



**Universidad
Europea de Madrid**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

BUSES I

© Todos los derechos de propiedad intelectual de esta obra pertenecen en exclusiva a la Universidad Europea de Madrid, S.L.U. Queda terminantemente prohibida la reproducción, puesta a disposición del público y en general cualquier otra forma de explotación de toda o parte de la misma.

La utilización no autorizada de esta obra, así como los perjuicios ocasionados en los derechos de propiedad intelectual e industrial de la Universidad Europea de Madrid, S.L.U., darán lugar al ejercicio de las acciones que legalmente le correspondan y, en su caso, a las responsabilidades que de dicho ejercicio se deriven.

Índice

Presentación	4
Estructuras de interconexión	5
Tipos de comunicaciones	6
Interconexión con buses	7
Jerarquías de buses múltiples	9
Ejemplo de bus jerárquico: arquitectura de bus tradicional	11
Arquitectura de altas prestaciones	14
Estructura del bus de sistema I	17
Estructura del Bus de Sistema II	18
Estructura del Bus de Sistema III	20
Líneas de control	20
El Bus de expansión	21
Resumen	22

Presentación

En esta unidad vamos a hacer un recordatorio de lo visto en el primer curso en lo referente a fundamentos de computadores.

Para ello, empezaremos recordando la arquitectura Von Neumann, y pasaremos rápidamente a ver uno de los puntos olvidados de esta arquitectura, que son los buses.

En este tema nos centraremos en el estudio tanto de la jerarquía de los buses como de su forma y arquitectura, para terminar con unos ejemplos de los buses más utilizados en los PC actuales.

El tema lo distribuiremos en los apartados:

- Estructuras de interconexión y los buses.
- Jerarquías de buses múltiples.
- Análisis de buses de tradicionales y de altas prestaciones.
- El bus de sistema y el bus de expansión.



Estructuras de interconexión

Recordemos que la estructura básica de un computador actual sigue la estructura que Von Neumann desarrolló en el segundo cuarto del siglo XX.

De manera muy global, recordemos que construía un computador mediante 5 componentes básicos:

- Procesador.
- Memoria.
- ALU.
- Entrada/salida.
- Un bus que comunica estos componentes entre sí.

Podemos entender que el computador se comporta como una red de módulos elementales y, por consiguiente, es necesaria la existencia de líneas para interconectar estos módulos. Este conjunto de líneas es el elemento al que nos vamos a referir como bus. Un conjunto de líneas sobre las que puede circular información y cuya estructura dependerá del tipo y número de intercambios de datos que deben existir entre los periféricos.



Tipos de comunicaciones

En la actualidad, el tipo de comunicaciones que se producen en un computador desde el punto de vista de los componentes que intervienen en ella, son cinco.

Memoria a CPU	La CPU lee una instrucción o un dato desde la memoria.
CPU a memoria	La CPU escribe un dato en la memoria.
E/S a CPU	La CPU lee datos de un dispositivo de Entrada/Salida a través de un módulo de E/S.
CPU a E/S	La CPU envía datos al dispositivo de E/S.
Memoria a E/S y viceversa	En estos dos casos, un módulo de E/S puede intercambiar datos directamente con la memoria, sin que tengan que pasar a través de la CPU, utilizando el acceso directo a memoria (DMA).



Interconexión con buses

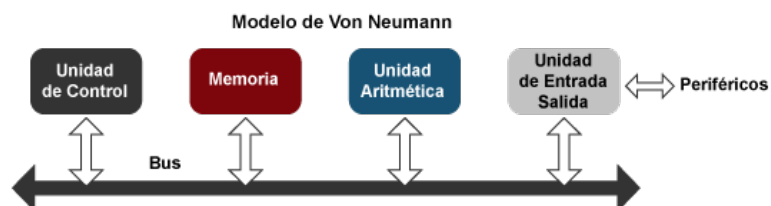
Definición: un bus es un camino de comunicación entre dos o más dispositivos.

