

EMULADOR DE MICROPROCESADORES BASADO EN ORDENADOR PERSONAL

Castro, M., Gómez, J. M., Varela, F. J. y Peire, J.

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Universidad Nacional de Educación a Distancia
Ciudad Universitaria, s/n - 28040 Madrid - ESPAÑA

Teléfonos: 3986476 / 3986490 / 3986480

Fax: 3986413 / 3986028

e-mail: Manuel.Castro@uned.es

RESUMEN

Se presenta en este artículo una herramienta que permite una nueva aproximación al aprendizaje de microprocesadores, permitiendo al lector y usuario introducirse en el mundo de los sistemas basados en microprocesador de una forma práctica, sencilla, modular y flexible. El programa MICRO (emulador del funcionamiento de microprocesadores) permite en la actualidad la emulación de las instrucciones del microprocesador Motorola 6800/02, con todas sus unidades y registros, así como sus seis modos de direccionamiento, interrupciones hardware y software, dentro de un sistema con memoria RAM, memoria ROM, buses y una unidad de entrada/salida (PIA). Una nueva versión de este programa se está finalizando actualmente, soportando además los microprocesadores Intel 8085 y Motorola 68000, así como la incorporación de un convertidor Analógico/Digital y Digital/Analógico dentro del sistema basado en microprocesador.

1. INTRODUCCION

En este artículo se presenta una herramienta orientada a simplificar y difundir la comprensión y aprendizaje de los microprocesadores basada en un programa de emulación en PC. El programa MICRO permite trabajar en un entorno hardware y software similar al de un kit completo de desarrollo del microprocesador, pero sin el coste asociado a la adquisición del mismo, ni la necesidad de desplazamiento u organización necesaria para el acceso al mismo dentro de un laboratorio de prácticas o desarrollo.

El programa emulador en PC aporta la flexibilidad de uso innata a la mayor difusión de este

El programa emulador en PC aporta la flexibilidad de uso innata a la mayor difusión de este entorno, así como una aproximación modular en la inclusión en el mismo de nuevos componentes, así como nuevas utilidades que simplifique su uso. Este enfoque modular se ha puesto a prueba durante el desarrollo del Programa, realizado por varias personas en distintas localizaciones geográficas españolas.

2. EMULACION DE MICROPROCESADORES BASADA EN PC

El programa MICRO permite al usuario una herramienta completa para emular el comportamiento, funcionalidad y operación de un sistema de desarrollo basado en microprocesador, incluyendo un microprocesador (CPU Motorola MC 6800/02), memorias ROM y RAM y unidades de entrada/salida (PIA). El entorno de desarrollo emulado es el kit de evaluación y desarrollo Motorola MEK6800D5E.

El usuario del sistema basado en microprocesador permite, [1], [2] y [3]:

- entender y profundizar en la comprensión de los diferentes bloques del sistema,
- realizar programas, seguir su funcionamiento y depuración en el lenguaje de programación del MC 6800/02 y periféricos adicionales (PIA),
- practicar los conceptos, aplicaciones y uso de la programación de interrupciones y entrada/salida,
- y por último, dominar y practicar el flujo de ejecución de las instrucciones de un programa y su ejecución y depuración paso a paso.

3. ENTORNOS DE TRABAJO

La figura 1 muestra una pantalla con el entorno MC 6800, en la que se pueden apreciar:

- Microprocesador MC 6800/02 de 8 bits, con los registros: de 8 bits (acumuladores ACA y ACB, y el registro de estado CCR); de 16 bits (contador de programa, CP, el puntero del stack, SP, y el registro índice, IX). Registros internos del microprocesador: el registro interno de instrucciones, RI, (8 bits), y los registros internos de datos, RADA, (8 bits) y direcciones, RADI, (16 bits).
 - ALU y bus de datos de 8 bits, bus de direcciones y decodificador de 16 bits.
- 1 kB de memoria ROM y 1 kB de memoria RAM, (figura 3). Se puede visualizar en la pantalla 2 grupos de 10 direcciones de memoria, con sus contenidos.
- PIA de entrada/salida con dos puertos de 8 bits.
 - 8 interruptores de entrada de datos y 4 líneas de control.
 - Registros de control (CR), direcciones (DR) y datos (OR) de los puertos A y B, (8 bits).

