

## EMULADOR DE UN PROCESADOR SENCILLO

C. BAENA<sup>1</sup>, M. P. PARRA<sup>1</sup>, I. CASADO Y M. VALENCIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Microelectrónica de Sevilla (CNM-CSIC)

ib con Dpto de Tecnología Electrónica. Fac. de Informática. Univ. de Sevilla.  
41012-Sevilla. España

*En esta comunicación presentamos una herramienta informática que emula el comportamiento de un procesador simple. Dicho procesador se utiliza con fines docentes para introducir los conceptos relacionados con los procesadores reales. La herramienta que presentamos es un entorno gráfico que, de forma amigable, permite editar, compilar y ejecutar programas. Esto se realiza mediante un lenguaje ensamblador que se ha desarrollado para el procesador en cuestión.*

### 1. Introducción

En los primeros cursos de las titulaciones relacionadas con la Ingeniería Informática se estudia la estructura básica a nivel de hardware del computador. Para ello, se suele comenzar por el estudio de los circuitos digitales y, en un nivel de complejidad superior, se abordan los sistemas digitales compuestos por unidad de datos y unidad de control. Tras esto, llega el momento de enfrentarse al estudio de los procesadores reales. El salto en complejidad que suponen dichos procesadores puede ser suavizado mediante el estudio de un procesador de carácter docente. Siguiendo esta línea hemos diseñado un procesador de tales características. Una descripción completa de este procesador se hace en otra comunicación titulada "Diseño de un computador sencillo con carácter docente: teoría y práctica". Aunque los conceptos involucrados pueden presentarse de forma teórica, creemos que es fundamental darles un soporte práctico para lo cual los alumnos deben disponer de una aplicación que les permita "ver" el interior del computador realizado y "usarlo" para resolver problemas mediante su programación. En esta comunicación nos basamos en este enfoque para presentar una herramienta software que emula el procesador sencillo diseñado al que hemos aludido antes.

### 2. Objetivos

Como decíamos, se ha desarrollado una aplicación orientada a emular vía software el funcionamiento de un procesador sencillo (con 23 instrucciones de una palabra y que maneja datos de 12 bits), mediante una representación visual de sus registros y sus señales de control. Se ha pretendido que esta aplicación integre desde la edición del programa en lenguaje ensamblador hasta la ejecución del mismo pasando por todas las fases intermedias necesarias. Al ser una herramienta orientada al uso por parte de alumnos de primer curso, muchos y de aún poca cualificación, son objetivos básicos que esta sea fácil de manejar y que sea posible su instalación y ejecución en los ordenadores personales de la mayor parte del alumnado y en los disponibles en nuestro centro. Por ello, la aplicación se ha desarrollado para los sistemas operativos Windows 95 y Windows NT.

### 3. Características básicas

Para que el manejo de la aplicación sea lo más sencillo posible se le ha dado una interfaz que agrupa las funciones en menús desplegables. En la Figura 1 se muestra la ventana principal de la herramienta, que incluye una barra de herramientas para facilitar un acceso directo a algunos de los comandos. La unidad de datos se representa gráficamente y en esta representación son visibles detalles como los contenidos de los registros y el estado de las señales de control. La ventana principal dispone de tres subventanas: la ventana de edición (para escribir el programa), la ventana gráfica en la que como decíamos se muestra la unidad de datos y una tercera ventana de salida de información. Además puede abrirse una ventana flotante que muestra el contenido de la RAM en tiempo de ejecución (Figura 2). De la misma manera, también puede abrirse una ventana que muestra el listado del programa que está ejecutándose tanto en código máquina como en lenguaje ensamblador y sobre el cual se señala la instrucción en curso (Figura 3). Se ha incluido un sistema de ayuda en línea que posibilita acceder al manual de programación del procesador así como al manual de usuario de la aplicación en sí. La aplicación dispone de una serie de ficheros fuente como ejemplos de programas que pueden ser ejecutados por el procesador.

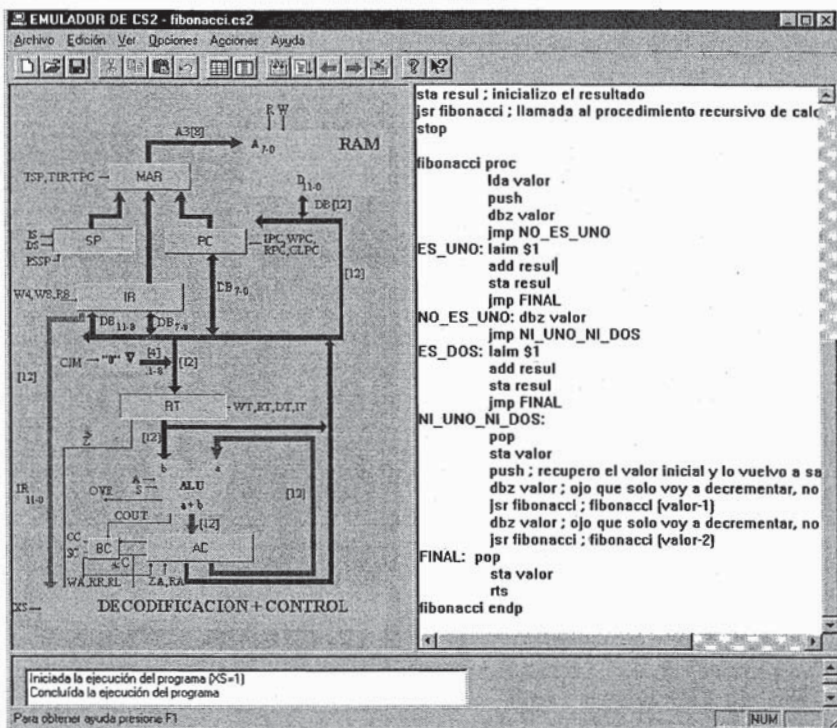
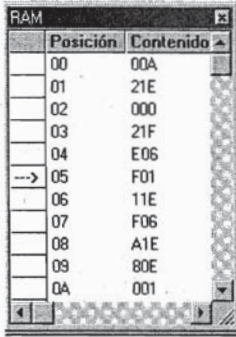


Figura 1: Ventana principal de la aplicación.

