

Simulador de una Unidad de Control microprogramada

Aitor Jáuregui Vidal, Txelo Ruiz Vázquez, Izaskun Etxeberria Uztarroz

Dpto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Facultad de Informática, Universidad del País Vasco UPV-EHU
20009 Donostia - San Sebastián

e-mail: aitor94@hotmail.com, txelo@si.ehu.es, izaskun@si.ehu.es

Resumen

En el presente trabajo se expone un simulador gráfico de una unidad de control microprogramada, que puede ser utilizado por los alumnos de manera autónoma para profundizar en la comprensión del funcionamiento de la misma. Por ello, cuenta con una interfaz visual atrayente, amigable al usuario, y su utilización es fácil e intuitiva. Su aceptación por parte del alumnado en el primer trimestre del curso 2003-04 ha sido muy buena.

1. Motivación

Dentro de los tópicos que habitualmente se imparten dentro de una asignatura introductoria de Arquitectura de Computadores está el de la unidad de control microprogramada [2] [3]. En nuestra Facultad, éste es el primer tema de la asignatura "Arquitectura de Computadores 1".

En una asignatura anterior, los alumnos ven una introducción al diseño de sistemas síncronos con unidades de control cableadas, culminando con el diseño de un procesador didáctico sencillo de 16 bits, tipo RISC, denominado BIRD₄, con un reducidísimo conjunto de instrucciones (sólo cuatro: LD, ST, ADD, BEQ) y dos modos de direccionamiento: absoluto y directo de registro. (BIRD₄ es una versión reducida del procesador BIRD, diseñado por miembros de esta Facultad en base al procesador MIPS [2]. Más detalles sobre BIRD pueden ser consultados en [1]). El procesador sencillo BIRD₄ se utiliza, en la asignatura de Arquitectura, como base para el diseño y análisis de la unidad de control microprogramada.

Dado que, por diversas razones, éste es un tema al que se le dedica un escaso número de horas en el aula, surgía el problema de que un elevado número de alumnos no llegaba a comprenderlo suficientemente. De hecho, con anterioridad se estudiaba la máquina microprogramada de Tanenbaum [3], pero eso suponía dos retos para el alumnado: ade-

más de la unidad de control microprogramada, la estructura de la unidad de proceso también les era desconocida, obteniéndose resultados poco satisfactorios; por ello, se decidió utilizar el procesador que ya conocían, BIRD₄, de manera que se pudiera hacer hincapié en la unidad de control microprogramada.

Dada la amplia utilización de simuladores en la enseñanza de materias de Arquitectura y Organización de Computadores [4] [5], y con el objetivo de obtener mejores resultados, se pensó que sería de gran ayuda didáctica el contar con un simulador de la unidad de control microprogramada de BIRD₄, que presentara una interfaz gráfica "amistosa" y sencilla y que pudiera ser utilizado tanto por el profesor en el aula en sus lecciones magistrales, como por los alumnos de manera autónoma, lo que les permitiría profundizar a su ritmo en la materia, sin presiones.

Al ser un procesador específico, exigía el desarrollo de un simulador específico, para lo que se recurrió a los proyectos fin de carrera (PFC). En este trabajo se presenta el simulador de la unidad de control microprogramada de BIRD₄.

2. Estructura del procesador BIRD₄

La unidad de proceso de BIRD₄ (figura 1) consta de un conjunto de 32 registros de propósito general, una unidad aritmético-lógica sencilla, el contador de programa (PC), el registro de instrucción (IR), y una serie de registros y circuitería auxiliar (básicamente multiplexores). Se considera una memoria principal de 64K x 16 bits. Los datos son de 16 bits, mientras que las instrucciones son de 32 bits (de ahí la división del registro de instrucción, IR, en dos partes, IR1 e IR2, ya que se necesitan dos lecturas en memoria).

La estructura de la unidad de control microprogramada se puede ver en la figura 2. El formato de las microinstrucciones puede ser deducido a partir de la estructura del registro μ IR.

