

Uso de Hardware Libre en el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria, (Especialidad Informática) .

Guillermo Botella¹, Daniel González^{2,4}, Pablo Angulo³,
Jordi López⁴, Francisco de Asís Martínez⁴ and Samuel F. Romero García⁵

¹ Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España

² Departamento de Tecnología, Instituto de Enseñanza Secundaria Francisco de Quevedo, 28037, Madrid, España

³ Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

⁴ Alumnos del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria (Especialidad Informática, promoción 2009-2010) Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España

⁵ Departamento de Tecnología y Arquitectura de Computadores, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y de Telecomunicación, Universidad de Granada, 18071, España

Correspondencia : gbotella@fdi.ucm.es

Abstract. En esta contribución exponemos la experiencia del uso de plataformas digitales de código y esquemáticos abiertos como una parte importante dentro del temario del Máster de formación del profesorado de secundaria (especialidad informática) en la Universidad Complutense de Madrid. Se describen y ordenan temáticamente un número de iniciativas de hardware libre, motivando esta experiencia dentro del constructivismo más clásico. Posteriormente, se describe el trabajo a realizar y se presenta un breve cuestionario, comentando los resultados obtenidos en el marco de las implicaciones del uso de este tipo de plataformas en centros de enseñanza.

Keywords: Robótica, Hardware Libre, Arduino, Lego, Constructivismo, MFPS, Educación Secundaria, EEES.

1 Introducción y motivación de este trabajo

Esta contribución pretende presentar la experiencia sobre el uso de hardware libre como uno de los puntos fuertes dentro del contenido de la asignatura Didáctica de la Informática II [1], perteneciente a los estudios del Máster de Formación del Profesorado (Especialidad Informática).

Si contextualizamos brevemente la misma, podemos especificar que tiene 5 créditos ECTS, es de carácter obligatorio y de duración semestral. Se diseña el descriptor de la ficha docente como Organización de un aula-taller de informática. Innovación en educación. Hardware y Software educativos.

No se requieren requisitos previos y como Objetivos tenemos: Competencias Generales: G1, G2, G3 Y G4. Transversales y Específicas CE16, CE17, CE18, CE19, CE20, CE21, CE22, CE23, CE24 Y CE25.

El denominado hardware libre se compone de los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago o de forma gratuita.

Hoy en día encontramos una gran cantidad de proyectos basados en hardware libre, por ejemplo:

- Elphel [2], es una empresa especializada en dispositivos de visión mediante red basados en GNU/Linux y FPGAs. El código que proporcionan es FreeSoftware y todas las disposiciones PCB, diagramas de socket y fuentes de FPGA Verilog están disponibles bajo la licencia de GNU/GPL.
- Proyectos de impresoras tridimensionales libres y autorreplicantes, como ejemplo tenemos RepRap [3], Clanking Replicator Project [4] y Fab@Home [5].
- Proyectos de microprocesadores libres como OpenSPARC [6] basado en un chip multinúcleo UltraSPARC T1 [7] de Sun Microsystems. OpenRISC [8] trabaja para producir un CPU RISC libre de muy alto rendimiento. LEON [8] es una CPU de 32 bits creada por la ESA [9] y la CPU estándar para la industria espacial europea.
- Arduino es una plataforma libre de computación física basada en una tarjeta de entrada/salida y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje libre "Processing / Wiring". Será la plataforma objeto de esta contribución [10].
- Bug Labs [11] es una compañía tecnológica cuyo principal producto es el BUG. Esto es una plataforma abierta de dispositivos electrónicos de consumo que abarca el computador BUGbase mini-linux y complementos como cámara, acelerómetro, detector de movimiento, teclado táctil, GPS, etc.
- Proyectos de computadores libres, como Open OEM [12], OpenBook [13] que estaría situado entre la computadora portátil de 100 dólares (OLPC) y la Tablet PC. Simputer [14], siendo éste último un computador de mano dirigido a los países en desarrollo.
- Proyectos de tarjetas específicas, como Open Graphics Project [15a] que apunta a diseñar una arquitectura abierta y estándar para tarjetas gráficas. BalloonBoard [16] produce tarjetas de desarrollo basadas en el procesador ARM, dirigidas a los OEMs y Further Education. ECB ATmega32/644 [17] – está basado en una tarjeta que lleva el ATmega32/644 de Atmel (de 20 MHz) con funcionalidad de servidor web y un consumo de energía inferior a 100mA.
- Proyectos cooperativos inalámbricos, como OpenPCD [18] sobre un lector/escritor RFID, usando el microcontrolador AT91SAM7S128. SquidBee - Open Mote [19], basado en Arduino para desarrollar redes de sensores.

