

# DISEÑO DE UNA COMPUTADORA DIDACTICA CON PROCESADOR CISC: IMPLEMENTACION DE LA UNIDAD DE CONTROL Y SIMULACION DEL RESTO.

J. M. Reifs, V. Marqués, J. I. Benavides, F. J. Quiles y E. Saez

José Ignacio Benavides Benítez  
Universidad de Córdoba.  
Escuela Universitaria Politécnica (U.D.A.O.)  
Avda. Menendez Pidal S/N.  
Tlf.: (957) 21-83-75  
Fax: (957) 21-83-16  
e.mail: el1bebej@sun630.uco.es

**RESUMEN.-** En este trabajo se presentan las características de una Computadora Didáctica, de la que se ha implementado la Unidad de Control y se simula el resto de las Unidades. Se aplicará en la realización de prácticas de la asignatura de Arquitectura de Computadores para el tema dedicado a la microprogramación. La simulación se ejecuta sobre un ordenador Personal Compatible al que se le conecta la Unidad de Control, a través de los correspondientes interfaces de Entradas/Salidas digitales.

## 1.- INTRODUCCION

Presentamos el diseño de la Arquitectura de una Computadora Didáctica, para su aplicación en las prácticas de la asignatura de Arquitectura de Computadores de los estudios de Diplomatura de Informática. La implementación física es parcial y se ha restringido a la Unidad de Control, la cual es de tipo microprogramada, simulando el resto de las Unidades, en un PC compatible IBM. Los objetivos que se pretenden cumplir con el diseño son:

- 1.- Acercar al alumno a la estructura y al funcionamiento de las unidades de un computador en los diferentes niveles de ejecución de programa, ejecución de instrucción y ejecución de microinstrucción.
- 2.- Realizar prácticas de microprogramación, permitiendo definir diferentes conjuntos de instrucciones para la misma estructura.
- 3.- Obtener un sistema económico y de fácil uso, ya que se implementa parcialmente y se simula el resto. La simulación parcial, es una novedad frente a [1].

## 2.- CARACTERISTICAS DE LA COMPUTADORA

Las características más importantes a destacar, en el diseño de la Computadora son:

- *A nivel estructural y funcional:*

- 1.- Implementación con bus de datos de 8 bits y bus de direcciones de 16, para aproximar la computadora a los primeros dispositivos comerciales.

2.- Utilización de un acumulador formado por 3 registros para contener datos en punto flotante, además de permitir rotar y desplazar el acumulador de mantisa, con o sin la bandera C, de 8 formas distintas.

3.- Uso de una estructura flexible que permita realizar una futura ampliación, para poder programar la computadora mediante la adquisición de datos desde un teclado y la comunicación con un PC, cada uno a través de su correspondiente puerto.

4.- Inclusión de hasta 128 instrucciones. Estas instrucciones, con los doce modos diferentes de direccionamiento, tienen la suficiente complejidad para la realización de programas de cierta envergadura, de manera que éstos se adecuen al nivel de conocimientos en programación del alumno.

Dentro del juego de 69 instrucciones de demostración, que se han incluido en la computadora, caben destacar:

- Operaciones en punto flotante: suma, resta, producto y división.
- Operaciones en complemento a 2: suma y resta de datos de 2 bytes, y producto y división de datos de 1 byte.
- Operaciones lógicas: NOR, AND, OR y OR exclusiva.
- Salto a subrutina.
- Regreso de subrutina.
- Bifurcaciones: incondicional y condicionadas a las diferentes banderas.

Este juego de instrucciones se ha hecho para mostrar las posibilidades de esta estructura, pero como ya hemos explicado el alumno puede crear su propio juego, sin más que introducir las correspondientes secuencias de microinstrucciones en la memoria de la Unidad de Control.

#### • A nivel tecnológico

La utilización de dispositivos de lógica programable, ya que nos permiten implementar en un único circuito integrado sistemas secuenciales ajustados a las necesidades del diseño.

### 3.- ESTRUCTURA DE LA COMPUTADORA

En la Figura 1 podemos observar los bloques principales que componen la computadora, los cuales se comunican a través de distintos buses, siendo los principales el bus de direcciones, el bus de datos y el bus interno. Además se han incluido los puertos necesarios para programar el computador con un teclado y establecer la comunicación con un PC.