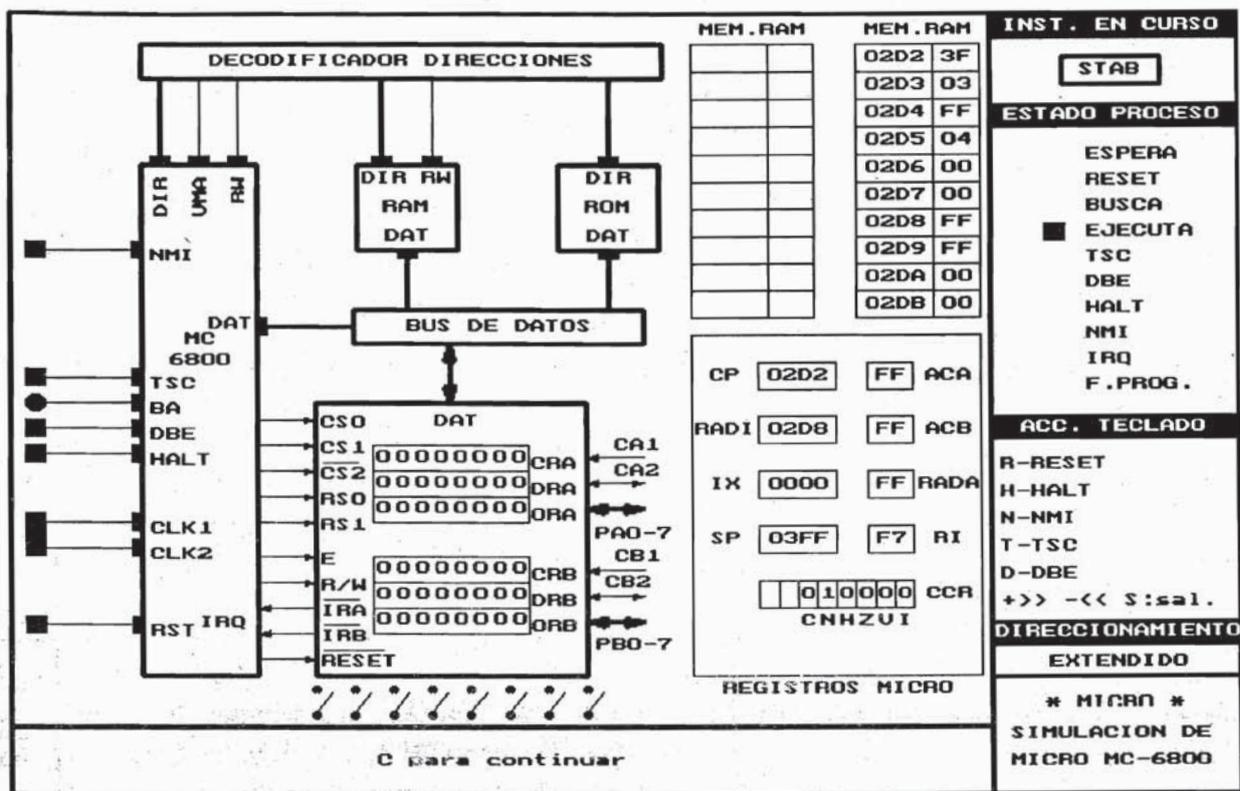


Figura 1. Pantalla del entorno MC 6800.

La figura 2 muestra una pantalla de ejemplo trabajando con el entorno de evaluación y desarrollo MOTOROLA MEK6800D5E, [4].

La diferencia fundamental entre este entorno y el anteriormente resumido del MC 6800 es la interfase entre el microprocesador y el usuario, que en el caso del MEK6800D5E es:

- 6 displays alfanuméricos de siete segmentos, mostrando los cuatro de la izquierda una dirección de memoria (o registro) y los dos de la derecha el dato existente en la dirección de memoria (o el código del nombre del registro). Todos estos valores se muestran en hexadecimal.
- 8 leds de salida del puerto A de la PIA y 8 interruptores, del puerto B.
- 25 teclas del entrenador: 16 valores hexadecimales y 9 funciones del entrenador.

3. CARACTERISTICAS DE PROGRAMACION

El programa desarrollado (MICRO) está realizado en Turbo Pascal para DOS, usando programación modular orientada a objetos mediante UNIDADES.

