

COORDINACIÓN CURRICULAR EN LA ELECTRÓNICA ACTUAL: INTEGRACIÓN DEL MICROPROCESADOR EN LOS SISTEMAS DE MEDIDA

*Félix Biscarri Triviño,
Alberto Molina Cantero,
Miguel Angel Leal Díaz y
Antonio Barbancho Concejero
Escuela Universitaria Politécnica
Dpto. de Tecnología Electrónica*

RESUMEN

Se ha propuesto y llevado a cabo el diseño de un material didáctico sobre la adaptación de uno de los elementos de mayor desarrollo actual en la electrónica (el microprocesador) a uno de los campos clásicos de la enseñanza de la misma (la electrónica de medidas).

ABSTRACT

The aim of this paper is to present a team effort in education innovation: the development of an education material to join measurement systems teaching and microprocessor teaching.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En primer lugar, no existe un material didáctico como el que se ha desarrollado. Sería de extrema utilidad para el desarrollo curricular de los estudiantes de ingeniería electrónica. No existe en la enseñanza actual una asignatura que contemple, integrados, los diseños de electrónica de medida y la capacidad de control del microprocesador. La enseñanza práctica de estos temas abre la puerta a nuevas posibilidades en la enseñanza de la electrónica (Figura 1).

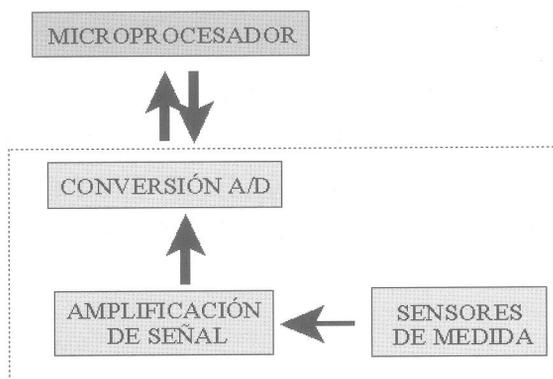


Figura 1: Interacción Microprocesador/ Sistema de medida

La mejora de la calidad de la enseñanza universitaria de la electrónica pasa, o puede pasar, por la realización de montajes prácticos que incluyan materias de dos o más asignaturas. La elaboración del material didáctico que se propone aquí ha pretendido, por una parte, probar esta hipótesis mediante una evaluación rigurosa y continua por parte del grupo humano interviniente (profesores y alumnos) y por otra el uso de elementos de futuro en la enseñanza (en el caso de la electrónica, la inteligencia distribuida o control mediante microprocesador).

OBJETIVOS

La elaboración de un material didáctico completo sobre la adaptación y utilidades del microprocesador en la electrónica de medida. En un primer paso, este material se ha elaborado en forma de fichas que contengan prácticas estructuradas en orden creciente de dificultad y todas de aplicación práctica. Un futuro sería la elaboración de un material multimedia online.

CONTENIDOS DESARROLLADOS:

Los contenidos desarrollados se detallan a continuación:

- 1) Estudio de varios microprocesadores: MSP430F149 (Texas Instrument), PIC 16F84, PIC16F876, así como elementos periféricos (E²PROM, timers, ...). Conjunto de instrucciones. Lenguaje de programación. Ejercicios prácticos.

- 2) Estudio de los sistemas de medida más comunes. Ejemplos prácticos como medidas de presión y temperatura. Medida diferencial. Amplificación. Conversión Analógico-Digital. Ejercicios prácticos.
- 3) Sistema de medida con control por microprocesador. Posibilidades. Redundancia de información y control de calidad.

METODOLOGÍA, ACTIVIDADES, SUJETOS Y CONTEXTO

Se ha formado un grupo de trabajo reducido, para un control realista, dada la disponibilidad de tiempo tanto de los profesores como de los alumnos. Está compuesto por 4 profesores y 2 alumnos. Planteado desde un punto de vista eminentemente práctico, se han elaborado una serie de prácticas que los alumnos han llevado a cabo en el laboratorio del Dpto. de Tecnología Electrónica de la Universidad de Sevilla. Un resumen de las mismas se adjunta en este artículo. No se pretende describirlas con detalle, sino dar una idea de que campos abarcan y de la filosofía de trabajo. Si desea más detalles, con gusto le ampliaremos la información. Contacte con Félix Biscarri (fbiscarri@us.es).

