

Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía 2010



[Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Oriente](#)

- [Inicio](#)
- [Comisión de Energía](#)
- [Comisión de Ingeniería Mecánica](#)
- [Copatrocinadores](#)
- [Acrobat Reader 9.0](#)



Copatrocinadores



"La Ingeniería Mecánica en lucha contra el impacto ambiental"

[Cuba](#) | [CubaDebate](#) | [CubaSi](#) | [Cubatravel](#)

Created by: [Álvarez Dip](#) © 2010

[Contacto](#)

Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía 2010



Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Oriente

- [Inicio](#)
- [Comisión de Energía](#)
- [Comisión de Ingeniería Mecánica](#)
- [Copatrocinadores](#)
- [Acrobat Reader 9.0](#)



CIIME 2010 del 9 al 11 de Noviembre de 2010, Santiago de Cuba, Cuba.

La Decana de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oriente le invita a la Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía CIIME 2010.

Nuestro propósito es promover el intercambio de las mejores experiencias científico-técnicas entre especialistas nacionales y extranjeros en las temáticas del evento.

También pretendemos desarrollar las relaciones entre especialistas e instituciones, sobre todo en proyectos de investigación.

Las actividades de la Conferencia nos propiciarán el intercambio de experiencias en la formación de recursos humanos del 3er y 4to nivel de la enseñanza en la especialidad de Ingeniería Mecánica.

| Temáticas del Evento | Comité Organizador | Comité Científico |
|---|--|---|
| Eficiencia Energética en Procesos Tecnológicos | Presidente: Dra. Aideé Ortiz Cruz | Presidente: Dr. Calixto Rodríguez Martínez |
| Fuentes Renovables de Energía. Biomasa, Eólica, Solar e Hidráulica | Vicepresidentes: Dr. Hipólito Carvajal Fals. Dr. Francisco Lafargue Pérez | Secretarios: Dr. Angel Recio Recio Dr. Roberto Sagaró Zamora |
| Tecnologías para la utilización de Fuentes Renovables de Energía | Dr. Rene Lesme Jaen Dr. Celestino Oro Ortiz | |
| Combustión y Gasificación de la Biomasa Combustión de Petróleos Pesados | MSc. Jorge Mascarll Sarmiento | |
| Refrigeración y Climatización | Dra. Isabel Marcheco Puig | |
| Generación Distribuida | MSc. Alberto Nácer Colmenero | |
| Contaminación Ambiental | Secretarios: Dr. Luis Oliva Ruiz | |
| Manufactura y Materiales | MSc. Rafael Quintero Ricardo | |
| Tribología | | |
| Mantenimiento | | |
| Diseño Mecánico | | |

Mecánica Computacional

Enseñanza de la Ingeniería
Mecánica

Educación de Postgrado en la
Ingeniería Mecánica

Mecanización Agrícola

Transporte Automotor

[Cuba](#) | [CubaDebate](#) | [CubaSi](#) | [Cubatravel](#)

Created by: [Álvarez Dip](#) © 2010

[Contacto](#)

Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía 2010



Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Oriente

- [Inicio](#)
- [Comisión de Energía](#)
- [Comisión de Ingeniería Mecánica](#)
- [Copatrocinaores](#)
- [Acrobat Reader 9.0](#)



