

## EMU68

I. GÓMEZ, C. RODRÍGUEZ, R. VARELA Y M. VALENCIA  
*Departamento de Tecnología Electrónica. Facultad de Informática.  
Campus de Reina Mercedes de la Universidad de Sevilla.  
41012 Sevilla (España)*

*Simulador-ensamblador didáctico del microprocesador Motorola 68000 para plataforma Linux-Intel. Ha sido diseñado pensando siempre en la máxima facilidad de uso, para ser utilizado en prácticas de asignaturas relacionadas con Arquitectura de Computadores, Microprocesadores o Programación Ensamblador.*

### 1. Introducción

EMU68 es un programa ideado para el aprendizaje del Microprocesador Motorola 68000 en un doble nivel de uso. Por una parte, para que el usuario aprenda a desarrollar programas con su conjunto de instrucciones (nivel ISP) y, por otra, para que pueda conocer cómo opera internamente (nivel RT o de transferencia de datos entre registros). Además, EMU68 está fuertemente orientado al aprendizaje de estudiantes universitarios que inicien esta materia por lo que se ha construido primando la sencillez de manejo sobre otras consideraciones.

Aún con este carácter marcadamente pedagógico, no hemos querido hacer una herramienta de utilidad meramente académica, sino que realmente sea operativa en el desarrollo de programas a bajo nivel. Para ello el ensamblador se ha implementado de acuerdo con el estándar de Motorola [1] recogiendo el conjunto completo de instrucciones del MC68000 [2,3] Sin embargo, en la simulación interna, aunque se han incluido la inmensa mayoría, no se ha implementado todo el conjunto de instrucciones, eliminándose aquellas con escaso o nulo valor formativo.

En lo que sigue, presentaremos en primer lugar las características generales de EMU68 para, seguidamente, tratar cada uno de los diferentes bloques que lo componen: el simulador, el ensamblador y las opciones. Finalizaremos con unas breves conclusiones.

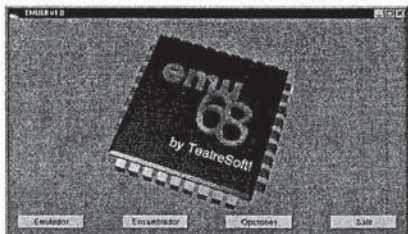
### 2. Características generales del programa

El programa EMU68 contiene tres bloques principales: el simulador, el ensamblador y las opciones. El primero de estos bloques permite emular el modelo de programación del comportamiento de un MC68000 bajo diferentes formas de ejecución (instrucción a instrucción, porción de programa o programa completo), permitiendo observar los cambios causados durante esa ejecución en los registros internos y en la memoria principal. El segundo contiene el ensamblador en sí, junto con un editor de texto y un analizador de errores. Por último, lo más importante de las opciones lo constituyen los tutoriales en los que se incluyen

ejemplos para aprender las nociones básicas de programación en lenguaje ensamblador, se explican errores cometidos al programar y se hace una breve referencia de las instrucciones del MC68000.

Para la ejecución de EMU68 se requiere un sistema basado en Intel, preferentemente Pentium, que posea 16MB de RAM y disco duro, bajo sistema operativo Linux (todas las distribuciones que conocemos son válidas), con X-Windows y librería GTK 1.0.4 o superior.

Cuando se ejecuta por primera vez el programa, aparece una ventana con las condiciones de uso. Estas condiciones aseguran una libre distribución y uso del programa siempre y cuando se use con fines académicos.



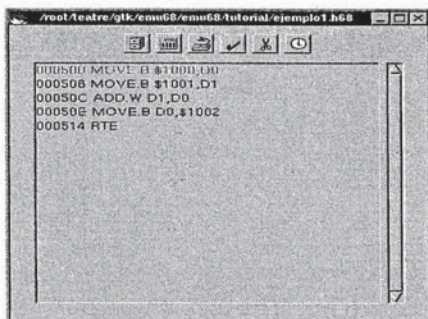
**Figura 1:** Pantalla principal del programa

Aceptadas las condiciones, se muestra la pantalla mostrada en la figura 1.

En ella se encuentran cuatro botones, los cuales sirven para iniciar la emulación de un programa, ensamblar un programa (o bien crear o editar un archivo), ajustar nuestras preferencias o ver los tutoriales y salir del programa.

### 3. Simulador

El simulador incorpora emuladas casi todas las instrucciones del micro 68000 de Motorola.



**Figura 2:** Pantalla principal del simulador

Cuando se pulsa el botón de Emulador de la figura 1, podrá elegirse el fichero con extensión h68 a simular. El programa nos avisará si se trata de un archivo h68 correcto.

A continuación se nos mostrarán las ventanas que comentamos seguidamente:

La ventana de la figura 2 muestra el conjunto de instrucciones que tiene que ejecutar el programa junto con su dirección en memoria. La siguiente instrucción a ejecutar siempre está escrita en rojo.

Con los seis iconos que se encuentran en la parte superior de la ventana, se podrá elegir la forma de ejecución: emular sólo la instrucción escrita en rojo, ejecutar hasta una dirección de memoria determinada o ejecutar todas las instrucciones hasta que se encuentre con la instrucción RTE, que es la que indica en este simulador el fin del programa.

