



Tema 2: Placa base. Buses y puertos de entrada / salida

Fundamentos de hardware

Mario Alfonso Lasso Mesa

CFGS Administración de Sistemas Informáticos y Redes

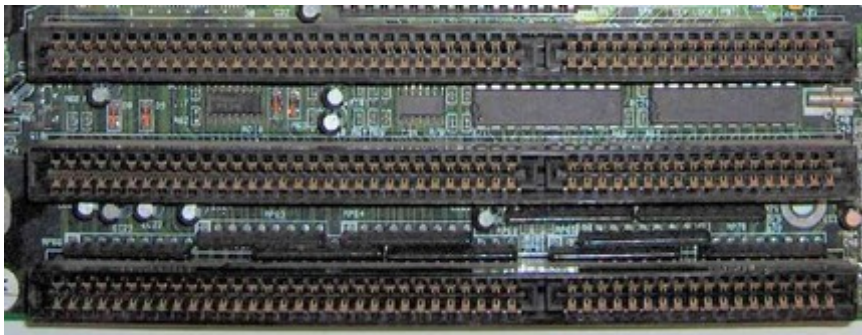
IES Ciudad Jardín

Ranuras de expansión

- **Ranuras de expansión:** Estos slots sirven para expandir las capacidades del sistema. En ellos se insertan tarjetas de entrada/salida y controladoras (tarjetas gráfica, de sonido, de red, de ampliación de puertos, controladora de discos duros). A lo largo de los años se han ido estandarizando varios tipos de buses, como ISA, PCI o AGP. En las placas base actuales sólo se emplean ranuras PCI-Express (principalmente para tarjetas de vídeo) y PCI de distintas velocidades, aunque estas últimas tienden a desaparecer y ser sustituidas por las PCI-Express o PCIe.
- En la actualidad con los procesadores Intel Core i7, los buses de tercera generación se caracterizan por tener conexiones punto a punto, a diferencia de los buses compartidos anteriores en los que se comparten señales de reloj. Esto se logra reduciendo el número de conexiones que presenta cada dispositivo usando interfaces seriales. Cada dispositivo puede negociar las características de enlace al inicio de la conexión. Como ejemplos cabe destacar los siguientes buses: **PCI-Express** e **HyperTransport**.
La idea de Intel es tener un solo controlador PCIe comunicándose con todos los dispositivos, en lugar del sistema de puente norte y puente sur. No obstante, PCIe no es todavía suficientemente rápido para ser usado como bus de memoria. Se usa principalmente para conectar tarjetas gráficas. Actualmente se están vendiendo tarjetas gráficas que además de los 16 carriles (x16) soportan el estándar 3.0, lo que supone una tasa de transmisión de 1 GB/s x carril llegando a los 16 GB/s de ancho de banda (1 GB/s x 16). También permite la transferencia de unidades de almacenamiento de estado sólido de alto rendimiento, con tasas superiores al GB/s.

Buses normalizados y conexiones

- **ISA** (Industry Standard Architecture) AT Bus: Fue introducido con los IBM-PC AT (1984). Está ideado para arquitecturas de 16 bits. El bus de direcciones es de 24 bits (hasta 16 MB direccionables) e inicialmente podía transferir información a velocidades de hasta 2 MB/s. Es compatible con el bus ISA inicial (admite tarjetas de expansión de 8 bits, además de las de 16 bits). La disquetera se conecta físicamente al slot floppy de la placa base, aunque internamente se encuentra interconectado al bus clásico ISA.
- **PCI** (Peripheral Component Interconnect): Bus de expansión desarrollado por Intel (1992). Los dispositivos periféricos (adaptador SCSI, LAN, unidad E/S, etc.) que se conectan a este bus pueden ser circuitos integrados en placa base o tarjetas de expansión que se ajustan en conectores. Las primeras versiones de PCI ofrecían tasas de transferencia de datos de 133 MB/s con 32 bits a 33 MHz, aunque posteriormente se añadieron señales adicionales para expandirlo a 64 bits, 66 MHz y 533 MB/s. Otras variantes compatibles, como las **PCI-X** (1998), mejoran el protocolo y aumentan la transferencia de datos. Dentro de este grupo tenemos las PCI-X 1.0, que funcionan a 133 MHz con tasa de transferencia de 1067 MB/s. La PCI-X 2.0 ofrece 266 o 533 MHz, con una tasa de transferencia de 4,3 GB/s.