Comisión de Ingeniería Mecánica

Trabajos

-  [Aceite de JATROPHA CURCAS L como mejorador de la lubricidad del combustible diesel.](#)
-  [Aceite vegetal JATROPHA CURCAS L como posible ecolubricante.](#)
-  [Análisis de la capacidad del medio de medición y de la incertidumbre de la medición.](#)
-  [Análisis de los modos de fallo fundamentales en las calderas piro-tubulares de baja presión.](#)
-  [Análisis de vibraciones aplicado al mantenimiento predictivo de rodamientos. Practicas de laboratorio.](#)
-  [Caracterización del Envejecimiento del Acero 12Cr1MoV a partir de Técnicas de Imagenología.](#)
-  [Carbonitruración ecológic Aumento de propiedades mecánicas y tribológicas.](#)
-  [Comportamiento de los parámetros de trabajo y simulación neuronal de las principales variables de una unidad de generación termoeléctrica a gas.](#)
-  [Consideraciones tecnológicas para la recuperación de rodets de turbinas hidráulicas.](#)
-  [Contribución al desarrollo del conocimiento del científico en la enceñanza de la mecanización agropecuaria.](#)
-  [Creación de un laboratorio remoto para la docencia de lenguaje C.C++.](#)
-  [Determinación de los Coeficientes de Corrección por Envejecimiento para el Cálculo de Vida Útil en el Acero de las Líneas Principales de Vapor.](#)
-  [Diseño de un prototipo de máquina semi-automática para reciclaje de PET.](#)
-  [Diseño y construcción de un dispositivo para el rectificado del cilindro de los motocompresores de refrigeración domestica XKB-6](#)
-  [Dispositivo de mecanizado para el rectificado de la camisa del YOKI de motocompresores de refrigeración domestica XKB-6.](#)
-  [Efecto del líquido de corte con tratamiento magnético en el desgaste de la herramienta de corte](#)
-  [Efeito do Nitrogenio no Gas de Proteção na Microestrutura do Metal de Solda de Aços Inoxidáveis Austeníticos usados em Câmeras de Alto Vacuo de Aceleradores de Partículas.](#)
-  [El desarrollo de la cultura científica en la formación de ingenieros mecánicos.](#)
-  [El Monitor de Riesgo Operativo Tecnológico MRCh-HT.](#)
-  [Estrategia para la integridad estructural en tuberías en Centrales Termoeléctricas](#)
-  [Estudio de la aplicación del acero 60Si2A 60C2A para la fabricación de ruedas dentadas.](#)
-  [Estudio de las propiedades macroestructurales de un vertisuelorequeridas para la simulación computacional de la interacción SUELO-APERO de labranza mediante el MEF](#)
-  [Estudio del sistema de vulcanización de los elastomeros para obtener elevadas propiedades del compuesto y reducir los daños a la salud y al Medio Ambiente](#)
-  [Evaluación de aleaciones base níquel en sistemas tribocorrosivos.](#)
-  [Evaluación de propiedades mecánicas por inducción magnética.](#)
-  [Evaluación del tratamiento de las combinadas NEW HOLLAND en la cosecha de arroz.](#)

-  [Evaluación integral de prótesis ortopédicas transfemorales.](#)
-  [Evaluación térmica de la Unidad de desalación N°3 de la Central Termoeléctrica.](#)
-  [Experiencias en la educación ambiental de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica a través de la disciplina de Marxismo Leninismo.](#)
-  [Fresado por el método de generación de ruedas dentadas en fresadoras universales.](#)
-  [Fundición gris aleada con aluminio para la base del cojinete plano del carro jaula ferroviario.](#)
-  [Influencia de la microestructura y la formación de precipitados nanoestructurados en las propiedades de una biocerámica Y-TZP.](#)
-  [Influencia del metal de aporte y resistencia al impacto de la soldadura del acero 30CrMnSiA endurecido.](#)
-  [Introducción de hierro nodular en la EMI "Mayor General Ignacio Agramonte y Loynaz".](#)
-  [La Enseñanza de la Estadística en la Ingeniería Mecánica.](#)
-  [La gestión de mantenimiento y las tecnologías limpias una simbiosis necesaria.](#)
-  [Magnetoestimulador sistémico para el tratamiento de diferentes patologías.](#)
-  [Mantenimiento centrado en la confiabilidad a grupos electrógenos MTU: Premisas para una implementación exitosa.](#)
-  [Metodología para el Pronóstico Probabilista de Duración de una Estructura Mecánica.](#)
-  [Microestructura nanométrica de una biocerámica Y-TZP. Influencia en la resistencia a la degradación a baja temperatura.](#)
-  [Modelación de la gasificación utilizando varios tipos de biomasa en un reactor modelo downdraft.](#)
-  [Modelación mecánica, una experiencia en el tratamiento de la formación y desarrollo de la habilidad de modelar.](#)
-  [Modelo de interacción neumático-superficie rígida mediante el método de elemento finito.](#)
-  [Modelo Teórico para la Caracterización del Envejecimiento del Acero 12Cr1MoV a partir del Efecto Barkhausen.](#)
-  [Picas para la perforación de rocas en máquinas rozadoras con cabezales rotatorios. Proceso tecnológico de fabricación.](#)
-  [Procedimiento de obtención de modificador metalúrgico patente de invención.](#)
-  [Prototipo de máquina para la elaboración de ALEGRÍAS \(Dulce de amaranto\).](#)
-  [Técnica magnética para evaluar la degradación mecánica y microestructural de un acero microaleado termoresistente.](#)
-  [Tecnología de reacondicionamiento del eje del carro jaula ferroviario.](#)
-  [Tecnología por maquinado de un cigüeñal de tamaño mediano a partir de una pieza en bruto de hierro nodular.](#)
-  [Tratamiento magnético del fluido de corte, su influencia en la durabilidad de la herramienta de corte.](#)
-  [Tratamiento magnético del líquido de corte, una de las vías fundamentales hacia el logro de producciones más limpias en la \(EMI\) Empresa militar industrial "DESEMBARCO DEL GRANMA".](#)
-  [Validación de modelos constructivos aplicados a un oxisol.](#)
-  [Vinculación del Análisis por Elementos Finitos y los instrumentos de extensometría aplicados al puente metálico de ferrocarril Km. 9.568 Ramal Santa Clara-Placetas](#)