En la ventana de la figura 3 se observan los cambios que sufren todos los registros del microprocesador. También presenta los flags de estado en cada momento, con lo que, por ejemplo en las instrucciones condicionales, se seguirá con suma facilidad las acciones que se



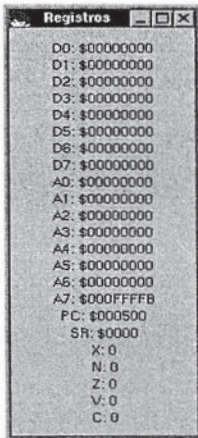


Figura 3. Registros

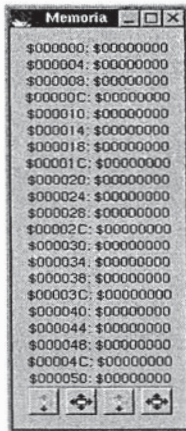


Figura 4. Memoria

realizan en función de sus valores. A través de la ventana de la figura 4, se puede acceder a los cambios que ocurren en la memoria, pudiendo así constatar el flujo de datos procesador-memoria.

El monitor es una de las novedades más significativas que incorpora este programa con respecto a otros de finalidad similar. A través de las interrupciones del micro se pueden mostrar mensajes, con lo que consigue una interacción con el usuario del programa y facilita un medio rápido y elegante para mostrar los resultados del programa. Así el profesor puede observar de manera cómoda si el alumno ha conseguido los objetivos que se proponía. Además, esto

permite disponer de un medio fácil para introducir un ejemplo que ilustre el uso de interrupciones.

#### 4. Ensamblador

El ensamblador está preparado para compilar todas las instrucciones del 68000, incluso aquellas que no han sido incluidas en el simulador, por lo que los ficheros .h68 que genera pueden ser usados después en cualquier otro simulador que acepte la normativa estándar de Motorola, pudiendo incluso usarse como compilador cruzado. Además, avisa de los errores cometidos pudiendo ver en uno de los tutoriales qué posibles soluciones se pueden aplicar. Esto será muy útil para esos momentos en los que el alumno "no sabe qué falla".

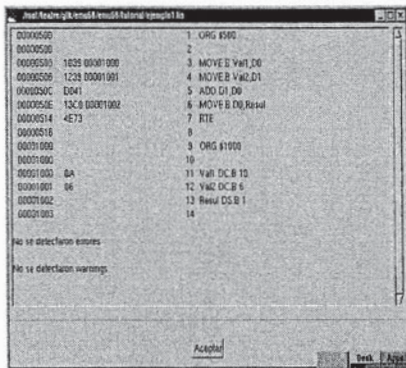


Figura 5. Pantalla final del ensamblador.

adquirir manejo de un editor externo más o menos complejo.

También se ha incluido un sencillo e intuitivo editor de texto para que el alumno no familiarizado con el sistema operativo Linux no tenga que dedicar su esfuerzo en

Después de elegirlo, se podrá ensamblar el fichero elegido. Entonces se generan dos ficheros:

- H68: este tipo de fichero es el que vamos a necesitar para ejecutar el programa en el simulador, siempre y cuando el ensamblador indique que no posee ningún error.

- LIS: este fichero es el que será mostrado en pantalla (Fig. 5), ya que indicará cada instrucción, su código máquina y si tiene algún tipo de error.

Como podemos ver, el ensamblador muestra los resultados en tres columnas, una con la dirección de memoria en la que se encontrará la instrucción, otra con el valor en código máquina (si fuese una instrucción para ejecutar en el simulador) y una tercera columna con la instrucción.

## 5. Opciones

Entre otras acciones, se trata de elegir el visualizador de páginas HTML que deseamos sea usado para ver los tutoriales que contiene el EMU68.

Eligiendo el nombre del fichero (y la ruta si fuese necesario) del visualizador, automáticamente el programa cargará en ese *browser* el tutorial seleccionado a través del menú que nos aparece al pulsar el botón de Opciones (ver Fig. 1).

Los tutoriales incluidos son:

- Errores del ensamblador: explica los errores y *warnings* del ensamblador y su significado. También incluye un conjunto de soluciones típicas, las cuales serán de gran ayuda para el alumno.
- Uso del EMU68: este tutorial explica paso a paso el manejo del programa.
- Aprendizaje del Motorola 68000: el tutorial más ambicioso e importante de los que se incluye. A través de él, el alumno aprenderá manejar tanto el ensamblador como el simulador.
- Instrucciones del m68000: es un breve resumen de todas las instrucciones que incorpora el micro.

## 7. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado EMU68, una herramienta de ayuda al aprendizaje del Microprocesador Motorola 68000 en una comunidad académica universitaria. Los principales éxitos son el haber incluido en una sola herramienta un ensamblador (con editor de textos y analizador de fallos) totalmente operativo, que está dirigido al nivel ISP o de uso del procesador mediante programación, junto con un emulador que permite observar los cambios inducidos durante la ejecución de un programa en los registros internos o la memoria, lo que permite conocer a nivel RT la operación interna del MC68000. EMU68 corre en una plataforma de bajo coste, ampliamente extendida, está diseñado para ser sencillo de manejar e incluye tutoriales de aprendizaje.

## Referencias

- [1] Motorola. *MC68000 Programmer's Reference Manual*. Motorola Inc., 1985.
- [2] Motorola. *MC68000 Microprocessor User's Manual*. Motorola Inc., 1979.
- [3] Motorola. *Microprocessor Data Manual*. Motorola Inc. 1982.