

Sistemas y Aplicaciones  
Informáticas

Tema 02. Elementos Funcionales de  
un Ordenador Digital. Arquitectura.

<b>1. ÁMBITO DE DOCENCIA.</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA DE ORDENADORES.</b> .....	<b>3</b>
2.1. CONCEPTOS ASOCIADOS. TIPOS DE ORDENADORES.....	3
2.2. ARQUITECTURA DE VON NEUMANN. CARACTERÍSTICAS.....	3
<b>3. ESTRUCTURA DE UN ORDENADOR DIGITAL.</b> .....	<b>4</b>
3.1. UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (CPU). .....	4
3.1.1. <i>Unidad de control (CU).</i> .....	4
3.1.1.1. Funciones. ....	4
3.1.1.2. Componentes.....	4
3.1.1.3. Implementación de la CU. Tipos de operaciones. ....	4
3.1.2. <i>Unidad aritmético-lógica (ALU).</i> .....	5
3.1.2.1. Funciones. Operaciones.....	5
3.1.2.2. Componentes.....	5
3.1.3. <i>Registros internos. Tipos.</i> .....	6
3.2. MEMORIA PRINCIPAL. CARACTERÍSTICAS.....	6
3.3. UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA.....	7
3.3.1. <i>Controladores. Interfaces y registros.</i> .....	7
3.3.2. <i>Periféricos. Tipos. Características generales.</i> .....	8
3.4. BUSES DE COMUNICACIÓN. ....	9
3.4.1. <i>Descripción. Maestros y esclavos. Bridges.</i> .....	9
3.4.2. <i>Jerarquía y arquitectura de buses.</i> .....	9

## 1. **Ámbito de docencia.**

- Sistemas informáticos monousuario y multiusuario (ASI 1).
- Sistemas informáticos multiusuario y en red (DAI 1).
- Instalación y mantenimiento de equipos y sistemas informáticos (ESI 1).

## 2. **Arquitectura y estructura de ordenadores.**

### 2.1. **Conceptos asociados. Tipos de ordenadores.**

- Un ordenador digital es un sistema electrónico capaz de realizar operaciones con datos binarios a partir de un conjunto de instrucciones que pueden modificarse y que son almacenadas en su interior. En función de dichas instrucciones, el ordenador puede realizar diversas tareas.
- La arquitectura de un ordenador es el conjunto de funcionalidades y características que ofrece al usuario, mientras que su estructura está formada por los componentes lógicos que llevan a cabo dichas funcionalidades. La tecnología de un ordenador es una versión concreta de la estructura que determina los componentes físicos que se van a utilizar y cómo se van a interconectar.
- Existen diferentes tipos de ordenadores en función de su potencia de cálculo:
  - \* *Ordenador personal.* Es un ordenador de pequeño tamaño y capacidad de cálculo limitada. Está basado en un procesador y generalmente está destinado a un único usuario. En cuanto a su movilidad, se pueden distinguir ordenadores de sobremesa y ordenadores portátiles.
  - \* *Estación de trabajo.* Similar al ordenador personal, pero con una potencia de cálculo superior. Se utiliza para trabajos técnicos y también está dirigido a un solo usuario.
  - \* *Servidor.* Dispone de una capacidad de cálculo amplia y puede incluir varios procesadores. Permite que varios usuarios se conecten simultáneamente a través de otros ordenadores.
  - \* *Mainframe.* Ordenador de elevadas prestaciones con una capacidad de entrada/salida muy amplia. Da servicio a una gran cantidad de usuarios y se destina a aplicaciones de gestión.
  - \* *Superordenador.* Ordenador formado por cientos de procesadores con una potencia de cálculo muy elevada, destinado sobre todo a aplicaciones técnicas y militares.

### 2.2. **Arquitectura de Von Neumann. Características.**

- La arquitectura de Von Neumann se definió en 1945 como un ciclo de ejecución secuencial de instrucciones que operan sobre datos escalares. Actualmente la inmensa mayoría de los ordenadores se basan en esta arquitectura.
- Sus características son las siguientes:
  - \* El ordenador dispone de una memoria principal en la que se almacenan simultáneamente instrucciones y datos sin una distinción explícita. Se puede acceder a la información contenida en la memoria especificando la dirección donde se encuentra almacenada.
  - \* Las instrucciones están formadas por un código binario que indica una operación determinada, y los datos están representados por los operandos de la instrucción. El código de la instrucción define la cantidad y el modo de acceso a los operandos.
  - \* Las instrucciones se ejecutan una tras otra según su posición en la memoria, aunque existe la posibilidad de romper el flujo secuencial mediante instrucciones de salto. Para ello se dispone de un registro que almacena la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar.