Una característica clave de un bus es que se trata de un medio de transmisión compartido. Al tener más de un dispositivo conectado, puede haber momentos determinados en que dos dispositivos transmitan durante el mismo periodo de tiempo, provocando que sus señales puedan solaparse y distorsionarse. Si ocurre esto, se produce un fallo en la comunicación. Por lo tanto, solo un dispositivo puede transmitir con éxito en un momento dado.

Un bus es un camino de datos entre varios dispositivos que normalmente está formado por más de una línea simple de datos.

- El número de líneas que forman el bus es muy variado, no existiendo ningún genérico aunque sí algunas estandarizaciones muy comunes.
- Cada línea es capaz de transmitir señales binarias representadas por 1 y por 0.
- En un intervalo de tiempo, se puede transmitir una secuencia de dígitos binarios, a través de una única línea, como una secuencia de bits uno tras otro (**comunicación serie**).
- Se pueden utilizar varias líneas del bus para transmitir dígitos binarios simultáneamente (**comunicación en paralelo**).

Por ejemplo, un dato de 8 bits puede transmitirse mediante ocho líneas del mismo bus de forma simultánea en un solo momento, o transmitirse mediante la transmisión a través de una sola línea, utilizando 8 intervalos de tiempo, de forma que en cada intervalo sólo se transmita un bit.



Medio de transmisión compartido

El bus no tiene por qué conectar dos dispositivos sino que al bus se conectan varios dispositivos, y cualquier señal transmitida por uno de esos dispositivos está disponible para que los otros dispositivos conectados al bus puedan acceder a ella. Es por tanto una comunicación omnidireccional.

Más de una línea simple de datos

Si consideramos un bus eléctrico, un bus por el que la información se transmite mediante señales eléctricas, este bus suele estar formado por más de una línea simple de transmisión.

Jerarquías de buses múltiples

Al conectar multitud de dispositivos, un bus puede crecer considerablemente en longitud y número de dispositivos. Por tanto, su eficiencia se puede ver muy reducida por varios factores, entre ellos:

- A ser un bus omnidireccional, solo un dispositivo puede transmitir datos simultáneamente, lo que aumenta el **tiempo de espera** del turno de transmisión si el número de dispositivos que quieren transmitir es elevado.
- Al ser muchos dispositivos a transmitir, la probabilidad de que dos dispositivos transmitan simultáneamente es elevada, por lo que aumenta la probabilidad de **choque de transmisión**.
- Si el bus se hace muy grande, el **tiempo de transmisión** de datos de punto a punto también se hace grande, por lo que el tiempo de espera entre dos transmisiones se hace mayor, ya que hay que esperar más tiempo para comprobar si la transmisión se ha producido correctamente y si no ha habido choque de información porque dos dispositivos hayan transmitido simultáneamente.

Estos factores afectan mucho a la **eficiencia** con la que los dispositivos pueden transmitir información a un bus, por lo que el crecimiento indefinido de dispositivos conectados a un bus, aunque sea una característica teórica, en la práctica no es real, ya que se baja la eficacia del bus hasta dejarlo inoperativo.

