

Arduino

El open source en el mundo físico[1]

Cynthia Franco
Ing. Electrónica Mat. 57.507

¹ Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” www.uc.edu.py
² Facultad de Ciencias y Tecnología

Resumen - Arduino es una plataforma electrónica abierta que permite controlar todo tipo de sistemas, ya que cuenta tanto con un software como con un hardware flexibles. Arduino fue creado bajo la visión de lo que se conoce como *open hardware*, permitiendo a las personas poder crear sus propias placas de acuerdo a las necesidades de cada uno. El funcionamiento de Arduino es muy sencillo, por lo que se lo puede utilizar tanto en el ámbito estudiantil como en grandes proyectos especializados.

1. Introducción

En la actualidad es innumerable la cantidad de plataformas integradas que permiten interactuar con la electrónica de manera sencilla. Arduino, Raspberry PI, Nanode, Pinguino, entre otras, son algunos ejemplos de ello.

En este trabajo se opta por hablar de Arduino, ya que fue uno de los pioneros en lo que se conoce como open hardware, no sólo eso, sino que además es una de las plataformas con funcionamiento más simple, lo que hace que no sea necesario tener acabados conocimientos sobre sensores y procesadores, así como de programación, para poner en marcha proyectos de baja complejidad.

Otra de las ventajas que presenta Arduino sobre sus competidores es el hecho de que millones de personas ya lo han probado y tiene soporte para casi todas las aplicaciones, por lo que encontrar información sobre él resulta una tarea bastante sencilla.

2. Orígenes de Arduino

Arduino comenzó como un proyecto en el Instituto de Diseño Interactivo Ivrea a cargo del profesor *Massimo Banzì*, junto con un grupo de estudiantes, en el año 2005.

El principal objetivo era la de fabricar placas de hardware propias de manera a que todos los estudiantes tuviesen acceso a ellas, pues para ese entonces las que rondaban en el mercado, principalmente el microcontrolador **BASIC**

Stamp, tenían un precio de alrededor de 75 euros, un precio elevado para poder utilizarlas en las clases.

El nombre **Arduino** surgió de un bar al cual el profesor Banzi, llamado *Bardi Re Arduino*. Banzi decía que la idea nunca fue la de crear un negocio, más bien fue la de poder sobrevivir al cierre de Ivrea en Italia, pues al crear un producto *open hardware*³ cualquiera podría ayudar y contribuir con algo nuevo y el producto podría subsistir al embargo.

3. Software Arduino

El microcontrolador dentro de la placa de Arduino se programa mediante el **lenguaje de programación Arduino** basado en Wiring (*“El wiring es un entorno de programación de entradas/salidas de código abierto para explorar las artes electrónicas, los medios materiales, la enseñanza y el aprendizaje de la programación informática y creación de prototipos con electrónica”* [2]).

Los programas hechos con Arduino se dividen en tres partes principales: estructura, valores (variables y constantes), y funciones. El Lenguaje de programación Arduino se basa en C/C++.

³ Se habla de hardware libre cuando se puede acceder de forma pública a los esquemáticos del mismo, ya sea pagando por ellos o de forma gratuita.

4. Hardware Arduino

Debido a que los ficheros de referencia están disponibles bajo licencia abierta, en general cada uno puede adaptarlo de acuerdo a sus necesidades por lo que existen numerosas versiones del hardware Arduino. Algunos de ellos se listan a continuación juntos con sus especificaciones.

4.1. Arduino Mega

El Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmeg 1280 [3]. Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. El Mega es compatible con la mayoría de shields diseñados para el Arduino Duemilanove o Diecimila.



Figura 1. Arduino Mega.

4.2. Arduino Duemilanove

El nombre Duemilanove, que en italiano significa 2009, proviene del año en el cual salió al mercado. El Arduino Duemilanove es una placa con microcontrolador basada en el ATmega168 o el ATmega328 [3], Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ISCP, y un botón de reset.