Las UNIDADES internas principales son:

- SYSTEM: librería de bajo nivel, permitiendo el uso de ficheros, memoria dinámica, ...
- DOS: librería que permite el acceso al sistema operativo y su uso desde Turbo Pascal.
- CRT: rutinas de uso de la pantalla, colores, texto y teclado con acceso directo a la BIOS.
- GRAPH: librería básica de uso de gráficos, con formas básicas y textos.

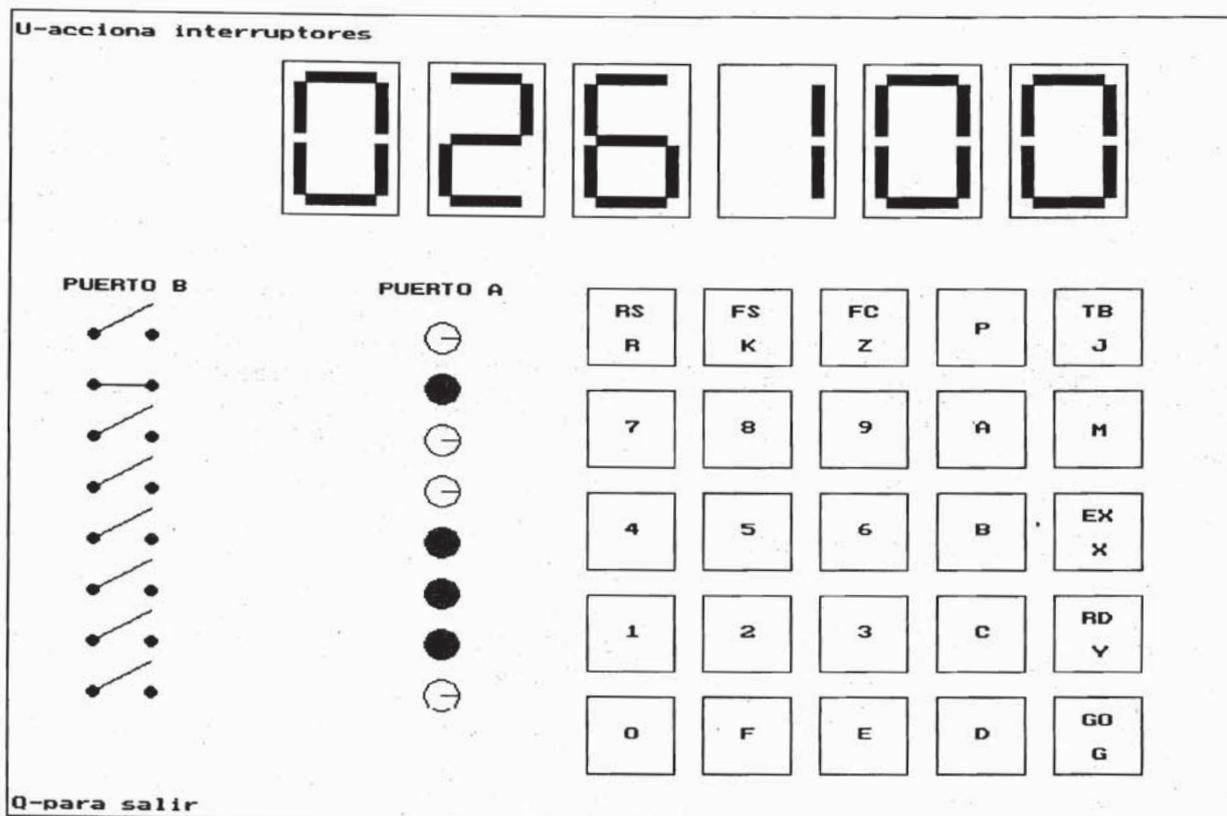


Figura 2. Pantalla del entorno MEKD5E.

Las principales UNIDADES externas realizadas son:

- MICRO: esta UNIDAD permite la emulación del microprocesador Motorola 6800/02, con sus registros, ALU, así como los diferentes modos de operación e instrucciones.
- RAM: UNIDAD de funcionamiento de la memoria RAM (y su carga manualmente o desde fichero).
- ROM: UNIDAD que permite la emulación de memoria ROM y el direccionamiento a rutinas de tratamiento de interrupciones (hardware y software).
- PIA: UNIDAD de control de entrada/salida, así como los elementos externos (interruptores).