El funcionamiento general es el siguiente:

1.- La Unidad de Control realiza un ciclo de búsqueda de la primera instrucción. En este ciclo la UGM (Unidad de Gestión de Memoria y Datos) extrae la instrucción de la memoria y la envía a la Unidad de Control.

2.- La Unidad de Control ejecuta la instrucción recibida, para lo cual ordena a la UGM, que extraiga el operando, en caso de tenerlo.

3.- Si es necesario se opera con el en la Unidad de Cálculo y se comienza de nuevo el

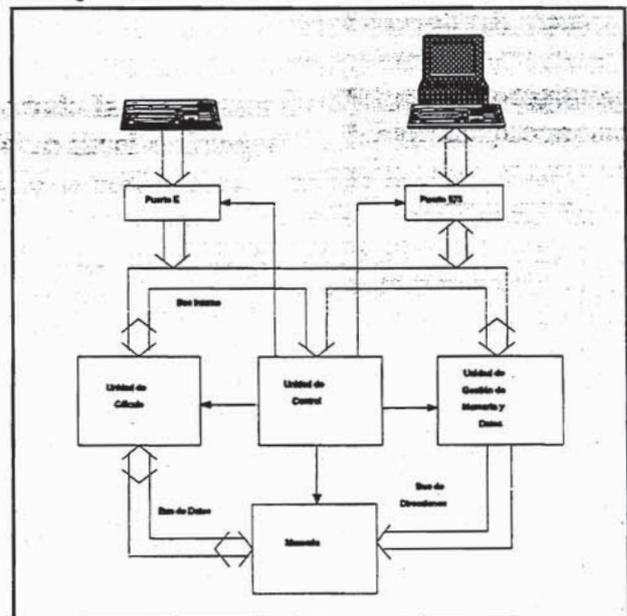


Figura 1.- Diagrama de Bloques

proceso con la siguiente instrucción.

A continuación vamos a describir con más detalle cada uno de los bloques presentes en la Figura 1. Para establecer esta estructura hemos tenido en cuenta las siguientes referencias: [2], [3], [4] y [5].

### 3.1.- Unidad de Control

Es la unidad más importante del procesador, cuya misión es la gestión del resto de las unidades a través de las diferentes microinstrucciones, introducidas en la memoria de microprograma. Esta formada por:

- Memoria de control: Es la encargada de almacenar la secuencia de señales de control que forman las instrucciones.
- Contadores de microprograma: Seleccionan la microinstrucción a ejecutar.
- Lógica de Control de Bifurcación: Controla si se cumple alguna condición de bifurcación.

La Unidad de Control genera 82 señales de control con tan solo 3 EPROM de 8 kbytes (longitud total de palabra 24). Para ello se han utilizado varios métodos de reducción de señales, tales como: Utilización de dos posiciones por microinstrucción, solapamiento de grupos de señales que no pueden presentarse simultáneamente, codificación de señales excluyentes, etc.

En la Figura 2 podemos observar la estructura general adoptada.

### 3.2.- Unidad de Cálculo

La Unidad de Cálculo mostrada en la Figura 3, realiza todas las operaciones aritméticas y lógicas que sean precisas para la consecución de un programa. Está constituida por:

- Unidad Aritmético lógica.
- Registro de Estado: Indica información complementaria a la operación realizada, como si ha habido un desbordamiento, un acarreo, etc.
- Acumuladores de Mantisa Alto y Bajo: Se utilizan para contener los bytes alto y bajo de la mantisa del resultado, en caso de que se represente en punto flotante. Pueden rotarse y desplazarse con y sin la bandera C.
- Acumulador de Exponente: Guarda el exponente del resultado representado en punto flotante.
- Registro Índice X: Este registro puede incrementarse y decrementarse, por lo que se utiliza para procesos de cuenta, además de registro para guardar datos temporalmente.
- Registro de Salida de la ALU: Se emplea para almacenar tanto uno de los operandos en la operación a realizar, como el resultado de otras que queramos enviar a la memoria.
- Registro de Propósito Temporal General: Realiza procesos de cuenta y puede utilizarse como registro temporal de datos.