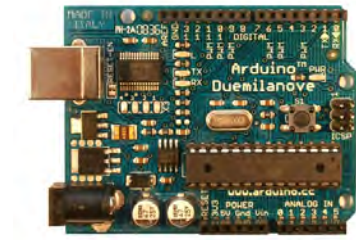


Figura 2. Arduino Duemilanove.

4.3. Arduino Fio

El Arduino Fio es una placa para microcontrolador basada en el ATmega328P [3]. Funciona a 3.3V y 8 MHz. Tiene 14 pines de E/S digitales (de los cuales 6 pueden usarse como salidas PWM), 8 entradas analógicas, un resonador en placa, un botón de reinicio (reset), y agujeros para montar conectores de pines. Tiene conexiones para una batería de polímero de Litio e incluye un circuito de carga a través de USB. En el reverso de la placa tiene disponible un zócalo para módulos XBee. El Arduino FIO está diseñado para aplicaciones inalámbricas. El usuario puede subir sus sketches con un cable FTDI o una placa adicional adaptadora Sparkfun. Además, si utiliza un adaptador de USB a XBee modificado, como el USB Explorador de XBee, el usuario puede subir sketches de forma inalámbrica. La tarjeta viene sin conectores pre-montados, permitiendo el uso de diversos tipos de conectores o la soldadura directa de los cables.

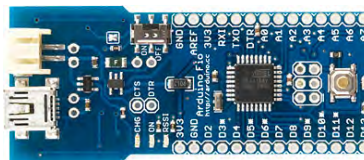


Figura 3. Arduino Fio.

4.4. Arduino LilyPad

El LilyPad Arduino es una placa con microcontrolador diseñado para prendas y e-textiles. Puede utilizar con complementos similares como fuentes de alimentación, sensores actuadores unidos por hilo conductor. La placa esta basada en el ARmega168V (la versión de baja consumo del ATmega168)[3], o el ATmega328V [3]. El LilyPad Arduino ha sido diseñado y desarrollado por Leah Buechley y SparkFun Electronics.

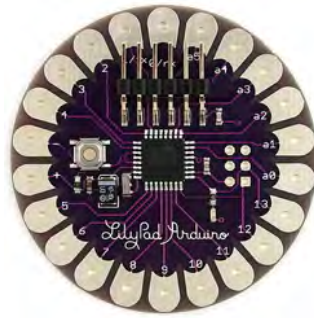


Figura 4. Arduino LilyPad.

4.5. Tabla comparativa

Prestaciones	Arduino UNO	LilyPad Arduino	Arduino Mega	Arduino Fio	Arduino Nano
Microcontroller	ATmega328	ATmega328 ATmega168	ATmega256	ATmega328	ATmega328 ATmega 168
Input Voltage	7-12V	2.7-5.5V	7-12V	3.35-12V	7-12V
Digital I/O pins	14(of wich 6 provide PWM output)	14(of wich 6 provide PWM output)	54(of wich 15 provide PWM output)	14(of wich 6 provide PWM output)	14(of wich 6 provide PWM output)
Precio	\$12	\$24.95	\$33.19	\$24.95	\$16

5. Arduino frente a otras plataformas

5.1. Arduino frente a un PIC

- Qué es un PIC?
Los PIC (*Peripheral Interface Controller*) son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por *Microchip Technology Inc* [3].
- Porqué elegir uno u otro?
Probablemente la respuesta sea que para la mayoría de las personas Arduino representa el camino más sencillo de aprender electrónica y sumergirse al mundo de los microcontroladores por el hecho de que no se necesitan elevados conocimientos previos para utilizar este hardware. Si bien con Arduino se pueden realizar infinitos proyectos, desde controlar leds hasta impresoras 3D, no presenta mayores ventajas que a un PIC convencional. De hecho, El PIC es mucho más flexible y posee mayor bibliografía.

