

**SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS DE BAJO COSTO, BASADO EN HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE YABIERTO.  
LOW COST ADQUISION SYSTEM, IN HARDWARE AND SOFTWARE FREE AND OPEN**

**Esp. Irene Gómez F Institución  
Universitaria Salazar y Herrera,**  
*Centro de investigación, Grupo de Investigación  
en Ingeniería Aplicada.*  
Cr 70 No. 52-49, Medellín, Colombia,  
[igomez@iush.edu.co](mailto:igomez@iush.edu.co)

**Ing. Jorge Gómez A Institución  
Universitaria Salazar y Herrera,**  
*Centro de investigación, Grupo de  
Investigación en Ingeniería Aplicada.*  
Cr 70 No. 52-49, Medellín, Colombia,  
[jorgegomez@misena.edu.co](mailto:jorgegomez@misena.edu.co)

(Recibido el 01-05-2011. Aprobado el 03-06-2011)

**Resumen:** se presenta el desarrollo de un sistema de adquisición de datos, basado en software y hardware libre y abierto, orientado al modelado y simulación de sistemas físicos y electrónicos de código abierto. Cuenta con librerías de inteligencia artificial, control y la posibilidad de definir las propias. El software está bajo Java, con Características similares a LabView, permite migrarse a múltiples plataformas como Windows, Linux e Dispositivos Moviles, además, la red de colaboradores a nivel mundial y su compatibilidad con Arduino le da soporte a esta investigación, Arduino es una tarjeta de desarrollo, equipada con micro controladores atmega, plataforma educativa para la enseñanza que incluye conceptos de sistemas complejos, programación, electrónica básica, automatización y robótica, se elige por la documentación disponible y las características de código libre y abierto. El proyecto se orienta a resolver los altos costos en software, hardware, falta de modularidad y reducida capacidad de adaptación. El proceso de validación se sigue con un proyecto de mejoramiento empresarial.

**Palabras clave:** adquisición de datos, Arduino, hardware abierto, software libre.

**Abstract:** the report is a development of a data acquisition system, software and hardware based on free and open, this system is oriented modeling and simulation of physical systems, control electronics and open source. The libraries have artificial intelligence, control and the ability to define their own. The software is under Java, with characteristics similar to Lab View, can migrate to multiple platforms like Windows, Linux or Mobile Devices also partner network worldwide and its compatibility with Arduino gives support to this research. Arduino is a development board equipped with atmega microcontrollers, educational platform for teaching including complex systems concepts, programming, basic electronics, automation and robotics, is elected by the available documentation and the characteristics of free and open source. The project aims to address the high costs of software, hardware, lack of modularity and adaptability reduced. The validation process is still a business improvement project.

**Keywords:** data acquisition system, Arduino, open hardware, open source software.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cada vez son más comunes las tareas que requieren adquisición y procesamiento de datos, donde las tarjetas e interfaces comerciales tienen precios citados.

A continuación se presenta la génesis del proyecto que aprovecha las funcionalidades de las herramientas libres y de código abierto: Arduino y MyOpenLab. Los requerimientos del proyecto se enfocan en la disminución de los altos costos en

software y hardware de adquisición de datos, modularidad, capacidad de adaptación y cambio.

El proyecto se valida en un proceso de investigación formativa al interior del aula de un curso de adquisición de datos, en la Institución Universitaria.

Salazar y Herrera de la ciudad de Medellín, validándose mediante un proceso de mejoramiento empresarial en la entidad sin ánimo de lucro Corporación Lunamedia, empresa dedicada al desafío y producción de contenidos culturales, educativos y comunitarios.

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

La posibilidad que abre a las personas con ciertas limitaciones la educación basada en medios electrónicos o e-learning (personas con bajo nivel adquisitivo, que no cuentan con posibilidades de movilidad para centros de enseñanza, personas con algún grado de discapacidad o estudiantes con largos periodos de enfermedad), brindan una alternativa de formación que les permite alcanzar una mejor calidad de vida, sin embargo, se encuentran obstáculos en las asignaturas con gran contenido práctico.

