

# **Memoria de Ejecución del Proyecto**

**AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A  
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE  
CURSO 2014/2015**

Título del proyecto:

**Innovación docente en la especialidad de Tecnología  
(Master en Profesorado): Plataforma Arduino e  
Impresión 3D.**

**Código del proyecto: ID2014/033**

Coordinador del proyecto:

**Luis Torres Rincón**

Facultad de Ciencias  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

## **I. Relación de los miembros de la Universidad de Salamanca participantes en el proyecto**

Luis Torres Rincón

Luis López Díaz

María Auxiliadora Hernández López

Eduardo Martínez Vecino

## **II. Introducción**

El presente documento presenta la Memoria de Ejecución del Proyecto titulado “Innovación docente en la especialidad de Tecnología (Master en Profesorado): Plataforma Arduino e Impresión 3D” concedido por la Universidad de Salamanca en el contexto del “Programa de mejora de la calidad” en la convocatoria de Ayudas a Proyectos de Innovación y Mejora Docente del curso 2014/2015.

El objetivo del proyecto se enmarca dentro de la docencia en el Master Universitario de Profesorado de ESO, Bachillerato y EOI (MUPES), más concretamente en la asignatura de “Innovación Docente en la especialidad de Tecnología” de la que el coordinador del proyecto es profesor.

La experiencia de la docencia de los últimos 3 años nos ha mostrado que uno de los campos en los que el alumnado no tiene formación es el de la electrónica aplicada. Este campo, aparte de ser uno de los que constituyen el temario de Tecnología, es hoy en día sencillo de aplicar en la Enseñanza Orientada a Proyectos (Project Based Learning, PBL) que es la metodología docente más utilizada en la asignatura de Tecnología tanto en ESO como en Bachillerato.

Durante el curso 2013-14 en el marco del proyecto de innovación ID2013/010, introdujimos con éxito la utilización de la plataforma Arduino: <http://www.arduino.cc/es/>. Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Gracias al material adquirido, los alumnos pudieron diseñar pequeños proyectos que se pueden

ver en el blog creado durante el desarrollo de la asignatura:  
<http://tecnovadores.blogspot.com.es/>.

En este nuevo proyecto se pretendía dar un paso adelante con la adquisición de un kit para impresión en 3D.

### **III. Metodología y cumplimiento de objetivos**

El objetivo del proyecto era en principio, incorporar la impresión 3D a la realización de pequeños proyectos basados en la plataforma Arduino.

Durante el desarrollo de la asignatura se vio que este objetivo no era realista por dos motivos principalmente:

- El precio de los kits de impresión 3D de calidad suficiente y sobre todo de fácil manejo era muy superior al presupuesto disponible.
- El tiempo disponible para la introducción en la impresión 3D propuesto en la metodología del proyecto era insuficiente y además repercutía en una disminución del tiempo disponible para realizar los proyectos de Arduino, lo que hacía inviable el compatibilizar la impresión 3D con el desarrollo de la asignatura de Innovación Docente.

Así pues cambiamos el objetivo del proyecto hacia la adquisición de un robot Arduino móvil (ver Anexo I) que hiciera más fácil la implementación de habilidades robóticas móviles en los proyectos y la adquisición de una placa Arduino y un para la comunicación de Arduino vía wifi con internet, lo que permite al controlador ser manejado vía wifi y mandar información por internet.

La metodología de trabajo fue la prevista en el proyecto excepto la parte de la impresión 3D, la parte de iniciación se incrementó de 6 a 8 horas:

A) Iniciación a Arduino (8 horas, 3 sesiones)

- Los alumnos se dividen por parejas o tríos. Cada pareja debe traer un ordenador portátil para programar Arduino

- . Nosotros le proporcionaremos el kit de Arduino y un libro con los primeros proyectos a realizar.

- . Explicación teórica, introducción a Arduino

- . Conexión a la página de Arduino y descarga del software libre para programarlo

- . Realización de los 3-4 primeros proyectos guía del libro

B) Proyecto propio (10 horas, 5 sesiones)

- . Cada grupo escoge un proyecto original a implementar usando Arduino

- . Realización del proyecto en las horas de laboratorio con la guía del profesor

C) Presentación (2 horas, 1 sesión)

- . Presentación al resto de los alumnos del proyecto realizado.