"La Ingeniería Mecánica en lucha contra el impacto ambiental"

[Cuba](#) | [CubaDebate](#) | [CubaSi](#) | [Cubatravel](#)

Created by: [Álvarez Dip](#) © 2010

[Contacto](#)

Creación de un laboratorio remoto para la docencia de lenguaje C/C++

Arturo Gil, David Úbeda, Óscar Reinoso, Luis Payá, David Valiente

Dpto. de Ingeniería de Sistemas Industriales
Escuela Politécnica Superior de Elche
Universidad Miguel Hernández de Elche
Avda. de la Universidad s/n
03202 Elche (Alicante)
e-mail: {arturo.gil, ubeda, o.reinoso, lpaya, d.valiente}@umh.es
web: <http://arvc.umh.es>

Resumen

En este artículo presentamos una plataforma dirigida a la realización de prácticas docentes en asignaturas de programación en lenguaje C/C++. El laboratorio remoto permite a los estudiantes realizar prácticas docentes de programación en C/C++ desde sus hogares. El sistema aquí presentado tiene como objetivo aumentar la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las asignaturas de programación de lenguajes informáticos. Con este fin, se enfocan las sesiones docentes al manejo de sistemas de control reales, basados en microcontrolador. De esta manera, el resultado del programa realizado por el alumno se transforma en el funcionamiento de un sistema físico real, en contraposición con los resultados obtenidos típicamente en la pantalla de un ordenador.

El funcionamiento del sistema es el siguiente: el programa fuente escrito por el alumno es enviado a un servidor GNU/Linux, quien se encarga de compilar el programa y descargarlo al microcontrolador. La placa de control Arduino está conectada a dispositivos reales, como motores eléctricos, sensores, LEDs y una LCD. De esta manera, el sistema permite compartir un único dispositivo físico entre todos los estudiantes, reduciéndose así la cantidad de recursos necesarios para la asignatura, así como la cantidad de averías.

Desde la puesta en marcha del sistema se ha comprobado un aumento de la implicación del alumnado en esta asignatura, así como unos resultados mejores en las encuestas de opinión realizadas.

1. Introducción

En este artículo se describe un laboratorio remoto que permite la realización de prácticas de programación en C/C++ por alumnos matriculados en asignaturas de introducción a la programación en lenguajes informáticos. Comúnmente, se observa que las asignaturas de programación de lenguajes informáticos, impartidas típicamente en los primeros años de las titulaciones en ingeniería, no tienen una buena acogida entre los estudiantes. Más en concreto, las prácticas de programación que se realizan no son motivadores para los alumnos.

En concreto, presentamos el caso de la asignatura "Informática Aplicada", impartida durante el primer año de Ingeniero Industrial en la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). Con anterioridad, las prácticas docentes de programación se basaron en la implementación por parte del alumno de una serie de algoritmos en un computador.

El resultado del algoritmo programado por el estudiante se obtiene en la pantalla del ordenador, así como los errores cometidos por el alumno. Consideramos que este tipo de enseñanza resulta poco atractiva para el alumno, produciendo un alto nivel de desmotivación. El esfuerzo del estudiante se traduce en algo poco tan poco vistoso como es una consola de programación donde se presentan los resultados. En consecuencia la asistencia a las prácticas de la asignatura se reduce en las primeras semanas aproximadamente en un 50% y la cantidad de alumnos que consiguen superar la asignatura es generalmente inferior al 25%.

Con el objetivo de cambiar esta situación, durante los últimos años los profesores responsables de la asignatura nos planteamos dar un enfoque más práctico a la enseñanza. Optamos por realizar prácticas de programación basadas en microcontroladores que pudieran manejar dispositivos físicos (motores, LEDs, sensores, etc...) con dispositivos hardware reales mediante los cuales, los alumnos pudieran visualizar el resultado de su programación. Esta solución se tomó debido a que se viene comprobando que, aparentemente, las asignaturas de microcontroladores suelen motivar al alumnado en mayor medida, puesto que en éstas se comienza a usar dispositivos hardware capaces de enfocarlos para generar prácticas, cuyo uso puede resultar llamativo, como el uso de sensores de temperatura, fotorresistencias o LDR's, y LCD's.