### 3. Estructura de un ordenador digital.

#### 3.1. Unidad central de proceso (CPU).

##### 3.1.1. Unidad de control (CU).

###### 3.1.1.1. Funciones.

- Se encarga del gobierno y funcionamiento del ordenador, gestionando la comunicación entre los componentes del ordenador y resolviendo las situaciones anómalas que puedan ocurrir.
- Sus funciones más importantes son las siguientes:
  - \* Obtener de la memoria las instrucciones e interpretarlas.
  - \* Obtener de la memoria los datos correspondientes a cada instrucción.
  - \* Generar y controlar la secuencia de acciones de cada instrucción.
  - \* Controlar el flujo de datos entre las diferentes partes que forman el ordenador.
  - \* Enviar a la memoria los resultados de las operaciones realizadas.
  - \* Enviar y recibir señales de control de periféricos externos.

###### 3.1.1.2. Componentes.

- **Registro de instrucciones.** Contiene la instrucción que se está ejecutando. Consta del código de la operación que se va a realizar, el modo de direccionamiento de la memoria para acceder a la información que se va a procesar y el campo de dirección efectiva de la información.
- **Registro contador de programa.** Contiene la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar. Normalmente este contador se incrementa en cuanto la memoria principal acepta la dirección anterior, aunque pueden existir instrucciones de salto de secuencia.
- **Registro de direcciones de memoria.** Se utiliza para almacenar direcciones de memoria en las que se puede leer los datos de una instrucción o escribir el resultado de una operación.
- **Registro de estado.** Contiene información sobre el resultado de la operación anterior y de posibles situaciones anómalas o especiales, tales como desbordamiento, interrupciones, errores de paridad, etc., que exigen una acción inmediata por parte de la unidad de control.
- **Decodificador de instrucciones.** Interpreta el contenido del registro de instrucciones y genera el cronograma de señales de control necesarias para ejecutar la instrucción.
- **Decodificador de direcciones.** Obtiene la posición de memoria a la que hay que acceder a partir del código de la instrucción a ejecutar y de sus operandos.
- **Secuenciador.** Se encarga de distribuir entre los elementos del sistema el cronograma de señales de control necesarias para ejecutar la instrucción.
- **Reloj.** Es un circuito oscilador que genera automáticamente una señal en forma de pulsos. La señal del reloj representa la temporización básica del sistema, puesto que determinan el menor tiempo que puede durar una operación elemental. Se llama ciclo de reloj a la duración de un tiempo elemental determinado entre dos pulsos consecutivos de reloj.

###### 3.1.1.3. Implementación de la CU. Tipos de operaciones.

- El diseño de la CU exige la definición de las señales que hay que activar en cada una de las instrucciones. Se trata por tanto de un circuito combinacional que convierte el código de instrucción en señales de control que varían sincronizadamente con la señal del reloj de la CU.

- Existen dos maneras de implementar la creación de las señales de control:
  - \* *Mediante lógica almacenada.* Consiste en emplear una memoria que almacena el estado de las señales de control en cada instante de la ejecución de cada instrucción, lo que se denomina firmware. Por tanto, para generar el cronograma de señales de control basta con ir leyendo las sucesivas palabras de dicha memoria, lo que permite mayor flexibilidad.
  - \* *Mediante lógica cableada.* La CU se construye con puertas lógicas y las señales de control se generan a partir de las mismas. Su diseño es muy laborioso y su modificación exige un rediseño completo. Sin embargo, es mucho más rápida que las CU de lógica almacenada.
- Los tipos de operaciones que realiza la CU son las siguientes:
  - \* *Transferencia.* Requieren un registro origen y otro destino. En estas operaciones se establece el camino físico entre el origen y el destino, y se envían las señales adecuadas para que el destino cargue la información sin modificar el origen.
  - \* *Proceso.* Requieren uno o dos registros origen y otro destino. Son análogas a las anteriores, excepto en que la información que llega al destino es producto de una determinada operación realizada con la información de origen.

