

SISTEMA DE DESARROLLO PARA APLICACIONES BASADAS EN μ CONTROLADOR

**D. Fernando Quero Sanz¹, D. Rafael Embid Romero¹, D^a Marta Arguedas Lafuente¹, D. Javier Cuevas Domingo¹, D. José Luis Vela Pérez¹
D. Eduardo Falcés Larraga¹, D. José Luis Vicen Cruz¹**

**Grupo de Sistemas Digitales
(ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA LA ALMUNIA
DE D^a GODINA)**

¹*E.U.P.L.A. (Escuela Universitaria Politécnica de la Almunia de D^a Godina)
e-mail: fernando@eupla.unizar.es*

Resumen: Los equipos de prácticas de distintas especialidades tienen un precio muy elevado y son muy dispares entre sí, no ajustándose completamente al programa de las diferentes asignaturas que pueden abarcar. Se plantea interesante en nuestro Grupo de Trabajo desarrollar un "SISTEMA DE DESARROLLO PARA APLICACIONES BASADAS EN μ CONTROLADOR", de forma que fuese lo más polivalente posible.

En este sistema se incorporan todos los recursos característicos en el diseño de sistemas con microprocesadores tales como; la típica expansión de buses de datos y direcciones "mapeando" todos los dispositivos direccionados por el microprocesador, la incorporación de dispositivos I2C que con tan solo

dos líneas permiten ser gestionados por la CPU, comunicaciones RS-232 y RS-485 que permiten la posibilidad de crear sistemas distribuidos. De forma paralela se introducen todos los bloques combinatoriales y secuenciales que anteriormente se implementaban con componentes discretos de la serie TTL 74xx o CMOS 40xx en PLD's y FPGA's programados con lenguajes descriptivos de hardware como VHDL.

1.- INTRODUCCIÓN.

En el terreno industrial los μ C de 8 bits son empleados frecuentemente en aplicaciones de mediana complejidad, por su facilidad de manejo y excelente nivel de prestaciones. Existen en el mercado numeroso fabricantes que ofertan familias de μ C orientadas algunas de ellas a aplicaciones industriales muy específicas; de entre todas ellas hemos optado para abordar este proyecto la familia MCS-51, por su gran difusión industrial, excelente relación calidad/precio y gran número de fabricantes que lo desarrollan, que de forma continuada introducen nuevas versiones con interesantes innovaciones en cuanto a arquitectura, sin alterar la compatibilidad en cuanto al software con el estándar de la familia.

2.- ESPECIFICACIÓN GENERAL DEL SISTEMA.

Se trata de realizar el diseño de una arquitectura específica para esta familia de μ C, enfocada a la docencia de aplicaciones basadas en microprocesador. El principal objetivo es implementar un entorno expandible a un número ilimitado de aplicaciones, de forma que se cubra el contenido práctico de asignaturas afines a esta disciplina en carreras Universitarias de Ingeniería en la especialidad Electrónica e Informática de Sistemas.

El desarrollo del proyecto comprende las siguientes fases:

- Diseño de una arquitectura base.
- Diseño de un programa gestor sobre PC.
- Diseño de un kernel de un tiempo real.
- Diseño de aplicaciones.

Las fases del diseño siguen las pautas de cualquier diseño industrial y son planteadas a nivel docente, en asignaturas tales como Diseño de Sistemas basados en microprocesador e Instrumentación y Microprocesadores.

En este apartado se hace uso de las diferentes herramientas de desarrollo tales como, simuladores, emuladores, analizadores lógicos, etc; empleadas en el diseño de sistemas con microprocesador, según el organigrama presentado en la Figura1.

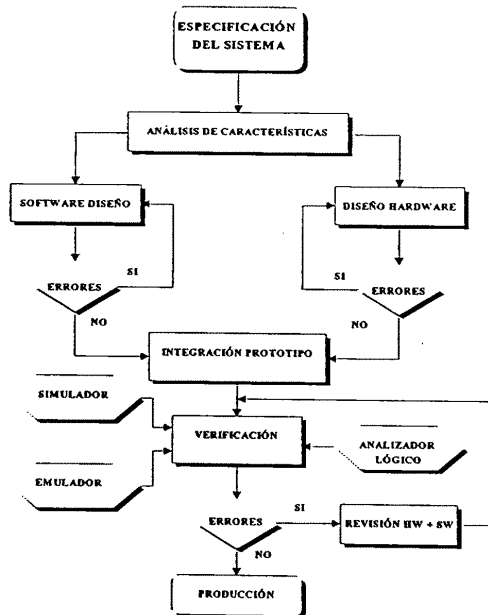


Figura 1

En la Figura 2 se presenta los diferentes bloques en los que se ha dividido el desarrollo del sistema.