- ENTRENADOR: UNIDAD que emula el entorno MEKD5E incluyendo los componentes de actuación (teclado e interruptores) y visualización (leds y displays).
- DIBUJO: UNIDAD de dibujo de los distintos componentes en la pantalla y su evolución temporal.

03FF	PROGRAMA DE USUARIO	320 bytes
02C0		
02BF 0260	PROGRAMA DE TRATAMIENTO SWI	96 bytes
025F 0200	PROGRAMA DE TRATAMIENTO NMI	96 bytes
01FF 01A0	PROGRAMA DE TRATAMIENTO IRQ	96 bytes
019F	PROGRAMA DE USUARIO	160 bytes
0100		
00FF	ZONA DE DIRECCIONAMIENTO DIRECTO	256 bytes
0000		

Figura 3. Mapa de memoria.

4. FLUJO DE EJECUCION DE PROGRAMAS

Desde el menú de opciones principal se puede:

- Cargar, borrar o visualizar la memoria RAM.
- Emular la ejecución del programa en el entorno MC 6800, (figura 1), así como visualizar distintas ampliaciones de la ejecución, como es la Unidad Aritmética-Lógica, (ALU), (figura 4), o visualizar el contenido de los buses de datos y direcciones, (figura 5).
- Emular la ejecución del programa partiendo del entorno MEKD5E, (figura 2).

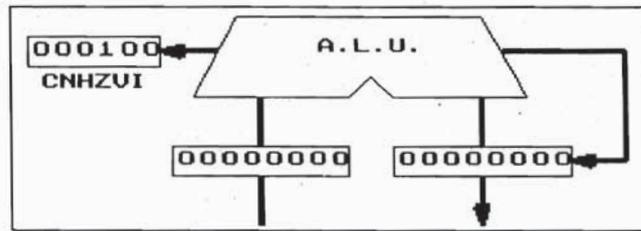


Figura 4. Ventana de ampliación de la ALU.

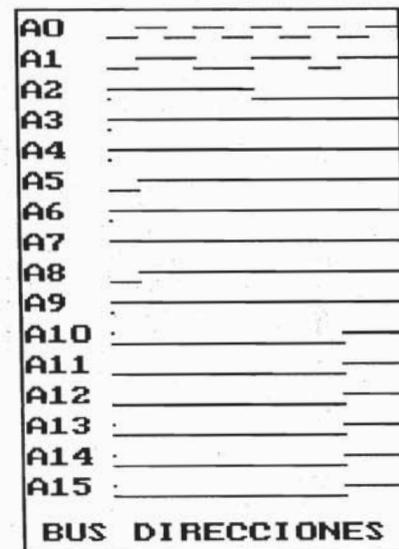
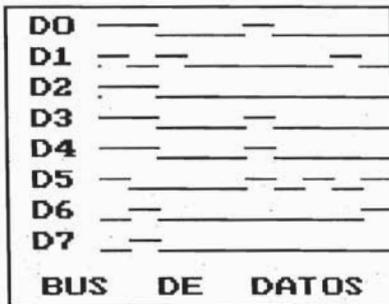


Figura 5. Ventanas de ampliación de los buses de datos y direcciones.

5. PC NECESARIO Y EJEMPLOS REALIZADOS

Para el correcto funcionamiento del programa MICRO se necesita la siguiente configuración de ordenador personal:

- PC IBM o compatible (INTEL 80x86 o compatibles),
- DOS 3.3 o superior (y compatibles, pudiéndose ejecutar el programa MICRO incluso desde una ventana de emulación DOS de MS-Windows 3.1),
- Al menos 640 kB de memoria RAM (libres en torno a 500 kB), y
- Monitor gráfico color o blanco y negro, con resolución VGA.