Estudiar las tecnologías para la implementación e incorporación de nuevas innovaciones tecnológicas TICS, aplicadas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje y la inclusión de interfaces de adquisición de datos de bajo costo, con software y hardware libre y abierto, permiten grandes avances en la investigación y desarrollo de laboratorios virtuales y remotos, que apoyan las áreas de la ingeniería.

El desarrollo de este tipo de herramientas ha demostrado su pertinencia al enfrentar al profesional, ante situaciones reales, donde se interactúa directamente con los equipos y dispositivos físicos o con paquetes de software sofisticado al cual no tienen acceso usualmente los estudiantes en sus hogares.

El objetivo principal apunta a diseñar e implementar un prototipo de laboratorio virtual como herramienta educativa que pueda ser aplicable a cursos que involucren sistemas de adquisición de datos (Park & Mackay, 2003), cursos impartidos al interior de instituciones educativas dentro de asignaturas en los campos tecnológicos y de ingeniería, acompañando a esta componente, se busca permeabilizar el campo empresarial, donde la investigación muestra una componente aplicada mediante un proceso de mejoramiento empresarial para la Corporación Lunamedia

Los objetivos específicos apuntan a dos frentes; el software y el hardware, como herramientas necesarias dentro de los procesos teórico-prácticos en ingeniería, donde se requiere la implementación

De una interface de hardware abierto en la construcción del módulo de laboratorio que le permita comunicarse con sensores y actuadores, utilizar software libre y abierto de adquisición de datos que permita la comunicación con la placa escogida, para realizar las prácticas y la reducción de los costos de materiales en las prácticas de los estudiantes de áreas relacionadas con la adquisición de datos,

## 3. CONCEPTUALIZACIÓN

### 3.1. ¿Qué es Software Libre (Free Software)?

Es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre su producto adquirido, y por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, cambiado y redistribuido libremente. Según la Free Software Fundación (Stallman, 2004). "el software libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar el software y distribuirlo modificado"...

Se suele confundir con el software gratis pero es una acepción diferente, pues este bajo esta modalidad, no tiene costo para el usuario, pero puede traer muchas restricciones.

### 3.2. ¿Qué es Código Abierto (Open Software)?

Es el software que se distribuye junto con su código fuente, y con una licencia de uso que garantiza que quite lo adquiriere, puede estudiarlo, corregirlo, mejorarlo y adaptarlo a cualquier necesidad, adicionalmente, puede utilizarlo para cualquier propósito, tiene el derecho de redistribuirlo, siempre que preserve su carácter abierto.

El hecho de que el código fuente esté disponible y pueda ser modificado es la razón por la cual es habitual referirse a este tipo de software como "software de código fuente abierto" (en inglés, "open source software"), o simplemente software abierto.

### 3.3. ¿Qué es un Hardware Abierto (Open Hardware)?

Existen hoy en día miles de diseños de libre distribución y el Hardware Abierto (HA), busca solamente hacer más accesible esa información, sino el promover y dotar de marco jurídico al diseño libre con el fin de proteger y alentar a todos los desarrolladores de hardware (Stallman, 2004).

### 3. ¿Qué es Arduino?

Arduino es un entrenador de micro controladores muy difundido en el mundo por su fácil use y su gran equipo de desarrolladores y colaboradores.

..."Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar, Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos"... (Enriquez, 2009).



Fig 1\_ Arduina LINO  
Fuentes <http://www.arduino.cc/>

El micro controlador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (lenguaje propio basado en wiring un sistema y una tarjeta anterior diseñada por Diego Barragán, Colombiano) y el Arduino Development Environment (basado en processing un lenguaje de captura y visualiza datos, dirigido a diseñadores y profesionales del área grafica en su mayoría).

..."Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.). Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarlas pre ensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que es libre de adaptarse a las necesidades propias. Arduino recibió una mención honorífica en la sección Digital Communities del Ars Electrónica Prix en 2006."...(Enriquez, 2009).