### 3.1.2. Unidad aritmético-lógica (ALU).

#### 3.1.2.1. Funciones. Operaciones.

- Es la unidad funcional encargada de realizar las operaciones aritméticas y lógicas bajo la supervisión de la unidad de control. Las operaciones que puede efectuar esta unidad son muy elementales, puesto que normalmente está formada por un circuito sumador-restador. Por tanto, la ejecución de operaciones complejas se lleva a cabo descomponiéndolas en pasos elementales.
- Las operaciones que es capaz de realizar la ALU se clasifican en tres grupos:
  - \* *Aritméticas.* Normalmente son la suma (ADD), la resta (SUB), la multiplicación (MUL), la división (DIV) y el cambio de signo.
  - \* *Lógicas.* Normalmente son la negación (NOT), la suma lógica (OR), el producto lógico (AND) y la suma exclusiva (XOR).
  - \* *Desplazamiento.* Consiste en desplazar los bits de una palabra un determinado número de posiciones hacia la derecha o hacia la izquierda. El desplazamiento puede ser:
    - **Lógico.** En cada desplazamiento se pierde un bit por un extremo, reemplazado por 0 ó 1 en el extremo opuesto. Este tipo de desplazamiento implica pérdida de información.
    - **Aritmético.** Actúa igual que el desplazamiento lógico, pero en este caso el bit de signo no se desplaza y se mantiene su valor.
    - **Circular.** Los bits que se introducen por un extremo son los mismos y en el mismo orden que los que van desapareciendo por el extremo opuesto. Este tipo de desplazamiento no implica pérdida de información.

#### 3.1.2.2. Componentes.

- **Registros de operandos.** Son aquellos que almacenan los operandos de la operación.
- **Circuitos operacionales.** Son los circuitos capaces de realizar las operaciones de la ALU. Normalmente existen varios circuitos generales para realizar todo tipo de operaciones y un circuito especializado para realizar las operaciones de coma flotante. Se componen de:

- \* *Circuitos sumadores.* Encargados de realizar cualquier operación aritmética, puesto que todas las operaciones se convierten en sumas. Éstas se realizan en serie utilizando un solo circuito para todos los dígitos, o en paralelo utilizando un circuito para cada dígito.
- \* *Circuitos complementadores.* Son necesarios para realizar las restas de números. Para ello estos circuitos calculan el complemento a uno o a dos del sustraendo, y el resultado se suma al minuendo mediante un circuito sumador.
- \* *Circuitos lógicos.* Realizan operaciones lógicas (AND, OR...) y de comparación (igual, mayor...) entre dos operandos bit a bit produciendo un resultado booleano.
- **Acumulador.** Es un registro especial donde se almacena el resultado de las operaciones.
- **Registro de estado.** Almacena un conjunto de flags relativos a la última operación realizada:
  - \* *Cero.* Este indicador se pone a uno cuando el resultado ha sido cero.
  - \* *Negativo.* Si este bit es uno el resultado de la operación es negativo.
  - \* *Acarreo.* Si el resultado tiene acarreo aritmético, el indicador se pone a uno.
  - \* *Desbordamiento:* Se pone a uno si el resultado produce desbordamiento.
  - \* *Paridad.* En el caso de emplear la paridad como criterio para comprobar si un dato es o no correcto, este indicador realiza la verificación de forma inmediata, poniéndose a uno o a cero dependiendo de que se cumpla o no el criterio de paridad establecido.

### 3.1.3. Registros internos. Tipos.

- Son pequeñas memorias dedicadas al almacenamiento temporal de datos. Normalmente su tamaño es similar al ancho del bus de datos, aunque a veces son de menor tamaño. Dentro de la jerarquía de las memorias, los registros son la memoria a la que se accede con mayor rapidez.
- Existen dos tipos de registros:
  - \* *Registros de uso general.* Almacenan cualquier tipo de información. Se dividen en:
    - **Registros de datos.** Almacenan los datos que son utilizados frecuentemente o los resultados intermedios de operaciones. Por ejemplo, el acumulador de la ALU.
    - **Registros de direcciones.** Almacenan la dirección de memoria donde se encuentra un dato o donde se desea guardar. Contienen un valor índice por el cual se puede acceder a posiciones contiguas de memoria, únicamente incrementando el valor del índice.
  - \* *Registros específicos.* Son aquellos que tienen una función específica, como el contador de programa, el registro de instrucción o el registro de estado. Un registro específico especial es el puntero de pila, que contiene la dirección de memoria del último dato almacenado en la pila, por lo que su valor aumenta o disminuye según el número de elementos que contenga. Si la pila está vacía, contiene la dirección de comienzo o base de la pila. Otro puntero contiene siempre la dirección base de la pila.