Una vez visto que podíamos motivar y despertar el interés en el alumnado mediante estos dispositivos, el problema que surge consiste en mantener la complejidad del hardware al mínimo. Es decir, la activación de un LED o el manejo de un motor deberían realizarse fácilmente con una única función de C o C++. Por esta razón se eligió la plataforma Arduino [1] como punto de partida para el desarrollo del sistema. Arduino permite ser programado de forma sencilla vía USB y, además cuenta con un conjunto de librerías que permiten escribir programas sencillos en C/C++. Además, otro de los motivos más importantes para esta elección es la gran comunidad virtual de usuarios y programadores que se encuentra detrás. En ella se exponen ideas, proyectos y dudas, y se aportan soluciones a problemas comunes que pueden surgir entre los programadores de esta plataforma. Son muchos los usuarios que publican sus proyectos completos con toda la información incluida, lo cual puede dar lugar a que el alumno aprenda mientras “juega” con toda esta información. Además cuenta en su página web con infinidad de manuales acerca de hardware y software que hacen que Arduino sea un producto de fácil uso y aprendizaje, ya que no son necesarios unos grandes conocimientos técnicos.

2. Arquitectura del sistema

2.1 Microcontrolador

Como hemos indicado previamente, la arquitectura de nuestro sistema está basada en Arduino, una plataforma electrónica de libre distribución que cuenta con entradas y salidas digitales y analógicas, cuyas principales características son la facilidad de programación y su flexibilidad. A esto hay que sumarle su bajo precio y que se trata de un producto de libre distribución, que puede utilizarse para la realización de cualquier proyecto sin ningún tipo de licencia, lo que resulta fundamental a la hora de crear un laboratorio virtual.

La placa Arduino Duemilanove se encuentra gobernada por un microcontrolador ATmega328 [2] con arquitectura RISC de 8 bits y 16 KB de memoria Flash programable. Cuenta con 14 I/O digitales de las cuales 6 pueden generar salidas de tipo

| ARDUINO | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|----------|-----------|------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|----------------------|---------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----|--|
| MODULE 1 | LED0 | RS (4) | EN (6) | LCD(14) | LCD(13) | LCD(12) | LCD(11) | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 | CHNN | TX | RX | |
| MODULE 1 | Green led | LIQUID CRISTAL DISPLAY CONNECTIONS | | | | | | | Red led | Yellow led | Green led | Channel selection bit | Read/Write pins | | |
| MODULE 0 | DP(7) | A (2) | B(15) | C (13) | D (11) | E (5) | F (3) | G (14) | M(+) | M(-) | LED5 | CHNN | TX | RX | |
| MODULE 0 | Green led | SEVEN SEGMENT DISPLAY CONNECTIONS | | | | | | DC MOTOR CONNECTIONS | | Red led | Channel selection bit | Read/Write pins | | | |

Fig. 1

PWM, además de 6 entradas analógicas con convertor analógico-digital de 10 bits, lo que nos permite a través de sensores adquirir información del entorno de cualquier tipo y transmitirla a los dispositivos de salida que se deseen.

2.2 Maqueta de control. Diseño del hardware para prácticas

En nuestro proyecto hemos desarrollado diversos módulos interactivos que permitan la ejecución del software enviado por los alumnos de tal manera que les ayude a comprender su ejecución de una manera visual. Estos módulos son intercambiables por otros, fácilmente modificables y adaptables a los requerimientos de los conocimientos a aplicar.

Los módulos desarrollados consisten en elementos hardware de uso habitual que proporcionan la información al alumno a través de elementos visuales. Esta información es capturada mediante cámaras de vídeo web y transmitida por la red mediante *streaming* de vídeo a una página web diseñada para este propósito.

Se han diseñado dos módulos hardware a los que se han conectado diversos dispositivos:

- **Módulo 1:** Contiene una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD) de 20x4 caracteres y 6 diodos LED de diferentes colores.
- **Módulo 2:** Contiene un display 7 segmentos, diodos LED, un motor DC con reductora y contador de vueltas además de un sensor de iluminación (LDR).

Estos dos módulos van conectados a Arduino a través de un circuito que se ha diseñado para el proyecto que nos ocupa, que se encarga de demultiplexar las I/O digitales de Arduino. A este circuito lo nombraremos de aquí en adelante módulo 0. Como decíamos, Arduino incorpora 14 I/O digitales, suficientes para la mayoría de aplicaciones, pero gracias a este circuito conseguimos duplicar este número, consiguiendo un total de 28 I/O digitales.