..."Una de las características más importantes de esta plataforma de hardware es la posibilidad de construir las tarjetas en casa ya que sus componentes pueden encontrarse en las tiendas de componentes electrónicos y usando una protoboard o un circuito impreso muy fácil de producir puede construirse una tarjeta cuyo costo es muy bajo si lo comparamos con

otras plataformas de hardware libre. También existe una gran cantidad de proveedores que distribuyen la tarjeta en todo el mundo, como también un sin número de proyectos basados en la tarjeta base que adicionan características o hacen la tarjeta más asequible gracias a la naturaleza de hardware libre con la que se distribuyen los diagramas de la plataforma, es así como existen un sin número de tarjetas basadas en Arduino, como la ArduinoBT que adiciona un radio bluetooth para la comunicación inalámbrica, la Arduino Mega con un gran número de entradas y salidas para proyectos más grandes, tarjetas basadas en otras familias de micro controladores y la popular Freeduino, una tarjeta que puede crear fácilmente armada en casa que incluye el circuito impreso y todo el montaje es con componentes fáciles de soldar que no utilizan montaje superficial.

Adicionalmente existen tarjetas de expansión conocidas como Shields, las cuales pueden conectarse sobre la tarjeta Arduino de forma modular las cuales adicionan una característica específica a la plataforma, de tal modo que se pueden construir artefactos, los Shields se ensamblan unas sobre otras para lograr el conjunto de características buscadas y convirtiendo a la plataforma Arduino en una plataforma Modular de desarrollo de prototipos de hardware"... (Enriquez, 2009).

### 3.5. ¿Por qué Arduino?

Existiendo tantas otras micro controladoras y plataformas micro controladas disponibles para computación física. Pues de Microchips, frescales de Motorola, parallax de Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, entre otras ferias de funcionalidad similar. Todas las tarjetas de desarrollo de micro controlador en teoría tratan de crear un protocolo simple y lo encierran en un paquete fácil de usar.

Arduino también puede brindar ventajas especiales para docentes, estudiantes y enamorados de la tecnología sobre los otros sistemas: gran cantidad de colaboradores y apasionados de la plataforma Arduino, economía al ser comparada con otras plataformas, multiplataforma ejecutándose en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux e inclusive dispositivos móviles que permiten correr el runtime JIBE de Java, entorno amigable, simple y claro, de fácil aprendizaje y flexible para que los usuarios avanzados puedan aprovecharlo, código abierto y software extensible como herramienta de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados;

Puede ser expandido mediante librerías CH-F, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual esta. Basado, hardware extensible, pues está basado en micro controladores ATMEGA (Ver Fig. 1) de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo.

### 3.6. ¿Porque MyOpenLab?

Es un software de libre distribuido bajo licencia GPL (Ver Fig. 2) de código abierto, escrito en Java, multiplataforma y orientado a la realización de aplicaciones de modelado y simulación de sistemas físicos, electrónicos y de control con un amplio campo de aplicaciones.

El poder grafico do MyOpenLab y sus potencias de cálculo y proceso de datos le hacen candidato para la experimentación y elaboración de prototipos tanto en el aula y el laboratorio, así como en el hogar y la empresa. En este programa existe la posibilidad de conexión a través de los puertos USI3 del ordenador con el mundo físico a diversos tipos de hardware entre ellos se encuentra Arduino. (Ruiz, 2011)



Fig 2. \*Open Lab  
Fuente.- <http://myopenlab.de>

## 4. PLANTEAMIENTO Y REALIZACIÓN

Se planea una investigación sobre las placas y software disponibles en el medio para la adquisición de datos teniendo como la directriz principal que fuesen abiertos y libres, para posteriormente adaptarlos a las necesidades. Se tuvieron en cuenta restricciones de presupuesto y se realizó una búsqueda del software disponible, donde se encontró MyOpenLab como solución de bajo costo y gran versatilidad. En el trabajo de campo se encontraron placas como Freeduino (clon de Arduino de la Universidad Autónoma de Manizales), el Pinguino, con excelentes resultados de rendimiento y totalmente construable con materiales nacionales, finalmente se opta por Arduino UNO original hecho en Italia, con el que finalmente se realizaron las pruebas y la puesta a punto del sistema acorde a los

requerimientos iniciales.



Fig 3. Arduino en programa de Simulación  
Physical Etoys  
Fuente: elaboración propia

Se programa Arduino con la plataforma libre y totalmente abierta, la documentación se puede encontrar en <http://www.arduino.cc> por medio de la conexión USB sin necesidad de quemadores ni entrenadores de micro controlador, para poder comunicarse con MyOpenLab, se transfirió el programa a la placa y se realizaron las pruebas de simulación de sensores utilizando las entradas analógicas (Ver Fig. 3 y 4).