Buses normalizados y conexiones

PCI Bracket

Component Side Facing Up

3.3V 32-bit PCI Card

5V 32-bit PCI Card

Universal (3.3V & 5V) 32-bit PCI Card

3.3V 32-bit PCI Slot

5V 32-bit PCI Slot

PCI Bracket

Component Side Facing Up

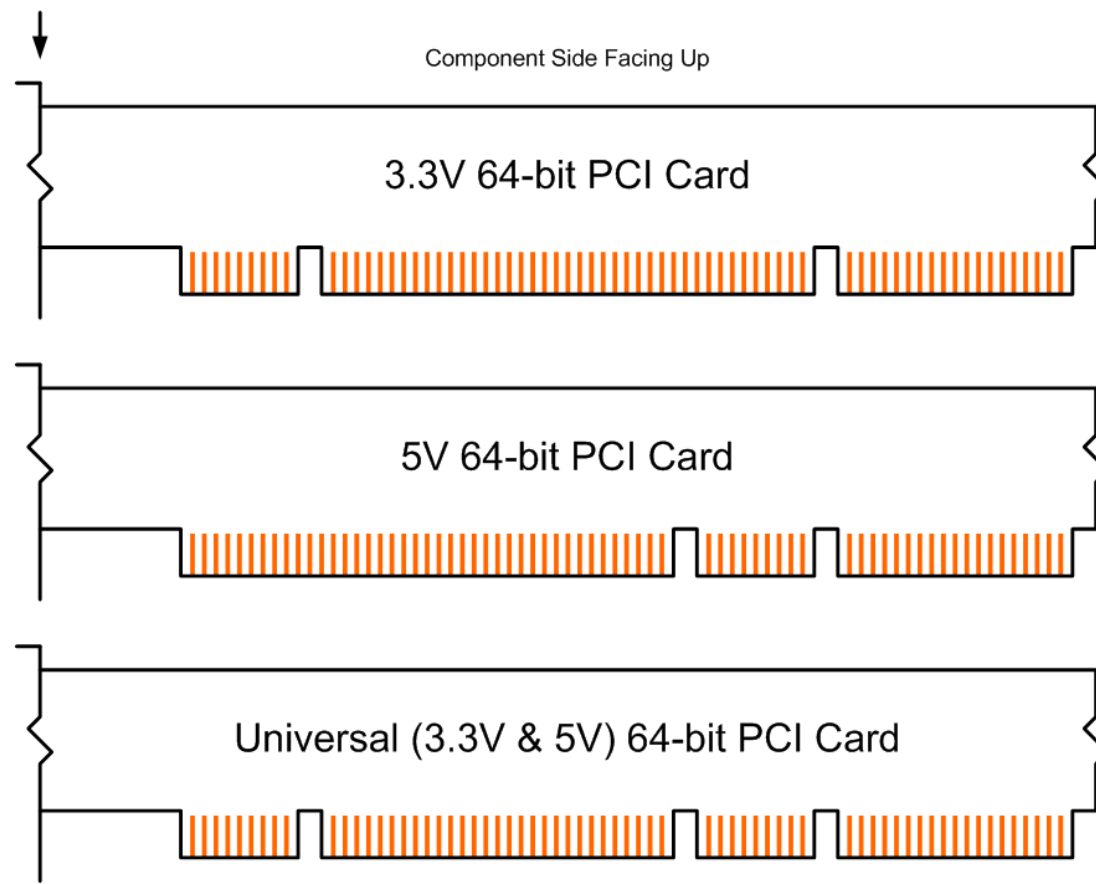
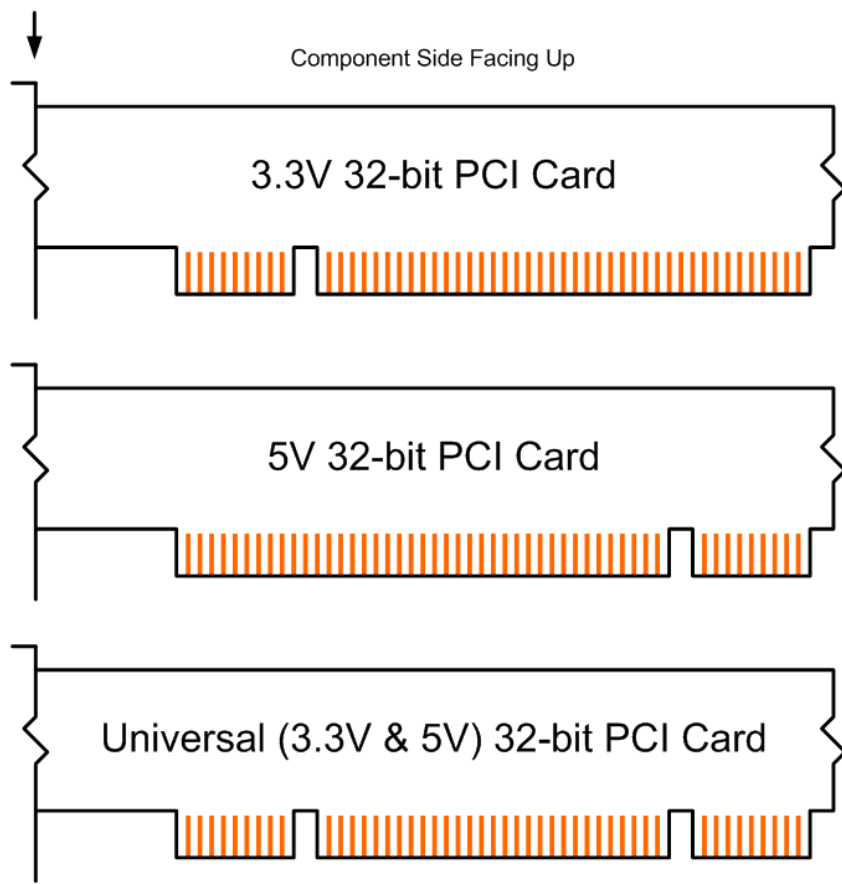
3.3V 64-bit PCI Card