TEMPORALIZACIÓN Y EVALUACIÓN

Se ha desarrollado durante todo el curso académico 2002-2003, con reuniones bisemanales. Se ha planteado en términos de evaluación continua, tanto por parte del alumno como de los profesores encargados.

PRÁCTICAS DESARROLLADAS

PRÁCTICA 1:

Aplicación de Microcontrolador MSP430F149 (Texas Instrument) como Convertidor Analógico-Digital.

Objetivos:

Esta primera práctica inicia al alumno en el manejo de un microcontrolador dentro de un sistema de medida. Se propone en ella el diseño de un programa que:

- 1) Active una señal de salida.
- 2) Mida la tensión procedente de un transductor, comprendida entre 0 y 2.5 Voltios.



- 3) Si la tensión medida sobrepasa un nivel prefijado, promedie las últimas 16 medidas y desactive la salida anteriormente activada.

Desarrollo y equipos necesarios

Para llevarla a cabo debe realizarse un aprendizaje previo del conjunto de instrucciones del microcontrolador MSP430F149 de Texas Instrument, de reciente aparición (finales del año 2000). Las principales características de este microcontrolador son:

- Baja tensión de alimentación, de 1.8 a 3,6 V.
- Convertidos A/D de 12 bits, con referencia interna, Sample-and-hold.
- Arquitectura RISC de 16 bits.
- Arquitectura UltraLow_Power
- 48 pines de entrada/salida programables.
- 60KB de memoria Flash y 2KB de RAM

Hardware

Se utilizará la herramienta de programación del micro, MSP430 Flash Emulation Tool (F.E.T.), que se puede adquirir directamente de Texas Instrument.

El único Hardware que se utilizará es un cristal de 2,4576 Mhz como Reloj del sistema, el cual, se conectará a los terminales 8 y 9 del F.E.T. con sus correspondientes condensadores en función del fabricante.

Como transductor podemos utilizar cualquiera que tenga una salida de 0 a 2,5 V. así el transductor puede ser de tensión, temperatura, humedad relativa... La salida del transductor se conectará al pin 59 del F.E.T. La salida (pin 12) se conectará a cualquier dispositivo, por ejemplo a un driver para motores de continua, como salida a transistor....

Software

El software que a continuación se ofrece fue realizado mediante la aplicación IAR Embedded Workbench que se puede obtener con el Flash Emulation Tool. El programa se realizó en "C" al ser uno de los lenguajes de programación mas extendidos.

PRÁCTICA 2:

Frecuencímetro basado en el PIC 16F84.

Objetivos:

A continuación vamos a desarrollar un medidor de frecuencias de rango bajo (frecuencímetro para baja frecuencia), basado en el microcontrolador PIC 16F84.

Desarrollo y equipos necesarios

Es una práctica tan enriquecedora como barata, pues para implementarlo tan sólo hemos necesitado dicho microcontrolador (con su entorno de desarrollo, por supuesto) y un LCD en el cual representaremos nuestros resultados. Además obtendremos un instrumento de medida cuya utilidad es incuestionable en cualquier laboratorio de electrónica.

La parte de adaptación se señal no la abordaremos en esta práctica por quedarse fuera del contexto que tratamos aquí, por ello las señales a medir por nuestro frecuencímetro deben ser cuadradas entre 0 y 5 voltios. Cualquier otra no será medida o incluso podremos a llegar a deteriorar el microcontrolador.

El programa que hemos desarrollado es completamente funcional, cumpliendo su cometido perfectamente, pero se ha de destacar que su estructura se orienta más hacia el aprendizaje, fácil comprensión y modificación, que a un algoritmo eficaz y complejo. Constará de rutinas de cálculo aritmético-lógico, de manejo de periféricos internos (timers y puertos), así como manejo de periféricos externos (LCD).

Por tanto es indispensable que, antes de acometer la realización de esta práctica, se tengan unos conocimientos generales sobre programación en ensamblador así como del microcontrolador PIC 16F84.

Con todo ello tratamos de introducir a la programación avanzada de microcontroladores en lenguaje ensamblador con un ejemplo de complejidad media, resuelto en su totalidad.

PRÁCTICA 3

Proyecto completo de Insoladora controlada por el PIC 16F876.