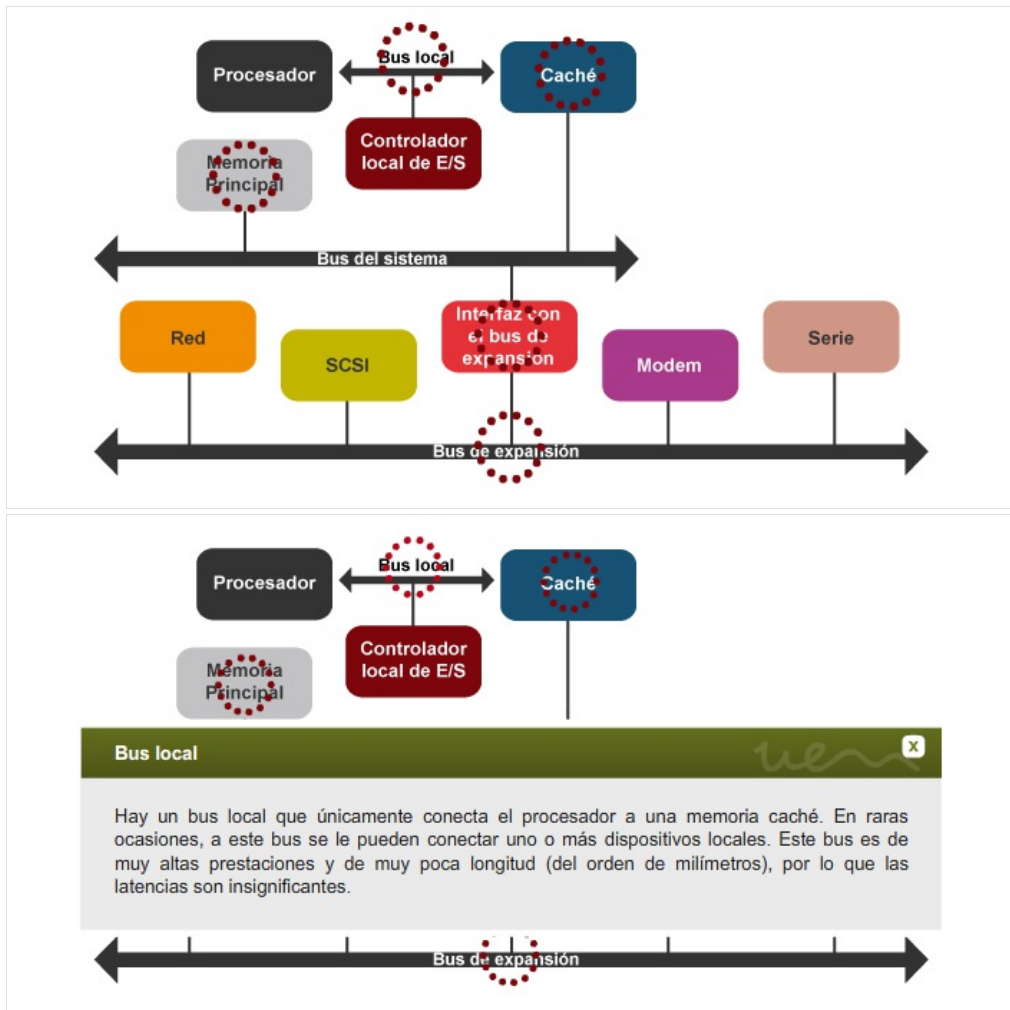
El bus puede convertirse en un cuello de botella a medida que las **peticiones de transferencia acumuladas** se aproximan a la capacidad del bus. Este problema se puede resolver en cierta medida incrementando la velocidad a la que el bus puede transferir los datos y utilizando buses más anchos. Sin embargo, puesto que la velocidad de transferencia que necesitan los dispositivos conectados al bus está incrementándose rápidamente, el problema sigue aumentando.

