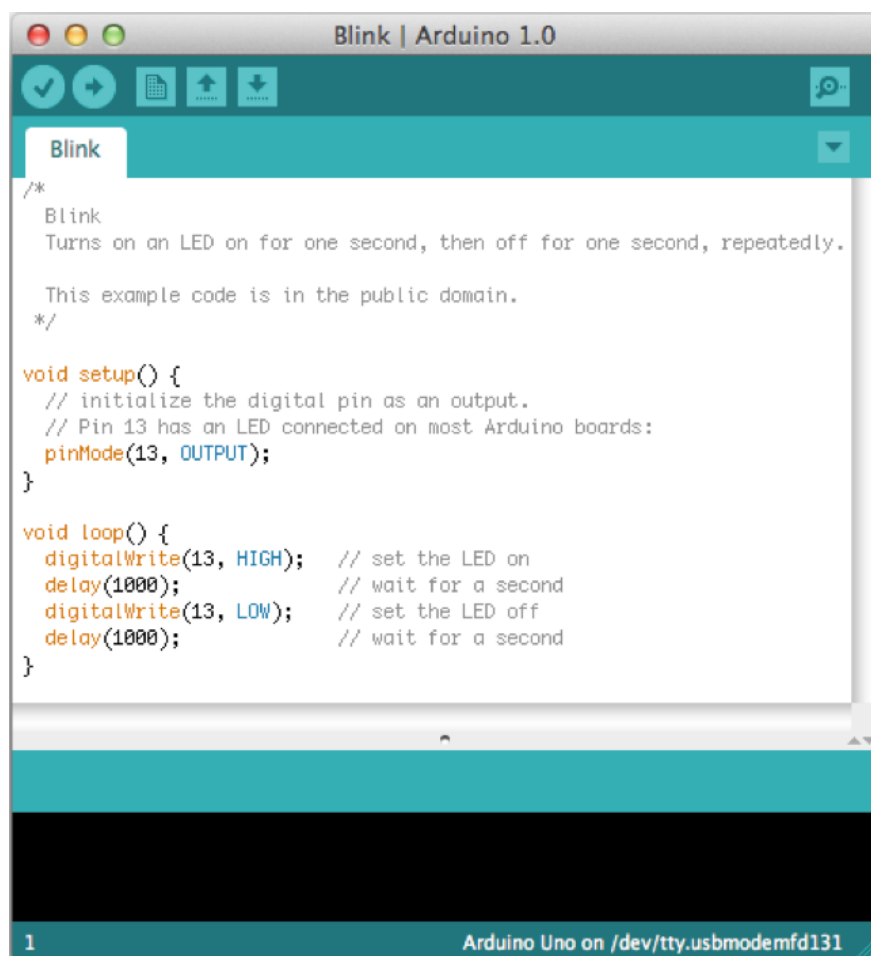


Figura 12. Programa de parpadeo del LED de la salida digital 13 en el IDE de Arduino

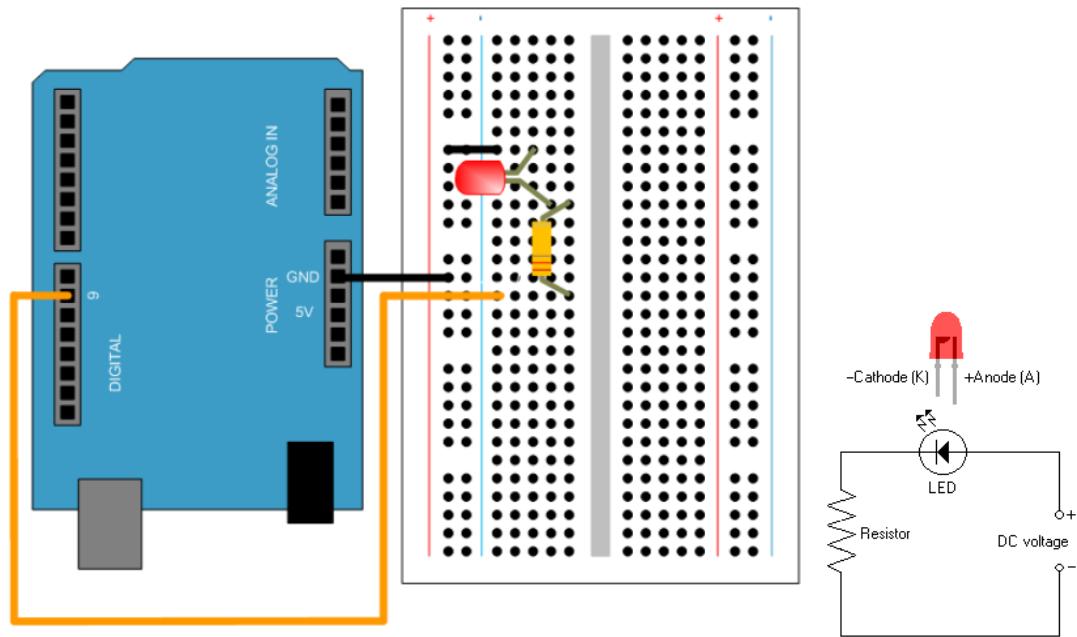


Figura 13. Montaje de un LED en la *bread-board*

Funciones relacionadas con las E/S digitales:

`pinMode(pin, mode):` Fija el modo del pin en INPUT o OUTPUT
`digitalRead(pin):` Consulta el valor del pin (HIGH o LOW)
`digitalWrite(pin, value):` Escribe un valor en el pin (HIGH o LOW)

Puede usar el siguiente código para este proyecto básico:

```
void setup() { // código de inicialización (se ejecuta una vez al principio)
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() { // código del programa principal (se ejecuta repetidamente)
  digitalWrite(13, HIGH); // encender el LED (voltaje a HIGH)
  delay(1000);           // esperar encendido durante 1 segundo (1000 msec)
  digitalWrite(13, LOW);  // apagar el LED (voltaje a LOW)
  delay(100);            // esperar apagado durante 100 milisegundos
}
```

Para hacer funcionar este primer ejemplo en una placa Arduino UNO, se puede seguir la guía oficial de iniciación a Arduino en: <http://arduino.cc/es/Guide/HomePage>

7. Complementos

7.1. Fritzing

Fritzing es un programa de software libre de automatización de diseño electrónico libre dedicado a la asistencia en el diseño de prototipos de placas de pruebas y su implementación como productos finales (<http://fritzing.org/>).

Mediante este software podemos realizar el diseño de un proyecto de forma estructurada y mostrar de forma gráfica la distribución de los componentes. Fritzing no permite (de momento) simular el funcionamiento del circuito.

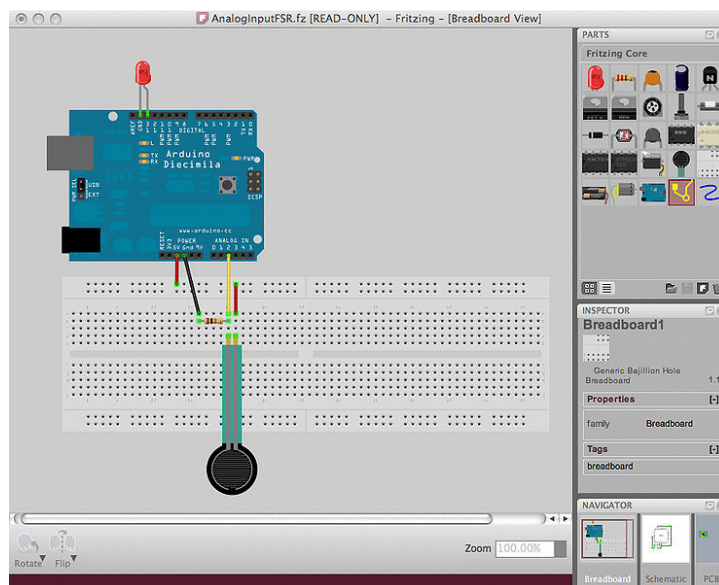


Figura 14. Ejemplo de creación de un prototipo con Fritzing

7.2. Tinkercad

TinkerCadCircuits (<https://www.tinkercad.com/circuits>) permite diseñar circuitos electrónicos a través de un navegador en línea. Se pueden crear circuitos propios desde cero o utilizar y modificar plantillas y otros proyectos compartidos públicamente. Precisa registro, pero su uso es gratuito.