Objetivos:

El objetivo del proyecto es la construcción de un insoladora controlada por el PIC16F876 (Figura 2) , y completada con sus periféricos (E²PROM, timers , Conversores analógico-digital). Se proponen dos modelos a construir, pudiendo uno de ellos dividirse en otros 4 (Figura 3).

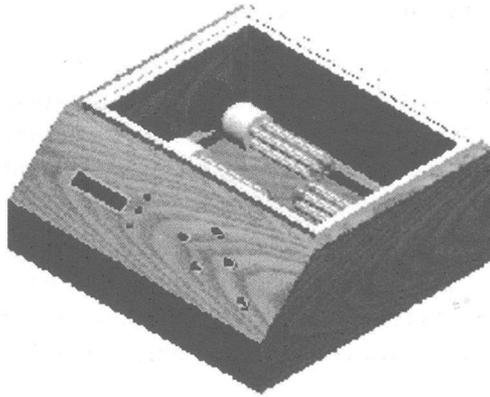


Figura 2: Realización práctica propuesta.

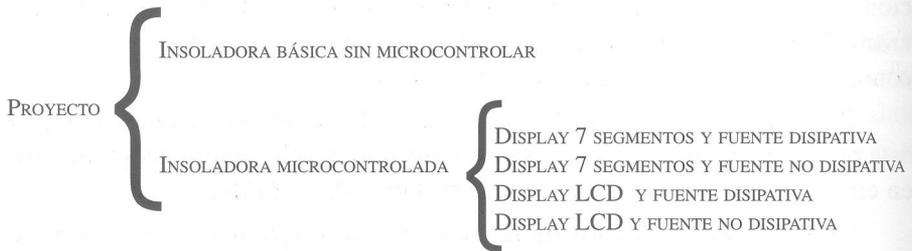


Figura 3: Posibilidades de la práctica 3.

Se han utilizado lámparas de ahorro de energía, debido a su bajo coste, en todos los pasos. Todos los modelos han sido construidos y probados.

Desarrollo y equipos necesarios

Se procederá a describir los 5 módulos principales que forman este proyecto.

1º - Display de 7 segmentos (Figura 4):

Debido a la simpatía que este tipo de display produce, siendo incluso utilizados en algunos monoplazas de F1 por su magnífica visibilidad, y debido a que es aconsejable la realización de la insolación en un cuarto semioscuro u oscuro, se decidió su implementación para este proyecto, mediante un diseño propio para poder añadir el carácter «:» y 8 diodos leds externos de señalización.

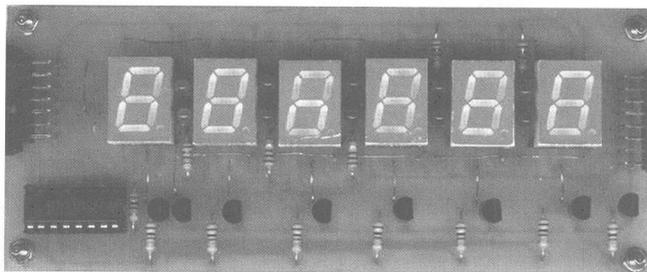


Figura 4: Display de 7 segmentos

¿Cómo funciona? Este tipo de displays funciona aprovechando un defecto del ojo humano, el cual tiene una retentividad relativamente alta de la luz, que aumenta con su intensidad. De esta manera si encendemos una luz un tiempo muy corto suficiente para excitar al ojo y apagamos la luz durante unos 20 ms. y volvemos a encender la luz para volver a excitar el ojo, el cerebro tiene la sensación de un punto emisor de luz de intensidad constante (aunque realmente no lo sea, a esta frecuencia se produce también un efecto de cansancio de vista por el parpadeo), este efecto es utilizado en TV, cine y por lo general en cualquier sistema que genera una imagen.

En este caso particular se enciende los displays de 7 segmentos uno a uno cada 1 ms. , de esta manera alcanzamos una frecuencia de 125 Hz que produce el mismo efecto en el ojo y no cansa la vista.

2º - Display LCD:

Display LCD (Figura 5) como tal no se podría considerar como módulo, pero en este caso se han añadido una serie de extras. El display LCD irá conectado al mismo conector que el de 7 segmentos, y se utilizará en modo de bus de datos de 4 bits, los pines sobrantes se utilizarán para 3 diodos señalizadores de estado.