Los proyectos realizados se pueden ver en el blog realizado estos años por el profesor y los alumnos de la asignatura: <http://tecnovadores.blogspot.com.es/>

Los proyectos realizados por los tres tríos de alumnos en el curso 2014/15 son:

**- . Sensor de aparcamiento y encendido automático de luces:**

Construcción de un coche con sensor de aparcamiento integrado, y que además, detectará de forma automática la necesidad de que las luces estén encendidas o apagadas en función de las condiciones exteriores.

i) Encendido automático de las luces: Para ello hemos necesitado contar con un fotosensor o sensor de luz, que es capaz de captar y medir la intensidad de luz recibida. Así, cuando el sensor detecte una señal luminosa por debajo del umbral marcado, las luces del coche se encenderán sin necesidad de que el conductor intervenga. En nuestro caso, las luces han sido simuladas mediante la utilización de 2 LEDs blancos.

ii) Sensor de aparcamiento: Como segunda aplicación programada para nuestro proyecto de Arduino, está su capacidad de medir la distancia entre el coche y cualquier elemento que se encuentre en su parte trasera.

Para ello, hemos necesitado hacer uso de un sensor de ultra-sonidos, que por medio del cálculo del tiempo del retardo de la señal emitida y recibida por éste, conoce la distancia a la que se encuentra el elemento de cualquier otro punto.

Una vez medida la distancia a la que se encuentra, y en función de los valores introducidos en el código de programación, el coche emitirá una serie de señales acústicas y luminosas para avisar al conductor de la proximidad de algún objeto.

En este caso hemos usado como salidas un LED de color rojo, usado como alerta, y también un zumbador que emita un sonido que de nuevo, avise al conductor.

En concreto, las distancias programadas para que el controlador Arduino emita alguna señal son:

12 cm – Cuando el coche rebase la distancia de los doce centímetros, el controlador emitirá una luz roja intermitente y un pitido.

6 cm – Cuando el coche esté a una distancia inferior a seis, el LED aumentará la frecuencia con la que parpadea y el zumbador emitirá un sonido cada vez más rápido.

4 cm – Por debajo de los cuatro centímetros, el LED y el zumbador aumentarán la intensidad con la que emiten las señales a modo de alerta.

Para el caso de la distancia, hemos hecho uso de un dispositivo display, en el que se mostrarán los distintos valores medidos por Arduino. La pantalla LCD está conectada al controlador, de tal forma que los valores aparecen reflejados de forma instantánea.

Enlace directo a video resumen:

<https://www.youtube.com/watch?v=cb8qvm5kB38&feature=youtu.be>

### **-. Smart Traffic Light:**

El semáforo inteligente se adapta a 2 condiciones, cantidad de coches y cantidad de peatones.

Hay cuatro casos y en cada uno de ellos el semáforo reaccionara así:

1ª Muchos peatones, pocos coches->semáforo: 18s en rojo, 6s en verde.

2ª Muchos coches, pocos peatones->semáforo: 6s en rojo, 18s en verde.

3ª Pocos coches, pocos peatones-> semáforo: 12s en rojo, 12s en verde.

4ª Muchos coches, muchos peatones-> semáforo: 15s en rojo, 9s en verde.

Al encender el semáforo, en primer lugar se calibran el fotorresistor y el sensor capacitivo. Para posteriormente entrar en un bucle (loop) donde los sensores testearán

las condiciones tanto de peatones y de tráfico rodado y según estas el semáforo actuará de una manera u otra.

Se tienen en cuenta los casos especiales: puede haber un gran número de peatones transitando por la zona capacitiva pero no están esperando para cruzar y el caso en el cual hay un alto número de vehículos pasando por la calle pero sin estar retenidos. Los receptores tienen en cuenta ambos casos, si hay un alto número de peatones esperando para cruzar y si hay un alto número de vehículos parados en la calle.