De esta forma, cada uno de los módulos 1 y 2 estaría conectado en paralelo a

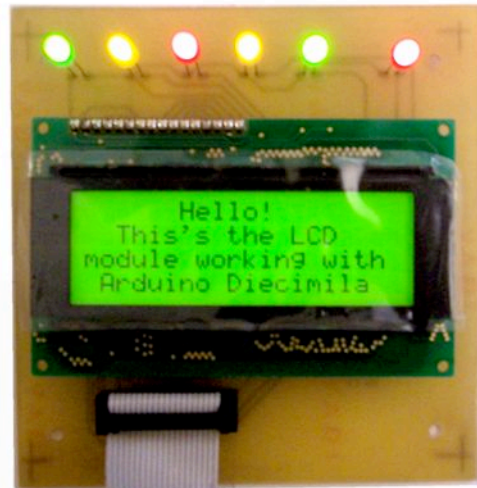


Fig. 2

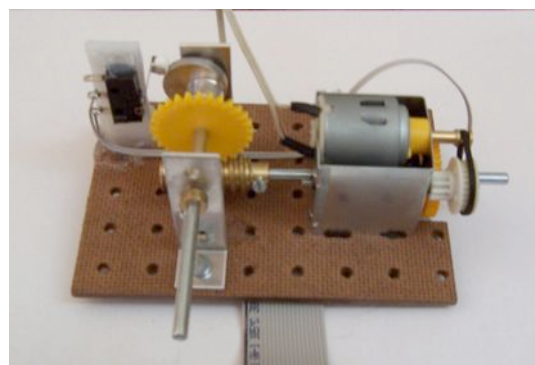


Fig. 3

Arduino, y mediante una I/O digital seleccionamos a cuál de los dos módulos (1 ó 2) dirigimos los datos. Este bit de selección de módulo es programado por software, y en cualquier momento del programa se puede dar la instrucción de cambio de módulo (1 ó 2) según con que parte del hardware queramos trabajar. Por ejemplo, podríamos activar el motor que se encuentra en el módulo 0, cambiar al módulo 1 y escribir en la LCD que el motor ha sido activado. Para cambiar de módulo se implementa una función en una librería que cambia de nivel lógico la I/O digital conectada a la patilla de selección de canal del integrado del módulo 0.

Las conexiones entre el módulo 0 y los módulos 1 y 2 se realizan mediante zócalos de cable plano de 20 pines. Además, previamente a la conexión de los módulos 1 y 2 se encuentra un poste de conexiones hembra donde se encuentran duplicadas todas las salidas de Arduino. Este poste contiene las I/O digitales de Arduino, junto con la alimentación 5V y GND más 3 entradas analógicas. Esto ofrece un acceso instantáneo a los valores digitales de éstas, siendo de gran ayuda para operaciones de depuración de errores de hardware y posible ampliación de módulos. En la figura 1 se presenta un resumen de las conexiones en cada uno de los módulos.

El eje central de los módulos es la LCD (Fig. 2), pues sirve de interfaz de comunicación. En ella se pueden depurar errores, mostrar datos y variables del programa. Además, podremos mostrar en tiempo real los datos que le proporcionan a Arduino los demás componentes. Por ejemplo, podemos mostrar el nivel de iluminación recogido en el sensor LDR, el número de vueltas que ha dado el motor (Fig. 3) y en qué sentido gira, el estado de los diodos LED, etc. Por sencillez, al alumno se le proporcionan las funciones para inicializar la LCD, escribir, borrar la LCD, situar el cursor en determinado lugar y desplazar caracteres horizontalmente.

2.3 Servidor

Se ha empleado como servidor del sistema una placa base Mini-ITX con un procesador Intel [3] Atom a una frecuencia de 533 MHz. Todas las maquetas se comunican con un servidor mediante puerto USB. En el servidor se encuentra instalado el sistema operativo Debian [5] GNU/Linux y un servidor web Apache2 [6], para el cual se han desarrollado una aplicación para la subida y administración de código fuente por parte de los alumnos. Las tareas de dicho servidor consisten en la muestra de los resultados de la compilación de la práctica correspondiente y el visionado en tiempo real del funcionamiento de la misma. Dicho visionado se puede llevar a cabo gracias a Motion [7], un software encargado de realizar streaming de vídeo en tiempo real desde una WebCam, y al mismo tiempo, de almacenar en pequeños archivos el visionado de la ejecución de la práctica respecto de los distintos módulos de la maqueta por parte del alumno. Hemos creado una serie de *scripts* para almacenar y asociar cada vídeo generado por dicho software al alumno que se encuentra en ese momento conectado al sistema.

2.4 Aplicación web

La aplicación web se ha realizado en PHP [8] y se apoya en una base de datos MySQL [9] para almacenar *logs* que nos permitan llevar un registro de cuántas veces un alumno ha subido y compilado una práctica, o cuántas veces se ha compilado y ejecutado la práctica satisfactoriamente.