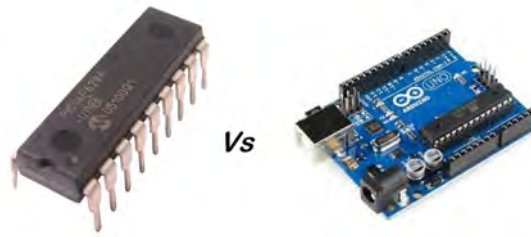


Figura 5. PIC vs Arduino.

	Arduino	PICS
Precio	Arduino LilyPad \$24.95 Arduino UNO \$12 Arduino Mega \$ 33.19	PIC convecional (Familia 16Fxx) desde \$ 2.56
Software	El software de Arduino es Gratis. Basado en Lenguaje C.	El software MPLAB es Gratis. Se puede trabajar directamente en ASM así como en C.
Arquitectura	Se tienen distintas versiones, de acuerdo a las necesidades (Bluetooth, RS232, etc)	Similares características a las versiones de Arduino

5.2. Arduino frente a Pinguino

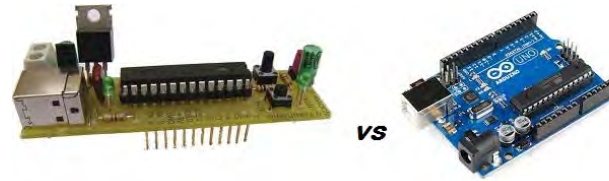


Figura 6. Pinguino vs Arduino.

- Qué es Pinguino?

Pinguino es un proyecto de hardware y software libre, inspirado en Arduino, que aparece en el año 2008 de la mano del ingeniero electrónico Jean-Pierre Mandon, Profesor e investigador de la escuela de arte *Aix* de Provenza.

- Qué diferencia tiene con Arduino?

La principal diferencia radica en el microcontrolador que utilizan las placas, Arduino está basado en procesadores de la marca **Atmel**, mientras que Pinguino utiliza los de **Microchip**. Por otro lado, las placas de Arduino utilizan un chip adicional para poder acceder por USB al microcontrolador, mientras que eso no es necesario en Pinguino, ya que sus microcontroladores tienen soporte nativo para conexión USB.

- Porqué elegir uno u otro?

Como ya se menciona, la diferencia principal radica en los microcontroladores de ambas placas, así que utilizar uno u otro dependerá de la experiencia que uno tiene con los mismos. Así también vale la pena tener en cuenta que Arduino ya fue infinitamente probado por los usuarios, apareciendo cada vez nuevas aplicaciones, mientras que Pinguino es un proyecto muy reciente y la bibliografía aún es escasa.

	Arduino	Pinguino
Precio	Arduino LilyPad \$24.95 Arduino UNO \$12 Arduino Mega \$ 33.19	Pinguino PIC32 OT \$ 52.14
Software	El software de Arduino es Gratis. Basado en Lenguaje C.	Pinguino cuenta con un entorno de desarrollo (IDE) creado sobre Phyton en el cual se programa en un lenguaje similar a C.
Microcontrolador	Utiliza microcontroladores Atmel .	Utiliza microcontroladores PIC18F2550/18F4550 de Microchip .

5.3. Arduino frente a Raspberry Pi



Figura 7. Raspberry vs Arduino.

- Qué es Raspberry Pi?
Es un miniordenador desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi con el objetivo principal de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.
- Qué diferencia tiene con Arduino?
Al ser un miniordenador, está preparado para enfrentar cosas más complejas que Arduino. Se puede utilizar lenguajes de programación de alto nivel como Python, C++ y Java.

- Porqué elegir uno u otro?

Si bien ambos dispositivos tienen características similares en algunos aspectos, la diferencia principal radica en que uno (Raspberry Pi) es más orientado hacia los programadores para el desarrollo de software y el otro (Arduino), en cambio, permite adentrarse más al entorno de los microprocesadores y la electrónica en general, por lo que optar por uno u otro dispositivo dependerá de las aplicaciones a las cuales se las utilizará.