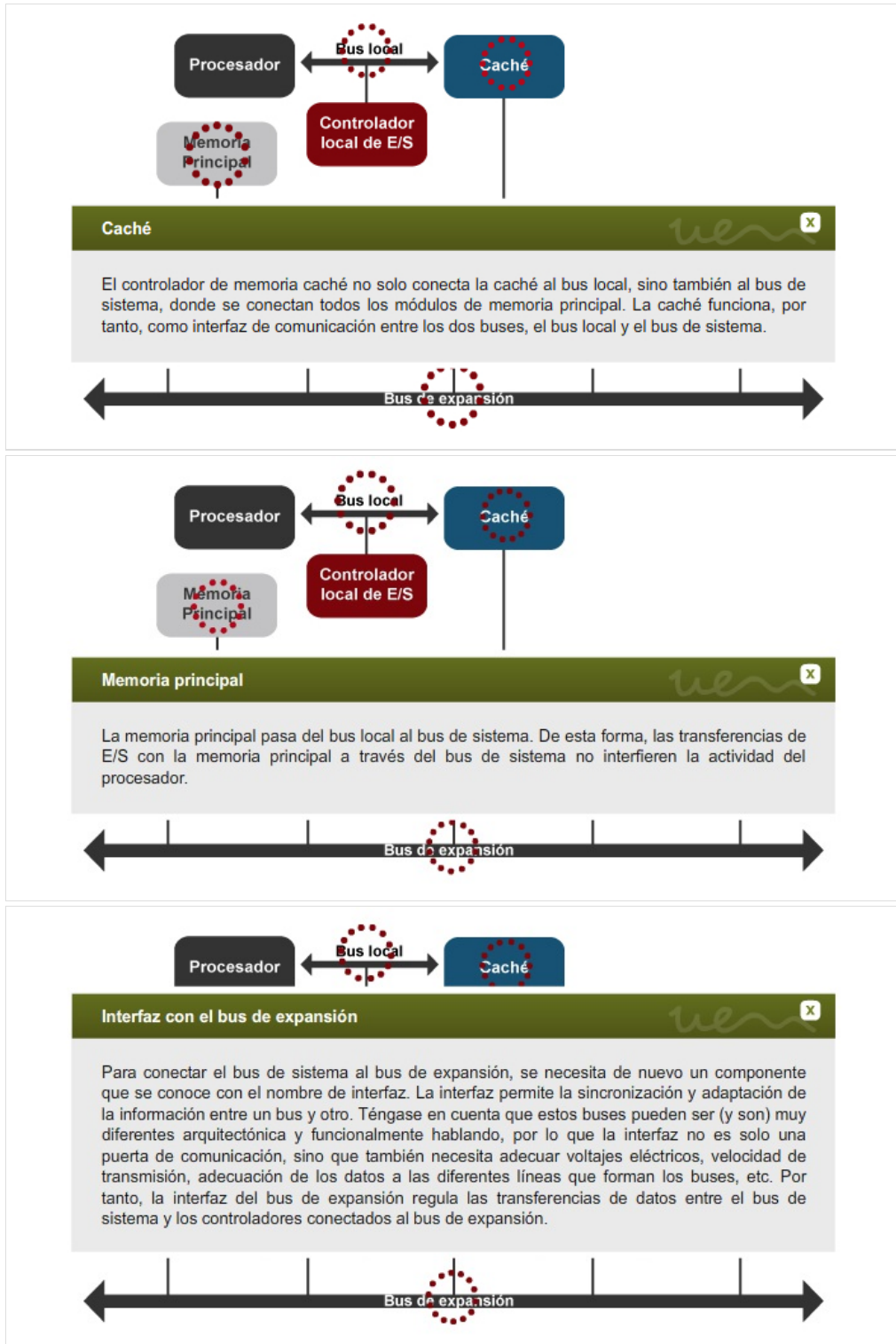
La solución es que el bus único está destinado a dejar de utilizarse, dejando lugar a la jerarquía de buses. Por consiguiente, la mayoría de los computadores utilizan varios buses, normalmente organizados jerárquicamente.