### 3.2. Memoria principal. Características.

- La memoria principal es el elemento funcional del ordenador donde deben almacenarse las instrucciones y los datos que procesa la CPU. Cualquier información que deba ser tratada por el procesador debe pasar por la memoria principal, que normalmente es de tipo DRAM.
- Permite realizar dos tipos de operaciones:
  - \* *Lectura.* Consiste en recuperar la información de una dirección de memoria determinada.

- \* *Escritura.* Consiste en almacenar la información en una dirección de memoria determinada.
- Independientemente de la memoria física utilizada, la CPU ve lógicamente la memoria principal como un conjunto de celdas donde leer y escribir, denominado mapa de memoria. Cada posición del mapa corresponde a una palabra y se numera consecutivamente mediante una dirección.
- La longitud de palabra de la memoria principal suele coincidir con la del procesador y con el ancho del bus de datos. La dirección de memoria es el número que identifica biunívocamente una palabra o un registro individual de la memoria. Si una memoria tiene un tamaño de N palabras, la dirección de cada una de ellas será un valor entero comprendido entre 0 y N-1.
- Las características que permiten diferenciar una memoria de otra son las siguientes:
  - \* *Capacidad.* Es la cantidad de información que se puede almacenar en la memoria. La unidad más pequeña de información en un sistema digital es el bit, que sólo puede tomar dos valores que se representan como cero y uno. La capacidad de una memoria normalmente se expresa en las siguientes unidades:
    - **Byte.** Grupo de ocho bits que representa en su conjunto una determinada información.
    - **Palabra.** Es la cantidad total de información que se transmite en un proceso de lectura o escritura en la memoria en un momento determinado. Su longitud depende de la arquitectura del ordenador y suele ser de 16, 32 ó 64 bits.
    - **Múltiplos de bytes.** Se emplean los Kilobytes (1 KB = 1024 bytes), los Megabytes (1 MB = 1024 KB) y los Gigabytes (1 GB = 1024 MB).
  - \* *Tiempo de escritura.* Es el tiempo que transcurre entre el instante en que aparece en sus entradas la información a grabar y el instante en que dicha información queda registrada.
  - \* *Tiempo de lectura.* Es aquel que transcurre entre el instante en que se proporciona la dirección de la información a leer y el instante en que se encuentra disponible en la salida.
  - \* *Tiempo de acceso.* Se define como la media de los tiempos de lectura y escritura. Es el tiempo máximo que se tarda en leer o escribir el contenido de una posición de memoria.
  - \* *Tiempo de ciclo.* Después de una operación de lectura o escritura, es necesario un tiempo antes de realizar una nueva operación. El tiempo de ciclo es la suma de este tiempo más el de acceso, o el tiempo mínimo que debe transcurrir entre una operación y la siguiente.
  - \* *Ancho de banda.* También denominado velocidad de transferencia, es la cantidad de información que puede ser transferida por unidad de tiempo, expresada en Bytes/s.

### **3.3. Unidades de entrada/salida.**

#### **3.3.1. Controladores. Interfaces y registros.**

- Un controlador de dispositivo es el componente hardware del ordenador responsable del control de uno o más dispositivos externos y del intercambio de datos entre dichos periféricos, la memoria principal y los registros de la CPU. Puede venir implementado en el propio dispositivo, integrado en la placa base o en una tarjeta controladora que se inserta en un zócalo de expansión.
- Los controladores poseen una interfaz interna para su conexión con la CPU y la memoria principal, y una interfaz externa para su conexión con el dispositivo externo:
  - \* *Interfaz interna.* Se realiza a través de un cable y un conector que normalmente cumple alguna norma estándar, como los interfaces de disco IDE y SCSI. Se encarga de convertir el

flujo de bits en serie transmitidos desde el dispositivo en un bloque de bytes. Además contiene la lógica específica para cada periférico que controla.