La filosofía con la que se ha abordado este diseño permite el crecimiento del sistema sin más que ir conectando varias tarjetas entre sí mediante un interface RS-485, de forma que éstas trabajen en red consiguiendo un entorno distribuido.

Así pues dividiremos el desarrollo de la placa base en dos apartados; por un lado el desarrollo Hardware y por otro el Software de gestión de la tarjeta.

- **Características hardware.**

- μ C de la familia MCS-51 a 16 MHz, pudiéndose conectar desde un 8031 hasta un 80652, el cual posee líneas de control para bus I²C.
- 32 KB de memoria EPROM para programa monitor de gestión de la tarjeta.
- 32 KB de memoria E²PROM en la cual se almacenará el programa de aplicación.
- 8 KB de memoria RAM.
- 8 canales A/D de 8 bits. 1 canal D/A de 12 bits.
- 24 líneas de E/S digitales de carácter general.
- 8 líneas de E/S digitales controladas en I²C.
- 1 Kbit de memoria E²PROM serie controlada en I²C.
- Controlador de interrupciones, disponiendo de 7 líneas de interrupción.
- Teclado Hexadecimal y pantalla LCD alfanumérica de 2x16 caracteres.
- WatchDog de programa y de alimentación.
- Interface serie RS-232 para comunicación con PC y RS-485 para comunicaciones multiprocesador.
- Reloj en tiempo Real.
- Bus de expansión.

En la Figura 4 se presenta una vista del Sistema de desarrollo EUPLA'51.

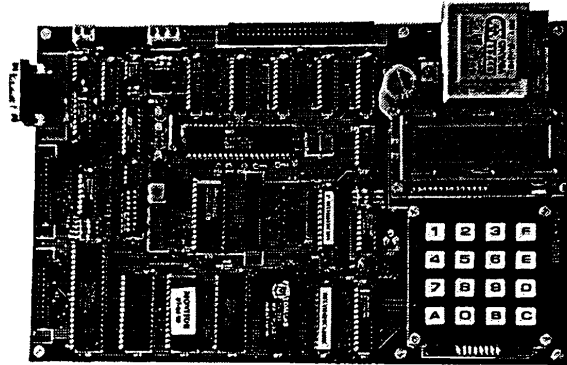


Figura 4

- **Características software.**

El alumno realizará los programas de aplicación en ensamblador o lenguaje C específicos de esta familia de μ C, y el fichero objeto deberá ser formateado según el formato hexadecimal de Intel. Estos programas deberán ser enviados vía serie al sistema.

La placa base dispondrá de un programa monitor con las siguientes funciones de comunicación con el PC:

- Recepción de programas de aplicación desde PC.
- Protocolo de comunicación para control de errores en la transmisión.
- Ejecución paso a paso y transmisión de registros y variables al PC, para depuración en el desarrollo de programas.

El monitor estará contenido en el bloque de memoria EPROM y respecto al Sistema de desarrollo contendrá las siguientes funciones:

- Cargador de programas de aplicación recibidos vía serie desde el PC sobre el bloque de memoria EEPROM.
- Ejecución de programas de aplicación desde EEPROM.
- Control de ejecución de programas paso a paso.
- Funciones de servicio propias de la placa base y funciones de alguna aplicación específica., por ejemplo funciones de tratamiento del convertidor A/D, D/A, RTC, etc..

En el desarrollo de un programa el alumno deberá de seguir una secuencia de operaciones en el Sistema, haciendo uso de las siguientes funciones del monitor anteriormente descritas (recepción, ejecución, depuración, etc.); toda esta evolución en el desarrollo de un programa podrá ser almacenada en un banco de la memoria EEPROM (no volátil) con los tiempos concretos en los que el alumno ha accedido a cada una de estas fases.

El profesor puede solicitar desde PC al Sistema mediante un determinado comando, cual ha sido la actividad del alumno en el desarrollo de un programa, consiguiéndose evaluar el trabajo con un mayor criterio.

b) Especificación del programa gestos del PC.

Se trata de un entorno de desarrollo el cual integrará las siguientes herramientas:

- Editor de textos.
- Herramientas de ensamblado y compilación.
- Gestión de ficheros.
- Terminal de recepción con la tarjeta base.
- Transmisión de ficheros *.HEX a la tarjeta base.

3.- APLICACIONES.

