

# **Arquitectura del Computador y Sistemas Operativos**

Vigesimoquinta Clase



## Buses (1/13)

Como vimos oportunamente un “*bus*” es un conjunto de conexiones o cables paralelos con una función en común: interconectar dos bloques dentro de un ordenador.

Hasta ahora analizamos los buses internos a la computadora, como el de “*Address*” y/o el de “*Datos*”. Estos buses están generalmente físicamente cableados en la placa madre sin que el usuario pueda usarlos para más nada que su fin original.

Para poder conectar dispositivos genéricos, inclusive algunos ni siquiera pensados por el diseñador de la placa madre, existen buses externos. Éstos están debidamente documentados de forma que cualquier persona pueda diseñar un equipo que se conecte al mismo. Luego deberá escribir el “*driver*” correspondiente y el dispositivo estaría disponible para su uso por cualquier tarea que corra el Sistema Operativo.

## Buses (2/13)

### Tipos

Existen varias clasificaciones de Buses basándonos en diferentes variables. Por ejemplo podemos clasificarlos según el grado de paralelismo:

- **Buses Paralelos:** La información viaja por varias líneas en forma simultánea. Por ejemplo se pueden colocar 8 líneas de datos para poder mandar un byte a la vez.  
Ejemplos de buses paralelos son algunos de los primeros que vimos, como el “Data Bus” (Bus de datos) o el “Address Bus” (Bus de direcciones).
- **Buses serie:** En estos casos existe una única línea de datos, y la información se rearma como un conjunto de bits que se transmiten uno detrás del otro. Claramente se puede mandar menos información por segundo que en un bus paralelo, pero hay que ver para qué se usa la información recibida. Si, por ejemplo se transmite a una impresora, no sirve de nada mandar megabytes por segundo de información que no se puede imprimir a ese ritmo. Este tipo de buses tiene conectores más pequeños y económicos



## Buses (3/13)

### Velocidad

Hay parámetros físicos que limitan la velocidad a la que se pueden transmitir los datos. Entre los que más influyen están:

- El tamaño (grosor, largo, etc) del bus.
- La tensión usada para enviar los ceros y unos (si se envían en forma eléctrica).
- Si se transmite usando una sola línea o diferencial (si se envían en forma eléctrica).

### Buses diferenciales

La mayoría de los buses destinados a interconectar sistemas a varios metros suelen tener dos cables por bit y no uno, mejorando la inmunidad al ruido.

Ejemplos comunes son es el USB y el HDMI



## Buses (4/13)

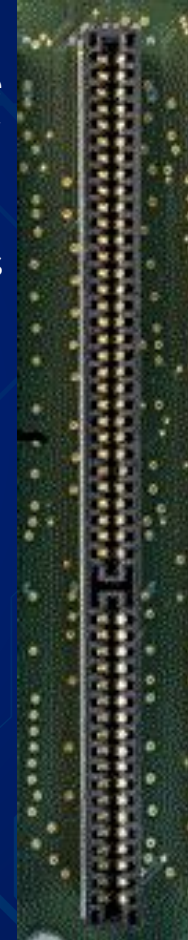
### BUS ISA

El BUS para interconexión de placas de expansión que traían las primeras PCs se denominaba ISA (Industry Standard Architecture).

En el detalle podemos distinguir, además de las líneas que suministran energía al dispositivo conectado (Ground, +5Vdc), varias señales ya estudiadas:

- El bus de address: A0 - A19
- El bus de datos: D0 - D15
- Líneas de interrupción: INT3 - INT8 y INT9 - INT15
- Canales de DMA: DRQ/DACK 0 - 4 y 5 - 7, T/C

El BUS ISA soportaba transferencias de 8 y 16 bits a una velocidad máxima de 8 MT/s, que con 2 Wait States permitía aproximadamente 5MB/s.