2.4.1 Registro en el sistema

Los alumnos ingresan en el sistema mediante un nombre de usuario y una contraseña asignados previamente por el profesor. Cuando un alumno intenta entrar en el sistema, cabe la posibilidad de que la maqueta de control se encuentre ocupada. En este caso, el usuario se almacena en una cola de espera hasta el momento en que puede conectarse. Cada sesión tiene una duración límite de 15 minutos, periodo durante el cual el alumno puede enviar la práctica al servidor, compilarla mediante nuestro compilador online y en caso de no obtener ningún error, grabar el microcontrolador para poder visualizar el resultado de la práctica. Transcurrido el tiempo máximo, se realiza la conexión automática del siguiente alumno que se encuentre en la cola de espera.



Fig. 5

2.4.2 Compilador online

Gracias a la capacidad de compilación a través de línea de comandos que presentan los microcontroladores Atmel en GNU/Linux mediante su compilador `avr-gcc` [10], se ha desarrollado un módulo web en PHP para la muestra por pantalla en tiempo real, de los resultados de la compilación de aplicaciones desarrolladas para Arduino. En este módulo, se presentan los errores que puedan derivarse de una programación incorrecta. En el caso de que estos existan, se nos presentará la opción en el sistema de volver a subir el código fuente. Si por el contrario no se encuentran errores en la compilación del código fuente, se activará también la opción de cargar el fichero hexadecimal con el programa ejecutable en el microcontrolador.

Además, los alumnos tienen la posibilidad de utilizar el entorno IDE disponible para Arduino en su casa. De esta manera, pueden desarrollar el código sin necesidad de estar conectados al sistema. La eliminación de errores de compilación, de esta manera, es más sencilla. El alumno

Resultados de la compilación:

```
# Here is the 'preprocessing'.
# It creates a .cpp file based with the same name as the .pde file.
# On top of the new .cpp file comes the WProgram.h header.
# At the end there is a generic main() function attached.
# Then the .cpp file will be compiled. Errors during compile will
# refer to this new, automatically generated, file.
# Not the original .pde file you actually edit...
test -d applet || mkdir applet
echo '#include "WProgram.h"' > applet/Blink.cpp
#echo '#include "LCD4Bit.h"' > applet/Blink.cpp
cat Blink.pde >> applet/Blink.cpp
cat /home/jahuky/arduino-0011/hardware/cores/arduino/main.cxx >> applet/Blink.cpp
/usr/bin/avr-gcc -mmcu=atmega168 -l -g -std=c++11 -DF_CPU=16000000 -I/home/jahuky/arduino-0011/hardware/cores/arduino
cc1plus: warning: command line option '-Wstrict-prototypes' is valid for C/ObjC but not for C++
cc1plus: warning: command line option '-std=gnu99' is valid for C/ObjC but not for C++
In file included from /home/jahuky/arduino-0011/hardware/cores/arduino/WProgram.h,
from applet/Blink.cpp:1:
/usr/lib/gcc/avr/4.1.0/../../../../avr/include/avr/signal.h:36:2: warning: #warning "This header file is obsolete. Use ."
/usr/bin/avr-objcopy -O ihex -R .eeprom applet/Blink.elf applet/Blink.hex

text data bss dec hex filename
0 1098 0 1098 44a applet/Blink.hex
```

Información adicional:

Arriba se presenta un informe resultado de la compilación. Si el programa ha compilado correctamente se presenta una tabla con los datos del archivo hexadecimal generado que se cargará en la memoria del microprocesador.

En caso de que se produzcan errores se mostrara un mensaje con la palabra error, una breve descripción y la línea. En este caso revisar los errores del código y volver a subir en archivo fuente.

[Volver a subir el fuente.](#)

[Cargar Hexadecimal Arduino.](#)

Fig. 6

deberá conectarse entonces al sistema únicamente cuando haya comprobado que su código se compila correctamente. En el futuro se prevé desarrollar un nuevo módulo capaz de traducir la información acerca de los errores que devuelve `avr-gcc`, con el fin de realizar una traducción que sea más sencilla para nuestros alumnos que se encuentran comenzando a programar.