5V 64-bit PCI Card

Universal (3.3V & 5V) 64-bit PCI Card

3.3V 64-bit PCI Slot

5V 64-bit PCI Slot



Buses normalizados y conexiones

Dentro del bus de expansión PCI encontramos tanto el slot IDE como dispositivos de tecnología SCSI:

→ **SCSI** (Small Computer System Interface, 1986): Permite conexiones de hasta 15 dispositivos y velocidades de hasta 320 MB/s (Ultra 320). Requiere de una tarjeta controladora que se conecta al slot PCI. Los periféricos SCSI son bastante caros, por lo que se usa en entorno de servidores, aunque se ha sustituido por adaptadores SAS, FC e iSCSI.



→ **SLOT IDE** (Intelligent Drive Electronics): La interfaz IDE fue desarrollada por Compaq (1984). Las unidades IDE integran la propia controladora. Controla los dispositivos de almacenamiento masivo de datos, como los discos duros y ATAPI (Advanced Technology Attachment Packet Interface) como los CD/DVD. Todos los fabricantes IDE se han acogido al estándar ATA paralelo o PATA (ATA-1 hasta 8,3 MB/s). Posteriormente, se elaboró la extensión EIDE (Enhanced IDE) que admitía unidades removibles como el CD-ROM (ATA 2/3 hasta 16,7 MB/s, mejorado en Ultra ATA-133 hasta 133 MB/s). Hasta aproximadamente el 2004 era el estándar principal por su versatilidad y asequibilidad. El último estándar definido: ATA-7 alcanza una tasa de transferencia de 133MB/s.



Buses normalizados y conexiones

Las placas base suelen integrar un par de controladoras IDE, denominadas primaria y secundaria, conectándose la unidad de arranque a la primaria. Cada interfaz IDE puede conectar hasta dos unidades: maestra (master) y esclava (slave). Por ejemplo, dos discos duros, o un disco duro y una unidad de DVD o CD. La conexión se hará mediante un cable plano de 40 pines con conectores en ambos extremos, así como uno adicional en el medio. Normalmente, el conector IDE que va a la placa base está codificado por colores (azul, verde...) para diferenciarlo del conector que se ensambla al dispositivo maestro, que normalmente es negro, y al dispositivo esclavo, que suele ser gris. Las unidades IDE tienen un jumper que permite conmutar entre el modo maestro, esclavo o cable select, dejando que el sistema elija su función dependiendo del conector del cable al que se una.

Velocidades de los distintos modos ATA:

ATA-1: 8,3 MB/s

ATA-2 (Fast ATA, EIDE): 13,3 MB/s

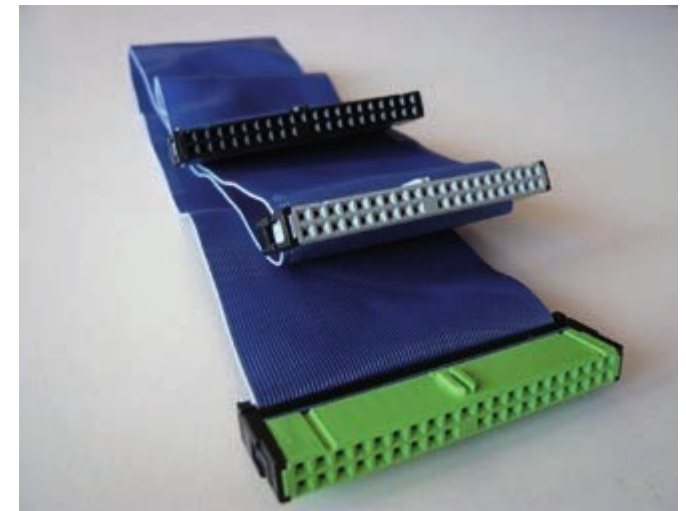
ATA-3 (ATA-2 mejorado): 16,6 MB/s

ATA-4 (ATA/ATAPI-4 o Ultra DMA o ATA/33): 33,3 MB/s

ATA-5 (ATA/ATAPI-5 o Ultra ATA/66): 66,6 MB/s

ATA-6 (ATA/ATAPI-6 o Ultra ATA/100): 100 MB/s

ATA-7 (ATA/ATAPI-7 o Ultra ATA/133): 133,3 MB/s



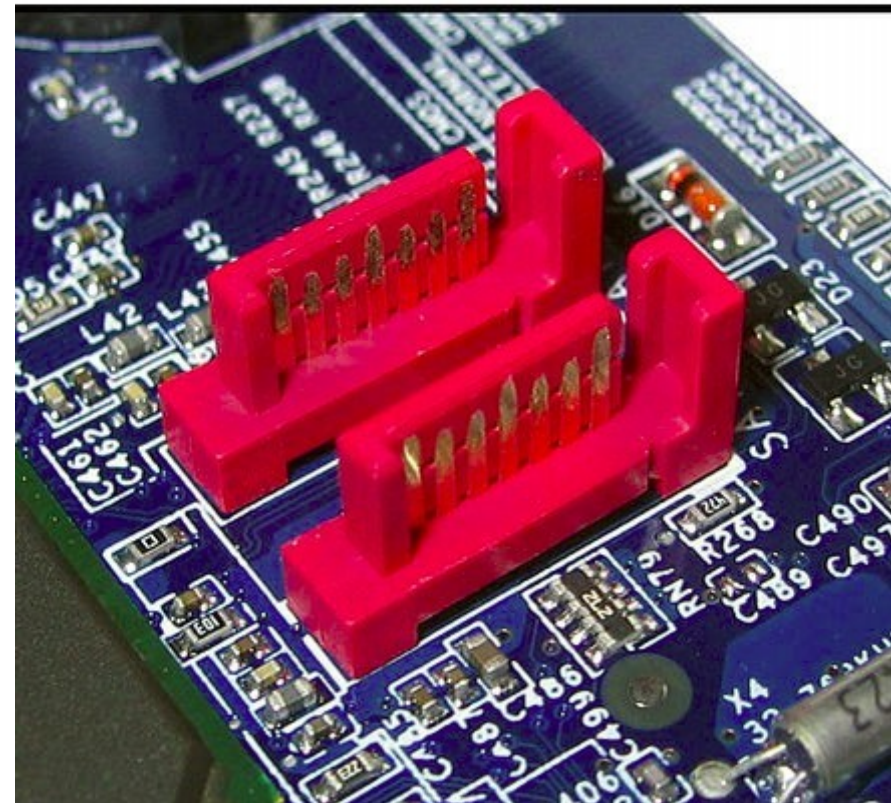
El inconveniente de PATA es que mientras se accede a un dispositivo, el otro dispositivo del mismo conector ATA no se puede usar, lo cual se resuelve en SATA y en SCSI, ya que se utiliza un dispositivo en cada puerto.

Buses normalizados y conexiones

→ **SATA** (Serial ATA, 2001): Es el más utilizado como interfaz de transferencia de datos entre la placa base y algunos dispositivos de almacenamiento, como discos duros, lectores y regrabadores de CD/DVD. Utiliza un bus serie para la transmisión de datos. SATA sustituye a la tradicional Parallel ATA, proporcionando mayores velocidades y mayor longitud del cable de transmisión de datos. Existen tres versiones compatibles entre sí al aplicar la velocidad menor de transferencia soportada:

- SATA 1 con tasa de transferencia de 1,5 Gb/s (descatalogado).
- SATA 2 de hasta 3 Gb/s, el más extendido en la actualidad.
- SATA 3 de hasta 6 Gb/s.

Los jumpers en la parte trasera se utilizan para configurar un disco de una velocidad a otra inferior. Cada disco duro necesita un cable de datos, y no es necesario diferenciar disco maestro de disco esclavo.

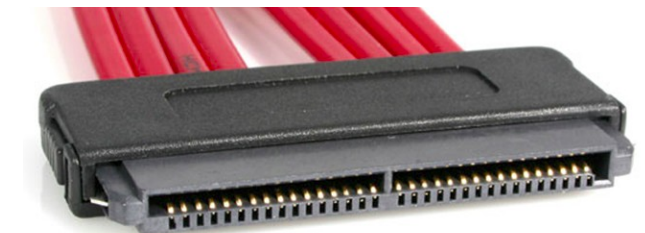


Buses normalizados y conexiones

→ **eSATA** (external SATA, 2004): Permite conectar discos duros externos con un interfaz eSATA que se aprovecha de las especificaciones y velocidades del estándar SATA. La velocidad de transferencia e-SATA en los discos externos puede llegar a 115 MB/s con RAID externos. Está cayendo en desuso porque el USB 3.0 tiene autoalimentación (algunos discos pueden ser alimentados directamente por el puerto USB al que se conecta) y su velocidad de transmisión es muy similar al USB 3.0.