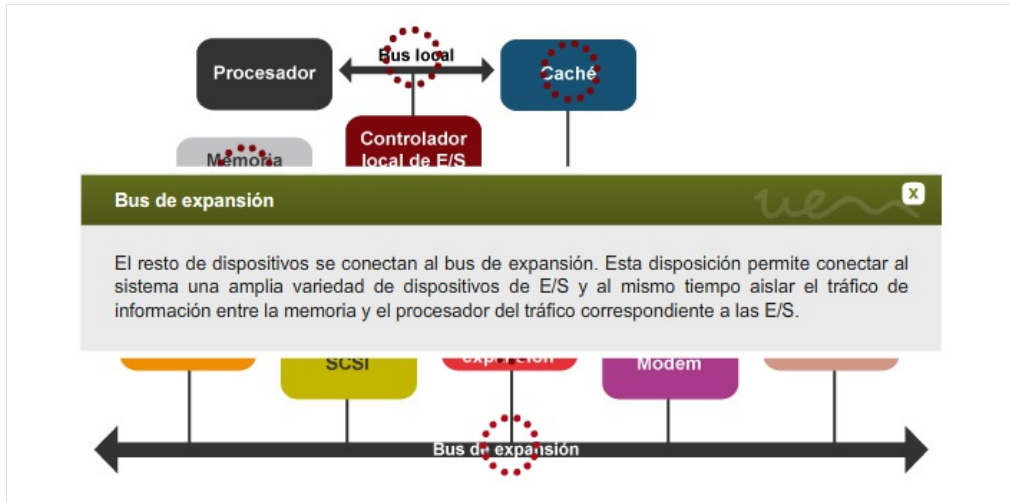


Ejemplo de bus jerárquico: arquitectura de bus tradicional

Actualmente el número de dispositivos que se conectan al bus del ordenador es enorme y continúa en crecimiento. En la siguiente figura puedes observar una configuración clásica de jerarquía de buses.







Esta arquitectura de buses tradicional es razonablemente eficiente, pero muestra su debilidad a medida que los dispositivos de E/S ofrecen prestaciones cada vez mayores. Al convivir todo tipo de periféricos en un mismo bus, y según los dispositivos de E/S aumentan sus características, se limita mucho la mejora de las prestaciones de las comunicaciones.

Arquitectura de altas prestaciones

De nuevo, hay un bus local que conecta el procesador a un controlador de caché, que a su vez está conectado al bus de sistema que soporta a la memoria principal.

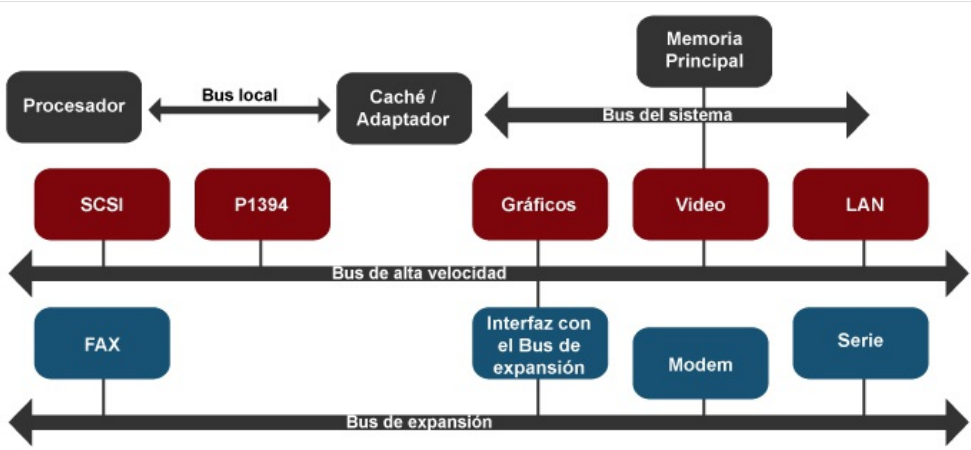
En este caso, el controlador de caché funciona como interfaz de tres buses: el bus local, el bus de sistema y el bus de alta velocidad. Esta característica permite agilizar la comunicación entre el microprocesador y el bus de altas prestaciones, ya que la comunicación con este bus requiere de mucha eficiencia, pues a él se conectan dispositivos rápidos como la tarjeta de vídeo o los discos duros.

