

APLICACIONES DIDÁCTICAS PARA LA FAMILIA DE MICROCONTROLADORES MC68HC11

Fco. Javier Rodríguez, Emilio Bueno, S. Carabanchel, O. Molina,
J.L. Lázaro, J.C. García, J.M. Villadangos y Marta Marrón
Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá
Campus Universitario s/n. 28871 Alcalá de Henares (MADRID)
Tfno: (91) 8854810-18 Fax: (91) 8854804-99
E-mail: ffrs@depeca.alcala.es

RESUMEN

La enseñanza teórica del desarrollo de sistemas basados en microcontroladores se completa a menudo con la realización de prácticas utilizando equipos de desarrollo comerciales de elevado coste. En la presente comunicación se describen algunas de las aplicaciones de bajo coste, desarrolladas en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá para facilitar a los alumnos el aprendizaje del desarrollo de sistemas basados en la familia de microcontroladores MC68HC11.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la implantación de los nuevos planes de estudios de Ingeniería Técnica de Telecomunicación e Ingeniería Electrónica en la Universidad de Alcalá, el Departamento de Electrónica está haciendo un gran esfuerzo para completar las enseñanzas teóricas de las asignaturas con unas prácticas de alto nivel, pero que permitan al alumno trabajar sin depender únicamente del tiempo disponible en laboratorio. En consonancia con esta filosofía, se presentan dos de las aplicaciones desarrolladas para facilitar al alumno el aprendizaje práctico de la familia de microcontroladores MC68HC11.

- En primer lugar se presenta un programa desarrollado en VISUAL C++ , cuya finalidad es facilitar el aprendizaje del funcionamiento del popular microcontrolador MC68HC11. Además, incorpora herramientas útiles para el ingeniero de desarrollo.
- Posteriormente se muestra un sistema de desarrollo de bajo coste para aplicaciones con este mismo microcontrolador y sistemas operativos en tiempo real, específicamente el MCX11.

2. ENTORNO WINDOWS PARA LA ENSEÑANZA DEL MICROCONTROLADOR MC68HC11.

Este entorno se ha creado para satisfacer las necesidades que se le plantean a cualquier diseñador de aplicaciones con el MC68HC11 y que se pueden resumir en:

1. Conocimiento de la estructura general del microcontrolador, dispositivos internos, patillaje, etc.
2. Conocimiento del juego de instrucciones propias del microcontrolador y sus posibilidades.
3. Modos de funcionamiento y configuración de los módulos internos del microcontrolador.

2.1. Descripción general

El programa se ha confeccionado en Visual C++ para Windows, utilizando las técnicas de programación orientada a objetos. La aplicación se articula en torno a cinco módulos fundamentales:

- Una interfaz gráfica intuitiva y de fácil manejo, tanto para usuarios expertos como noveles. La ventana principal de esta interfaz puede apreciarse en la figura 1.

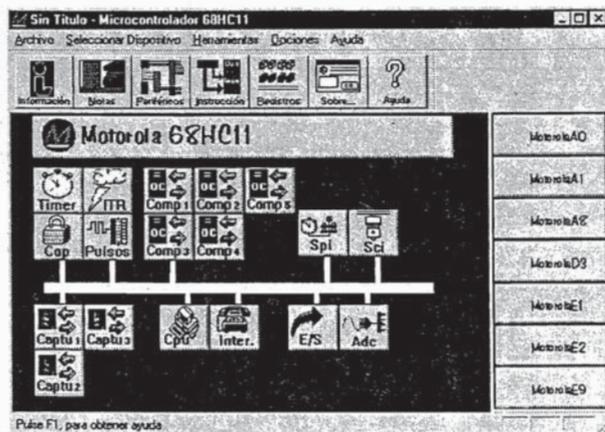


Figura 1. Ventana principal del programa.

- Un editor de instrucciones que contiene información detallada de cada instrucción, como por ejemplo: sintaxis, modos de funcionamiento, ciclos máquina que consumen, etc. Además permite confeccionar instrucciones para aquellos usuarios menos avanzados.
- Un editor de registros que presenta todos los registros internos del microcontrolador y las funciones que tienen asignadas, facilitando la configuración y generando el código en ensamblador o C que deberá incluirse en la aplicación que se diseñe. La figura 2 muestra un ejemplo de este editor.
- Un editor de periféricos donde, además de detallarse el funcionamiento de cada periférico, se simplifica la generación del código de configuración. En la figura 3 puede apreciarse el editor del puerto SCI.

3. DESARROLLO DE APLICACIONES CON SISTEMAS OPERATIVOS EN TIEMPO REAL

A continuación se presenta la metodología de desarrollo de aplicaciones con sistemas operativos en tiempo real. Como plataforma hardware se ha desarrollado una tarjeta de evaluación de bajo coste basada en la familia de microcontroladores MC68HC11. Como sistema operativo en tiempo real, se emplea el MCX11, que es gratuito. Además, el software necesario para desarrollar las aplicaciones también lo es. Por tanto, basta disponer de un PC adicional para realizar aplicaciones.

3.1. Tarjeta de evaluación

La tarjeta EVA2, desarrollada por el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá, ha sido diseñada como tarjeta de evaluación de la familia de microcontroladores MC68HC11. Esta tarjeta permite que el microcontrolador pueda trabajar en los modos bootstrap y expandido. Además tiene las siguientes características:

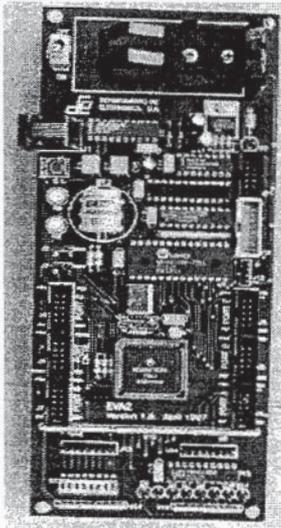


Figura 4. Fotografía de la tarjeta EVA2.

