

SISTEMA DE DESARROLLO PARA MICROCONTROLADORES

Apolonio Ata P., Nicolás Quiroz H., Mario Bustillos D.,
Gabriel Juárez D., Gerardo Martínez G., Selene Montes F.
Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
apolonio@cs.buap.mx, nquiroz@cs.buap.mx

RESUMEN.

Para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos donde se utilizan microcontroladores, se diseñó y construyó un kit de desarrollo basado en microcontroladores: PIC18F4550 y PIC6F877A. Se realizó un análisis de donde se presentaban mayores problemas al realizarlas prácticas. Permitiendo ver las características que debía tener el kit. Éste es usado como material didáctico en las prácticas de laboratorio de los cursos de la Facultad de Ciencias de la Computación (FCC). El sistema desarrollado permite aumentar el número de prácticas hasta un 50% más. Proyectos con mayor complejidad.

Palabras Clave: Kit de desarrollo, programador, microcontroladores.

ABSTRACT.

To support the process of teaching-learning of the courses where microcontrollers are used, designed and built a development kit based on microcontrollers: PIC18F4550 and PIC6F877A. An analysis of where major problems had to implement practices was conducted. Allowing you to see the characteristics that should have the kit. It is used as teaching material in the laboratories of the courses of the Faculty of Computer Science (FCC). The developed system allows increasing the number of practices up to 50% more. Projects with greater complexity.

Keywords: development board, programmer, microcontrollers.

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de los cursos de Microcontroladores impartidos en la FCC se hacían utilizando componentes discretos armados en una tablilla de experimentos (*breadboard*), al realizar un análisis de los problemas recurrentes que se tiene en los cursos, se encontró:

- a) Problemas en el alambrado del circuito
- b) Falsos
- c) Pérdida de tiempo al alambra

El alambrado de un circuito no es un objetivo del curso. Este tiempo se puede ocupar para que el alumno se enfoque en el problema que quiere resolver y en las técnicas para resolverlo.

En prácticas de mayor complejidad el alambrado presenta problemas y no funcionan las prácticas, provocando frustraciones en los alumnos.

Para los proyectos finales de curso se usan las tarjetas comerciales [1], existentes en el laboratorio. Cuando en estas se ocasiona algún daño, las tarjetas quedan inutilizables. Las tarjetas dañadas son difíciles y costosas de reparar y generalmente se desechan, un problema similar se tiene con los programadores de microcontroladores.

Debido a cuestiones de presupuesto no es posible reponer de inmediato las tarjetas dañadas causando inconvenientes a los alumnos, por esta razón se decidió construir un sistema de desarrollo propio que se ajuste a los requerimientos del curso y al ser de construcción propia su mantenimiento es sencillo y económico.

Con este análisis se propuso diseñar y construir un sistema de desarrollo basado en los microcontroladores PIC18F4550 y PIC16F877A para ser usado en los cursos de microprocesadores, con el fin de mejorar y apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos.

2. DESARROLLO

Para la selección del microcontrolador se eligió uno que cubriera las necesidades de las prácticas y el proyecto final del curso, y sus herramientas de desarrollo en hardware y software. Al analizar las opciones se decidió trabajar con los microcontroladores de las familias PIC16 y PIC18 de la compañía Microchip el primero para un nivel básico y el segundo para cursos avanzados [2].

Una parte importante del sistema es el módulo de programación, el cual también fue construido y es compatible con el software de la compañía Microchip.

2.1. Características del sistema

Funciona con los microcontroladores de 40 pines de la compañía microchip, en particular con los microprocesadores PIC16F877A y PIC18F4550, la tarjeta cuenta con jumper de configuración.

Tiene acceso directo a los 5 puertos: A, B, C, D y E, por medio de un conector macho de 2x5 terminales, 8 terminales para los pines de cada puerto, más 2 terminales para alimentación (5 V y Tierra). La Figura 1 muestra el conector del puerto C.