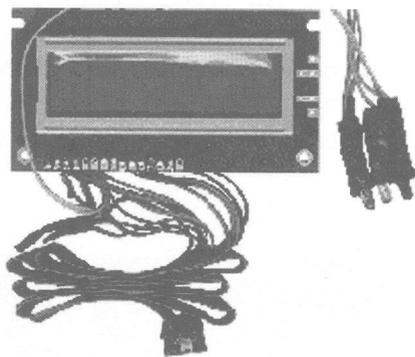


Figura 5: Display LCD

3º - Placa base:

Este módulo es el «cerebro» de la insoladora pudiendo subdividirse en 3 bloques y 4 conectores.

- a) Bloque de sensores: En este se encuentran los circuitos de acondicionamiento de señal para los sensores que pasan su valor a las entradas analógicas del microcontrolador.
- b) Bloque decodificador de teclado: En este bloque un circuito integrado se encarga de convertir la pulsación de una tecla de una tecla en un número binario que se pasa al bloque del microcontrolador.
- c) Bloque del microcontrolador: Consta del microcontrolador con sus circuitos necesarios para su funcionamiento como el cristal de cuarzo y el circuito de reset.
- d) Conector de sensores (CON5): Se le conectarán el sensor de alimentación y los dos sensores de iluminación.
- e) Conector de display (CON2): Se conectarán los displays disponibles para este proyecto.
- f) Conector de teclado (CON3): Se conectarán los pulsadores del banco de control.

- g) Conector de alimentación y actuadores: Esta conexión realiza dos misiones. Aporta la alimentación para toda la circuitería y conecta este módulo con los actuadores de las lámparas.

4° - Fuente de alimentación disipativa y relés (Figura 6):

Este módulo lo forman dos bloques principales:

- a) Bloque de alimentación: Consta de un rectificador de doble onda en puente, que alimenta a dos estabilizadores disipativos para conseguir 5 voltios para alimentar la circuitería de la placa base mediante un L7805, y 12 voltios para el circuito de activación de los relés mediante un L7812.
- b) Bloque de actuadores: Consta de 2 relés, que se activa mediante una tensión de 12 voltios aplicada mediante un transistor en modo de interruptor. Estos relés realizan la importante acción de la conmutación de las lámparas y el aislamiento galvanico de la red con la circuitería de la insoladora.

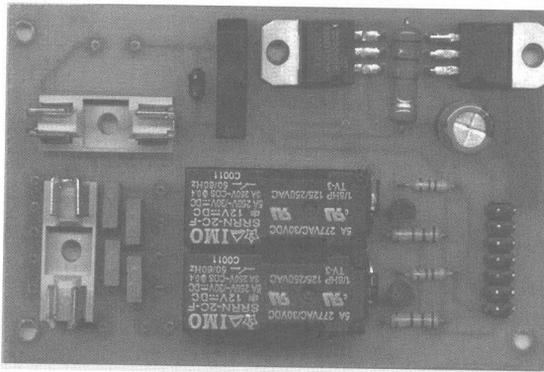


Figura 6: Fuente de alimentación disipativa y relés.

5° - Fuente de alimentación no disipativa y optoactuadores:

Similar al módulo anterior, con la diferencia en que se ahorra un 50% de energía en baja tensión debido a su bloque de alimentación.

- a) Bloque de alimentación: Consta de un rectificador de doble onda en puente, que alimenta a un circuito conversor DC-DC que puede llegar a realizar una conversión energética con un 80% de efectividad.

b) Bloque de actuadores: Este bloque de actuadores es el más complejo, ya que debido a la necesidad de un aislamiento entre la red de 220 voltios y la circuitería de la insoladora se tuvieron que colocar unos optotriacs que atacaban a los triacs de potencia, estos componentes en primera aproximación se comportan como interruptores, con la simple adición de un circuito amortiguador (snubber)

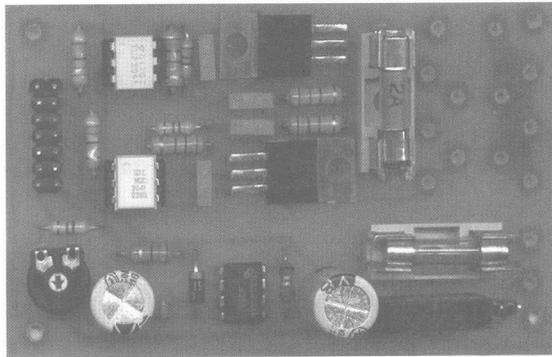


Figura 7: Fuente de alimentación no disipativa.