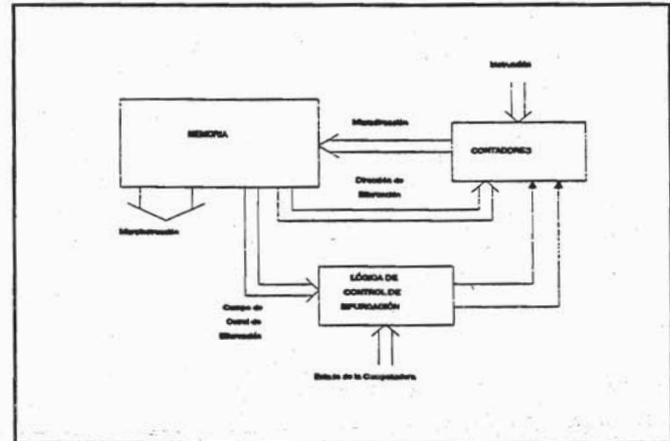


Figura 2.- Unidad de Control

### 3.3.- Unidad de Gestión de Memoria y Datos

La función de la Unidad de Gestión de Memoria y Datos, es la de direccionar la memoria para obtener o introducir datos en ella. Está formada por:

- Contadores: Contienen la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar, o del operando de la instrucción.
- Registro de Dirección 1: Se utiliza para poder extraer el dato en los direccionamientos de tipo absoluto, ya que si se cargase el operando en los Contadores se perdería la posición en ejecución del programa
- Registro de Dirección 2: Se emplea en los direccionamientos indirectos, donde es necesario trabajar con una dirección más que en el caso anterior.
- Puntero de Pila: Es el registro que se encarga de gestionar dicha sección de la memoria, de tipo L.I.F.O.

En la Figura 4 podemos observar la estructura adoptada para esta unidad.

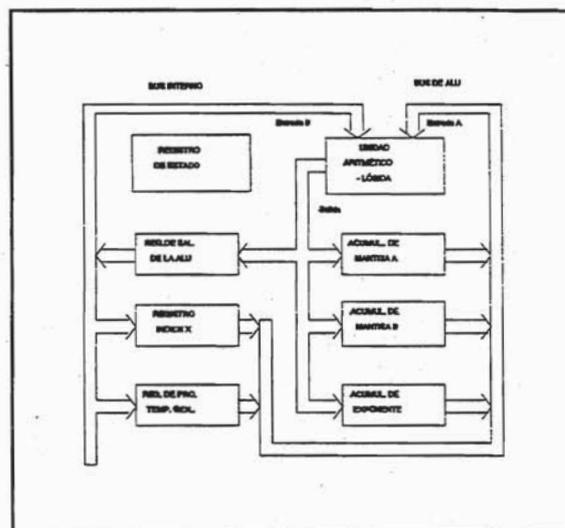


Figura 3.- Unidad de Cálculo

### 3.4.- Memoria

La Memoria está compuesta tanto de ROM, como de RAM. La memoria ROM se utiliza para contener un programa monitor y los programas de usuario que no quieren perderse al desconectar la computadora, mientras que la RAM se emplea solo para programas de usuario, teniendo en total la posibilidad de almacenar 64 kbytes. El mapa de la memoria se ha dividido en ocho bloques que se muestran en la Figura 5.

### 3.5.- Unidades de Entrada/Salida

Se ha realizado un estudio exhaustivo que posibilite en una futura ampliación, el incluir a esta computadora una unidad de entrada, para la introducción de datos desde un teclado externo y otra de entrada/salida, para la comunicación bidireccional con un PC, de manera que se pueda desarrollar un lenguaje ensamblador y un compilador, con el fin de enviar y recibir los programas en lenguaje máquina.