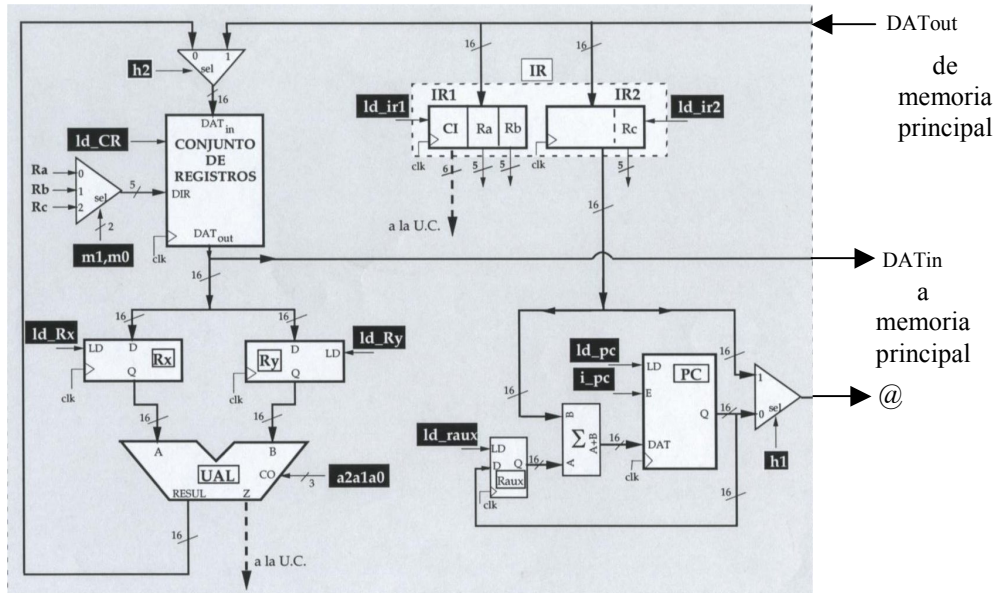


Figura 1. Estructura de la unidad de proceso de BIRD₄

3. Características del simulador

Para su desarrollo, se ha utilizado el entorno Microsoft Visual Basic 6.0. Se puede ejecutar en plataformas PC Pentium y en los sistemas operativos: Windows 9x, Windows Milenium, Windows NT 3.5 o superiores, Windows 2000/ XP.

En www.sc.ehu.es/acweb/KUmikrosim.zip se encuentra el instalador del simulador (23 MB).

Cabe destacar que se ha hecho especial hincapié en el aspecto visual del funcionamiento de la Unidad de Control, destacándose la evolución dinámica del trasiego de información entre los distintos componentes.

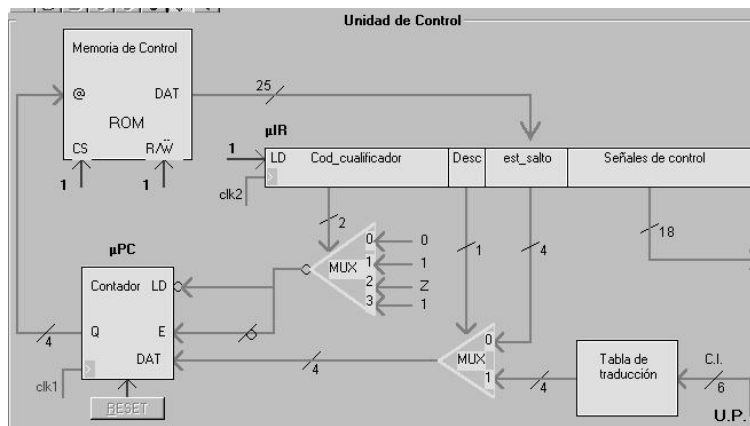


Figura 2. Estructura de la unidad de control microprogramada.