A continuación se incluye una breve reseña de la funcionalidad de los ejemplos realizados con el programa MICRO:

-- Básicos:

PROGR1_1.MIC	:Suma de 2 números de 8 bits
PROGR1_2.MIC	:Suma de 2 números de 16 bits
PROGR1_3.MIC	:Resta de 2 números de 16 bits
PROGR2_1.MIC	:Multiplicación de dos números de 8 bits por sumas
PROGR2_2.MIC	:Multiplicación de dos números de 8 bits por desplazamiento
PROGR3_1.MIC	:Conversión de hexadecimal a decimal de un dígito
PROGR4_1.MIC	:Conversión de hexadecimal a decimal de dos dígitos
PROGR5_1.MIC	:Salida de un dato por el puerto A
PROGR5_2.MIC	:Entrada y salida de un dato por los puertos
PROGR6_1.MIC	:Salida de un dato por el puerto A por espera activa
PROGR6_2.MIC	:Entrada y salida por espera activa
PROGR7_1.MIC	:Programa con rutina de interrupción

-- Completos:

PROGRAMA.MIC :Programa ejemplo con revisión completa de funcionalidades

-- Ampliación:

EJEMINT.MIC	:Ejemplo de uso de interrupciones
EJEMMAY.MIC	:Búsqueda del mayor número positivo de una lista de 10 números (positivos o negativos en complemento a dos)
EJEMMUL.MIC	:Multiplicación de dos números de 8 bits por desplazamiento y sumas
EJEMSUM.MIC	:Suma de 2 números de 16 bits

6. DESARROLLOS FUTUROS

Actualmente se está finalizando la inclusión en el programa MICRO del microprocesador Intel 8085 (y PPI de entrada/salida) así como la inclusión del microprocesador de Motorola 68000. En el futuro se prevé:

- Módulo de conversión analógico-digital y digital-analógica.
- Soporte de monitores gráficos CGA, EGA y Super VGA; soporte de MS-Windows.
- Sistema de ayuda en línea basado en hipertexto.

7. CONCLUSIONES

El programa MICRO de emulación de microprocesadores basado en PC permite una aproximación práctica y flexible a los sistemas basados en microprocesador al usuario, de una forma modular, flexible y económica. Este programa cubre el espacio existente entre los libros y manuales de descripción de microprocesadores y sus aplicaciones y los kits de desarrollo o evaluación de los fabricantes de microprocesadores.

El microprocesador elegido en la primera fase ha sido el MC 6800 de Motorola, por:

- Es un microprocesador suficientemente representativo, por incluir un repertorio de instrucciones amplio, unos modos de direccionamiento variados y unas líneas de control suficientemente flexibles, y
- Es lo suficientemente simple y claro para no complicar su simulación.

Los criterios que han guiado la elaboración de este programa han sido:

- Desarrollar un entorno de trabajo mediante programa, válido para simular en él microprocesadores y dispositivos electrónicos asociados a los mismos.
- Completar el entorno de trabajo del microprocesador elegido con los elementos necesarios para poder experimentar y comprender todas las posibilidades de aplicación del mismo. En este sentido se han incorporado al programa dos memorias, una RAM y una ROM, así como un decodificador de direcciones, la Unidad Aritmético-Lógica (ALU), los buses de direccionamiento y datos, y una Unidad de Entrada/Salida (PIA).
- Diseñar el programa como una aplicación abierta, modular y que permita su crecimiento (nuevos microprocesadores y dispositivos o con nuevas aplicaciones).

Mediante el uso del programa MICRO y la referencia [1] se puede profundizar en:

- el análisis de los componentes básicos en el desarrollo de microprocesadores,
- la ampliación del estudio de los microprocesadores,
- la programación de microprocesadores y de sus distintos modos de direccionamiento e interrupción,
- la evaluación del uso y aplicaciones de los microprocesadores,
- el seguimiento de diversas aplicaciones mediante ejemplos prácticos incluidos en el disco del programa, y
- la realización de ejemplos y aplicaciones por el lector.

8. BIBLIOGRAFIA

1. F. J. Varela, J. M. Gómez y M. Castro. "Programa MICRO: Aprendizaje de microprocesadores basado en ordenador personal". Editorial Marcombo (en vías de publicación). Barcelona, 1994.
2. M. Castro y otros. "Prácticas de microprocesadores con el MEKD5E". ETSII / UPM. Madrid, 1986.
3. C. Peñalver y otros. "Microprocesadores". ETSII / UPM. Madrid, 1988.
4. Motorola. "MEKD5E User's manual". Motorola. 1982.