Enlace directo a video resumen:

[https://www.youtube.com/watch?v=cH1\\_JfaaQAE](https://www.youtube.com/watch?v=cH1_JfaaQAE)

#### **-. Piscina Climatizada inteligente:**

Esta instalación llevaría a cabo varias funciones:

i) En primer lugar, la piscina encendería automáticamente sus luces interiores cuando fuera de noche y la intensidad luminosa descendiera por debajo de un rango prefijado. La intensidad luminosa es leída por un sensor de luz que manda esta información al controlador Arduino quien decide (en función de la programación realizada) si enciende o no las luces LED azules de la maqueta.

ii) Por otro lado, se activaría el sistema de calefacción de la piscina climatizada en caso de que la temperatura descendiera de un valor programado en 23°C. La temperatura es leída por un sensor que a su vez manda esta información al controlador Arduino. En función del código establecido en la programación informática, las luces rojas que representan la calefacción se apagarían o se encenderían.

iii) Finalmente, la piscina climatizada inteligente informaría a los usuarios por pantalla acerca del número de calles que se encuentran disponibles para el nadador. Un sensor capacitivo detecta la presencia de mayor o menor número de pertenencias en la orilla (chancletas, toallas...). En función del mayor o menor número de elementos depositados el display LCD decidirá si hay más o menos calles libres para los usuarios.

Este mismo display LCD informará a los usuarios de la piscina acerca de la temperatura existente en la instalación, si nos encontramos en horario nocturno o diurno, etc.

Enlace directo a video resumen:

<https://www.youtube.com/watch?v=ykvopZONPVc>

#### **IV.- Memoria económica**

Se nos concedieron 300 € .

El robot arduino costo 188,37 € + IVA y el Arduino Yun 63,80 + IVA como se ve en las facturas del Anexo I lo que hace un total de 305,13 € IVA incluido que fueron cargados al proyecto (300 €) y al departamento de Física Aplicada los 5,13 € restantes. (Ver Anexo I)

#### **V.- Anexo I: Facturas y especificaciones.**

En las siguientes hojas se incluye factura y especificaciones de Arduino Robot.



**UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA**

Pza. de la Merced, s/n 37071 Salamanca  
Tel.: +34 923 29 44 39 Fax: +34 923 29 45 84  
dpto.fa@usal.es

Remito factura nº 60483771 de fecha 23/03/2015 del proveedor “Amidata, S.A.U.”, correspondiente a la compra de un robot arduino, por un importe total de 305,13 €.

El cargo del gasto ha de distribuirse del siguiente modo:

- Proyecto de innovación docente ID2014/0033: 300,00 €
- Departamento de Física Aplicada (0043) 5,13 €

Salamanca, 08 de abril de 2015

Vº. Bº.

Fdo.: M<sup>a</sup>. Susana Pérez Santos  
Directora del Dpto. Física Aplicada



Fdo.: Luis Torres Rincón  
Coordinador del proyecto



Amidata S.A.U.  
Avda. Europa 19 Edif.3  
28224 Pozuelo de Alarcón  
Madrid

**DOCUMENTO ORIGINAL**



ISO 9001  
FS 61501

**FACTURA**

Fecha de Factura 23.03.2015  
Pagador nº 11588878  
CIF ESQ3718001E  
Factura Nº 60483771  
Página 1 de 1

DIRECCION ENVIO FACTURA  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
Edificio Trilingüe  
Pl. de La Merced s/n  
37008 Salamanca

Referencia pedido cliente	Pedido RS	Cliente	Código cliente
2015-Luis-Inno	128631335	Victor Javier Raposo Funcia 923-294500 1301	81375504

Código destino 11588878  
DIRECCION ENTREGA PEDIDO  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
Victor Raposo  
Edificio Trilingüe  
Pl. de La Merced s/n  
37008 Salamanca

Albarán 1099787693  
Fecha de envío 23.03.2015

Artículo	Código RS	Descripción	Cantidad	Unidad de venta	Precio Unitario	Importe línea	IVA
10	7824581	Arduino Robot	1	C/U	188,37	188,37	21,00%
20	7824594	Arduino Yun	1	C/U	63,80	63,80	21,00%
						Base Imponible	252,17
						IVA	52,96
						Total - EUR	305,13

Valor neto Total	Base Imponible	%IVA	IVA ( EUR)
252,17	252,17	21,00%	52,96

Términos de pago  
60 días desde fecha factura  
Hasta el 22.05.2015 sin deducción