Signal	Pin	Pin	Signal
Ground	B1	A1	-I/O CH CHK
RESET DRV	B2	A2	Data Bit 7
+5 Vdc	B3	A3	Data Bit 6
IRQ 9	B4	A4	Data Bit 5
-5 Vdc	B5	A5	Data Bit 4
DRQ 2	B6	A6	Data Bit 3
-12 Vdc	B7	A7	Data Bit 2
-0 WAIT	B8	A8	Data Bit 1
+12 Vdc	B9	A9	Data Bit 0
Ground	B10	A10	-I/O CH RDY
-SMEMW	B11	A11	AEN
-SMEMR	B12	A12	Address 19
-IOW	B13	A13	Address 18
-IOR	B14	A14	Address 17
-DACK 3	B15	A15	Address 16
DRQ 3	B16	A16	Address 15
-DACK 1	B17	A17	Address 14
DRQ 1	B18	A18	Address 13
-Refresh	B19	A19	Address 12
CLK(8.33MHz)	B20	A20	Address 11
IRQ 7	B21	A21	Address 10
IRQ 6	B22	A22	Address 9
IRQ 5	B23	A23	Address 8
IRQ 4	B24	A24	Address 7
IRQ 3	B25	A25	Address 6
-DACK 2	B26	A26	Address 5
T/C	B27	A27	Address 4
BALE	B28	A28	Address 3
+5 Vdc	B29	A29	Address 2
OSC(14.3MHz)	B30	A30	Address 1
Ground	B31	A31	Address 0

-MEM CS16	D1	C1	-SBHE
-I/O CS16	D2	C2	Latch Address 23
IRQ 10	D3	C3	Latch Address 22
IRQ 11	D4	C4	Latch Address 21
IRQ 12	D5	C5	Latch Address 20
IRQ 15	D6	C6	Latch Address 19
IRQ 14	D7	C7	Latch Address 18
-DACK 0	D8	C8	Latch Address 17
DRQ 0	D9	C9	-MEMR
-DACK 5	D10	C10	-MEMW
DRQ5	D11	C11	Data Bit 8
-DACK 6	D12	C12	Data Bit 9
DRQ 6	D13	C13	Data Bit 10
-DACK 7	D14	C14	Data Bit 11
DRQ 7	D15	C15	Data Bit 12
+5 Vdc	D16	C16	Data Bit 13
-Master	D17	C17	Data Bit 14
Ground	D18	C18	Data Bit 15

## Buses (5/13)

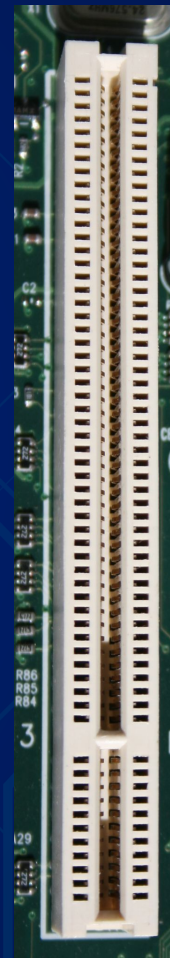
### BUS PCI

El BUS PCI (Peripheral Component Interconnect) fue introducido a principios de los '90 con la clara necesidad de aumentar la velocidad de transferencia.

Se redujo el tamaño de los pines, se llevó el ancho del bus de datos a 32 bits, se aumentó la velocidad de transferencia a 33 MT/s y se agregó la posibilidad de operarlo a 3.3 Volts además de 5 Volts.

Otra mejora aparte de la velocidad fue soportar un bus de address de 32 o 64 bits, aumentando drásticamente el espacio de memoria direccionable.

Con estas modificaciones el bus y sin la necesidad de Wait States la velocidad podía llegar a 133 MB/s.



32 bits

64 bits

5 Volt 3.3 Volt

SO



## Buses (6/13)

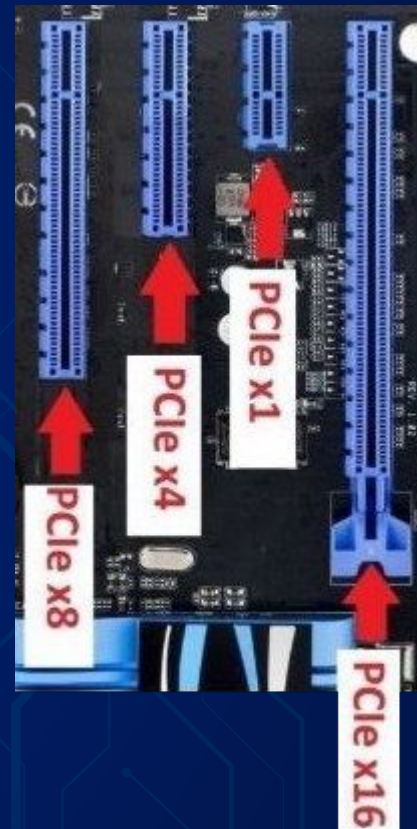
### BUS PCI Express

El cambio más distintivo del PCIe es que ahora es un bus serie diferencial. La información se transmite a través de dos líneas que se llaman "*links*". La velocidad de transferencia de cada link es de 1 GB/s en cada dirección (para la versión PCI 3.0).