	Arduino	Raspberry Pi
Precio	Arduino LilyPad \$24.95 Arduino UNO \$12 Arduino Mega \$ 33.19	Raspberry Pi Model B \$ 42.00 Complete starter kit \$ 65.95
Software	El software de Arduino es Gratis. Basado en Lenguaje C.	Soporta lenguajes de alto nivel como Python, C++ y Java.
Aplicación	Plataforma orientada a la interacción con la electrónica.	Orientado al desarrollo de software.

5.4. Arduino frente a Nanode

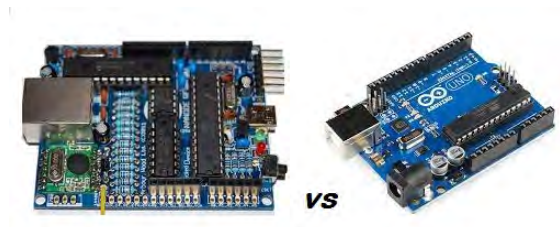


Figura 8. Nanode vs Arduino.

- Qué es Nanode?

Nanode es una evolución de Arduino, desarrollado por un Ingeniero Electrónico del Reino Unido llamado **Ken Boak**, que permite a este conectarse a Internet a través de un API y puedes incluso utilizarlo como servidor de páginas web simples permitiendo al usuario configurar el dispositivo.

- Qué diferencia tiene con Arduino?
La única diferencia clara que existe entre ambos es su precio. Nanode cuesta menos con la misma calidad y misma funcionalidad.
- Porqué elegir uno u otro?
De acuerdo a las prioridades. Si lo que se necesita es calidad en lugar de precio, Nanode es la mejor opción, en cambio, si el factor económico es prioritario, con un Arduino podría ser suficiente para las innumerables aplicaciones.

	Arduino	Nanode
Precio	Arduino Uno Starter Kit \$54.99	Nanode kit v5 \$36.95
Software	El software de Arduino es Gratis. Basado en Lenguaje C.	Mismo entorno de Arduino

6. Arduino sigue creciendo

6.1. Smart Citizen: un Arduino con sensores extras

“La nueva tarjeta de desarrollo “Smart Citizen” incluye WiFi, una ranura para una tarjeta SD, un EEPROM en su base, entre otros componentes. Se le añade un shield, es decir, una tarjeta que se le ha llamado dubbed board, que contiene una serie de sensores: humedad, temperatura, medición del CO, del NO2, la intensidad de la luz e incluso un micrófono para leer los niveles del sonido. Se trata de proveer un sistema abierto, interactivo, ambiental, para incluso ser usado por los chicos incluso” [4].

La agricultura sería uno de los posibles campos de aplicación del Smart Citizen, ya que cuenta con todos los sensores necesarios para la monitorización de los cultivos. Por ejemplo, los sensores de temperatura podrían activar los sistemas de regados cuando se sobrepase cierto umbral por ejemplo.

Los sensores de sonido podrían servir para monitorear que los locales nocturnos no generen polución sonora, y estos datos podrían ser enviados vía WiFi a los responsables por ejemplo.

En síntesis, el Smart Citizen es una opción bastante interesante para la automatización de las empresas por las prestaciones que ofrece en cuanto a sensores.



Figura 9. Smart Citizen.

6.2. Alianza Arduino-Intel

“Ambas compañías colaborarán en la construcción de placas base con arquitectura de Intel y filosofía “open source”. La primera de ellas, bautizada como Galileo, estará entre nosotros en noviembre” [5].

El primer producto de esta unión que estará disponible para los usuarios se denominará **Galileo** y se espera que este disponible en noviembre próximo. Se trata de una serie de tarjetas basadas en la arquitectura de procesador de la primera y el entorno de desarrollo “open source” de la segunda.

