

**DEVELOPMENT OF A REMOTE ACCESS MICROCONTROLLERS  
LABORATORY****DESARROLLO DE UN LABORATORIO PARA MICROCONTROLADORES  
CON OPCIÓN DE ACCESO REMOTO****MSc. Cesar Augusto Rangel V.\*, PhD. Rafael Antonio Chacón R.\*\*  
Esp. José Antonio Araque Gallardo.\*****\* Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura**  
Km. 1 Vía a Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

E-mail: crangel17@hotmail.com, josearaque@unipamplona.edu.co

**\*\* Universidad Nacional Experimental del Táchira**

San Cristóbal, Táchira, Venezuela.

Tel. 58+ (276) 353-0422 , E-mail: rafa.anto@gmail.com

**Abstract:** This papers shows the process of design and implementing of a trainer module for Microchip PIC® microcontrollers, which consists a number of common peripherals such as keyboard, LCD screen, LEDs, among others, taking advantage of testing hardware remotely, through a user interface developed in Labview 8.6®, wich allows user does not have the need to be physically next to the module.

**Keywords:** microcontroller, remote laboratory, virtual instruments.

**Resumen:** El presente artículo muestra el proceso de diseño e implementación de un módulo entrenador para microcontroladores PIC® de Microchip, el cual consta de una serie de periféricos de uso común en esta área tales como teclado, pantalla LCD, diodos LED, entre otros, teniendo como ventaja la posibilidad de realizar pruebas en hardware de forma remota, a través de una interfaz de usuario desarrollada en LABVIEW 8.6®, lo que permite que el usuario no tenga la necesidad de estar físicamente junto al módulo.

**Palabras clave:** Microcontrolador, laboratorio remoto, instrumentación virtual.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los laboratorios con acceso remoto son sistemas de experimentación que permiten que un usuario interactúe de forma remota con las instalaciones o sistemas físicos de experimentación.

Un laboratorio virtual puede definirse como un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante el uso de tecnologías difundidas de

información y comunicación (TIC's) (*Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales*, UNESCO, 2000).

El presente trabajo pretende aprovechar el uso de las TIC para aumentar las posibilidades de acceso a herramientas de desarrollo en microcontroladores PIC a personas e instituciones que no cuenten con los recursos suficientes para adquirir una solución comercial de este tipo. La figura 1 muestra un diagrama de bloques del sistema que se ha desarrollado, en el cual se pueden distinguir dos partes fundamentales:

**Servidor:** Es el equipo donde reside la aplicación que permite la comunicación con la tarjeta de desarrollo, el software de programación del microcontrolador, un sistema de video que captura la escena del laboratorio físico y la aplicación de acceso remoto a través de internet.

**Tarjeta de desarrollo:** Es un circuito electrónico controlado a través de interfaz USB, en el cual se encuentran una serie de periféricos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

**Cámara de video:** Se utiliza como sistema de realimentación para que el usuario remoto verifique de forma visual los resultados de la prueba o práctica que esté realizando.

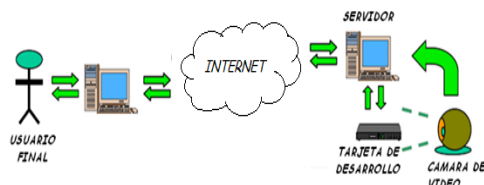


Fig. 1. Diagrama de bloques del Laboratorio con acceso remoto desarrollado.

## 2. DISEÑO DE LA TARJETA DE DESARROLLO

### 2.1. Diagrama en bloques

En la figura 2 se puede apreciar el diagrama de bloques resumido del hardware propuesto. La tarjeta de desarrollo representa la capa de hardware del sistema propuesto, es decir, la parte física del laboratorio. Para su diseño se tuvo en cuenta los periféricos más empleados en la asignatura de microcontroladores del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Pamplona: Pantalla LCD 2 x 16, Displays 7 segmentos, hardware para comunicaciones serie, drivers para motores de corriente directa y paso a paso, decodificador DTMF, dispositivos I2C y recursos de temporización.

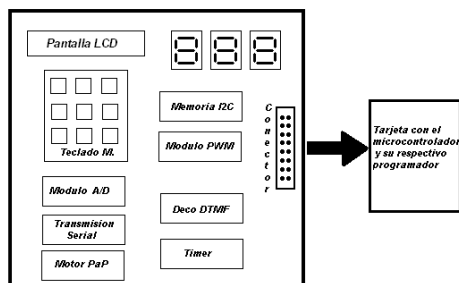


Fig. 2. Diagrama de bloques de la tarjeta

### 2.2. Desarrollo del hardware

Teniendo como referencia el diagrama de bloques de la figura 2, la tarjeta de desarrollo se diseñó en dos partes:

- Una tarjeta que cuenta con todos los periféricos necesarios para el desarrollo de prácticas y el microcontrolador de control.
- Una tarjeta que cuenta con el microcontrolador de pruebas y su respectivo hardware de programación ICSP (Programación en circuito).