1/5 ▶

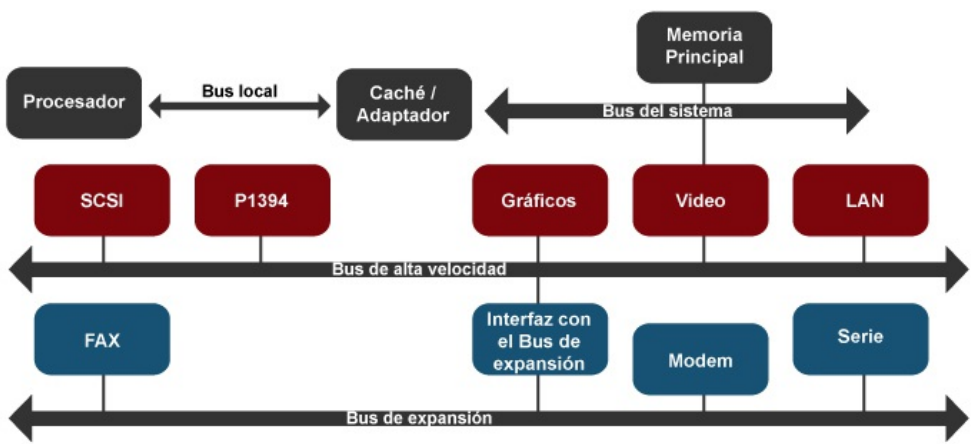
Sobre el bus de alta velocidad, también se colocan controladores de interfaz para buses de periféricos que tienen una alta capacidad de movimiento de datos, tales como SCSI y P1394. Este último es un bus de alta velocidad diseñado específicamente para conectar dispositivos de E/S de alta capacidad.

Los dispositivos de velocidad menor pueden conectarse al bus de expansión, que utiliza una interfaz para adaptar el tráfico entre el bus de expansión y el bus de alta velocidad.

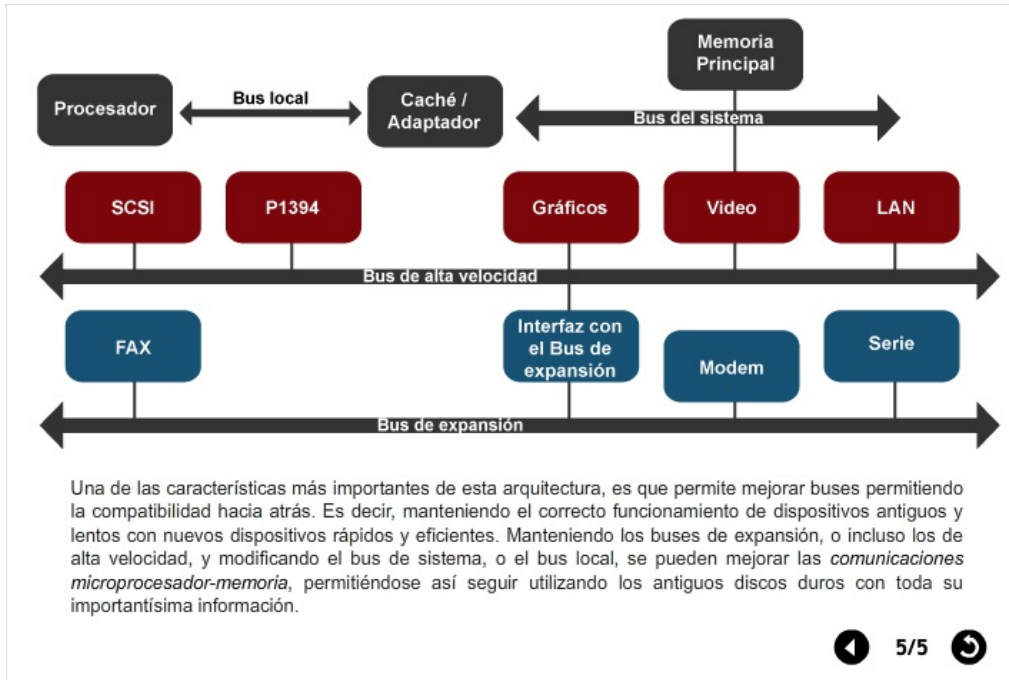
◀ 2/5 ▶



Cuanto mayor es el grado de jerarquización, mayor es el número de comunicaciones simultáneas que se pueden dar en el computador. Por ejemplo: una impresora y un escáner conectados al bus de expansión podrían estar transfiriendo datos entre sí, al mismo tiempo que el disco duro guarda datos en la memoria de un fichero que se está leyendo, y no habría colisión en la transferencia de datos.



