

Diseño de Placa de Desarrollo para la enseñanza de Microprocesadores

Cátedra de Circuitos Digitales y Microprocesadores – FI- UNLP

David Gustavo Domínguez, Jorge Osio, Walter Aróztegui, José Rapallini
UIDET CeTAD – Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de La Plata
La Plata, Argentina

nqndavid@gmail.com, jorgeosio@gmail.com, walter.aroztegui@gmail.com, josrap@gmail.com

Resumen—Se presenta en este trabajo el diseño e implementación de una placa de desarrollo con microcontroladores Freescale MC9S08JM60 para ser utilizado en la enseñanza de procesadores en un curso de grado de Ingeniería en Electrónica y como herramienta a la hora de hacer un trabajo final de carrera. Se detallan las diferentes partes de la placa, así como las características previstas para su utilización.

Keywords—educación; placas de desarrollo; diseño; circuitos impresos; microcontroladores; microprocesadores;

I. INTRODUCCIÓN

Este kit de desarrollo fue diseñado con el objetivo principal de entender e iniciarse en el uso y programación de sistemas microcontrolados, y además poder aprovechar todo el potencial del MC9S08JM60 de Freescale, un MCU de 8bits con amplias prestaciones.

El mismo presenta la facilidad de poder programar al MCU por medio de un programador USB que se conecta al puerto nombrado sobre la placabase como “PROG.”, como se ve en la Fig. 1, pudiendo así programar al JM60 vía el software CodeWarrior sin ningún problema de compatibilidad o de librerías. Además, esta familia de microcontroladores tiene incorporado un sistema Bootloader el cual permite ingresar al MCU sin necesidad de un programador, solo por el puerto USB.

Tal como se muestra en la Fig. 1, la placa tiene a disposición todos los pines por medio de 2 headers dispuestos a los laterales, con las nomenclaturas correspondientes a sus funciones principales para una fácil identificación. En la parte central se encuentra el zócalo del MCU, donde se conectan las placas del mismo (Fig. 2), y en su perímetro se encuentran dispuestos leds, pulsadores, switches y un potenciómetro para poder lograr aplicación de forma directa y práctica.



Fig. 1. Diseño de Placa Base

Criterios de Diseño de la Placa Base:

- Posibilidad de cambio de MCU (64 o 44 pines).
- Fácil acceso a los pines por medio de borneras.
- Pistas con separación y ángulos adecuados para minimizar la interferencia electromagnética (EMI).
- Filtrado de ruido proveniente de la línea de alimentación.
- Espacio reservado para periféricos que faciliten la implementación de programas.
- Simetría e identificación de los elementos en placa base.
- Múltiples formas de alimentación y programación.

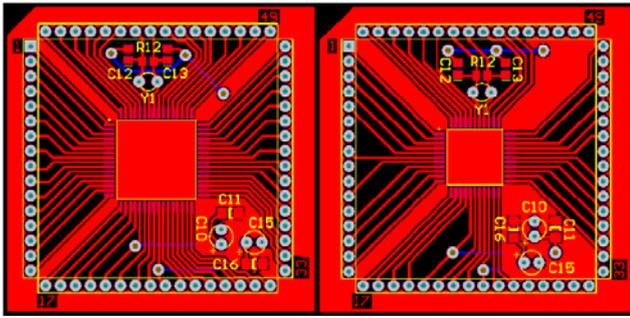


Fig. 2. Diseño de Placa del MCU en sus versiones de 44 y 64 pines

Criterio de Diseño de Placa del MCU:

- Circuito del Oscilador lo más compacto y cercano a los terminales del MCU para minimizar el acople de ruido externo e interno por el terminal de entrada.

II. CARACTERISTICAS DE LA PLACA BASE

A. E/S DISPONIBLES

Por medio de las borneras se accede a todo el MCU, la bornera ubicada en la izq. facilita los pines el 1 al 32 y la de la der. del 33 al 64. En primer lugar, se puede resaltar los 7 puertos I/O de propósitos generales: PTA, PTB, PTC, PTD, PTE, PTF y PTG, los cuales pueden compartir sus pines con módulos particulares del MCU. A continuación se los identificara en más detalle (Entre “{}” se representan los pines de la placa base en cuestión):

PTA {28:33}:

No comparte ninguna otra función con el MCU por lo tanto se puede usar cualquiera de sus 6 pines (PTA [0:5]) como entrada/salida sin ningún problema.