La placa base está dotada de diversos bloques enfocados al control de parámetros tanto de tipo analógico como digital; sin embargo puede ser interesante la incorporación de tarjetas que conectadas en el bus de expansión, potencien dicho sistema en determinadas áreas de entre las que podemos destacar las siguientes:

- **INSTRUMENTACIÓN:**

Circuitos acondicionadores enfocados a la medida de parámetros analógicos con salida de control analógica actuando sobre un determinado entorno físico.

- **SERVOMECANISMOS, REGULACIÓN DIGITAL:**

Control analógico o digital (posición, velocidad) mediante controladores de motores de tipo universal (LM629, HCTL-1100) o circuitos de

interface específicos para el control de motores específicos de C.C., sin escobillas y paso-paso.

- **ROBÓTICA:**

Manipulación de un brazo de robot y guiado con detección de obstáculos (Ultrasonidos, etc.).

- **AUTOMÁTICA:**

Control de cualquier tipo de automatismo a partir de variables analógicas o digitales.

- **SISTEMAS DISTRIBUIDOS:**

Se puede abordar cualquiera de las Áreas anteriormente citadas, en entornos de grandes dimensiones o Sistemas de elevada complejidad, estableciendo una red de placas μ Controladoras en las que cada una de ellas se encargará bien de una determinada zona de dicho entorno o de una fracción de variables de dicho Sistema.

4.- BLOQUES DEL SISTEMA.

Se dividirá la arquitectura en bloques, siendo éstos los siguientes:

- Sistema mínimo 8031 en modo microprocesador, sistema de memoria y lógica de selección.
- Sistema de conversión Analógica- Digital, Digital-Analógica y Controlador de Interrupciones.
- Dispositivos I²C: Teclado, Puertos de E/S y memoria SEEPROM.
- Interfaces de Comunicaciones RS-232 y RS-485.
- Otros dispositivos: LCD, RTC (Reloj en Tiempo Real) y PPI (Interface de Puertos Programable).
- Bus de expansión.

5.- BIBLIOGRAFÍA.

a) Manuales de referencia:

- *"8-bit embedded controllers"*, Intel Corp. 1990.
- *"Microcontroller component 80515 "*, Siemens Corp. 1985.
- *"Eight-bit 80c51 embedded processors"*, AMD Corp.1990.
- *"Microcontroller user's guide"*, Signetics Corp. 1989.

- *“Microcontroller handbook”*, Intel Corp. 1984.
- *“Soft microcontroller”*, Dallas Semiconductor. 1993.
- *“Timekeeping & nv ram data book”*. 1994-1995.
- *“Programmable logic devices (pld)”*, Philips Semiconductor 1991.
- *“C51 developers kit”*, Franklin Software, Inc USA.1991
- *“Emul51 handbook”*, Nohau Corporation 1993
- *“Expro-60 handbook”*, Sunshine Device Programmer.
- *“Assembler x8051”*. 2500 AD Software
- *“I2c bus specification”*. Philips. 1991.
- *“I2c specifications signetics”*., Signetics linear products. 1992.

b) Textos:

- Yerelan-Ahluwalia, *“Programing and interfacing the 8051 microcontroller”*, Addison- Wesley Company 1995.
- D. Paret., *“El bus i2c. de la teoría a la practica”*. Paraninfo 1995.
- Gonzalez Vazquez., *“Introduccion a los microcontroladores”*, Mc Graw Hill 1992
- Martinez-Barron., *“Prácticas con microcontroladores de 8 bits”* Mc Graw Hill 1993
- García Guerra, A., *“Sistemas digitales. ingeniería de los microprocesadores”* . E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación. Madrid 1986.
- García Pie, A., *“Microprocesadores. Estructura y programación”*. Rede. Barcelona 1987.
- Lanceta, A y Peciña, L, *“Microcontroladores industriales MCS-51”*. Edebé. Barcelona 1994.
- Mano, M.M., *“Computer sytem architecture”*. Prentice-Hall. New Jersey 1976.
- MCS-51, *“User´s manual”*. Intel Corporation. Santa Clara 1985.
- MCS-85, *“User´s manual”*. Intel Corporation. Santa Clara 1978.
- Mundo electrónico, *“Interconexión de periféricos a microprocesadores”*. Marcombo. Barcelona 1987.
- Short, K.L., *“Microprocesadores y lógica programada”*. Gustavo Gili. Barcelona 1985.
- Tanenbaum, A.S., *“Organización estructurada de computadores”*. Prentice-Hall. New Jersey 1976.