- \* *Interfaz externa.* Se realiza utilizando las líneas del bus del sistema:
  - **Líneas de control.** Empleadas por la CPU para enviar órdenes al controlador. El módulo de lógica de E/S del controlador interacciona con la CPU a través de estas líneas. También son utilizadas por el controlador para informar a la CPU del estado en que se encuentra y para establecer un diálogo con la CPU por el control del bus.
  - **Líneas de dirección.** Utilizadas por la CPU para referirse a un dispositivo. Están conectadas al módulo de lógica de E/S del controlador, el cual tiene una dirección asociada por cada uno de los periféricos que tiene conectados.
  - **Líneas de datos.** Empleadas para el intercambio de datos entre la CPU y el controlador.
- El controlador propiamente dicho consta de un conjunto de registros dedicados denominado puerto de E/S, que se dividen en las siguientes categorías funcionales:
  - \* *Registros de datos.* Conectados a las líneas de datos del bus del sistema, almacenan los datos hasta que la CPU o el dispositivo destino esté preparado para recibirlos.
  - \* *Registros de control.* Conectados a las líneas de control del bus del sistema, se encargan de transmitir órdenes entre la CPU y los dispositivos de E/S.
  - \* *Registros de estado.* Conectados a las líneas de datos del bus del sistema, se utilizan para indicar a la CPU el estado del dispositivo de E/S.

### 3.3.2. Periféricos. Tipos. Características generales.

- Los periféricos son dispositivos hardware externos con los cuales el usuario puede interactuar con el ordenador, almacenar o leer datos y programas, imprimir resultados, etc. Transforman la información externa en señales codificadas o viceversa, permitiendo su transmisión, detección, interpretación, procesamiento y almacenamiento de manera automática.
- Se conectan con el ordenador y sus componentes a través de los denominados puertos o conectores externos, que a su vez están conectados a los respectivos controladores. Esta gestión la realiza la unidad de entrada y salida, que es el componente hardware utilizado para la gestión de periféricos. Una vez conectado el periférico al ordenador mediante el cable o conector correspondiente, la información que se envía circula dentro del ordenador a través de los buses.
- Hay tres tipos de periféricos:
  - \* *Periféricos de entrada.* Sirven para introducir datos y programas en el ordenador. La información circula por el bus de datos desde el periférico a la memoria principal.
  - \* *Periféricos de salida.* Sirven para extraer información desde el ordenador hacia el exterior. La información circula por el bus de datos desde la memoria principal al periférico.
  - \* *Periféricos de entrada-salida.* Sirven para ambas cosas. La información circula por el bus de datos en ambos sentidos.
- En general los periféricos se caracterizan por lo siguiente:
  - \* *Fiabilidad.* Es la probabilidad de que se produzca un error en la entrada o en la salida de datos. Depende de la naturaleza del periférico, de las condiciones ambientales en que se conserva el mismo y de sus características propias.



- \* *Tipo de acceso.* Un dispositivo es de acceso secuencial si para acceder a un dato determinado se debe acceder primero a todos los datos que le preceden físicamente (cintas magnéticas). En cambio, un dispositivo es de acceso directo si es posible acceder a un dato directamente, sin necesidad de acceder primero a los datos que le preceden (discos duros).
- \* *Velocidad de transferencia.* Es la cantidad de información que el dispositivo puede leer o grabar, o bien enviar o recibir, por unidad de tiempo. La velocidad de transferencia se mide en bits/segundo, caracteres/segundo, etc.
- Cada periférico suele estar formado por dos partes claramente diferenciadas:
  - \* Una parte mecánica, formada básicamente por dispositivos electromecánicos: conmutadores manuales, motores, electroimanes, etc.
  - \* Una parte electrónica, que controla los elementos mecánicos y determina la velocidad de funcionamiento de los mismos.