- Proyectos generales de hardware abierto, como Open Hardware (OH) [20], donde los diseñadores de hardware comparten los esquemáticos y los drivers usados en sus diseños. Este sistema fomenta la cooperación mutua, la solución de problemas de diseño y la propuesta de ideas. OpenCores [21] es otro ejemplo de fundación que forma una comunidad de diseñadores para apoyar los diseños libres para CPU, periféricos y otros dispositivos. OpenCores da mantenimiento a un bus de conexión libre llamado Wishbone.
- Proyectos de dispositivos de telefonía libre como Opencellphone [22], también llamado 'TuxPhone'. OpenMoko [23], Astfin - Free Telephony Project, [24] hardware de telefonía libre.
- Proyectos de vehículos autónomos ecológicos que siguen los principios del movimiento libre, como "c,mm,n" [25], Oscar [26]: es el primer intento de diseñar un coche entero. EVProduction club es una organización con un wiki para diseñar y producir vehículos eléctricos y complementos libres. OSMC [27], como proyecto de control de motor libre, pensado principalmente para la robótica, pero aplicable a vehículos eléctricos de baja potencia y otros usos.
- Dispositivos multimedia, como Source Device, un dispositivo libre tipo set-top box diseñado para servir como un "media center" de bajo costo en Linux. Daisy - Un reproductor de MP3 libre [28]. GP2X [29], una consola de mano de videojuegos y reproductor multimedia libre basada en Linux, creada y vendida por GamePark Holdings de Corea del Sur.

Si indagamos acerca de la robótica educativa, vemos que uno de los principales promotores fue Seymour Papert, un matemático de la década de 1960, interesado en la ciencia, en la adquisición del conocimiento y en el desarrollo de la mente infantil. Es uno de los creadores del Lenguaje de programación LOGO, que fue ampliamente usado para la enseñanza de la programación.

Papert, firmemente partidario del constructivismo, defiende que el niño sea "constructor de sus propias ideas mentales". El niño es creador de su conocimiento y la educación tiene que proporcionarle herramientas para ello.

Papert escribió un libro que se llama "Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas" [30]. El presidente de la compañía LEGO leyó el libro y decidió emprender el camino hacia la construcción de la robótica educativa, precisamente de ahí surgió la idea de la creación del ladrillo programable, que más tarde llevaría el nombre de Paper. Son famosas las palabras de los creadores de LEGO (Resnick y Steve Ocko) y emanan de aquí: "Diseñar cosas que permitan a los estudiantes diseñar cosas".

En esta contribución nos vamos a centrar en una plataforma que permita seguir las ideas constructivistas, pero al mismo tiempo de bajo coste (libre) como el Boarduino. El boarduino es una versión simplificada del arduino, siendo a su vez una plataforma de hardware libre basada en una placa de entradas y salidas simple y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación *Processing/Wiring*.

2. Construcción del sistema con el Boarduino

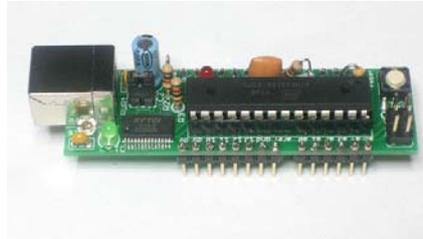


Fig. 1. Placa Boarduino, con un coste aproximado de 15 euros. El Arduino se puede conseguir por 30 euros[10].

En la asignatura Didáctica de la Informática II (MFPS, Informática, UCM) se realizó un taller de cómo conseguir unos dibujar unos LED en las ruedas de una bicicleta. Esta aplicación está suficientemente documentada y expuesta en [31] de donde extraemos la siguiente imagen.



Fig. 2. Aplicación donde se usa la rueda giratoria de la bicicleta, basada en un banco de leds que van cambiando de color según la velocidad angular de giro.

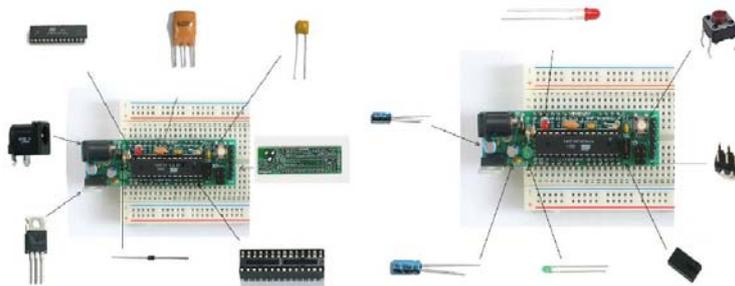


Fig. 3. Componentes que se usarán en esta práctica, donde se aprecia el propio microprocesador, condensadores, la placa de prototipado, zócalos, diodos, diodos led, condensadores, sensor de efecto Hall, interruptores.