Se orientaron hacia la bornera izquierda, junto con VCC y GND, para acceder más fácilmente a una protoboard cercana a través de un cabezal (header).

PTB {34:41}:

Este puerto comparte funciones con el Serial Peripheral Interface Module 2 (SPI2) por PTB [0:3], con el cual se puede comunicar al MCU con otro procesador, convertidores, shift registers, etc. Tiene 2 de los 6 canales del Keyboard Interrupt Module por PTB [4,5] y 8 de los 12 canales del ADC por PTB [0:7].

PTC {1,9,60,61,62,63,64}:

El mismo comparte PTC[0,1] con el módulo IIC que tiene el propósito de establecer comunicación con otros circuitos integrados, por medio de un pin SCL (Línea de Clock Serie) y uno SDA (Línea de Datos Serie). Además, por medio de PTC[3,5] se tiene una de las 2 interfaces serie de comunicación también conocida como UARTs.

PTD {42,43,48,49,50,51,52,53}:

A través de PTC[2,3] se puede acceder a 2 canales más del KBI del MCU; PTD[0,1,3,4] completan los 12 canales del ADC, y por medio de PTD[0,1,2] se puede utilizar el Comparador Analógico o ACMP.

PTE {13:20}:

Desde PTE[0,1] se accede a la segunda interface serie de comunicación (UART) y por PTE[4:7] a la Serial Peripheral Interface Module 1 (SPI1). Además, comparte los pines PTE[2,3] 2 de los 6 canales del Timer/Pwm Module 1 (TPM1).

PTF {4:10}:

En este puerto se encuentra los 4 restantes canales Timer/Pwm Module 1 (TPM1), PTF[0:3], así como también el Timer/Pwm Module 2 (TPM2) que consta de 2 canales, PTF[8,11].

PTG {26,27,54,55,57,58}:

Finalizando, PTG[0,1,2,3] completan el módulo KBI y PTG[4,5] son los terminales para un cristal externo.

Por último se pueden diferenciar los pines de VCC{21} y GND{20} que se distribuyen por toda la placa base a partir de la elección de alimentación de la misma, y los pines de tensión de referencia del ADC, VREFH{45} y VREFL{46}, que pueden ser administrados de forma externa.

B. PERIFÉRICOS DISPONIBLES

En los alrededores del zócalo del MCU se encuentran diferentes periféricos listos para ser utilizados, dispuestos e identificados de forma tal que sea simple y didáctico su uso. En la Fig. 3, se ven los 4 Pulsadores etiquetados con los pines del puerto, la Fig. 4 muestra la selección de la VREF del ADC y el potenciómetro a la entrada del pin AD8. Y en la Fig. 5, en la parte inferior de la placa, los Leds con los Switchs q los habilitan.

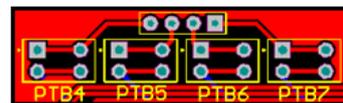


Fig. 3. Pulsadores PTB[4:7]

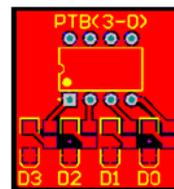


Fig. 5. Leds PTB[3:0]

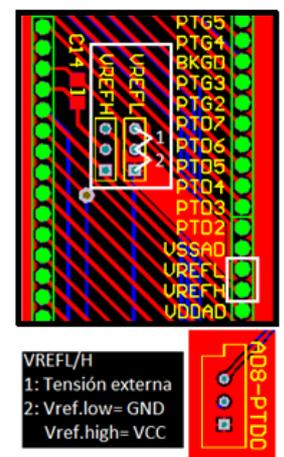
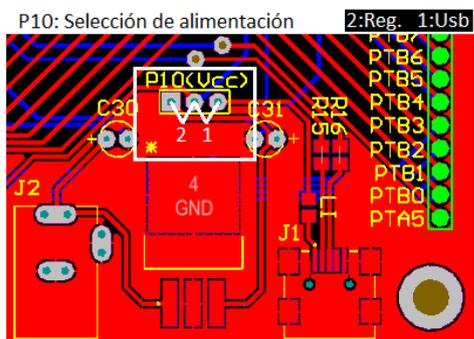


Fig. 4. ADC con Ref. Externa

C. ALIMENTACIÓN

El Kit tiene 3 formas de ser alimentado, por una entrada regulada de 5V, una interfaz USB o por el Programador USB. Como se puede ver en la Fig. 6, la selección entre la entrada USB o la regulada de 5V se realiza por medio del jumper P10, el cual en posición 2 permite alimentar por el primer medio y en la posición 1 por el segundo respectivamente. La última opción se habilita por software al configurar el modo de programación y directamente con el jumper P10 desconectado.