→ **mSATA** (mini SATA, 2009): Es un interfaz basado en SATA pero pensado para tarjetas de memoria FLASH que se conectan directamente a la placa base. Ofrece un rendimiento máximo de 6 Gbit/s.

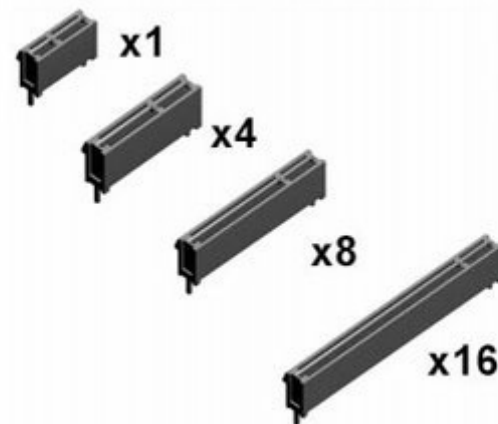
→ **SAS** (Serial Attached SCSI, 2003): Interfaz de transferencia de datos en serie, sucesor del SCSI paralelo, aunque sigue utilizando comandos SCSI para interactuar con los dispositivos SAS. Aumenta la velocidad y permite la conexión y desconexión en caliente. La última especificación del estándar permite llegar a velocidades de transferencia de 12Gbps (9600MB/s). El conector es mismo que se utiliza en la interfaz SATA y permite utilizar estos discos duros



Buses normalizados y conexiones

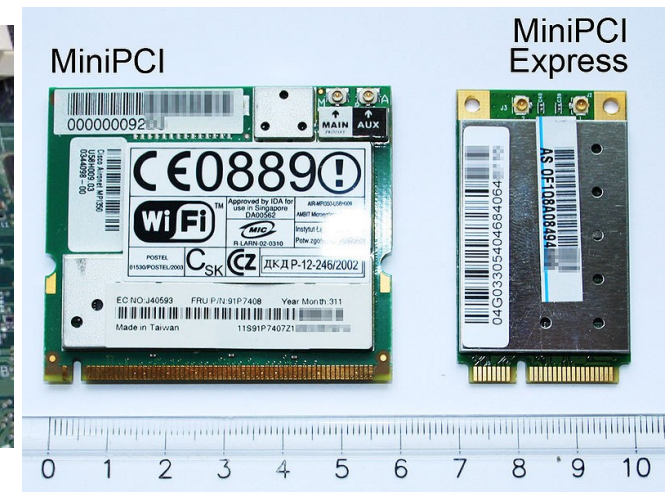
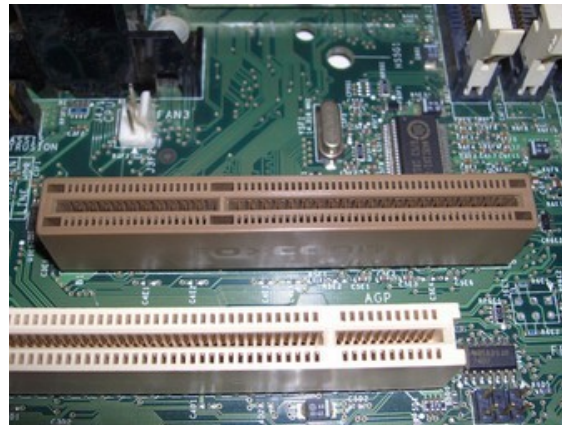
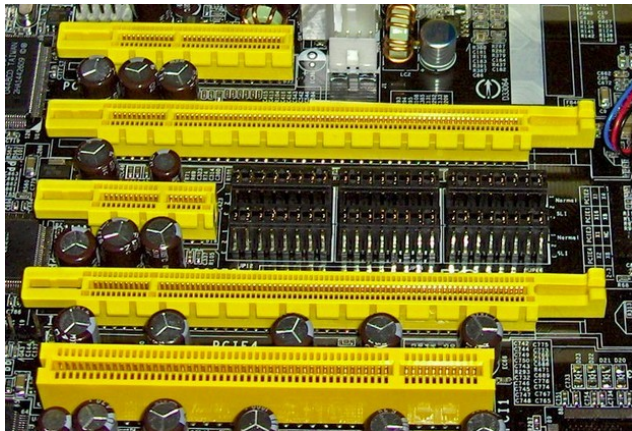
- **PCI Express:** A diferencia del bus PCI, que se ejecuta en una interfaz paralela, el bus PCI Express se ejecuta en una **interfaz en serie**, lo que permite alcanzar un ancho de banda mucho mayor, lo que ha hecho que sirva de sustituto a los buses PCI y AGP. Este sistema es apoyado principalmente por Intel después de retirarse del sistema Infiniband. Cada ranura de expansión lleva uno, dos, cuatro, ocho o dieciséis carriles de datos entre la placa base y las tarjetas conectadas. El número de carriles se escribe con una x de prefijo (x1 para un carril simple y x16 para una tarjeta con 16 carriles); PCI-E 2.0 (500MB/s por carril) x16 da una tasa de transferencia máxima de banda de 8 GB/s en cada dirección. PCI-E 1.x x16 (250 MB/s x 16) proporciona una tasa de transferencia de 4 GB/s en cada dirección. En comparación con otros buses, un carril simple es aproximadamente el doble de rápido que el PCI normal; una ranura de cuatro carriles, tiene un ancho de banda comparable a la versión más rápida de PCI-X 1.0, y ocho carriles tienen un ancho de banda comparable a la versión más rápida de AGP. Una ranura PCI-E 3.0 x1 tiene 1 GB/s direccional y 2 GB/s bidireccional, por lo que en el caso de x16 se logran un máximo teórico de 16 GB/s direccionales y 32 GB/s bidireccionales.