Se procede al ensamblado del sistema, apareciendo información de la soldadura en [32]. Así mismo se prescinde del conector de alimentación debido a que se usará una batería pequeña. En este caso particular también se prescinde de la placa “breadboard” debido a la capa que se diseñará con los led y los registros de desplazamientos. Las entradas analógicas, vienen marcadas con una *a*, las digitales como *d* y *tx, rx* pueden servir como entradas digitales o salidas digitales. Se dispone de 14 salidas y 20 entradas.

La capa de leds se conectará con la parte superior del procesador para facilitar las conexiones de entrada y salida. Al final de los cables encontramos un sensor de posición de efecto hall, que proporciona respecto al valor inicial, un incremento en presencia de un campo magnético (producido por imán en este caso) y decremento en presencia de un imán polaridad cambiada.

El sensor de posición de efecto hall se montará en un radio de la rueda posicionando un imán en la pastilla de freno de la rueda, ahora cada revolución se puede detectar. El programa a ejecutar utilizará esta información para cuadrar los dibujos dependiendo de la velocidad. Como alternativa se han usado circuitos mecánicos activados por el paso del radio por un determinado sitio, sin embargo suelen tener problemas de calibración y de desgaste. Los dispositivos como el sensor de posición de efecto hall o los acelerómetros no se ven afectados por este inconveniente.

A continuación construimos dos placas (una para cada radio) con 16 leds/placa.



Fig. 4. Esquema de la “breadboard” donde aparecen los puertos de entrada y salida del sistema.

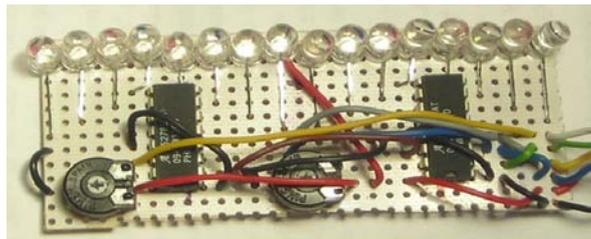


Fig. 5. Esquema del circuito donde van colocados los leds.

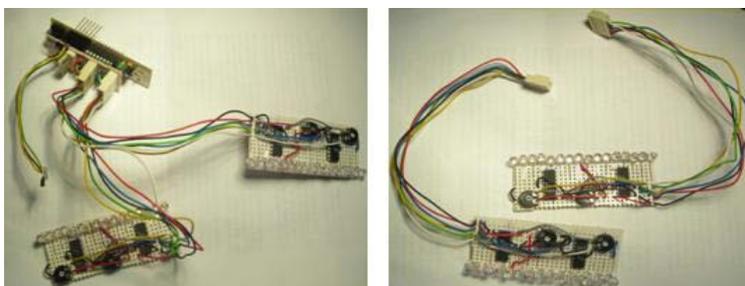


Fig. 6. Esquema general de los circuitos de los dos bancos de leds y el procesador .

Se usarán 4 registros de desplazamiento, para el manejo de los 32 leds. El cable de color amarillo activa/desactiva los leds con los bits que tenga almacenado en ese momento los registros, una vez encendidos o apagados, podremos cambiar los bits que están en los registros sin que cambie el estado de los leds, hasta el nuevo uso del cable amarillo. El cable azul es el reloj, va escribiendo una secuencia periódica 10101010..., cada vez que cambia entrará un nuevo ciclo. El resto de colores son para los datos y la corriente.

Una vez hecho esto unimos las tres partes como se muestra en la figura 7. Se usará una fuente de alimentación (2 pilas de 1,5 V) y se monta en el radio de la bicicleta. Como nota importante se aconseja dejar los pines accesibles para conectar el PC y cambiar los programas.



Fig. 7. Esquema del sistema montado en el radio de la bicicleta. Funcionamiento final.

Acera del software a usar se requiere la máquina virtual de Java y las bibliotecas avr-libc. Una vez realizado este paso desde la página de Arduino [4], se instala el software siendo el editor muy sencillo. Dispone de la posibilidad de obtener la salida por pantalla mientras se ejecuta el Arduino. Si hacemos girar la rueda finalmente vemos un ejemplo de programa en la figura 7.

3 Resultados obtenidos y cuestionario

Esta experiencia piloto ha servido para obtener unos resultados visibles que motivan al futuro profesorado de secundaria en su paso por el Máster obligatorio de Educación Secundaria. El hecho de tener herramientas de prototipado rápido, de bajo coste y programación sencilla hace que podamos crear sistemas fieles a los que nos hemos imaginado, siguiendo los paradigmas del constructivismo más ortodoxo.