3. Creación de librerías

Para que nuestro proyecto fuera transparente, electrónicamente hablando, para el alumno, hemos desarrollado un conjunto de funciones para una aplicación y las hemos insertado en el proyecto como librerías. Estas librerías se le facilitan al alumno para el manejo de módulos hardware que se conectan a Arduino. Por ejemplo, para realizar funciones de inicialización, borrado o escritura de una LCD alfanumérica. Fundamentalmente, hemos implementado una serie de librerías debido que nuestro sistema se compone de distintos dispositivos hardware cuyo manejo consta de una serie de operaciones a bajo nivel que podría interferir en el propósito que se desea para el alumno, que no es otro que aprenda a programar en C/C++. Siempre hemos procurado evitar las complicaciones de la comprensión del funcionamiento interno de los dispositivos.

4. Prácticas realizadas

Los módulos desarrollados permiten plantear multitud de tareas diferentes para que los alumnos los realicen durante las prácticas de programación. Así, por ejemplo, podemos pedir que se active el motor durante un determinado número de vueltas o un determinado tiempo y a la vez se muestre mediante los diodos LED el sentido de giro, se active un semáforo o se muestre en número de vueltas que restan por dar en el display siete segmentos. Los diodos LED también son útiles a la hora de depurar errores en los programas. Pueden servir al alumno como indicadores de cómo ha avanzado su programa en tiempo de ejecución. Por ejemplo, podríamos encender el LED1 cuando salgamos de un bucle o estemos ejecutando una función en particular. La LDR es útil para que el alumno comprenda cómo leer un valor analógico. Una vez leído, este puede ser pasado a una función o realizar con él alguna operación matemática. El display siete segmentos resulta también útil para comprobar en qué punto del programa nos encontramos o para mostrar mediante números cualquier valor del programa, por ejemplo, en un bucle *for*, la variable *i* del bucle.

Las prácticas docentes plantean la realización de tres actividades, descritas a continuación:

- **Cuenta atrás:** En esta práctica se propone al alumno que realice un programa que obtenga como resultado realizar una cuenta atrás con el display 7 segmentos. La cuenta deberá comenzar por 9 y decrementarse cada segundo de tiempo transcurrido. Al finalizar, la cuenta deberá reiniciarse. Este guión de prácticas tiene como objetivo familiarizar al alumno con el sistema y el entorno de programación.
- **Display LCD:** En esta tarea se propone al alumno la utilización del display LCD para presentar el valor de las variables del programa. Se propone al alumno la misión de mover el motor de corriente continua en ambos sentidos de giro mientras se muestra el número total de vueltas realizadas en el display LCD.

- Máquina de café:** Como práctica final, se propone al alumno la programación de una máquina de café simulada. En la figura 4 se presenta el módulo LCD adaptado para la función comentada en la que se presentan los elementos típicos de una máquina automática de café. El alumno deberá combinar las habilidades aprendidas en las prácticas anteriores para simular el funcionamiento de la máquina: molienda del café, adición de agua, azúcar, leche, etc. Al mismo tiempo, deberá mostrar información o menús en el display LCD.



Fig. 4

5. Control de plagio

Con la inminente puesta en marcha del plan de Bolonia, y la entrada en vigor del crédito ECTS, y puesto que debemos medir o valorar el rendimiento del alumno fuera del aula, cada vez resulta más conveniente realizar un control sobre el trabajo individualizado del alumno en la parte no presencial de dichos créditos. En nuestro caso, el trabajo individualizado del alumno se plasma en un conjunto de prácticas de programación en C/C++ que éste debe presentar para ser evaluado. En cursos anteriores, el sistema de evaluación contaba con un gran problema: con frecuencia, los alumnos entregaban un código fuente plagiado, completamente o parcialmente, de otros compañeros, y evaluar las prácticas implicaba un trabajo casi inabordable, dado el alto número de matriculados.

Para solventar el problema, desde hace unos años, en dicha asignatura, hemos desarrollado un pseudo-módulo para Moodle capaz de detectar el plagio de código fuente de las prácticas de programación

Distribución:

| | |
|------------|-----------|
| 90% - 100% | 12 ##### |
| 80% - 90% | 2 # |
| 70% - 80% | 30 ##### |
| 60% - 70% | 21 ##### |
| 50% - 60% | 34 ##### |
| 40% - 50% | 89 ##### |
| 30% - 40% | 115 ##### |
| 20% - 30% | 48 ##### |
| 10% - 20% | 38 ##### |
| 0% - 10% | 17 ##### |

Coincidencias clasificadas por la semejanza media (¿Qué es esto?):

| | | | | |
|------------------------|----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| alberto.compa.gia | -> | borja.martinez.gia (100.0%) | carlos.lopez.gia (100.0%) | ana.martinez.lopez.gia (94.2%) |
| alberto.compa.gia | -> | mariano.lopez.gia (100.0%) | mariano.lopez.gia (75.5%) | mariano.lopez.gia (75.5%) |
| mariano.lopez.gia | -> | mariano.lopez.gia (100.0%) | carlos.lopez.gia (90.3%) | mariano.lopez.gia (75.5%) |
| carlos.lopez.gia | -> | borja.martinez.gia (100.0%) | ana.martinez.lopez.gia (94.2%) | |
| borja.martinez.gia | -> | mariano.lopez.gia (99.5%) | | |
| ana.martinez.lopez.gia | -> | ana.martinez.lopez.gia (95.8%) | alberto.compa.gia (88.8%) | |

