

## **SIMULADOR DIDÁCTICO DEL MICROPROCESADOR MC68000 DE MOTOROLA BAJO WINDOWS 95/98/NT**

A.M. ESCUELA, M. MARRERO, F. DOSIL y P. HERNÁNDEZ.

*Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017-Las Palmas de Gran Canaria. España.*

*Este trabajo presenta un simulador que se concibió desde el primer momento como una herramienta didáctica. Con la idea de facilitar la comprensión del funcionamiento de uno de los microprocesadores más emblemáticos de final de siglo (el MC68000 de Motorola) se ha desarrollado una aplicación que además de adaptarse a las actuales configuraciones de los laboratorios universitarios, es decir, a entornos Windows 95/98 o dominios NT, explota la potencia gráfica de los recursos informáticos de los mismos utilizando las últimas técnicas de desarrollo de programas en entornos visuales.*

### **1. Introducción**

Desarrollar aplicaciones relacionadas con simuladores de microprocesadores no es nada nuevo, y menos cuando se trata del MC68000 de Motorola que nos ha acompañado en los últimos veinte años. No es extraño que se hayan desarrollado bastantes simuladores, unos buenos y otros mejores, pero las interfaces gráficas asociadas a los sistemas operativos emergentes sí han cambiado. Precisamente acomodar estas interfaces al diseño de modernos simuladores ha sido el trabajo que se presenta en estas páginas.

Pero, ¿no está todo visto en el campo de la simulación de microprocesadores? La respuesta es no. Los simuladores de microprocesadores aparecen en el campo profesional como potentes depuradores de código donde el programador, que generalmente desarrolla su aplicación desde un lenguaje de alto nivel, evalúa y optimiza la ejecución de su programa. Estos sistemas, como el *Flex - 68K Simulator* de *Noral Micrologics* o el *SingleStep Simulator for the 68000 Family* de *Software Development System*, disponen de sofisticados sistemas de ventanas con colorido atractivo, pero son incapaces de editar los mnemónicos de lenguaje ensamblador trabajando con el código generado por el compilador de "C". Si el alumno no puede escribir sus propios programas en ensamblador se descarta este tipo de aplicaciones para impartir docencia de microprocesadores.

En el ámbito académico han surgido varios simuladores que han tratado de resolver las carencias de los productos profesionales: facilidad de uso. Los resultados han sido dispares, pero ninguno de los simuladores observados ha logrado plenamente su objetivo.

El principal problema con el que se encuentran estos simuladores es que han sido diseñados para funcionar bajo el sistema operativo MS-DOS (obsoleto) impidiendo la realización de interfaces sofisticadas para el manejo de programas. Es más, algunos de ellos optaron por el funcionamiento en modo comando, que resulta engorroso a la hora de seguir la ejecución de un programa.

En este grupo se encuentra el *68000 Editor, Assembler and Simulator v5.1 de XRMX Software Solutions*, que a pesar de funcionar en entorno Windows, funciona abriendo ventanas en modo comando para ensamblar y para simular. A la molestia de trabajar en modo comando, se suma el hecho de que se tiene que abrir una nueva ventana cada vez que se quiere volver a ensamblar el programa, y esto fuerza a abrir otra ventana para simular el nuevo código. Sin embargo, teniendo en cuenta el software disponible en el mercado, es uno de los mejores que existe, aunque muchas veces el usuario se someta tediosamente a su manejo, en aras de poder utilizar una herramienta potente.

Existen buenos trabajos de simuladores desarrollados en universidades nacionales que incluso aportan como novedad cursos sobre el MC68000, en el que de una forma básica se instruye al usuario sobre el micro. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se han realizado bajo MS-DOS, no soportando todos los modos de direccionamiento del MC68000 y presentando algunas limitaciones en la capacidad de instrucciones simuladas.

El trabajo que se presenta intenta suplir las dificultades existentes, aportando la novedad de adecuar un sistema de simulación clásico con las últimas técnicas de interfaces gráficas, persiguiendo el único fin de hacer más atractivo y curioso el aprendizaje del funcionamiento de los microprocesadores.

## 2. Descripción del simulador

El simulador permite editar, ejecutar y depurar programas en ventanas incrustadas en la propia aplicación, de forma que no es necesario el uso de programas externos para su funcionamiento. Con sólo pasar el ratón por cualquiera de las áreas del programa el alumno recibe información de las mismas.

Esta aplicación simula todo el conjunto de instrucciones del MC68000 y sus modos de direccionamiento, permitiendo además que el usuario provoque interrupciones con sólo pulsar el correspondiente botón, verificando en la traza la evolución de su programa.