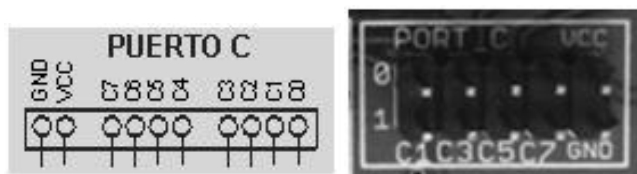


Figura 1. Conector 2x5 del Puertos C

Tiene un conector de 1x16 para soportar un LCD comercial de 16x2, el conector se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Conector 1x16 para el desplegador LCD16x2

Tiene un arreglo de 8 leds conectados al Puerto D con un jumper para habilitar su funcionamiento. La Figura 3 muestra el arreglo de los leds.



Figura 3. Arreglo de 8 leds

Tiene dos pulsadores conectados a las terminales E0 y E2 como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Pulsadores E0 y E2.

Además tiene 2 conectores hembra de 1x3 para las entradas analógicas A0 y A3 del puerto A. La Figura 5 muestra los dos conectores, los conectores tienen alimentación de 5 V y un pin (A0 y A3) del PIC, está diseñado para conectar un trimpot para realizar pruebas al utilizar el ADC interno del PIC.



Figura 5. Conectores 1x3 para entradas analógicas.

Tiene un conector de programación ICSP (*In Circuit Serial Programming*), para que se pueda programar sin necesidad de quitar el microcontrolador de su base en la tarjeta (Figura 6).



Figura 6. Conector 1x5 para el ICSP (In Circuit Serial Programming),

Dos conectores macho de 1x3 para manejar las salidas PWM C1 y C2 del puerto C. La Figura 7 muestra los conectores 1x3 asignados.



Figura7. Conectores 1x3 para salidas PWM.

Tiene un conector para montar un CRISTAL de cuarzo. Opción para utilizar dos tipos de conector: USB estándar (Figura 8a) o mini USB (Figura 8b).

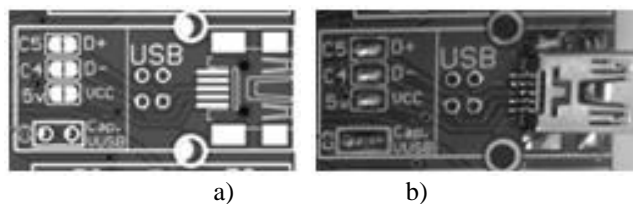


Figura 8. Conector USB

Modulo para comunicación I2C [3] para conectar un Reloj de Tiempo Real con Calendario (RTCC, DS3017), y una Memoria EEPROM serial (24LC256), se tiene disponible dos bases de 8 pines para conectar los integrados como muestra la Figura 9.



Figura 9. Bases para conectar una memoria (24LC256) y el RTCC (DS1307)

Para la fase de simulación del diseño y pruebas de los programas se utilizó el software "Proteus V8" versión demo de la compañía Labcenter [4]

2.2. Diseño y fabricación del circuito impreso

Para el diseño del circuito impreso se utilizó el programa EAGLE versión 6.4 de la compañía Cadsoft [5] la Figura 10 muestra el circuito impreso ya diseñado.

Con respecto a las dimensiones del circuito se maneja las dimensiones de 10x5 cm que genera un circuito pequeño para que pueda ser integrado fácilmente en diversos proyectos.