Funcionamiento de la insoladora

La insoladora está controlada totalmente por el microcontrolador, siendo este el encargado de realizar el calentamiento inicial de las lámparas de ahorro de energía, de su encendido y apagado en la insolación.

Las lámparas de ahorro de energía tienen una característica negativa, que es su necesidad de calentamiento del gas que encierra (ionización) para poder dar su máximo de luminosidad. Para ello se han implementado unos transistores, cuya base es excitada por la luz de las lámparas, de esta manera podremos medir parte de la radiación que emiten. En la Figura 8 se muestran los espectrogramas de las lámparas de ahorro de energía (verde), actínicas (azul), negras (amarillo), y la del sensor (negro). Es deducible mediante una medida del sensor la intensidad aproximada de la lámpara, partiendo como base de que la luz emitida en caliente es aproximadamente 1200 lux.

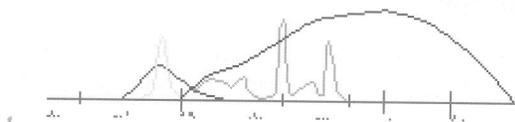


Figura 8: espectros de energía de las lámparas

Se ha añadido un sensor que mide la tensión de la red eléctrica, si se detecta una tensión no aceptable no se encenderán las lámparas, ya que la zona micro controlada esta asegurada contra elevación de tensiones por el efecto galvánico del transformador.

Se implementó por software un sistema de memoria de tiempos para el caso en el que una pérdida de tensión en la red hiciese apagarse la insoladora, al reiniciarse esta daría instrucciones para continuar la insolación desde el momento en el que se fue la luz.

La insoladora posee 3 memorias permanentes programables desde el teclado y accesible desde menús muy intuitivos en el caso de poseer LCD y relativamente fáciles de comprender en el caso de display de 7 segmentos. Además de sistemas de conteo ascendente y descendente.

Con un teclado de 5 pulsadores se realizan todas las operaciones necesarias para la configuración de la insoladora.

Estructura de la insoladora

La insoladora estructuralmente ha sido dividida en dos partes según lo que queramos construir:

1.- Insoladora no micro controlada:

Al final de este texto se encuentran los planos del despiece de la insoladora, el proceso de construcción es simple de realizar. Simplemente realizando la insoladora por sus lados mas largos los cuadros uniéndolos por los tirantes rectos según croquis.

2.- Insoladora microcontrolada:

Al apartado anterior se añadirá el croquis del banco de mando.

Calibrado de prototipo

Debido a las grandes variaciones que tienen las familias de los transistores ópticos se ha decidido realizar un sistema de calibración. Esta calibración se divide en tres partes:

1.- Colocación de sensores:

Los sensores se posicionarán entre 2 lámparas. Se moverán hasta obtener una medida igual para las dos lámparas que mide. No importa su valor solo que sean iguales.

2.- Calibración de sensores:

Para calibrar el sensor se procederá a actuar sobre P1 o P2 según proceda hasta conseguir 1200 lux medidos. En el caso en el que se desaparezcan los sensores nueva mente se procederá nuevamente con el apartado 1.

3.- Calibración de sensor de alimentación:

Para ello se necesitará un voltímetro de tensión alterna, con el que mediremos la tensión de red a fin de conocerla y procederemos a manipular P3 hasta obtener la medida del voltímetro.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS. CONCLUSIONES

Con la elaboración de prácticas como estas, en el campo de la integración curricular, se completa la formación global del alumno, incidiendo en la interdisciplinariedad, en el campo de la enseñanza de la electrónica. Los autores piensan que deben hacerse esfuerzos en este sentido, por parte del profesorado, de acuerdo con la Declaración de Bolonia de 19 de junio de 1999, firmada de manera conjunta por los ministros europeos de educación, y que marca formalmente el inicio del proceso de convergencia hacia un espacio europeo de enseñanza superior (puede consultarse en <http://www.us.es/us/temasuniv/espacio-euro/>).

Por otra parte, el desarrollo de la innovación ha sido correcto debido a la excelente disposición del grupo de trabajo, en particular del alumnado. El trabajo con grupos reducidos y muy implicados ha demostrado una vez más su eficacia en tareas de este tipo.