La interfaz de usuario está dividida en 6 áreas:

Área de código fuente: zona en la que el usuario puede cargar sus programas, editarlos, guardarlos o modificar los existentes.

Área de código: se muestra el código binario resultante del ensamblado (salvo errores sintácticos).

Área de memoria: se visualiza el contenido de cualquier zona de memoria.

Área de pila: representa la zona de memoria donde apunta el puntero de pila.

Área de registros: se presentan los registros de datos, los registros de dirección, el contador de programa y el puntero de pila. Estos registros son editables en tiempo de ejecución.

Área de botones de interrupción: posee siete botones, uno para cada nivel de interrupción que permite simular el sistema de interrupciones del 68000 (dependiendo de la máscara en el registro de estado).



Figura 1: Detalle de la pantalla principal del simulador.

Cuando se escribe el código fuente, la aplicación resalta automáticamente con colores las palabras reservadas de la sintaxis del ensamblador, así se mejora la confección de programas y se minimiza la depuración de los mismos. De esta forma el alumno podrá saber en todo momento que, desde el punto de vista sintáctico, está escribiendo correctamente el código.

Una vez editado y ensamblado el programa, el usuario se encuentra con dos modos de simulación distintos pero complementarios entre sí, que aumentan la versatilidad de la aplicación:

Modo continuo: el programa se ejecuta completamente con un retardo entre instrucción e instrucción, hasta encontrar uno de los puntos de ruptura, siendo estos últimos completamente editables.

Modo paso a paso: ejecuta las instrucciones una a una, permitiendo comprobar en cada paso el estado de todos los registros y de la memoria.

Cuando se ensambla un ejercicio con mnemónicos del 68000 la aplicación verifica automáticamente la sintaxis, indicando en caso de error la línea donde se produjo éste, posicionando el cursor adecuadamente.

Este simulador ha sido desarrollado en *Delphi 4.0* de *Inprise* compilándose con código nativo de 32 bits, de esta forma se ha verificado su correcto funcionamiento en plataformas con Windows 95/98, Windows NT 4.0 y Windows 2000 Profesional sin observar ninguna anomalía.

El programa aporta las siguientes innovaciones:

**Configuración visual de la tabla de excepciones.** Debido al carácter docente de esta aplicación se ha restringido la vectorización de las excepciones más importantes, como ILLEGAL INSTRUCTION, CHK, TRAPV, DIV 0 y las IRQ (autovectores nº 100 al 124).

**Simulación de las interrupciones:**

Proporciona al usuario la posibilidad de provocarlas con un simple *click* de ratón sobre la botonera, de forma que se pueda verificar las rutinas de servicio escritas en las direcciones que apuntan de los vectores de interrupción.

**Sistema de ayuda interactivo:** Además de explicar el funcionamiento del programa, proporciona una ayuda *on-line* sobre el conjunto de instrucciones del ensamblador del MC68000.

**Fácil introducción de puntos de ruptura:** De esta forma es posible ejecutar segmentos de código hasta estos puntos y ver el estado del microprocesador en ese momento.

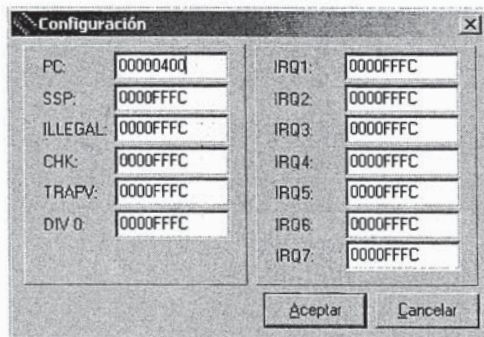


Figura 2: Configuración de la tabla de vectores de excepción.

### 3. Conclusiones

Analizando los simuladores que existen en la actualidad para el MC68000 se observa que son o bien demasiado complejos y orientados a entornos profesionales o demasiados simples e incómodos de manejar, por lo que se ha desarrollado este simulador introduciendo mejoras en la edición y depuración de código, con la posibilidad de generar interrupciones a *click* de ratón, previa configuración gráfica de la tabla de vectores de excepción. Se explota las capacidades gráficas de los equipos de laboratorios sobre los actuales sistemas operativos (WIN95/98/NT/W2000).

### Referencias.

- [1] Motorola, *M68000 Programmer's Reference Manual*. Prentice-Hall 1986.
- [2] S. Kelly-Bootle, B. Fowler, *68000/10/20 Arquitectura y Programación en ensamblador*. Anaya Multimedia 1989
- [3] Borland, *Visual Component Library Reference I-II*. Borland International 1997
- [4] Microsoft, *Microsoft HTML Help Workshop*. Microsoft 1998