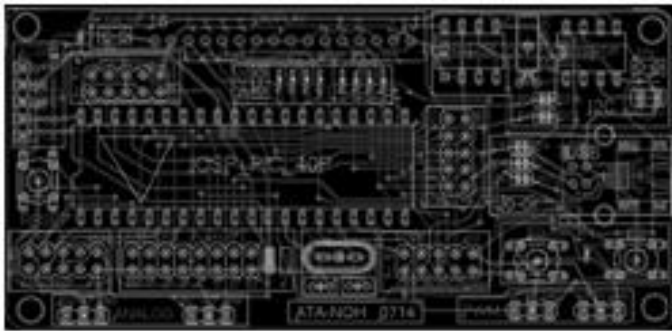
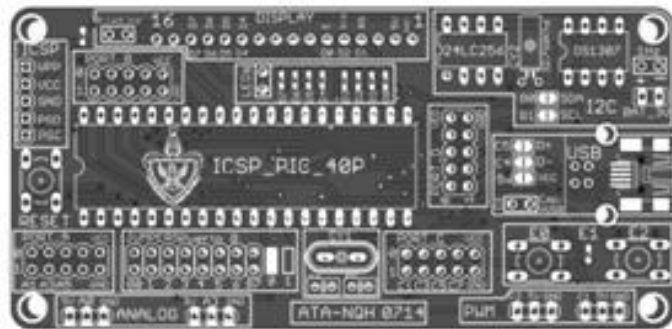
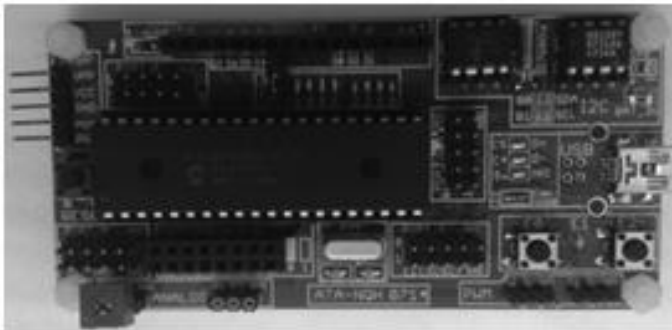


Figura 10. PCB de la tarjeta de desarrollo

Para la fase de prueba se fabricaron 10 circuitos impresos, posteriormente se montaron los diferentes componentes en el impreso, la Figura 11 muestra la tarjeta antes y después de ser ensamblada utilizando el PIC18F4550.



a)



b)

Figura 11. Tarjeta antes (a) y después (b) de ser ensamblada.

2.3. Programador

Una parte importante del sistema de desarrollo es el programador del microcontrolador, se analizaron diferentes diseños existentes en internet y se escogió uno que fuera fácil de usar y funcionara vía USB.

El diseño seleccionado es un diseño basado en el microcontrolador PIC18F2550 compatible con la aplicación PICKIT2 y MPLAB de la compañía Microchip. Además puede funcionar como

- Convertidor de USB – UART
- Módulo de Entradas y Salidas Digitales
- Analizador de Señales lógicas
- Depurador *In Circuit* de programas con MPLAB

El diseño original [6], se modificó para ser armado con componentes de superficie (SMD) con el objetivo de reducir su tamaño y costo.

La Figura 12a muestra el PCB con 5 programadores y la Figura 12b muestra el programador ensamblado y listo para usarse.

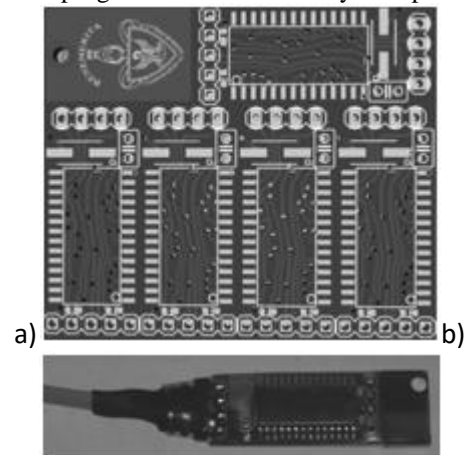


Figura 12. PCB del programador (a) y programador ensamblado (b).

3. PRUEBAS

Se fabricaron 10 tarjetas de desarrollo para la fase de pruebas. Posteriormente se hicieron 20 para usarse en los cursos de microcontroladores.

Los sistemas se armaron y probaron en los laboratorios de la FCC.