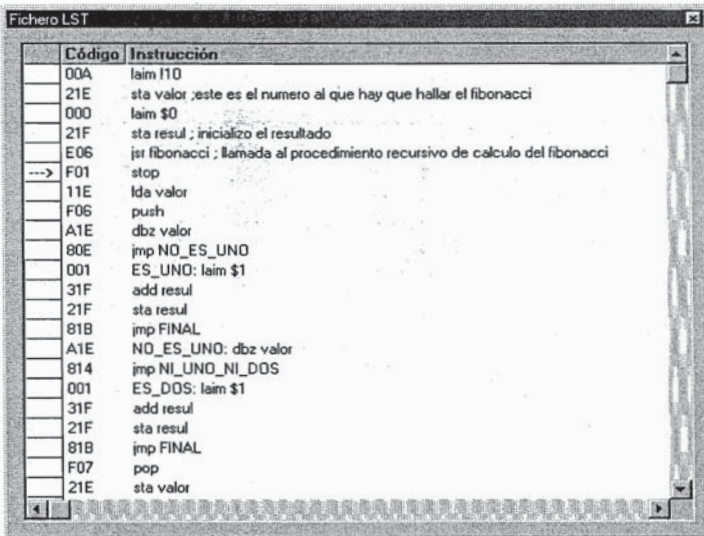
La herramienta desarrollada constituye un entorno integral que, sin salir de la aplicación, permite al usuario editar su programa en lenguaje ensamblador, salvarlo, compilarlo, depurar los errores que se detecten en la compilación y, finalmente, ejecutarlo. En cuanto al lenguaje ensamblador, se ha desarrollado de manera que sea posible definir y usar etiquetas, insertar comentarios, utilizar diferentes formatos numéricos y definir variables simples y *arrays*.



Posición	Contenido
00	00A
01	21E
02	000
03	21F
04	E06
05	F01
06	11E
07	F06
08	A1E
09	80E
0A	001

Figura 2: Ventana de contenido de memoria

En la fase de compilación, el sistema genera un fichero con el listado de errores encontrados, indicando la posición y proporcionando un breve comentario. Además, se ha diseñado de forma que el compilador no se detiene ante el primer error encontrado sino que continúa chequeando el programa hasta su final y detecta todos los errores de una sola pasada. En cuanto a la fase de ejecución, esta puede desarrollarse de tres formas distintas: 1) ejecución completa del programa, útil para comprobar de una manera rápida si el programa realizado resuelve el problema deseado, 2) ejecución por instrucciones, y 3) ejecución ciclo a ciclo. Estas dos últimas formas de ejecución también resultan muy útiles ya que permiten conocer el efecto de cada paso ejecutado sobre el estado del procesador. También en estos dos últimos casos se permite la ejecución en sentido inverso. Esta ejecución inversa posee dos estados, es decir, se podrá volver atrás dos instrucciones o dos ciclos en cada momento de la ejecución.



Código	Instrucción
00A	laim 110
21E	sta valor ;este es el numero al que hay que hallar el fibonacci
000	laim \$0
21F	sta resul ; inicializo el resultado
E06	jsr fibonacci ; llamada al procedimiento recursivo de calculo del fibonacci
F01	stop
11E	lda valor
F06	push
A1E	dbz valor
80E	jmp NO_ES_UNDO
001	ES_UNDO: laim \$1
31F	add resul
21F	sta resul
81B	jmp FINAL
A1E	NO_ES_UNDO: dbz valor
814	jmp NI_UNDO_NI_DOS
001	ES_DOS: laim \$1
31F	add resul
21F	sta resul
81B	jmp FINAL
F07	pop
21E	sta valor

Figura 3: Ventana de listado de programa



Todas las funciones que se han descrito anteriormente posibilitan que esta herramienta sea usada en la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura "Estructura de Computadores" de primer curso de las titulaciones de Ingeniería Informática, con lo que los objetivos docentes planteados han sido plenamente cubiertos.

#### 4. Conclusiones

Se ha presentado una herramienta informática para la emulación de un procesador pedagógico. Esta herramienta también permite realizar prácticas de programación sobre dicho procesador utilizando un lenguaje ensamblador que ha sido desarrollado a este efecto. Dispone de un sistema de ayuda en línea y de ficheros de programas ejemplo por lo que es útil para una enseñanza no monitorizada. Se ha mostrado el interfaz gráfico así como se han detallado las diferentes opciones de uso de la aplicación: edición, compilación y ejecución tanto por pasos como automática.

#### Referencias

- [1] C. Baena, J.I. Escudero, I. Gómez y M. Valencia. *Introducción a los Sistemas Digitales*. Dpto. de Tecnología Electrónica. Universidad de Sevilla (1997).
- [2] I. Casado. *Emulador del computador simple 2*. Proyecto Fin de Carrera (1998).