Si pensamos actividades como un huerto solar, robot sencillos o proyectos cooperativos, vemos que se pueden trabajar las competencias que aparecen en los Boletines Oficiales que regulan los currículos de las diferentes Comunidades Autónomas.

A continuación mostramos el grado de confianza del futuro profesorado de Educación Secundaria en plataformas hardware no propietarias con una breve encuesta, realizada a los alumnos de la asignatura Didáctica II y profesores de IES.

“Valore (1-5) Las siguientes afirmaciones, (1) total desacuerdo, (5) total acuerdo.

P1. ¿Cree que esta experiencia sirve para plantear nuevas formas de enseñar en Ed. Secundaria?

P2. ¿Estaría dispuesto a aplicar este sistema en un instituto y montar un laboratorio?

P3. Valore la dificultad de diseño de aplicaciones prácticas reales, (1 muy difícil, 5 muy fácil) después de haber visto el entorno de diseño, documentación y de acuerdo a su formación inicial.

P4. Valore la importancia de la robótica educativa (1 poca importancia, 5 mucha importancia) dentro del temario propuesto para la asignatura Didáctica de la Informática II (se adjunta):

- a) Entorno de trabajo en el aula-taller y su influencia en el rendimiento académico. Diseño de Aula Taller de Informática.
- b) Organización del aula-taller, problemas y soluciones teniendo en cuenta arquitectura y estructura del PC. Componentes. Configuración y diagnóstico de averías.
- c) SW educativo. Introducción. Generalidades y casos de estudio concretos.
- d) Proyectos educativos.
- e) Hardware Libre. Robótica educativa.
- f) Informática en educación aplicada a la discapacidad.
- g) Investigación en educación. Innovación. Casos prácticos.
- h) Máquinas virtuales y acceso controlado a Internet en sesiones de trabajo de alumnos. Seguridad. “

Encuesta realizada por 41 personas:

Cuestionario	P1	P2	P3	P4
1	19%	25%	15%	15%
2	10%	15%	20%	14%
3	28%	23%	27%	21%
4	29%	35%	27%	36%
5	13%	7%	11%	15%

4 Referencias

1. Máster en Secundaria UCM, Especialidad Informática, [online] en <http://www.ucm.es/centros/webs/m5057/index.php?tp=Especialidades&a=dir3&d=18729.php>
2. [online] <http://www.elphel.com>
3. [online] http://reprap.org/wiki/Main_Page
4. [online] <http://3dreplicators.com/>
5. [online] <http://www.fabathome.org/>
6. [online] <http://www.opensparc.net/marketplace/>
7. [online] <http://datasheets.chipdb.org/Sun/UltraSparc-III.pdf>
8. [online] <http://datasheets.chipdb.org/Sun/UltraSparc-III.pdf>
9. [online] <http://www.esa.int/esaCP/index.html>
10. [online] <http://www.arduino.cc/>
11. [online] <http://www.buglabs.net/>
12. [online] <http://www.innovationstage.com/openoem/>
13. [online] http://www.opencircuits.com/Open_source_electronics
14. [online] <http://www.simputer.org/>
15. [online] <http://wiki.opengraphics.org/tiki-index.php>
16. [online] <http://www.balloonboard.org/>
17. [online] http://en.wikipedia.org/wiki/ECB_ATmega32/644
18. [online] <http://www.openpcd.org/>
19. [online] http://www.libelium.com/squidbee/index.php?title=Main_Page
20. [online] <http://www.openhardware.net/>
21. [online] <http://opencores.org/>
22. [online] http://www.opencellphone.org/index.php?title=Main_Page
23. [online] <http://www.openmoko.com/>
24. [online] http://www.rowetel.com/blog/?page_id=457
25. [online] <http://www.cmmn.org/>
26. [online] <http://www.theoscarproject.org/>
27. [online] http://www.robotpower.com/osmc_info/
28. [online] <http://teuthis.com/daisy/index.html>
29. [online] <http://en.wikipedia.org/wiki/GP2X>
30. S. Papert, “ Mindstorms: children, computers and powerful ideas”, pp. 244, Basic Books, Inc. New York, 1980. Isbn: 0-465-04627-4 appears in ACM-CBS: ACM Classic Books Series
31. Monkeylectric.com, empresa distribuidora de displays LED para ruedas de bicicleta, [online] http://www.monkeylectric.com/m464q_gallery.htm

32. Guía de soldadura y montaje del programador USBtinyISP. [online] en <http://www.ladyada.net/make/boarduino/solder.html>