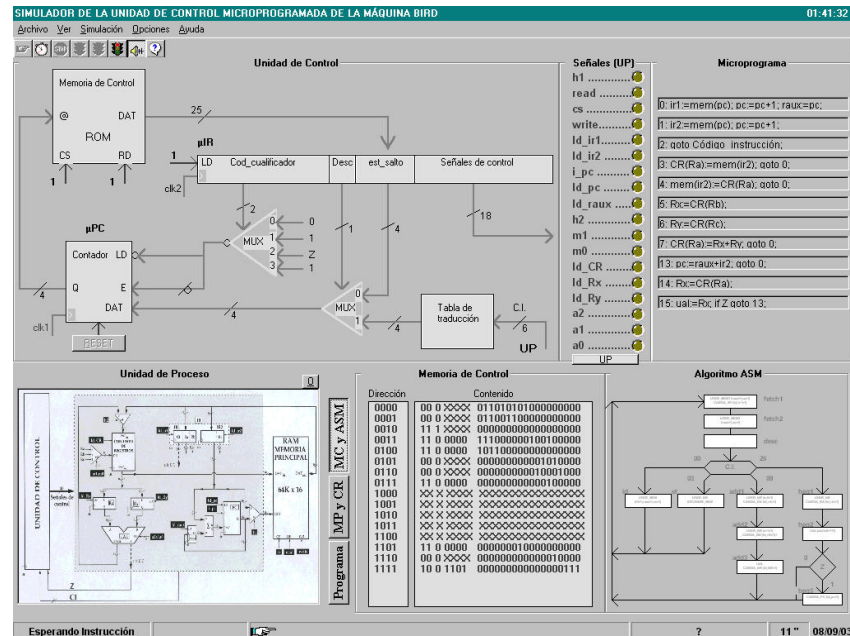


Figura 3. Pantalla principal del simulador.

La pantalla principal del simulador (figura 3) permite ver el estado de cada componente mediante una interfaz gráfica intuitiva, proporcionando la información siguiente: señales de control que se activan en un momento dado; microinstrucción que se está ejecutando; estado de la unidad de proceso; contenido de la memoria de control; y estado en el que se encuentra el algoritmo de control.

Además, dicha pantalla principal puede configurarse de tres formas diferentes, difiriendo sólo los dos campos inferiores de la derecha. Así, en lugar de visualizar el contenido de la memoria de control y el algoritmo ASM, el usuario puede preferir visualizar el contenido de la memoria principal y del conjunto de registros; o bien el código de un sencillo programa ejemplo, tanto en alto nivel como en ensamblador.

En cuanto al funcionamiento del simulador, el usuario tiene dos opciones: puede simular de manera independiente una única instrucción de las que componen el conjunto de instrucciones, o bien puede simular el programa ejemplo que multiplica dos números, escrito únicamente las cuatro instrucciones. Además, puede elegir entre tres modos de simulación: continua, ciclo a ciclo, y paso a

paso, variando entre ellas el nivel de interacción con el usuario. De esta manera, puede elegir el modo de simulación que mejor se adapta a su nivel de comprensión.

En esta misma línea, la herramienta ofrece la posibilidad de modificar determinados parámetros de funcionamiento, como son: la velocidad a la que evoluciona la información en la pantalla; el contenido de la memoria de control, lo que permite modificar determinadas microinstrucciones y observar su influencia en la ejecución de las instrucciones del nivel máquina; e incluso permite añadir nuevas microinstrucciones, con lo que se abre la posibilidad de ampliar el conjunto básico de instrucciones del procesador, siempre que no se necesite modificar la unidad de proceso.

El simulador dispone también de ayuda *online*.

En la figura 4 se puede ver cómo se destaca la evolución de la información a través de la unidad de control. Esta evolución se va mostrando de manera dinámica, de forma que el usuario puede seguir intuitivamente todo el proceso de ejecución de una microinstrucción y su efecto sobre la unidad de proceso.