Para las pruebas de la tarjeta se utilizó el compilador PIC C de la empresa *Custom Computer Service (CCS)* [7], también se diseñaron y probaron los programas [8] para manejar los componentes del sistema

Para las pruebas del programador se utilizaron los microcontroladores PIC18F4550, PIC18F2550, PIC16F84,

PIC16F628, PIC16F877A y PIC16F887 existentes en el laboratorio. Se desarrolló un programa que muestra una secuencia de leds para probar el funcionamiento del programador. La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 1. Resultados de las pruebas del programador

PIC	No de pruebas	Exitosas	Fallidas
18F4550	20	19	1
18F2550	20	19	1
16F877A	20	20	0
16F887	20	20	0
16F84	20	20	0
16F628	20	19	1

De los resultados mostrados en la Tabla 1 el programador tiene 95 % de efectividad. Los casos fallidos son atribuidos a la comunicación.

La Figura 13 muestra el sistema armado para una práctica con un módulo Bluetooth, se puede apreciar del lado izquierdo el programador y en la parte inferior el módulo bluetooth y el cable mini USB que alimenta la tarjeta.

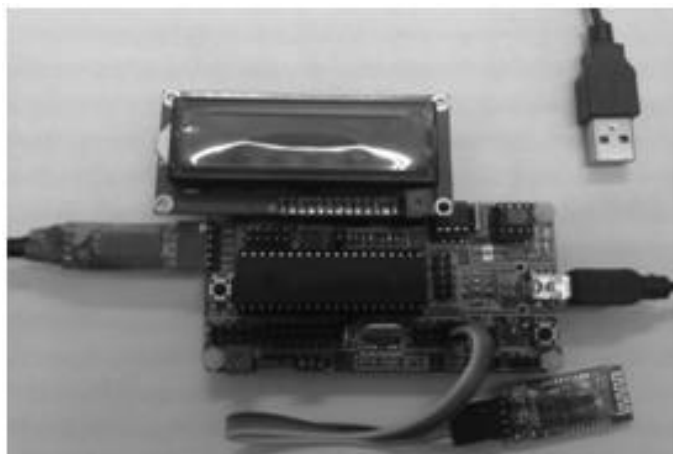


Figura 13. Practica de Bluetooth y comunicación vía USB

Al usar el sistema en los cursos se redujo el tiempo de desarrollo de las prácticas y se pudo aumentar el número de prácticas (Tabla 2). Abordando nuevos temas que no se cubrían anteriormente.

Al usar el sistema como base del proyecto final del curso el tiempo empleado se reduce y fueron de mayor complejidad los

proyectos. Las Figuras 14, 15, y 16 muestran algunos ejemplos de los proyectos realizados por los alumnos.

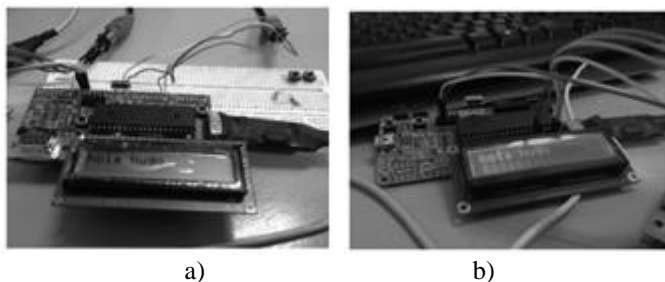


Figura 14. Chat para probar la comunicación serial y PS2, la figura a) y b) son los mismos sistemas.

El Chat de la Figura 14, muestra dos transceptores seriales para realizar la comunicación entre dos microcontroladores, los mensajes se muestran en un LCD16x2, y se utilizan 2 teclados PS2 de PC para enviar los mensajes.

La Figura 15 muestra el control de servomotores controlados por PWM para armar un brazo robótico.

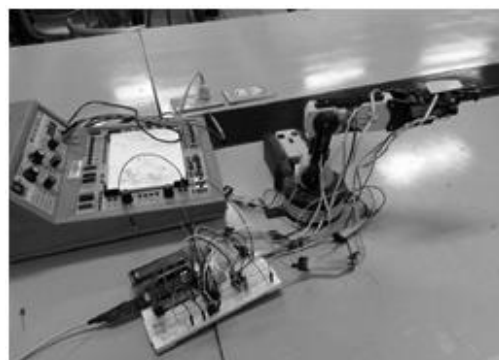


Figura 15. Control de un brazo robótico.