Versión PCIe	Ancho de banda (x1)	Ancho de banda (x16)
1.0	250 MB/s	1,2 – 30,4
2.0	500 MB/s	8,5 - 16
3.0	984 MB/s	15,8 GB/s
4.0	1969,2 MB/s	31,5 GB/s



Buses normalizados y conexiones

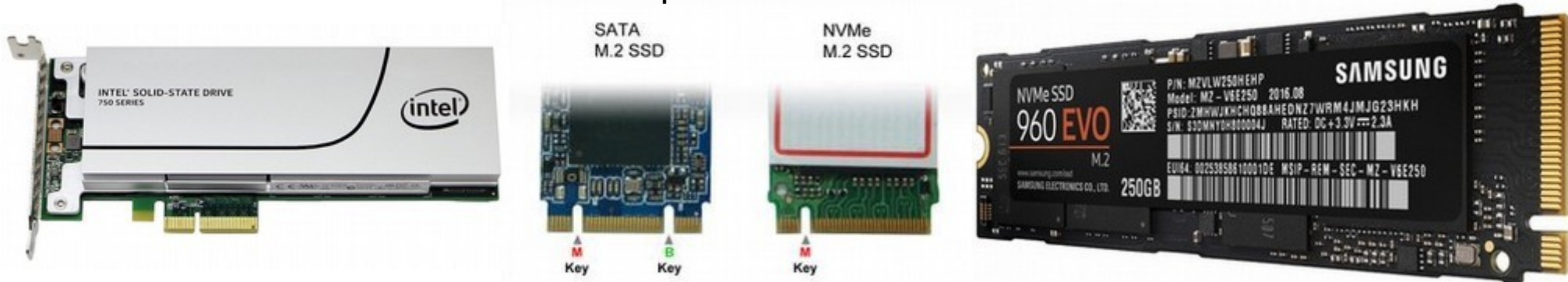
- Existen varios tipos de interfaces que se utilizan para conectar las tarjetas gráficas a la placa base. Las tarjetas antiguas usaban la interfaz **AGP** (Accelerated Graphics Port), la cual ha sido reemplazada por PCI Express 2.0 ó 3.0 x16. Algunas placas base disponen de dos slots PCIe x16, de forma que se puedan conectar dos tarjetas gráficas entre sí mediante para incrementar el rendimiento.



El slot AGP se dedica exclusivamente a conectar tarjetas de vídeo, por lo que sólo suele haber una ranura de este tipo. Puede ofrecer las siguientes tasas de transferencia: 266 MB/s (1x), 533 MB/s (2x), 1066 MB/s (4x) y 2133 MB/s (8x). Mide unos 8 cm y se encuentra bastante separada del borde de la placa. A partir de 2006, el uso del puerto AGP ha ido disminuyendo con la aparición de PCI-Express, que proporciona mayores prestaciones en cuanto a frecuencia y ancho de banda.