El diseño de la tarjeta de desarrollo es complejo debido a la gran cantidad de conexiones necesarias y de los periféricos con los que cuenta. Para hacer más sencillo el ruteado de la PCB y de ofrecer una distribución más adecuada de los componentes se dividió en varias etapas:

- Conexión de potenciómetros análogos, digitales e indicadores LED.
- LCD, LCD gráfica, displays 7 segmentos y buffer para motor paso a paso.
- Teclado matricial, DTMF (Decodificador de tonos multi-frecuencia, PWM, Buzzer y Pulsadores.
- Conexión de dispositivos por bus I2C.

Para el diseño del circuito impreso se utilizó EAGLE Layout Editor<sup>®</sup> 4.5 de Cadsoft Computer. En la figura 3a se muestra el diseño de la PCB (tarjeta de circuito impreso) del sistema, mientras que en la figura 3b se muestra el diseño de la tarjeta del microcontrolador de prueba y el hardware de programación. En la figura 4 se puede apreciar el hardware implementado.

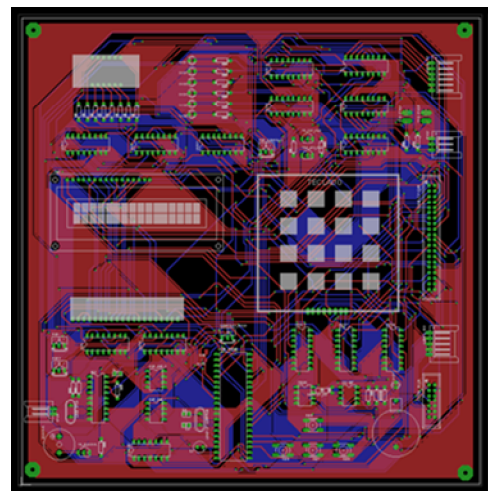


Fig. 3a. Diseño de la PCB de la tarjeta

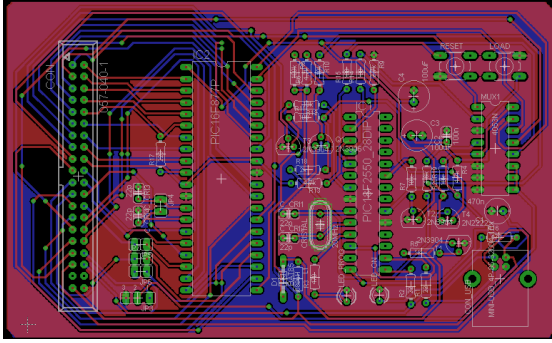


Fig. 3b. Diseño de la PCB de la tarjeta microcontrolador de prueba y hardware de programación.

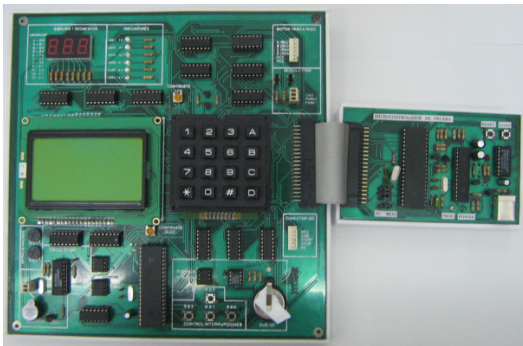


Fig. 4. Hardware del laboratorio remoto de microcontroladores

### 3. DESARROLLO DEL SOFTWARE

El laboratorio remoto cuenta con un *firmware* residente en un microcontrolador PIC18F4550 y una interfaz de usuario para computador desarrollada en *LABVIEW* 8.6.

#### 3.1. Firmware

El software residente en el PIC18F4550 se encarga principalmente de gestionar la comunicación entre el servidor y la tarjeta de desarrollo a través del puerto USB, además de ejecutar las configuraciones de conexión de los periféricos y el microcontrolador de pruebas según indique el usuario.

El código fue desarrollado en el compilador de alto nivel PIC-C compiler® de CCS y permite gestionar la conexión de los diferentes recursos hardware del sistema con el microcontrolador de prueba, a través de la multiplexión de los puertos de entrada-salida. Además permite la comunicación bi-direccional con el servidor por medio de la interfaz por bus serial universal (USB) en modo “BULK transfer”.