A pesar de ello, hay distintos conectores que tienen distinta cantidad de links. Si se usan juntos se puede llegar a 16 GB/s en cada dirección.

La última versión (raramente vista en PCs) es la 6.0, y tiene una tasa de transferencia de 64 GB/s en cada dirección, llegando a unos asombrosos 126 GB/s!

Este standard se usa actualmente en todas las PCs, y es suficiente para el periférico que más velocidad requiere: las placas de video.





## Buses (7/13)

### Hot Swapping

Todos los buses que vimos hasta ahora están diseñados para conectarse y desconectarse con los dispositivos apagados. Además, no soporta el uso de cables: Los dispositivos deben enchufarse directamente en el conector.

Hay casos, como la conexión/desconexión de dispositivos como teclados, mouses, pen drives, etc. para los que sería muy molesto tener que apagar todos los equipos.

Los buses que estudiaremos a continuación agregan la posibilidad de permitir la conexión/desconexión “en caliente”, o sea sin apagar los equipos. Esta capacidad no solamente requiere consideraciones especiales de hardware sino que los drivers que manejan estos buses tienen que poder “enterarse” de que un dispositivo nuevo se conectó o desconectó.

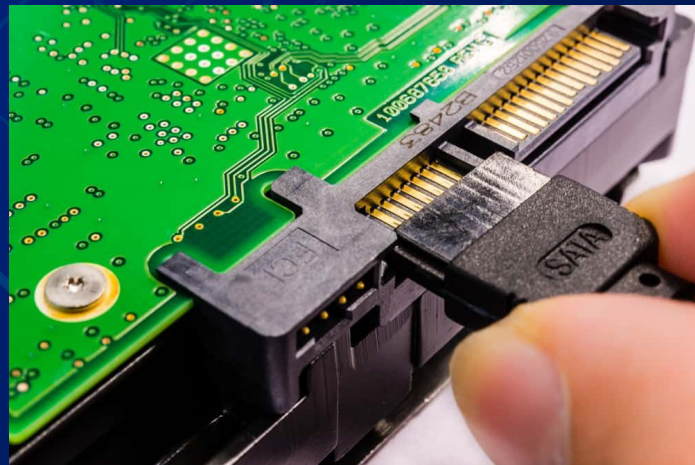


### SATA

El bus SATA (Serial Advanced Technology Attachment) está diseñado específicamente para la conexión de “Block Devices”, principalmente discos.

Si bien la velocidad es inferior al PCIe (hasta 600 MB/s en su versión 3.0), la norma permite el uso de cables de algo más de 1m para la norma interna y 2m para la versión eSATA (external SATA).

Ésta es la tecnología actualmente usada para la conexión de los discos. Si bien en las notebooks y PCs de escritorio generalmente los discos se montan internamente y no son removibles en caliente, hay dispositivos que tienen bahías que permiten un fácil cambio de los discos con el sistema funcionando.



## Buses (9/13)

### Dispositivos M2 (SATA vs PCIe)

Hoy en día es cada vez más común el uso de discos SSD con formato M2. Si bien el formato físico es el mismo. No todos se conectan igual.

Algunos son SATA, y utilizan el puerto SATA disponible en el conector donde se los inserta. Se los suele identificar como M2-SATA y llegan a 600 MB/s.

Otros utilizan los links PCIe que también están disponibles en el conector M2. A estos dispositivos se los identifica como NVME. Pueden tener dos sufijos:

- Sufijo “B”: Usan un solo link (PCIe x1) a 1 GB/s.
- Sufijo “M”: Usan cuatro links (PCIe x4) a 4 GB/s.



1 Tb disk 3.5 GB/s



## Buses (10/13)

### USB (1/4)

El bus USB (Universal Serial Bus) se introdujo en el año 1998 y estaba pensado para ser una interfaz no tan rápida, pero sí versátil y de bajo costo. El conector no solamente tiene las líneas de datos sino de alimentación, en convenientes conectores de tan solo 4 conductores.