Finalmente se muestra una maquina despachadora de dulces, la cual maneja un teclado matricial, un LCD16x2 y servomotores (Figura 16).



Figura 16. Maquina despachadora de dulces.

Otros proyectos realizados son control de actuadores y sensores por Ethernet, comunicación NFC, manejo de memorias SD, etc.

En la Tabla 2 muestra los valores promedios de los proyectos finales de los cursos, también se incrementó el porcentaje de funcionalidad de los proyectos. Y se disminuyó el tiempo promedio para realizar el proyecto.

Tabla 2. Valores promedio de los proyectos realizados

Proyectos	Sin Tarjeta	Con tarjeta
No periféricos utilizados	2	4
% de funcionamiento	70	92
Tiempo de desarrollo	2 a 3 semanas	1.5 a 2 semanas

El sistema se ha usado en los cursos de microcontroladores de la FCC en los periodos de otoño 2014, primavera 2015 y verano 2015. La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 3. Relación de prácticas elaboradas en los años 2014 y 2015.

Curso	Profesor	Numero de prácticas	
		Sin el sistema	Con el sistema
Microprocesadores Otoño 2014	A	10	15
Microprocesadores Primavera 2015	B	5	8
Microprocesadores Primavera 2015	C	8	12

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son satisfactorios debido a que la calidad de los proyectos mejoro, como muestra la tabla 2. Se ocupan más periféricos en cada uno de los proyectos, la funcionalidad de los mismos aumento más de un 20%, así como el tiempo de elaboración disminuyó. El número de prácticas con la utilización de la tarjeta aumentaron un 50% aproximadamente (Tabla 3).

Anteriormente un equipo compraba sólo una tarjeta comercial por equipo, la tarjeta desarrollada es adquirida por más de un integrante del equipo, por su costo accesible. Aumentando considerablemente las horas de interacción con la tarjeta mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que no sólo trabajan en las horas de laboratorio sino también fuera del mismo, debido a que también tienen el programador.

5. CONCLUSIONES

Se mejora la calidad de las prácticas y de los proyectos realizados en los cursos.

Al dañarse algún elemento dela tarjeta se repara en la misma facultad. Esto permite no tener retrasos en el laboratorio. Al ser un diseño propio el mantenimiento correctivo se reduce al mínimo, esto le da más confianza al alumno para manipular el sistema y probar nuevos diseños.

Con la baja en los costos de fabricación de circuitos impresos y la disposición de componentes a bajo costo, es posible la fabricación de sistemas de desarrollo diseñados a la medida para cubrir los objetivos de un curso de microprocesadores.

Los alumnos muestran mayor interés en el desarrollo de sus prácticas y proyectos, debido a que pueden trabajar con el sistema fuera del horario de laboratorio.

El número de prácticas del curso y la complejidad del proyecto aumentaron.

6. REFERENCIAS

- [1]Mikroelektronik ,[en línea] disponible <http://www.mikroe.com/pic/development-boards/> sitio visitado 2014.
- [2]Microchip Technology Inc, PIC18F2455/2550/4455/4550, Data sheet, USA 2006
- [3] E. Palacios, F. Remiro Microcontrolador PIC16F84, Alfa omega, 2006 Paginas 332-339
- [4]Lab center electronic [en línea], disponible <http://www.labcenter.com/index.cfm>, sitio visitado 2014
- [5]Cadsoft [en línea], disponible <http://www.labcenter.com/index.cfm>, sitio visitado 2014
- [6] Felixls [en línea], disponible <http://sergiols.blogspot.mx/search/label/PICKit2Clone>, visitado 2014.
- [7] Custom Computer ServiceInc. [en línea], disponible , <http://www.ccsinfo.com/>, visitado 2014
- [8] E. García B. Compilador C CCS y simulador Proteus para Microcontroladore, Alfaomega, 2008