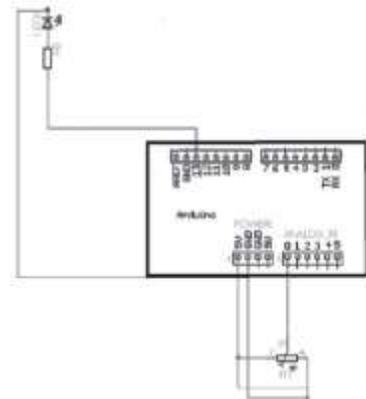


Fig 4. Esquema simplificado de E/S para conexión entre MyOpenLab y Arduino  
Fuente: elaboración propia basada en boceto de [www.myopenlab.de](http://www.myopenlab.de)

Se identificó el puerto COM al que se asoció la tarjeta Arduino UNO y se procedía a simular un sensor at que se le pidió al programa MyOpenLab que lo graficara y lo comparara con un nivel establecido para disparar una alarma o un actuador simulado con un led (Ver Fig. 5 y 6).

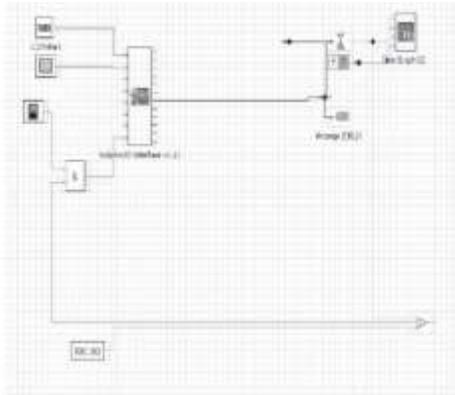


Fig 5. Pantalla del Programa realizado en MyOpenLab para adquirir datos por medio del Arduino  
Fuente: elaboración propia

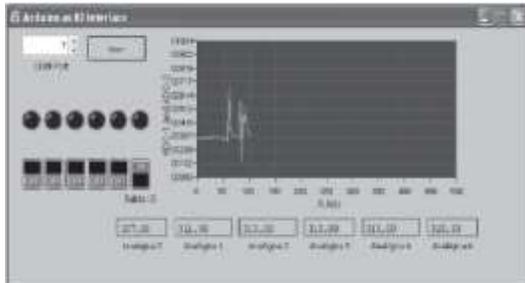


Fig. 6. Pantallazo Instrumento Virtual en MyOpenLab para adquirir y procesar datos por medio del Arduino  
Fuente: elaboración propia

## 5. RESULTADOS Y VALORACIÓN

Se realizaron pruebas de valoración del sistema en varios computadores incluyendo un notebook Samsung con Windows 7 donde se obtuvo un excelente rendimiento, aunque se dispararon varios fallos de software. En un computador de escritorio con Windows XP se obtuvo cero fallos, por lo que se recomienda en máquinas de estas características.

Se desarrolló una interface de adquisición y exportación de datos basados en software y hardware, tanto libre como abierto, con MyOpenLab se realizó toda la programación del

sistema con características muy interesantes como la comunicación con Arduino en el que se basó la investigación que puede aplicarse en sistemas complejos, programación, electrónica básica, automatización, y robótica, entre otros con su gran comunidad de aprendizaje que se pueden integrar algunos proyectos posteriores.

El sistema logrado es totalmente aplicable en múltiples campos tanto de la electrónica como de la automatización y la robótica (Pelz, 2006), adicionalmente abre el campo a futuras investigaciones que se vienen generando al interior de la escuela (San•, 2009) (Santamaría & otros, 2010), llevando a sistemas de fácil implementación adaptación a las necesidades de los diferentes laboratorios (Sant, 2009).

## 6. CONCLUSIONES

Versatilidad del sistema, donde la tendencia en el mundo se mueve hacia el hardware libre y abierto y a los sistemas de bajo costo, donde las alternativas comerciales son caras y con muchas restricciones.

La aplicación en el aula de este sistema (disponible en la actualidad como alternativa de trabajo al interior del curso de adquisición de datos en la Institución Universitaria Salazar y herrera).