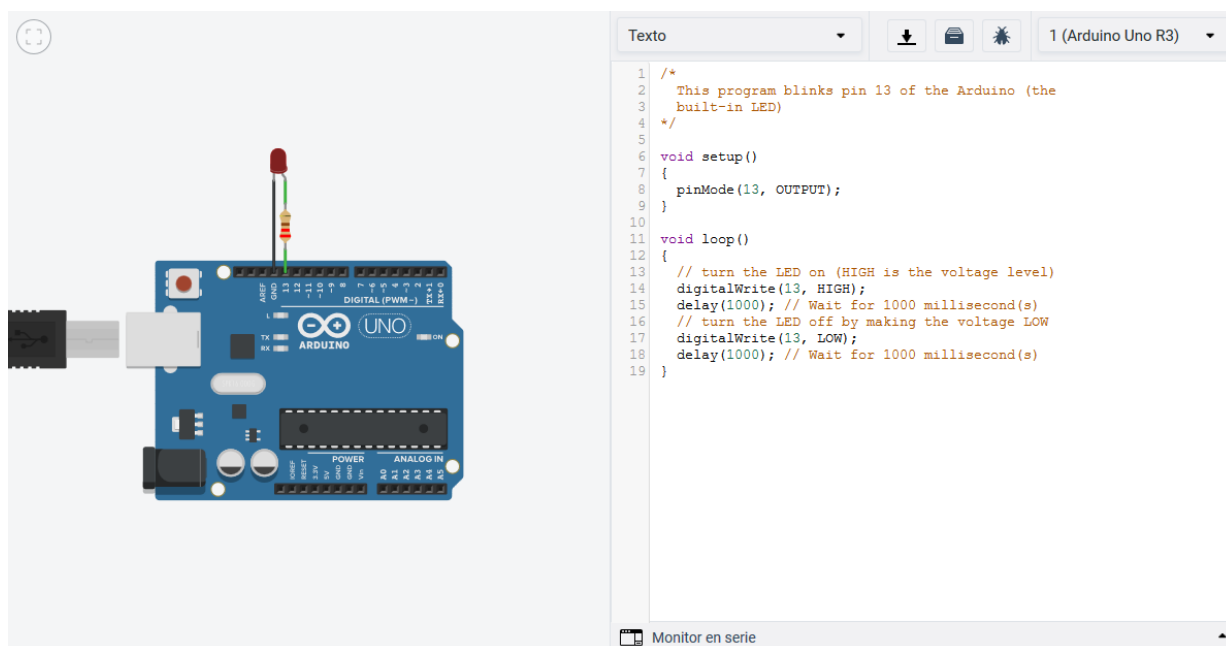


Figura 15. Simulación del parpadeo de un LED con Tinkercad Circuits

Existen otros simuladores disponibles que no precisan una placa física Arduino conectada como Simuino, Ardusim, Emulino, Virtronics, etc. Dada la popularidad en la actualidad de Arduino y su filosofía de software libre, surgen continuamente nuevos recursos disponibles en la Red relacionados con esta plataforma.

8. Ejercicios

1. Implementar el programa de parpadeo de LED, ampliándolo para que encienda y apague alternativamente dos LED (uno rojo y otro verde), conectados a las salidas digitales 12 y 13 del Arduino, a un intervalo de 1.5 segundos. Crear el esquema con Fritzing y cargar el programa en Arduino para comprobar que funciona correctamente.
2. Implementar en los simuladores el programa de parpadeo de LED, ampliándolo con las modificaciones necesarias para que se encienda el LED solo cuando se pulse un interruptor conectado a la entrada digital 7.

Más información sobre el uso del botón:

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Button>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/StateChangeDetection>

Forma de Entrega:

La práctica o seminario podrá realizarse de manera individual o por grupos de hasta 2 personas.

Se entregará como un archivo de texto en el que se muestre la información requerida. También se puede utilizar la sintaxis de Markdown para conseguir una mejor presentación e incluso integrar imágenes o capturas de pantalla. La entrega se realizará subiendo los archivos necesarios al repositorio **PDIH** en la cuenta de GitHub del estudiante, a una carpeta llamada **"S-arduino"**.

Toda la documentación y material exigidos se entregarán en la fecha indicada por el profesor. No se recogerá ni admitirá la entrega posterior de las prácticas/seminarios ni de parte de los mismos.

La detección de copias implicará el suspenso inmediato de todos los implicados en la copia (tanto de quien realizó el trabajo como de quien lo copió).

Las faltas de ortografía se penalizarán con hasta 1 punto de la nota de la práctica o seminario.

9. Referencias

- [1] Arduino Website. *Arduino - HomePage*. Disponible en: <http://arduino.cc/>
- [2] J. R. Lajara Vizcaíno and J. Pelegrí Sebastià, *Sistemas integrados con Arduino*. Barcelona: Marcombo, 2014.

- [3] Rugged circuits. *10 Great Ways to Destroy an Arduino*. Disponible en: <http://www.ruggedcircuits.com/10-ways-to-destroy-an-arduino>
- [4] A. G. González. (2014). *Un documental sobre la Historia de Arduino*. Disponible en: <http://panamahitek.com/un-documental-sobre-la-historia-de-arduino/>
- [5] Cooking Hacks. (2014). *Cooking Hacks. Packs Kits. Lab Kit. Arduino Kit*. Disponible en: <http://www.cooking-hacks.com/arduino-lab-kit>
- [6] <http://mecabot-ula.org/tutoriales/arduino/practica-2-encender-y-apagar-un-led-utilizando-un-boton-pulsador/>
- [7] <http://mecabot-ula.org/tutoriales/arduino/practica-10-encender-un-led-con-boton-pulsador-y-luego-apagarlo-con-el-mismo-boton/amp/>
https://www.arduineando.com/tutoriales_arduino/
- [8] <https://lastminuteengineers.com/seven-segment-arduino-tutorial/>
- [9] <https://lastminuteengineers.com/i2c-lcd-arduino-tutorial/>
- [10] <https://lastminuteengineers.com/mq2-gas-senser-arduino-tutorial/>