Entre las características de Galileo se tiene que partirá del SoC de bajo consumo Quark X1000 de 32-bit, ejecutará Linux, promete reutilización de software ya existente y soportará interfaces como ACPI, PCI Express, Ethernet de 10/100 Mb, SD y USB 2.0, entre otros.

“Iniciamos esta nueva y productiva colaboración con Arduino con gran emoción, buscando ofrecer a esta comunidad increíbles productos Intel que les ayuden a ir más allá de las fronteras de nuestra imaginación” ha afirmado Brian Krzanich, el consejero delegado de Intel Corporation.

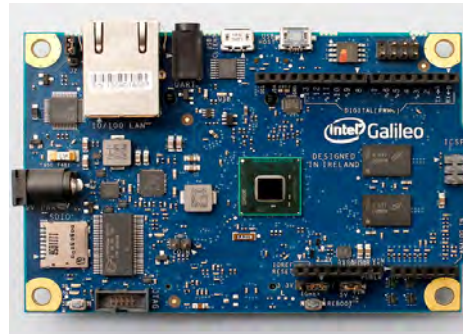


Figura 10. Plataforma Galileo.

- ¿ Qué se espera de la colaboración entre Intel y Arduino? Es un tremendo impulso el Arduino que va a recibir de la mano de un gigante como Intel.

Gracias a su gran conectividad, potencia de proceso, y el uso de SDKs muy sencillos permite crear software que, por ejemplo, conecte a Internet cualquier dispositivo, un dispositivo que se ilumine cada vez que recibimos un mensaje en Twitter. Es una herramienta muy interesante de cara a domótica y para proyectos que necesiten un PC pero de bajo consumo y coste[6].

Como se puede ver, estamos ante un verdadero centro neurálgico para gobernar cualquier proyecto que un desarrollador tenga en mente, por lo que se espera que sea un éxito.

7. Aplicaciones

Como ya había mencionado, con la plataforma Arduino se pueden llevar a cabo numerosas aplicaciones. Su ventaja frente a arquitecturas similares siempre es la cantidad de pruebas que ya se han hecho con arduino y la innumerable bibliografía encontradas en foros de los apasionados al mundo de la electrónica. A continuación se muestran algunos ejemplos de sistemas desarrollados con Arduino.

7.1. Robótica

Para quienes les apasiona la electrónica, y sobre todo los robots, Arduino representa una de las plataformas más utilizadas para el control de los mismos al fusionar bajo coste y facilidad de uso.

El robot trepador Se trata de un robot que es capaz de trepar árboles. Particularmente no le encuentro una utilidad pero siempre resulta interesante el desarrollo de robots.



Figura 11. Robot trepador.

Cuadricoptero Se trata de un vehículo volador no tripulado de cuatro hélices. Arduino se encarga de controlar los motores dc que controlan las hélices, así como la posición relativa al suelo, de manera a estabilizar el vuelo.

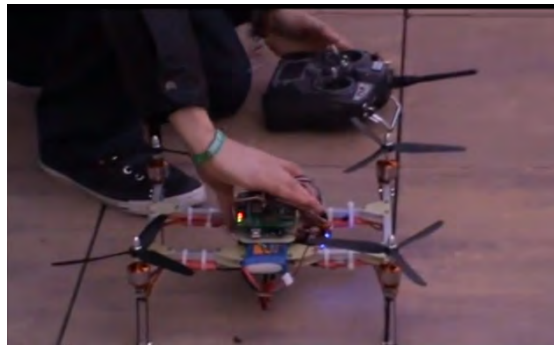


Figura 12. Cuadricoptero controlado mediante Arduino.

7.2. Domótica

Control de puertas por voz Resulta un proyecto muy interesante mediante el cual un usuario debe registrarse con su nombre y password para que el sistema automatizado le permita ingresar a la casa. Para ello se utiliza como sensor un micrófono y la información es procesada mediante Arduino. El mismo funcionamiento podría utilizarse para controlar las luces del hogar.