22.05.2015 305,13

Su pedido queda aceptado bajo las condiciones de ventas publicadas en nuestro catálogo. En caso de que tenga que realizar una reclamación sobre el contenido de esta factura, por favor contacte con nosotros dentro de los 10 días siguientes a la fecha de emisión de este documento

Pago. Los cheques deben ser enviados a la dirección que aparece reflejada en el principio de este documento, y nominativo a AMIDATA S.A.U. En el caso de que deseen pagar por transferencia, le remitimos nuestros datos bancarios: BANCO SANTANDER CENTRAL HISPANO, Gran Vía 2, C.P. 28220 / Majadahonda (MADRID)- IBAN=ES20 00491916142810139129 -SWIFT CODE=BSCHEM33. Les rogamos que indiquen como referencia el número de factura/s que abonen.

Inscrito en el Registro Mercantil de Madrid, tomo 73, libro 67, sección 3ª, folio 24, Hoja 61026-1, inscripción 1ª, con CIF A78913993



Solicite una copia de sus facturas en [rsonline.es/copiafactura](http://rsonline.es/copiafactura)  
Solicite uma cópia das suas faturas em [rsportugal.com/copiafatura](http://rsportugal.com/copiafatura)



1

ELEMENTOS ALTA:  Uno  Varios: Cantidad \_\_\_\_\_  Grupo: Cantidad \_\_\_\_\_

Nº INVENTARIO INICIAL 333516 Nº INVENTARIO FINAL \_\_\_\_\_

CON ETIQUETA FISICA ASOCIADA  SI /  NO

ELEMENTO PRINCIPAL  SUBELEMENTO DEL ELEMENTO Nº \_\_\_\_\_

EL BIEN TIENE FACTURA ASOCIADA:  SI /  NO

FECHA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO    FECHA RECEPCION

SITUACION JURIDICA Propiedad-compra

2

DESCRIPCION CONTABLE (Subfamilia) OTROS APARATOS VARIOS

MARCA ARDUINO MODELO A009078

Nº DE SERIE No tiene

MATERIAL CONSTRUIDO \_\_\_\_\_ COLOR \_\_\_\_\_

MEDIDAS/OTROS DATOS \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES ROBOT ARDUINO.

(Datos informáticos, etc...)

3

UNIDAD ORGANIZATIVA Laboratorios de Docencia Dpto. Física Aplicada UNIDAD ECONOMICA \_\_\_\_\_

UNIDAD GEOGRAFICA MUNICIPIO Salamanca

EDIFICIO SECCION DE FISICAS -EDIFICIO TRILINGUE

PLANTA 02

Nº.: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

LOCAL 016 DESPACHO PROFESOR Nº 8 - T3309

4

DOCUMENTO CONTABLE (Tipo y nº): \_\_\_\_\_

PROVEEDOR: NIF.: A-78913993 Nombre: AMIDATA, S.A.U.

FACTURA: Nº.: 60483771 Fecha Emisión:

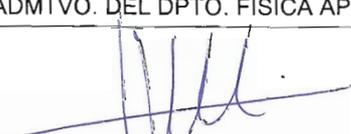
IMPORTE 227,93

CODIGO PROYECTO \_\_\_\_\_ DESCRIPCIÓN \_\_\_\_\_

5

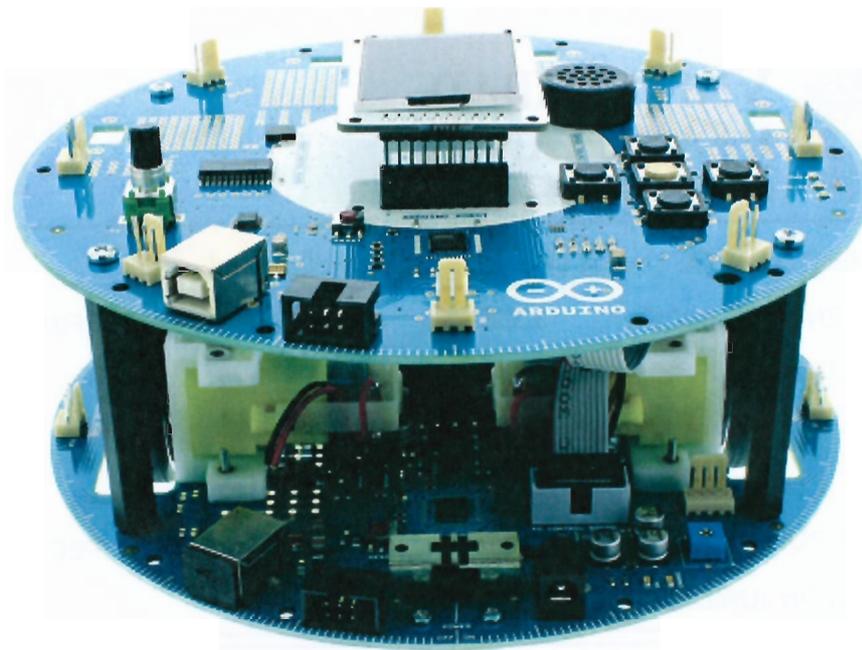
FECHA 08-04-2015

LA DIRECTORA DE LA UNIDAD ORGANIZATIVA EL PERSONAL ADMINISTRATIVO  
LA DIRECTORA DEL DPTO. FÍSICA APLICADA EL ADMTVO. DEL DPTO. FÍSICA APLICADA

 (Sello) 

Fdo.: Mª. Susana Pérez Santos Fdo.: Juan José Vidal Santos

- Código RS782-4581
- Fabricante [Arduino](#)
- Nº ref. fabric. A009078



## Datos del Producto

### Robot móvil Arduino 32u4 MCU

El robot Arduino es el primer Arduino oficial sobre ruedas. El robot tiene dos procesadores, uno en cada uno de sus dos tableros. La placa motora controla los motores y la placa de control lee sensores y decide cómo operar. Cada una de las placas es una placa Arduino completamente programable mediante el IDE Arduino.

Tanto la placa motora como la placa de control son placas de microcontroladores basadas en el ATmega32u4. El robot tiene muchos de sus pines asignados a los sensores de la placa y actuadores.

La programación del robot es semejante al proceso con el Arduino Leonardo. Ambos procesadores tienen comunicación USB incorporada, eliminando la necesidad de un procesador secundario. Esto permite al robot aparecer conectado al ordenador como un puerto serie (CDC) / COM virtual.

#### Panel de control:

Microcontrolador Atmel ATmega32u4 de 16 MHz, memoria

Flash de 32 KB, RAM de 2,5 KB, EEPROM de 1 KB

El cargador de arranque utiliza 4 KB de memoria Flash

Serial integrado I2C EEPROM de 512 Kbit

Tensión de funcionamiento: +5 V dc

Tensión de entrada: +5 V por medio de cable plano

5 pines GPIO: 4 canales de entrada analógica

6 canales PWM

8 canales de entrada analógica (multiplexados)

Corriente dc por pin de E/S: 40 mA

5 teclas de teclado

Potenciómetro conectado al pin analógico

Display LCD a todo color a través de SPI serie

Lector de tarjeta SD para tarjetas formateadas en FAT16

Altavoz, 8 ohmios

La brújula digital proporciona desviación del norte geográfico en grados

3 puertos de soldadura I2C

4 áreas de desarrollo de prototipos

#### Placa motora:

Microcontrolador Atmel ATmega32u4 de 16 MHz, memoria

Flash de 32 KB, RAM de 2,5 KB, EEPROM de 1 KB

El cargador de arranque utiliza 4 KB de memoria Flash

Tensión de funcionamiento: +5 V dc

Tensión de entrada: +9 V al cargador de baterías

El convertidor de dc-dc genera 5 V para proporcionar energía al robot entero

4 pines GPIO: 4 canales de entrada analógica

Canal PWM

Soporte de batería para 4 baterías tipo AAA de NiMH

Corriente dc por pin de E/S: 40 mA

Resistencia variable para la calibración del movimiento

5 sensores de seguimiento en línea de infrarrojos

Puerto de soldadura I2C

2 áreas de desarrollo de prototipos

Microcontroladores AVR, Atmel



## Especificaciones

Clasificación

Kit de desarrollo

Nombre

Arduino

Tecnología

ATMega32u4