- Acceso a todos los pines de los puertos del microcontrolador, con lo cual el usuario puede conectar hardware adicional.
- Alimentación por pila de 9V, lo que permite desarrollar las prácticas sin necesidad de usar una fuente de alimentación.
- Dispone de una memoria RAM externa de 64K. Al circuito se le añade la posibilidad de que esta memoria no sea volátil, con lo cual se puede depurar código en *modo bootstrap* y luego ejecutarlo en *modo expandido*, de forma independiente al PCbug11.
- GAL que proporciona varias señales de decodificación.
- Conector para un display LCD.

En la figura 4 se muestra el aspecto real de la tarjeta.

3.2. Software utilizado para desarrollo de aplicaciones

El software elemental que se precisa para desarrollar cualquier aplicación es un ensamblador, un simulador y un depurador. Como ensamblador se utiliza el AS11, como simulador, cualquiera de los que hay en Internet de libre disposición, y como depurador el PCbug11.

PCbug11

El PCbug11 es un programa que dispone bajo el mismo entorno de un depurador y un ensamblador. La figura 5 representa, de forma esquemática, el principio de uso del PCbug11. El microcontrolador de la tarjeta bajo estudio debe ser inicializado en *modo bootstrap*. Después de ejecutar el programa PCBUG11.EXE, el PC carga en la memoria RAM interna del microcontrolador un programa *talker*, encargado de comunicar el microcontrolador (por su puerto serie asíncrono SCI) con el PC a través de uno de sus puertos serie, COMx.

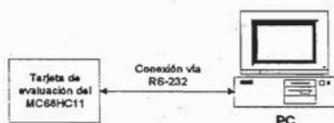


Figura 5. Representación del principio de uso del PCbug11.

Por defecto el microcontrolador tiene que estar en *modo bootstrap* para trabajar con el PCbug11. Este modo tiene el interés de manejar una sola pastilla, sin embargo, el campo de aplicación se limita a pequeños diseños pues nos encontramos con severas limitaciones en cuanto al tamaño del código. El PCbug11, permite cambiar el modo de funcionamiento a *modo expandido*.

Sistema operativo en tiempo real

Como sistema operativo en tiempo real se hace uso del MCX11. Motorola Inc. facilita el MCX11 gratuitamente mediante su BBS Freeware. Está escrito en lenguaje ensamblador AS11, el cual también está disponible en la BBS Freeware de Motorola

MCX11 posee diversas características diseñadas para trabajar en aplicaciones en tiempo real. Estas características incluyen:

- Multitarea de hasta 126 tareas.
- Tareas reentrantes planificadas con una prioridad fija.
- Comunicación entre tareas y sincronización por medio de semáforos, mensajes y colas.
- Soporte para tareas de tratamiento de tiempo.
- Cambio de contexto rápido.
- Pequeños requisitos de RAM y ROM.
- 15 funciones de Petición de Servicio de Interrupción.

El desarrollo de aplicaciones con el MCX11 necesita un ordenador compatible (IBM PC), con al menos 256 bytes de RAM, una disquetera, un teclado, un monitor y un puerto serie compatible RS-232. La tarjeta de evaluación debe disponer de 2K de memoria no volátil externa, lo cual implica que la ejecución del código se va a realizar con el microcontrolador en modo expandido.

Algunas de las aplicaciones desarrolladas son:

- Medida de temperatura y representación en un display
- Control de semáforos de un cruce
- Medida de la frecuencia de la una señal y comunicación con el PC vía serie
- Control de un motor DC mandando las consignas desde el PC

4. CONCLUSIÓN

En la presente ponencia se han presentado algunas de las aplicaciones didácticas de bajo coste para la familia de microcontroladores MC68HC11 desarrolladas en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá. El resultado obtenido en estos últimos años es positivo, como lo demuestra una de las aplicaciones desarrolladas por los alumnos, consistente en el guiado de un móvil siguiendo una línea blanca, que se muestra en la figura 6. Todo el sistema de la figura se controla con la tarjeta de evaluación mostrada en la figura 4.

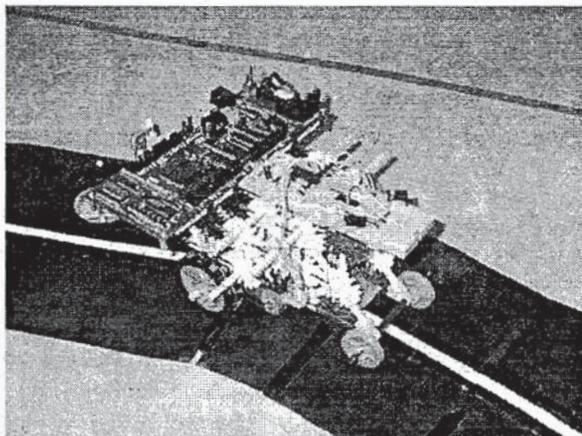


Figura 6. Aplicación basada en la familia de microcontroladores MC68HC11.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Motorola. *"M68HC11 REFERENCE MANUAL"*. 1991.
- [2] Motorola. *"M68HC11 PCbug11 USER'S MANUAL"*. M86PCBUG11/D2. Second Edition. September 1992.
- [3] Kenneth Hintz y Daniel Tabak. *"Microcontrollers. Architecture, Implementation and Programming"*. Ed. McGraw Hill.
- [4] J. E. Cooling. *"Software Desing for Real-Time Systems"*. Ed. Chapman and Hall LTD. 1991.