Figura 13. Prototipo de control de acceso a la casa a través de Arduino.

Podadora de césped con radio control Se trata de un interesante sistema mediante el cual se controla una podadora por radio control mediante Arduino y un transmisor y receptor RC.



Figura 14. Podadora con control inalámbrico utilizando arduino.

Alimentador de Mascotas Controlado por Twitter Este alimentador de mascotas automático suministra alimento en respuesta a la actividad de tu cuenta de Twitter.

El proyecto es controlado por un Arduino y usa el Shield Ethernet para recibir los mensajes de Twitter.



Figura 15. Alimentador de Mascotas Controlado por Twitter.

Regador de Plantas Automático con Arduino Mediante un sensor de tierra y un chisguete de agua controlado por un Arduino se puede crear un sistema que nunca olvidará el riego. De esta manera no hay que preocuparse por las plantas ya que el regado es automático.



Figura 16. Regador de Plantas Automático con Arduino.

7.3. Medicina

Un guante ultrasónico para invidentes Este dispositivo se trata de un guante que es capaz de detectar obstáculos haciendo uso de sensores ultrasónicos, que son procesados mediante Arduino, el cual a su vez, activa dos servomotores que indicarán al invidente, mediante golpes en la mano, hacia donde deberá desviarse.



Figura 17. Guante ultrasónico para invidentes.

ECG Portable con Arduino Este dispositivo se trata de un dispositivo que es capaz de capturar las señales ECG mediante electrodos. Estas señales son enviadas al microcontrolador de Arduino para que las pueda procesar y la señal sea graficada en el display LCD.



Figura 18. ECG Portable.

8. Conclusión

Cuando hablamos de open hardware es casi imposible no mencionar a Arduino, ya que éste fue uno de los primeros dispositivos que hizo conocer este concepto.

Su bajo costo y el hecho de que sea una plataforma abierta, lo han posicionado como uno de los dispositivos más utilizados hasta la actualidad. De hecho, es gracias a la flexibilidad tanto de el hardware como del software de Arduino que siguen siendo tan populares en los laboratorios de electrónica.

De las comparaciones con dispositivos similares, se pudo observar que si bien existen placas con mayor capacidad, o menor costo, Arduino es generalmente el más recomendado por su facilidad de uso, tanto a la hora de programar, como a la hora de controlar un hardware dado y también debido a la cantidad de información en distintos foros en la web.

Referencias

1. <http://www.euskadinnova.net/es/innovacion-social/noticias/documental-arduino-narra-historia-open-source-mundo-fisico/7285.aspx>: El documental arduino narra la historia del open source en el mundo fisico.
2. <http://projectbot.blogspot.com/2011/01/sobre-arduino-y-su-lenguaje.html>: Sobre arduino y su lenguaje.
3. <http://www.microchip.com/>: Microchip web-site..
4. <http://www.unocero.com/2013/10/01/smart-citizen-un-arduino-con-sensores-extras/>: Smart citizen: un arduino con sensores extras
5. <http://www.siliconweek.es/noticias/esto-es-lo-que-sucede-cuando-arduino-e-intel-se-juntan-galileo>: Esto es lo que sucede cuando arduino e intel se juntan: Galileo
6. <http://www.xataka.com/otros/intel-galileo-placa-de-desarrollo-fruto-de-la-colaboracion-entre-intel>: Intel galileo
7. <http://www.neoteo.com/comparativa-arduino-arduino-vs-el-resto-15399/>: Comparativa arduino: Arduino vs. el resto.
8. <http://es.engadget.com/2011/08/22/tacit-un-guante-ultrasonico-para-invidentes/>: Un guante ultrasonico para invidentes.
9. <http://www.amazon.com/>: Amazon web-site.
10. <http://www.arduino.cc/>: Arduino web-site..
11. <http://blogthinkbig.com/4-alternativas-arduino-beaglebone-raspberrypi-nanode-waspmote/>: Cuatro alternativas a arduino.