## 4. SIMULACIÓN

El simulador del resto de la computadora se ha desarrollado en lenguaje C por su

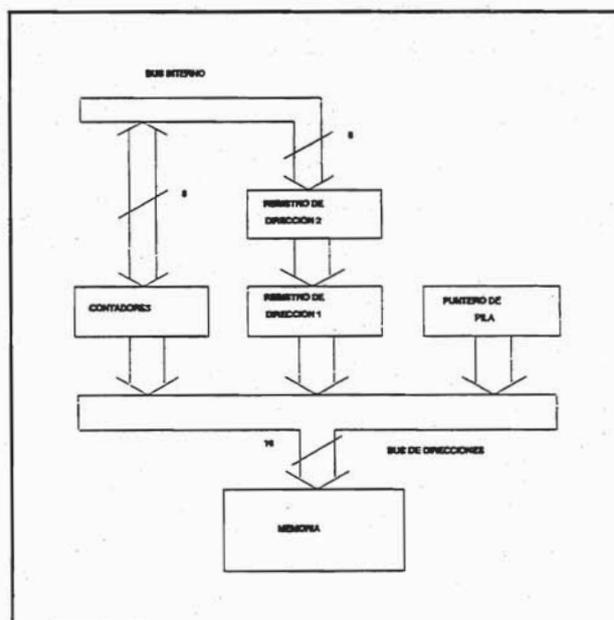


Figura 4.- Unidad de Gestión de Memoria y Datos

gran difusión. Nos permite descender al máximo en el nivel de representación para lo cual ha sido necesario dividir ésta, en dos partes que se representan en una ventana.

El simulador se ejecuta sobre un ordenador Personal Compatible con microprocesador 286, y tarjeta gráfica EGA-VGA, el cual suele estar al alcance de la mayoría de centros docentes.

Además, dado que los objetivos son didácticos, hemos trabajado en modo gráfico, para utilizar efectos tridimensionales en la representación de los registros, así como una gama de colores atractiva para captar la atención del alumno. Con este fin, hemos utilizado unos colores que resaltan en cada momento los datos que han cambiado, así como los buses por los que ha pasado algún dato, de manera que puede seguirse la ejecución del programa con facilidad.

La Figura 6 representa la configuración dada al entorno.

El simulador, a través de las distintas opciones de menú y botones, permite:

- Introducir datos en la memoria.
- Visualizar el contenido de la memoria.
- Guardar la memoria en un fichero.
- Volcar en memoria un fichero.
- Ejecutar programas ciclo a ciclo con visualización detallada de toda la arquitectura.
- Ejecutar programas instrucción a instrucción con visualización a nivel de bloques.
- Ejecutar un programa observando los resultados únicamente al final del mismo.
- Ejecutar un programa ciclo a ciclo de forma automática.

Además el alumno dispone de una completa ayuda de todos los circuitos, explicando su función, señales de control que le afectan, circuitos comerciales con los que se implementan y otros datos de interés.

## 5.- REFERENCIAS

- [1] Diego, R. de. "MSX88: Una herramienta para la enseñanza de la estructura y funcionamiento de los ordenadores". I Congreso sobre Tecnologías aplicadas a la enseñanza de la electrónica. Madrid, 1994.
- [2] Mano, M. "Arquitectura de los computadores". Prentice Hall. Hispanoamérica, 1987.
- [3] Miguel, P. de. "Fundamentos de los computadores". Paraninfo, 1988.
- [4] Reifs, J. M. y Marqués, V. "Diseño de una computadora didáctica con procesador tipo CISC: Implementación de la Unidad de Control y simulación del resto". Proyecto Fin de Carrera. E.U.P (U.C.O), 1996.
- [5] Palma, J.M., Ponferrada, J. J.. "Diseño e implementación de un procesador de propósito general. Proyecto Fin de Carrera. E.U.P (U.C.O), 1994.