Brindar alternativas de investigación y trabajo interinstitucional, tema que dio el surgimiento al Semillero de Robótica Educativa y Hardware Libre "ROEDHA LIBRE" como parte del grupo de investigación aplicada GIIA, de la Escuela de Ingeniería de la IUSH (Institución Universitaria Salazar y Herrera) y del grupo de investigación GARPE (Grupo de Automatización y Robótica Pedagógica) del Pascual Bravo.

Apertura a otras áreas de investigación como proyección a futuro con el desarrollo de un módulo de laboratorio de Robótica móvil, para apoyar proyectos en visión artificial e inteligencia computacional con Software y Hardware libre y abierto.

Reconocimiento mediante la participación en el V Salón de Inventores y Alta Tecnología Organizada por la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos (SAI) en el centro de Convenciones Plaza Mayor de Medellín a finales de 2011.

Divulgación de los procesos que nacen desde semilleros y que encuentran aplicación en la empresa, donde la propuesta fue merecedora de un sobresaliente en el encuentro regional de semilleros de investigación REDCOLSI 2012, adquiriendo así un reconocimiento y el aval para participar en el Toro internacional Supra-nivel de Ciencias e Ingenierías 2013 que se realizarán en Santiago de Chile,

Motivación de estudiantes a participar de procesos de investigación al interior de semilleros, generando gran expectativa en la comunidad académica y el interés de la industria como participantes activos dentro de alternativas que permiten alta escalabilidad y bajo costo en el desarrollo de proyectos.

Se plantea continuar con la segunda y tercera fase del proyecto en el que se está trabajando desde la Especialización Tecnológica en Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles (Petzold, 2010) y desde el Centro de Servicios y Gestión Empresarial Regional Antioquia del SENA, para poder integrar el estándar Java 3D y la plataforma Androide (o Windows Phone) para la Teleoperación (Gómez, Ollero, y García 2006) por medio de Dispositivos Mviles Celulares que integren el sistema de comunicación Bluetooth y una VPN (Segunda Fase del Proyecto), para conectarse a un plataforma de robótica de manipuladores (Ollero, 2007) al que se integrara un cortador Laser de Baja Potencia para fines académicos (Tercera Fase del Proyecto).

### RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a la Institución Universitaria Salazar y Herrera por su apoyo, colaboración y disponibilidad financiera para la adquisición de materiales e insumos. También, brindan un especial reconocimiento a la Red Tecno parque Colombia, Nodo Medellín, Regional Antioquia SENA por poner a disposición todo el equipo e instalaciones para las respectivas pruebas.

### REFERENCIAS

- [1] Enríquez, R. (2009). Guía de usuario de Arduino. España: Universidad de Córdoba.
- [2] Gómez, J., Ollero, A., & García, A. (2006). Teleoperación y Telerrobótica. Madrid: Prentice Hall. Pearson Education. Comité Español de Automática.
- [3] Ollero, A. (2007). robótica Manipuladores y robots móviles. México: Alfaomega-marcombo. Boxixareu Editores Barcelona.

- [4] Park, J., & Mackay, S. (2003). Data Acquisition for Instrumentation and Control System. Oxford: Elsevier.
- [5] PeIz, G. (2006). Sistemas Mecatronicos. Modelado y simulación con HDLs. México: Limusa Wiley.
- [6] Petzold, C. (2010). Windows Phone 7. Washington: Microsoft Press.
- [7] Ruiz, J. (2011). MyOpenLab. Madrid. Recuperado el Abril de 2013, de Una propuesta de utilización de Open Hardware y Software fibra GNU para el disco y simulación de prototipos en el laboratorio: [www.myopenlab.de](http://www.myopenlab.de)
- [8] Santamaría, J., & otros. (2010). Propuesta de diseño de un brazo robótico con cuatro grados de libertad, basado en análisis y ajuste de un prototipo. Quid. Vol. 10. Diciembre. IUSH., 35-44.
- [9] Sanz, F. (2009). Diseño, construcción y puesta en marcha de laboratorio portable de automatización industrial y diseño mecatronico. Quid. Vol., 9. Marzo. IU SH., 57-70.
- [10] Stallman, R. (2004). Software libre para una sociedad libre. Madrid: Traficantes de Sueños.