#### 3.2. Interfaz de usuario

Para el desarrollo de la interfaz de usuario se utilizó el software Labview 8.6® de *National Instruments*. Principalmente, la interfaz de usuario permite al usuario realizar las configuraciones necesarias en la tarjeta de desarrollo, así como de realizar la programación del microcontrolador de pruebas y ver en tiempo real el funcionamiento de la aplicación. La comunicación con la interfaz de usuario se llevó a cabo a través del puerto USB. En la figura 5 se puede apreciar la interfaz de usuario del sistema.

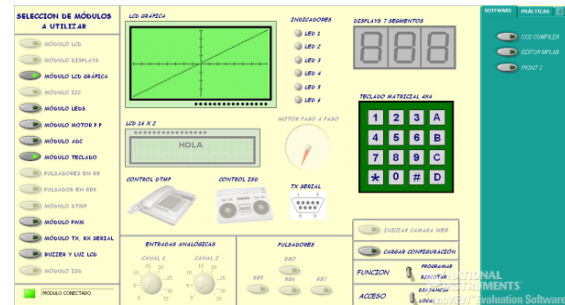


Fig. 4. Interfaz de usuario en Labview 8.6.

#### 3.4. Acceso remoto

Para el acceso remoto se trabajó una estructura tipo cliente-servidor en LabView, el cual cuenta con herramientas importantes para el monitoreo y control de sistemas de forma remota, esta herramienta permite por medio de una dirección URL que contenga la IP de la computadora, tener acceso a los instrumentos virtuales con solo tener una conexión a Internet.

### 4. CONCLUSIONES

Se desarrolló un banco de pruebas para microcontroladores Microchip, con los elementos básicos, para que los usuarios logren un buen desempeño en el área de los microcontroladores PIC. En ésta tarjeta se logró un excelente aspecto físico y un acabado con los mejores materiales, haciendo uso del laboratorio de microelectrónica del SENA en la ciudad de Bogotá.

Se realizó un acondicionamiento de los elementos principales, para poderlos controlar de forma remota.

Se implementó el software en Labview 8.6, logrando una apariencia agradable al usuario, esta

plataforma funciona perfectamente con la comunicación USB, pero se notó que requiere de muchos recursos de PC, además la adquisición de imágenes por la cámara web se ve afectada cuando accede remotamente con el Web Server de Labview.

Las guías de laboratorio elaboradas, buscan desarrollar competencias en los estudiantes en los diferentes dispositivos vinculados en el banco de pruebas. Éstas guías pueden ser cambiadas cuantas veces se requiera, puesto que depende de la imaginación del docente, para desarrollar proyectos con las diferentes combinaciones de los módulos del banco de pruebas

### REFERENCIAS

- Aliane N, Fernández J, Martínez A y Ortiz J, Un Laboratorio de Ingeniería de Control Basado en Internet. Información Tecnológica – Vol. 18 N° 6 - 2007
- Antolí, J. Peiró, J. Soler S. Proyecto PAEEES 04/993 UPV. Grupo A01-A04. Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Marzo 2005
- Candelas F, Torres F, Gil P, Ortiz F, Puente S, Pomares J, (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial, Vol 1, Num 2.
- Corrales L. Los laboratorios virtuales en la asignatura protecciones eléctricas. (2002)VIII congreso internacional de informática en la educación, Universidad de Camagüey.
- Chacón, R. Hernández, E. Laboratorio remoto de máquinas de corriente alterna, Universidad Experimental del Táchira, Octubre, 2008).
- Chaparro, F. La Universidad de Investigación: Requerimientos e Indicadores de Calidad. Universidad del Rosario, Mayo, 2007).

Dean, R. La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería y la innovación tecnológica. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), 2002.

Rosado L, Herreros J, (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias, Madrid, UNED, pp. 415-603, 2002.

Salaverría A, Ferreira F, Martínez J, Dacosta J y Mandado E. Laboratorio virtual para el autoaprendizaje de la electrónica aplicada. Congreso TAAE 2006.

Olivares J, Merino A, Palomares J y Montijano M, (2005). Laboratorio virtual para la programación de FPGAs. VII Simpósio Internacional de Informática Educativa – SIIIE05, Leiria, Portugal.

### SITIOS WEB

- Turón R, Picos R, Roca M. Experimentos de electrónica a través de internet. <http://www.upc.edu/euetib/xiicuiet/comunicaciones/din/comunicaciones/113.pdf>
- Urretabizkaya R, Oleagordia I, Ordaz A, Noriega A. Control Remoto de un Servomecanismo en Tiempo real. (2005) <http://www.euitt.upm.es/taee06/papers/S9/p136.pdf>
- Zubía J, Sáenz J, Diseño de laboratorios remotos virtuales: WebLab. (2005) <https://weblab.deusto.es/mediawiki/images/d/d5/JENUI-2005.pdf>