Buses normalizados y conexiones

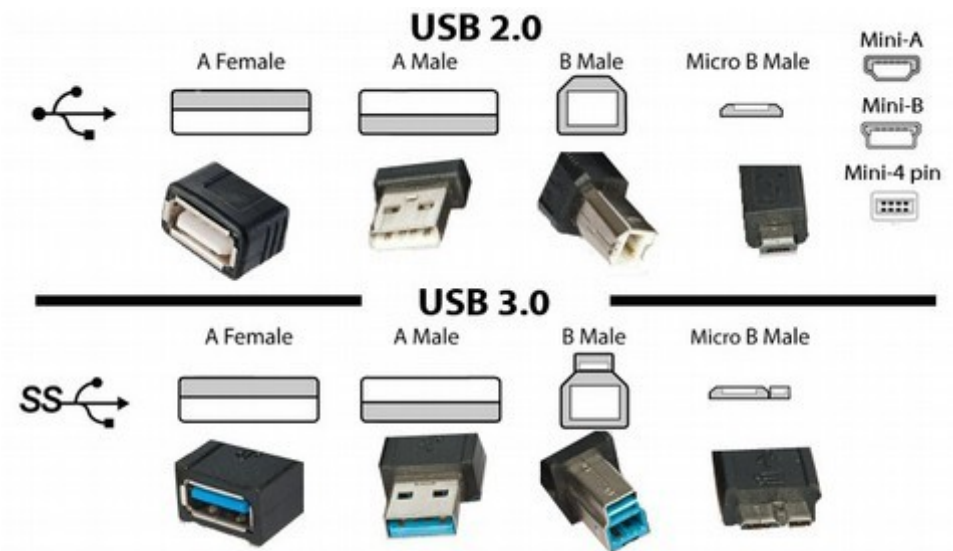
- **SSD PCIe:** Los discos duros SSD son capaces de llegar a velocidades muy cercanas a los 600 MB/s saturando así la conexión SATA III, que es la última versión y la más rápida del estándar SATA. Por ello, surgieron los discos duros SSD con conexión PCIe, que se insertan en una ranura PCI Express consiguiéndose una mayor velocidad. El disco duro se convierte en otro elemento, como ocurre por ejemplo con la tarjeta gráfica, que se inserta de forma directa a la placa base. Debido a esto podemos conseguir una mayor velocidad. Por ejemplo, un PCI Express 2.0 tiene 500 MB por línea, existiendo configuraciones de x1, x4, x8 o x16. Un módulo de memoria RAM alcanza velocidades de 18 GB/s, es decir, 30 veces superiores a las que puede alcanzar un SSD conectado por un conector SATA. Un puerto PCI-Express 3.0 X4 (es decir, de cuatro líneas) alcanza velocidades de transferencia de casi 4 GB/s (1 por línea). Sigue sin alcanzar a los módulos de memoria RAM, pero es casi 7 veces más rápido que el típico conector SATA. Por ejemplo, la nueva generación de SSD de Samsung, la NVMe 960 EVO pro es un SSD M.2 PCIe 3.0 x4 que alcanza los 3.500 y 2.100 MB/s en lectura/escritura secuencial, es decir, 3,5 y 2,1 GB/s respectivamente, lo cual es muy superior a los 600MB/s de los SSD SATA III. Para diferenciar la interfaz de conexión, los discos SSD M.2 SATA tienen 2 ranuras mientras que los NVMe sólo tienen una.



Buses normalizados y conexiones

→ **USB** (Universal Serial Bus): Es un estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos. El bus USB puede alimentar eléctricamente a los periféricos de poco consumo. Es posible intercambiar dispositivos USB en caliente y se ha diseñado para soportar plug&play. Se pueden conectar hasta 127 dispositivos USB mediante hubs. Los dispositivos USB se clasifican en cuatro tipos según su velocidad de transferencia de datos:

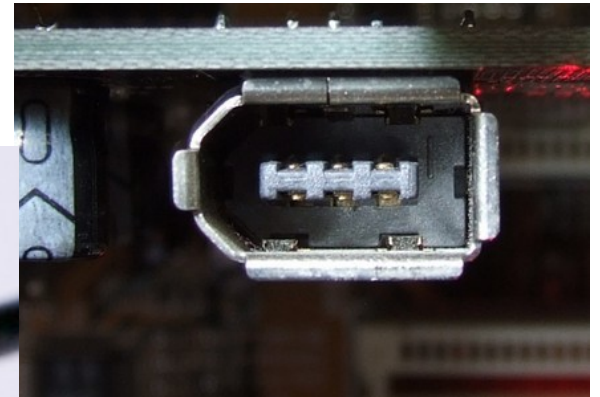
- USB 1.1 (1996): Tasa de transferencia de hasta 12 Mbit/s (1,5 MB/s). Suele tener color blanco.
- USB 2.0 (2000): Tasa de transferencia de hasta 480 Mbit/s (60 MB/s) pero con una tasa real práctica máxima de 280 Mbit/s (35 MB/s). Suele tener un color negro.
- USB 3.0 (2008): Tiene una tasa de transferencia de hasta 4,8 Gbit/s (600 MB/s). La velocidad del bus es diez veces más rápida que la del USB 2.0, debido a que se han incluido 5 contactos adicionales. Es compatible con los estándares anteriores. Suele tener un color azul.
- USB v3.1 Gen 2: 10 Gbps.
- USB v.3.2 (pendiente 2019): 20 Gbps.