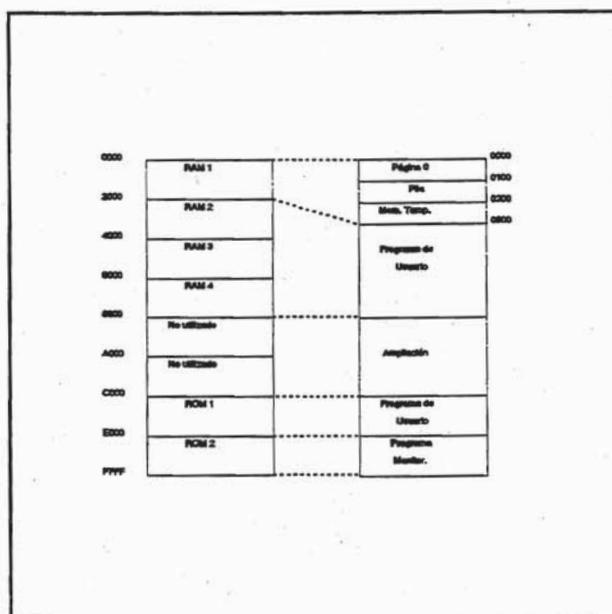


Figura 5.- Mapa de Memoria

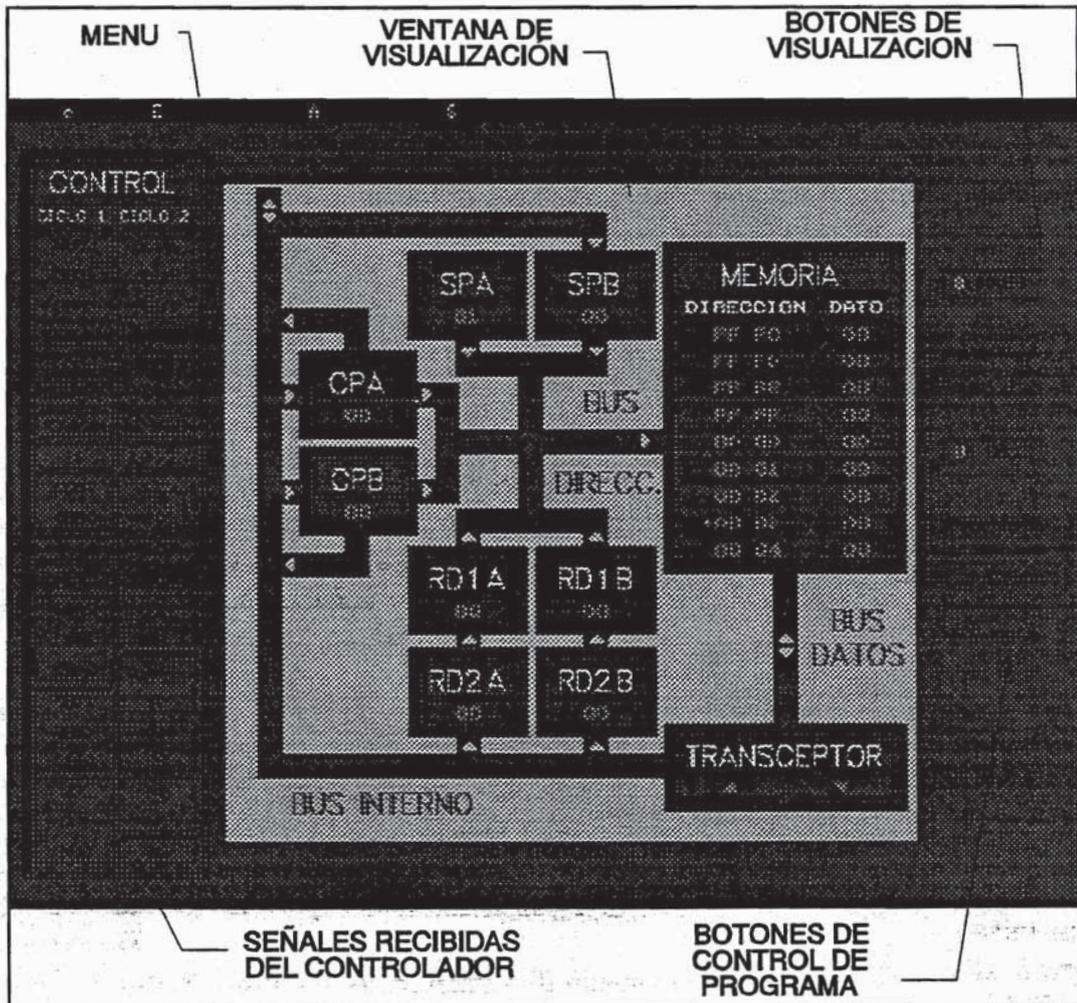


Figura 6.- Entorno del Simulador