Cada bus jerárquico inferior (no cada elemento, sino el bus completo) se reconoce como un único dispositivo en el bus superior, ya que todos los elementos del primero transmiten datos a través de la interfaz. Esto permite que dispositivos lentos (de bajas prestaciones) puedan utilizar los buses de altas prestaciones a poco coste, ya que la transmisión de datos la realiza la interfaz, y no el dispositivo directamente. Esta permite aislar las velocidades de transferencia al dispositivo más lento de cada bus, y no al más lento de todos los buses.



Estructura del bus de sistema I

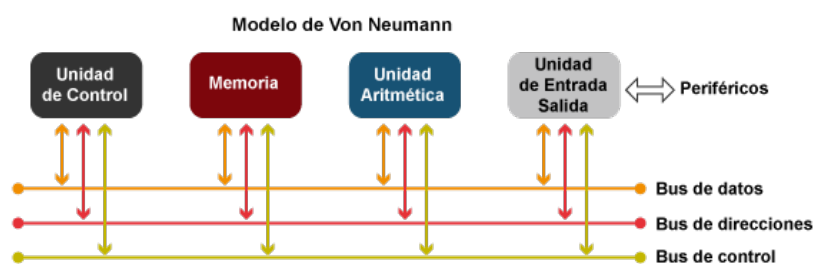
Tanto en la arquitectura de bus tradicional como la del bus de altas prestaciones, hay un bus que se repite: el bus de sistema. Por tanto, cogeremos este bus para estudiarlo un poco más en detalle. Además el bus de sistema es el que más se le parece al bus que Von Neumann especificó en su diseño.

Primero hemos de considerar que el bus de sistema conecta los componentes principales del computador, CPU, memoria, E/S, etc., por lo que es un bus de muy altas prestaciones a través del cual la información circula por medio de señales eléctricas.

El bus de sistema está constituido, usualmente, por desde 50 hasta más de 500 líneas, dependiendo mucho del tipo de computador. Las líneas de señales que forman el bus tienen una función dedicada a un solo uso. A pesar de que estos buses son muy diferentes entre los computadores/microprocesadores actuales, todos tienen algo en común: que estas líneas se pueden agrupar en tres grandes funcionalidades:

- Líneas de datos.
- Líneas de direcciones.
- Líneas de control.

Además, pueden existir líneas de alimentación para suministrar energía a los módulos conectados al bus.



Líneas en función del tipo de computador

Por ejemplo, en un computador actual Intel i5 x64 el bus de sistema supera las 250 líneas, permitiendo ratios de transferencia superiores a los 16Gb por segundo.

Estructura del Bus de Sistema II

Líneas de datos	<p>Las líneas del bus de sistema que se conocen como líneas de datos, son las encargadas de proporcionar un camino para transmitir datos entre los módulos que se conectan al bus.</p> <p>Generalmente un bus está compuesto por 8, 16 ó 32 líneas; y los de muy alto rendimiento pueden llegar a las 64, 128 ó 256 líneas distintas, cuyo número se conoce como anchura del bus de datos. Puesto que cada línea solo puede transportar un bit cada vez, el número de líneas determina cuantos bits se pueden transferir al mismo tiempo.</p> <p>La anchura del bus es un factor clave a la hora de determinar las prestaciones del conjunto del sistema. Por ejemplo, si el bus de datos tiene una anchura de 8 bits, y las instrucciones son de 16 bits, entonces la CPU debe acceder al módulo de memoria dos veces por cada ciclo de instrucción.</p> <p>Además, en los computadores actuales el bus de datos se optimiza al tamaño de palabra sobre el tipo de datos en el que el procesador es óptimo en su funcionamiento. Lo que nos permite tener una referencia de las prestaciones de las unidades de sistemas. Ojo, esta es una característica típica, pero no segura.</p>
-----------------	--

Líneas de direcciones

Las líneas del bus de sistema que se agrupan con el nombre de líneas de dirección, se utilizan para designar la fuente o el destino del dato situado en el bus de datos. Por ejemplo, si la CPU desea leer un dato de la memoria, sitúa la dirección de la palabra deseada en las líneas de direcciones.