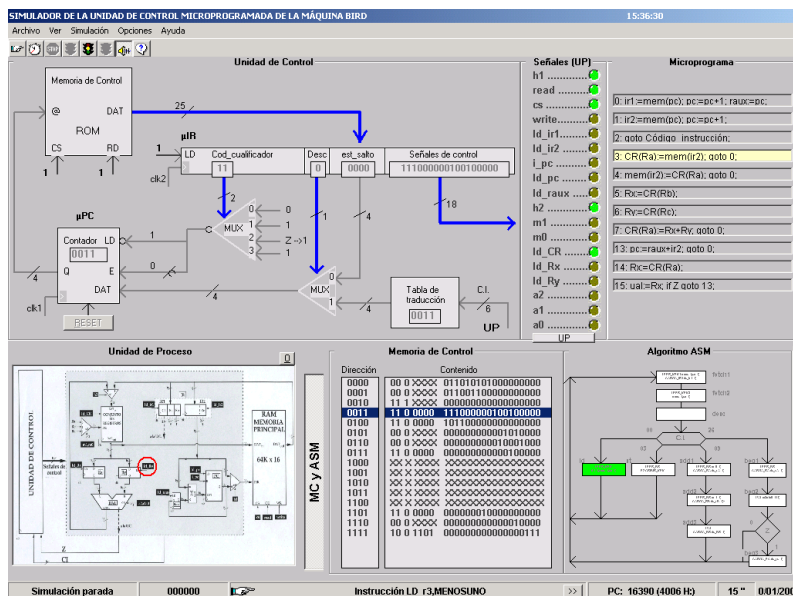


Figura 4. Evolución de la información a través de la unidad de control en un instante dado.

4. Conclusión

En este trabajo se ha presentado un simulador de una unidad de control microprogramada. Este simulador ha sido realizado como proyecto fin de carrera por un alumno de la titulación de Ingeniería Informática; fue defendido en septiembre de 2003. Ha sido utilizado por primera vez en la asignatura de Arquitectura de Computadores 1 durante el primer semestre del curso 2003-04. El nivel de aceptación del alumnado ha sido alto. En cuanto a resultados acerca de su influencia en el nivel de comprensión de los alumnos medido en una prueba objetiva, como es el examen realizado en febrero de 2004, en comparación con los resultados del curso anterior (febrero de 2003) cabe destacar los siguientes aspectos. En primer lugar, el profesorado valoró positivamente el uso del simulador, ya que se observó un menor número de dudas previas al examen. En segundo lugar, se ha reducido significativamente el porcentaje de alumnos que, o bien dejaban el ejercicio correspondiente a la unidad de control microprogramada en blanco, o bien obtenían un cero, pasándose de un 55% a un 24,5% (la razón de esas cifras tan elevadas es el

bajo valor relativo de ese ejercicio, 1 punto sobre 10, siendo lo habitual que los alumnos se centren en aquellos ejercicios que más puntuación les pueden reportar: entrada/salida, memorias y aritméticos). Finalmente, cabe destacar que la nota media obtenida en el ejercicio correspondiente ha mejorado en un 40% aproximadamente.

Referencias

- [1] Arbelaitz, O, Arregi, O. et alter. *Nivel de lenguaje máquina: una aproximación*. ATC-FISS. ISBN: 84-600-9519-3, 1999.
- [2] Patterson, D.A., Hennessy, J.L. *Estructura y diseño de computadores. Interficie circuiteria/programación*. Editorial Reverté, 2000.
- [3] Tanenbaum, A.S. *Organización de computadoras. Un enfoque estructurado*, 4ª edición. Pearson Educación, 2000.
- [4] Wolffe, G., et alter. *Teaching Computer Organization/Architecture With Limited Resources Using Simulators*. Proc. of SIGCSE 2002.
- [5] Yurcik, W., et alter. *A Survey of Simulators Used in Computer Organization/Architecture Courses*. Proc. of the Summer Computer Simulation Conference (SCSC), July 2001.