J2: Alimentación Regulada J1: Alimentación USB
Fig. 6. Alimentación

III. OPCIONES DE PROGRAMACIÓN

A. PROGRAMADOR USB

El programador que se muestra en la Fig. 7, es un diseño de hardware-software-firmware de código libre denominado OSBDM, al cual solo se le hicieron unas modificaciones para facilitar su fabricación. El mismo es capaz de proporcionar programación y debug a las familias HCS12, HCS08, Coldfire V1 y RS08, de Freescale.

Posee comunicación USB FullSpeed, de tamaño reducido y además permite alimentar a la placa base. Compatible con CodeWarrior con la única necesidad de instalación de un driver que permite comunicar al programador vía USB. Con el driver instalado, luego solo hace falta ingresar al CodeWarrior y seleccionar el debugger correspondiente al MCU. En la Fig. 8 se resalta en la placa base el conector destinado a enlazarla con el puerto DBM del programador.

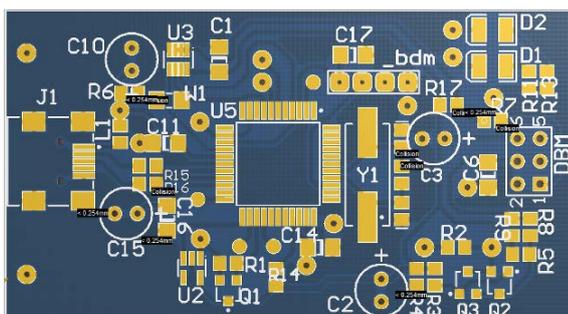


Fig. 7. OSBDM



- 1: GND
- 2: VCC
- 3: BKGD Pin
- 4: RESET Pin

El pin BKGD es un terminal de comunicación serie bidireccional que posee el MCU.

Fig. 8. Puerto PROG.

B. BOOTLOADER

Esta gama de MCUs de Freescale permite realizar actualizaciones de firmware de manera sencilla. El Bootloader es un gestor de arranque del MCU que facilita inicializarlo en forma de un dispositivo de almacenamiento masivo (MSD) a través de una PC por puerto USB. De esta forma se puede copiar la aplicación en la unidad y el dispositivo automáticamente se reprograma a sí mismo para un correcto funcionamiento.

Para inicializar en modo Bootloader se tiene que tener el dispositivo conectado por USB a la Pc, mantener presionado el Switch S3 y se resetear el MCU presionando S1; al soltar S1 el firmware comienza a funcionar luego de un estado POWER ON RESET, chequea el estado del pulsador S3 y si está presionado comenzara a funcionar en modo Bootloader y la PC reconocerá un nuevo dispositivo de almacenamiento. En este momento estará listo para cargar un archivo de extensión .S19 generado por el CodeWarrior.



Fig. 9. Bootloader

IV. ENTORNO DE PROGRAMACION

El software CodeWarrior es una herramienta de uso libre, que reúne un compilador, un linker y un debugger de código assembler fuente, que puede ser ampliado según las necesidades del usuario. La versión Standard ofrece ensamblado de código fuente (assembler) en forma ilimitada y limitada a 16KB de código C.

El mismo combina un Ambiente de Desarrollo Integrado de Alta performance (IDE) con:

- Simulación Completa del Chip y programación de la memoria FLASH.
- Un Compilador ANSI C altamente optimizado y un Debugger en nivel fuente C
- Generación automática de código C con "Processor Expert", configurando los módulos del MCU.

V. PROPUESTAS A FUTURO

Se culminó la etapa de fabricación de las placas de circuito impreso y actualmente se está realizando el ensamblado de los componentes, para en un futuro cercano realizar las pruebas de funcionamiento. Se pretende hacer participar a los alumnos de la cátedra de Circuitos Digitales y Microprocesadores en el proceso de fabricación de algunos Kits en la UIDET CeTAD, para afianzar conocimientos teóricos por medio de técnicas prácticas. En relación a la actividad, se está armando un puesto de trabajo con todo el instrumental y materiales necesarios para el desarrollo de sistemas embebidos y puesta en marcha.