Claramente, la anchura del bus de direcciones determina la máxima capacidad de memoria física que se podría poner a un sistema computacional.

Las líneas de direcciones, generalmente se utilizan también para direccionar los puertos de E/S. Usualmente, los bits de orden más alto se utilizan para discriminar entre una posición de memoria y un puerto de E/S dentro de un módulo.

Por ejemplo en un bus de 8 bits, las direcciones del 00000000 al 01111111 harían referencia a posiciones dentro de un módulo de memoria (el módulo 0) con 128 palabras de memoria, y las direcciones del 10000000 al 11111111 designarían dispositivos conectados a un módulo de E/S (módulo 1).



Estructura del Bus de Sistema III

Líneas de control

Las líneas de control se utilizan para controlar el acceso y el uso de las líneas de datos y de direcciones. Puesto que las líneas de datos y de direcciones son compartidas por todos los componentes, debe existir una forma de controlar su uso.

A diferencia de las líneas de datos o de direcciones, las líneas de un bus dedicadas a control no tienen una repercusión directa en la eficiencia de la máquina. El número de líneas de control son simplemente las que tienen que ser: exactamente las mínimas necesarias para que cumplan con su cometido.

Las señales de control transmiten tanto órdenes como información de temporización entre los módulos del sistema. Para hacernos una idea de qué tipo de información se transmite por un bus de control, veamos algunos ejemplos de señales.

Escritura en memoria (Memory Write)	Hace que el dato del bus se escriba en la posición direccionada.
Lectura de memoria (Memory Read)	Hace que el dato de la posición direccionada se sitúe en el bus.
Escritura de E/S (I/O Write)	Hace que el dato del bus se transfiera a través del puerto de E/S direccionado.
Lectura de E/S (E/S Read)	Hace que el dato del puerto de E/S direccionado se sitúe en el bus.
Transferencia reconocida (Transfer ACK)	Indica que el dato se ha aceptado o se ha situado en el bus.
Petición de bus (Bus Request)	Indica que un módulo necesita disponer del control del bus.
Cesión de bus (Bus Grant)	Indica que se cede el control del bus a un módulo que lo había solicitado.
Petición de interrupción (Interrupt Request)	Indica si hay una interrupción pendiente.
Interrupción reconocida (Interrupt ACK)	Señala que la interrupción pendiente se ha aceptado.
Reloj (Clock)	Se utiliza para sincronizar las operaciones.
Inicio (Reset)	Pone los módulos conectados en su estado inicial.

Información de temporización

Las señales de temporización indican la validez de los datos y las direcciones.

Órdenes

Las señales de órdenes especifican las operaciones a realizar.

El Bus de expansión

El bus de expansión también es conocido como el bus de E/S, ya que sirve como medio para ampliar la máquina y conectarle nuevos periféricos.

Como los periféricos que se conectan a los computadores pueden ser de muy diferente índole y características, la industria de los computadores ha desarrollado varios estándares que sirven como especificación técnica para los fabricantes de computadores y para los fabricantes de periféricos. Un estándar asegura al diseñador del computador que los periféricos estarán disponibles para una nueva máquina y asegura al fabricante de periféricos que los usuarios serán capaces de integrarlos en sus nuevos equipos.

Desde el siguiente enlace, puedes acceder a un resumen de las características clave de los cinco estándares dominantes de buses de E/S. Estos buses conectan una variedad de dispositivos al computador de sobremesa, desde teclados a cámaras y discos.

 [Estándares dominantes de buses de E/S](#)
Documentos



Resumen

En este tema hemos puesto especial interés en recordar cómo se organizan los buses dentro de un PC actual y en explicar la arquitectura típica del mismo. Los puntos sobre los que más hincapié hemos hecho son:

- Interconexión con buses.
- Jerarquías de buses múltiples.
- El bus de sistema.
- El bus de expansión.

Es importante que nos quede claro de este tema cuáles son las condiciones que originan los buses jerárquicos y cuáles son las arquitecturas básicas de un bus típico como el bus de sistema.