### **3.4. Buses de comunicación.**

#### **3.4.1. Descripción. Maestros y esclavos. Bridges.**

- Un bus es un mecanismo de interconexión entre las distintas unidades funcionales de las que se compone un dispositivo digital. Se caracteriza porque es un medio de transmisión compartido.
- Habitualmente un bus está compuesto de varios hilos físicos y cada hilo es capaz de transmitir un bit. Las prestaciones del bus vienen en gran medida determinadas por el ancho del bus y la frecuencia de reloj con la que se comunican el microprocesador y la placa base a través del *Front Side Bus*. Esta frecuencia se mide en MHz y de ella depende el rendimiento global del equipo.
- En las transferencias de información que se realizan en los buses, hay como mínimo dos agentes involucrados: el que origina la transferencia, denominado maestro y el que responde a la misma, llamado esclavo. No todos los elementos conectados a un bus pueden actuar como maestros; aquellos elementos que tienen esta capacidad se denominan maestros potenciales.
- Los ordenadores actuales utilizan varios tipos de buses con diferentes anchos de banda y/o velocidades de reloj que se interconectan entre sí a través de interfaces denominadas bridges. Estos interfaces actúan como buffers de almacenamiento intermedio entre buses para evitar la pérdida de datos, y se encargan de realizar la conversión de las líneas de un bus a otro.
- Los buses pueden ser en paralelo (SCSI o IDE) o en serie (COM o USB). Cada bus tiene sus propias características físicas y eléctricas (ancho de banda, frecuencia de reloj, anchura de datos...) que los hacen incompatibles entre sí. Se necesitan interfaces adaptadores para cada tipo de bus. Cada dispositivo se conecta mediante su controlador a un solo tipo de bus.

#### **3.4.2. Jerarquía y arquitectura de buses.**

- Los buses están estructurados jerárquicamente de la siguiente manera:
  - \* *Bus local.* Es el bus interno al microprocesador que interconecta la CPU con la memoria caché. Se trata de un bus rápido y corto que aísla a la CPU del tráfico de E/S, permitiendo transferir información entre la memoria y la E/S sin interrumpir la actividad de la CPU.
  - \* *Bus del sistema.* Es el bus situado en la placa base que permite conectar la caché de la CPU con la memoria principal y con la interfaz al bus de expansión o al bus de alta velocidad. Se

trata de un bus no estándar optimizado para cada arquitectura, dividido normalmente en buses lógicos que físicamente pueden estar multiplexados, y que son los siguientes:

- **Bus de direcciones.** Transporta las direcciones de memoria principal y de E/S.
  - **Bus de datos.** Transporta los datos que circulan entre CPU, memoria principal y E/S.
  - **Bus de control.** Transporta las señales de la CPU que sincronizan las operaciones.
- \* *Bus de expansión.* Es el bus situado en la placa base que permite conectar las unidades de E/S con el bus del sistema a través de la interfaz. Se trata de un bus estándar más lento y largo que permite reducir el tráfico en el bus del sistema. Es accesible por el usuario y se le puede conectar un número indeterminado de dispositivos de distintas prestaciones, como el adaptador de vídeo, el adaptador de red, el controlador de disco, etc. Ejemplos de buses de expansión son el bus ISA (1984), el bus EISA (1988) y el bus VESA Local bus (1993).
- \* *Bus de alta velocidad.* Es el bus que reemplaza al bus de expansión en las arquitecturas actuales, permitiendo conectar dispositivos de alta velocidad con el bus del sistema a través de la interfaz. Los dispositivos lentos como el adaptador de módem y los adaptadores de los puertos serie y paralelo se siguen conectando al bus de expansión, que a su vez está conectado al bus de alta velocidad a través de otra interfaz. Ejemplos de buses de alta velocidad son el bus PCI (1992) y el bus especializado en adaptadores gráficos AGP.
- Atendiendo a esta jerarquía existen varias posibles arquitecturas de buses:
- \* *Arquitectura con bus único.* Presenta el problema de que las unidades de E/S son más lentas que la CPU y la memoria principal, y además tienen velocidades de trabajo distintas entre sí. Esta arquitectura es insuficiente ya que cada vez hay más dispositivos conectados al bus y existe mayor demanda de velocidad de transmisión en la comunicación entre ellos.
  - \* *Arquitectura con bus de expansión.* Consta de un bus local, un bus del sistema y un bus de expansión. Resuelve las deficiencias del bus único, puesto que la descentralización en distintos buses de diferentes características permite un uso más racional de los buses.
  - \* *Arquitectura con bus de alta velocidad.* Este bus se hace cargo de las transferencias de más alta velocidad dejando las transferencias más lentas al bus de expansión.