Teniendo las Placas de Desarrollo finalizadas, las mismas reemplazarán a las utilizadas actualmente y estarán a disposición de los alumnos que se encuentran realizando sus trabajos finales de carrera.

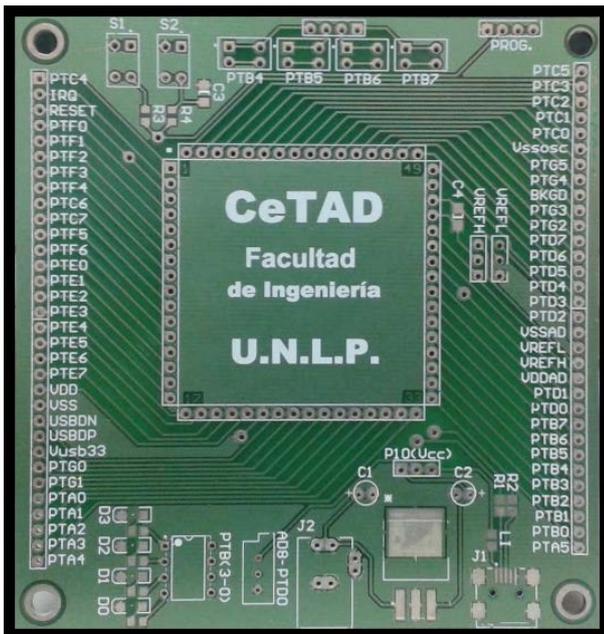


Fig. 10 PCB de Placa Base

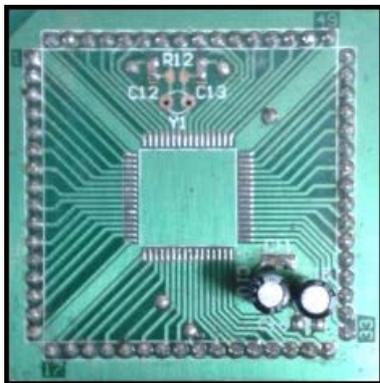


Fig. 11 PCB de MCU 64pines

VI. CONCLUSIONES

Con tiempo y esfuerzo se logró desarrollar un Kit de Desarrollo ampliamente mejor a su predecesor, desde cantidad de puertos hasta las prestaciones de los módulos del MCU, como los módulos de comunicación con la PC. Adicionalmente, este kit permite prescindir del programador, debido a que provee la posibilidad de programación mediante bootloader.

Este proyecto es económicamente viable y posibilitará materializar desarrollos que incluyan conectividad USB, SPI, I2C entre otras, sirviendo de referencias a la hora de acometer otros proyectos desde cero.

A partir de este trabajo se estudió, analizó y encontró la posibilidad de generar un espacio con todo el soporte e instrumental para el diseño y desarrollo de proyectos microcontrolados. Además, permitió el dominio del uso de la herramienta de diseño CAD actualmente en uso en las empresas de desarrollo de sistemas embebidos.

Con la nueva adquisición se podrán hacer nuevas prácticas y proyectos más complejos e interesantes.

REFERENCIAS

- [1] Ing. Jorge Osio, Ing. Walter Aroztegui, Ing. Jose Rapallini, "Microprocesadores para el Diseño de Sistemas Digitales", UNLP, 2013.
- [2] Apuntes de cátedra "Circuitos Electrónicos II", UNLP 2012.
- [3] Apuntes de cátedra "Circuitos Digitales y Microprocesadores", UNLP 2012.
- [4] Apuntes de cátedra "Materiales y Componentes", UNLP 2012.
- [5] Ing. Daniel Di Lella, "Ruidos en MCUs", Memorias Sase, Buenos Aires Capital, 2012.
- [6] Robert L. Boylstad, "Introducción al Análisis de Circuitos 10ª Edición".
- [7] Alvert Paul Malvino, "Principios de Electrónica 6ª Edición".
- [8] Altium, "Tutorial – Getting Started with Altium Designer", 2013.
- [9] Altium, "Tutorial – Getting Started with Embedded Software", 2013.
- [10] Freescale, "MC9S08JM60 Datasheet", versión 2009.
- [11] Freescale, "Bootloader", versión 2009.
- [12] OSBDM and TBDML Freescale Community, 2013.