Fig. 5

C/C++ enviadas a la plataforma. Dicho módulo devuelve una estadística completa al profesor acerca de los alumnos que han copiado, partes del código plagiadas, disminución o aumento del nivel de copia respecto a prácticas anteriores, etc. Además guarda un histórico de código fuente de las prácticas de años anteriores, con el cual se

comparan las prácticas del curso actual, que puedan tener similitudes en el código con aquéllas. En la figura 5 se muestra un ejemplo del resultado que se obtiene con el sistema de control de plagio. Según se puede observar, el profesor recibe como resultado una matriz ordenada con la similitud entre las prácticas enviadas por los alumnos.

6. Conclusión

Con la puesta en marcha del sistema se ha observado un aumento en la implicación del alumnado, quien suele mostrar un mayor interés en la realización de las prácticas, planteando también un mayor número de preguntas a los profesores de la asignatura. No obstante, y dado el número total de horas prácticas que debe recibir cada alumno, no se pueden cubrir todas las sesiones prácticas con el sistema aquí descrito. En consecuencia, el laboratorio remoto que se ha descrito se ha utilizado como un complemento, sustituyendo sólo parte de las sesiones prácticas que se realizaban con anterioridad. Por tanto, el sistema de enseñanza de C/C++ anterior convive con el propuesto en este artículo.

Después de la puesta en marcha de este proyecto, se ha podido ver que el sistema aporta una serie de ventajas para el alumnado y para el profesorado:

- Transparencia del sistema electrónico al alumno, es decir, el alumno sabrá cómo direccionar datos hacia una LCD pero no es necesario que sepa como se encuentra conectada ni el funcionamiento de las librerías para la comunicación mediante la misma.
- Simplicidad a la hora de reparar posibles fallos de hardware de los módulos. Ya que únicamente existe una maqueta de control instalada en nuestros laboratorios, la probabilidad de avería es muy pequeña.
- El sistema presenta una gran flexibilidad a la hora de añadir nuevas funcionalidades a las maquetas mediante la inserción de nuevos módulos, pudiendo incluso aumentar el número de prácticas ofertadas al alumnado de una forma rápida y sin modificación de software.
- Además, este proyecto plantea una reducción de la necesidad de infraestructura de laboratorios, pudiéndose realizar todas las prácticas desde casa, adaptándose así al inminente cambio que plantean los nuevos créditos ECTS [14], dándole al alumno la posibilidad de trabajar desde casa en sus prácticas de laboratorio.
- La corrección de las prácticas presentadas por los alumnos se simplifica. Por una parte, el profesor puede comprobar si el código presentado por un alumno es parecido o idéntico al presentado por cualquier otro alumno. Además, el almacenamiento de los vídeos de las pruebas realizadas por los estudiantes permite al profesor comprobar el funcionamiento de los dispositivos sin necesidad de mirar código.
- Protección de la parte electrónica del hardware de usuarios malintencionados o de errores de programación que permitirían manejar las conexiones directamente, pudiendo provocar errores o incluso daño para los componentes.

Referencias

- [1] Arduino home page, <http://www.arduino.cc>
- [2] Atmel Microcontrollers, <http://www.atmel.com>
- [3] Intel Corporation, <http://www.intel.com>
- [4] Electronics Industries Association, <http://www.eia.org>
- [5] Debian GNU/Linux Distribution, Home Page, <http://www.debian.org>
- [6] Apache Software Foundation, <http://www.apache.org>
- [7] Motion detection software, <http://www.lavrsen.dk/twiki/bin/view/Motion/WebHome>
- [8] PHP web scripting software, <http://www.php.net>
- [9] MySQL open source database, <http://www.mysql.com>
- [10] C runtime library for the AVR family of microcontrollers,
<http://savannah.nongnu.org/projects/avr-libc/>
- [11] Java Software, Sun Microsystems, www.sun.com
- [12] Wiring open source programming environment, <http://www.wiring.org.co>
- [13] Matlab Software, The Mathworks, <http://www.mathworks.com>
- [14] ECTS, European Credits Transfer System, RD1125/2003 5th September
“Establishment of European credits and qualifications system at Spanish university degrees”