Otra condición de diseño fue que los dispositivos pudieran conectarse sin abrir el ordenador ni configurar nada. El conector se colocaría fuera del gabinete. Al detectar un nuevo dispositivo, el software podía identificarlo, descargar el driver y poner el dispositivo en funcionamiento sin que el usuario configurara nada. Además a diferencia de sus contrapartes, permitiría la conexión de muchos dispositivos en un mismo conector.

La última versión, USB 3.0 tiene un ancho de banda de unos 600 MB/s.

## Buses (11/13)

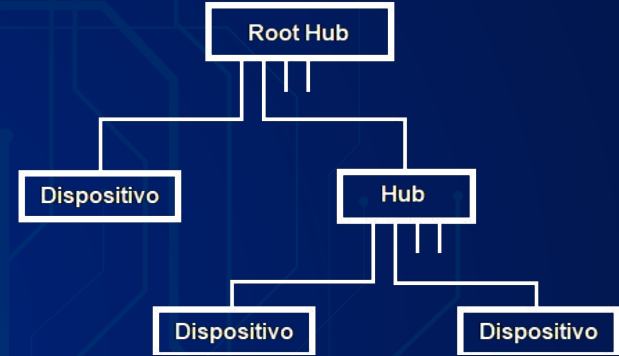
### USB (2/4)

El vínculo entre el bus y el ordenador es el dispositivo llamado “root hub”. Al mismo se pueden conectar dispositivos u otros hubs. Al conectar un dispositivo, éste asume el número 0. Ni bien es detectado el driver le cambia el número de forma que éste sea único.

Se puede conectar un máximo de 127 dispositivos simultáneamente.

Todos los paquetes que se transfieren por un único par de líneas bidireccionales. Cada uno está precedido por un identificador dado por el número de dispositivo (que es único), de esa forma se sabe quién lo originó (si va hacia arriba) o a dónde va (si va hacia abajo).

El root hub es el que mantiene el sincronismo, iniciando una transferencia cada 1 ms. Se inicia aún si no hay nada para enviar ni preguntar para mantener el conjunto sincronizado. En los casos en que hay datos los mismos pueden viajar en una u otra dirección dentro de la misma transferencia.





## Buses (12/13)

### USB (3/4)

Durante el proceso de enumeración el dispositivo reporta una clase y una sub-clase. Algunos ejemplos son:

Clase	SubClase	Protocolo	Descripción
0x01	Audio Control Audio Streaming MIDI Streaming	0x00	Audio
0x03	0x00	None Keyboard Mouse	Human Interface Device
0x07	0x01	Unidireccional Bidireccional	Printer
0x08	Varios	Control/Bulk/Int Control/Bulk/No int	Mass Storage Device
0x09			Hub
0x0E		Comandos AT Auriculares Teléfonos	Wireless device

La información completa puede encontrarse en <https://www.usb.org/defined-class-codes>



## Buses (13/13)

### USB (4/4)

Ejemplo de paquete de discovery:

```
static unsigned char devDesc[] = {
    0x12,                /* 0 bLength */
    USB_DESCRIPTOR_TYPE_DEVICE, /* 1 bDescriptorType */
    0x00,                /* 2 bcdUSB version */
    0x02,                /* 3 bcdUSB version */
    0x00,                /* 4 bDeviceClass - Specified by interface */
    0x00,                /* 5 bDeviceSubClass - Specified by interface */
    0x00,                /* 6 bDeviceProtocol - Specified by interface */
    0x40,                /* 7 bMaxPacketSize for EP0 - max = 64 */
    (VENDOR_ID & 0xFF),  /* 8 idVendor */
    (VENDOR_ID >> 8),    /* 9 idVendor */
    (PRODUCT_ID & 0xFF), /* 10 idProduct */
    (PRODUCT_ID >> 8),   /* 11 idProduct */
    (BCD_DEVICE & 0xFF), /* 12 bcdDevice */
    (BCD_DEVICE >> 8),   /* 13 bcdDevice */
    0x01,                /* 14 iManufacturer - index of string */
    0x02,                /* 15 iProduct - index of string */
    0x00,                /* 16 iSerialNumber - index of string */
    0x01,                /* 17 bNumConfigurations */
};
```

An abstract pattern of glowing blue lines and dots on a dark blue background, resembling a circuit board or data network, located on the left side of the slide.

**Fin**  
¿Preguntas?

An abstract pattern of glowing blue lines and dots on a dark blue background, resembling a circuit board or data network, located on the right side of the slide.