Buses normalizados y conexiones

→ **Firewire** (IEEE 1394): Diseñado por Apple (2003), es un interfaz destinado a la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la conexión al ordenador de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras, aunque también sirve para la conexión de discos duros externos, tarjetas de audio y capturadoras de vídeo. Existen cuatro versiones de 4, 6, 9 y 12 pines. La interfaz Firewire comparte características con la interfaz USB: ambos son buses de alta velocidad, plug-and-play e intercambiables en caliente. Además, algunos dispositivos también pueden alimentarse a través del puerto Firewire, lo que elimina la necesidad de contar con una fuente de energía externa. Firewire usa el estándar IEEE 1394 y es conocido también como i.Link. Firewire está en desuso debido a que ha sido superado por el USB 3.0 en su tasa de transferencia, aunque es ampliamente utilizado en automatización industrial, industria militar y para el entorno profesional. El número máximo de dispositivos que soporta es 63. Se tienen las siguientes velocidades:

- Firewire 400 (IEEE 1394a): 400 Mb/s (50 MB/s).
- Firewire 800 (IEEE 1394b-2000): 800 Mb/s (100 MB/s).
- Firewire s1600: 1,6 Gb/s (200 MB/s)
- Firewire s3200: 3,2 Gb/s (400 MB/s)



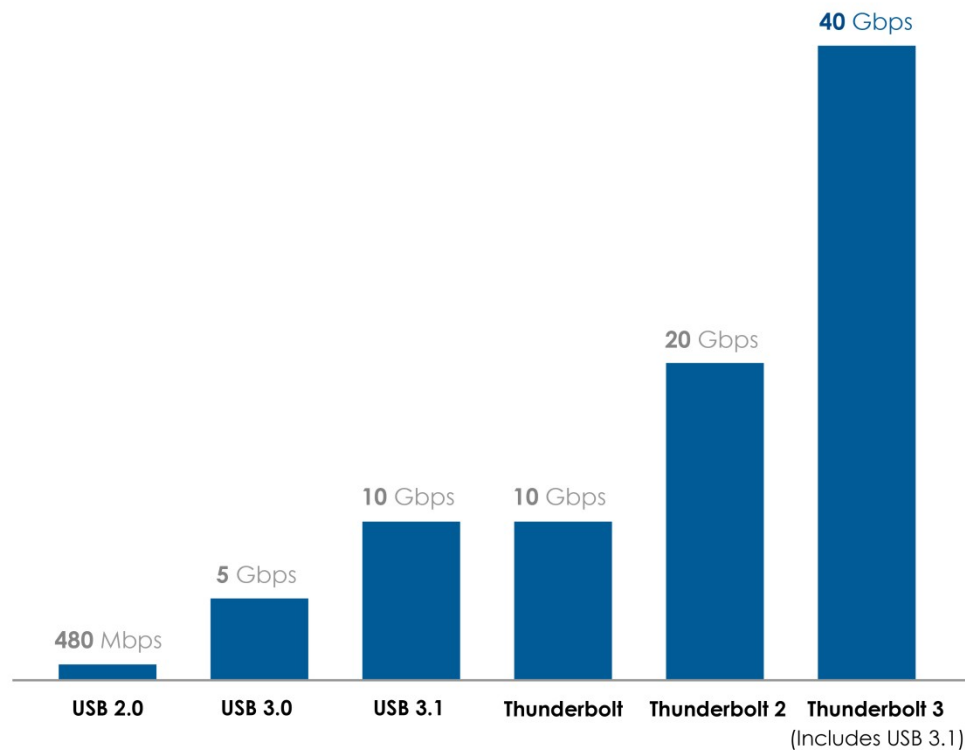
Buses normalizados y conexiones

- **Thunderbolt:** o Light Peak es un bus desarrollado por Intel en colaboración con Apple. Las dos primeras versiones: Thunderbolt1 y Thunderbolt 2 utilizaban un tipo de conector denominado Mini DisplayPort pero Thunderbolt 3 utiliza como conector el USB tipo C. Thunderbolt 3 tiene velocidades de transferencia de hasta 40 Gb/s (el doble que Thunderbolt 2, cuatro veces más que USB 3.1 y ocho veces más que USB 3.0), pero podría desarrollarse en la próxima década hasta llegar a los 100 Gbit/s, aunque actualmente ningún dispositivo de almacenamiento alcanza dicha velocidad de escritura. Ha sido concebido para reemplazar a los buses actuales, tales como USB, FireWire y HDMI. Con la tecnología Light Peak un único cable de fibra óptica podría sustituir a 50 cables de cobre utilizados para la transmisión. Se pueden conectar hasta seis dispositivos Thunderbolt en cadena a través de un solo puerto sin necesidad de un concentrador o un conmutador, de modo que se puede conectar un monitor a un disco externo y ese disco al ordenador.
- Thunderbolt 3 se conecta a todos los monitores con DisplayPort y Mini DisplayPort de forma nativa, y a monitores con HDMI y VGA mediante un adaptador.
 - Copia 14 h de vídeo HD en menos de un minuto.
 - Copia 25.000 fotos en menos de un minuto.
 - Copia 10.000 canciones en menos de un minuto.
 - Admite dos monitores 4K o uno 5K.

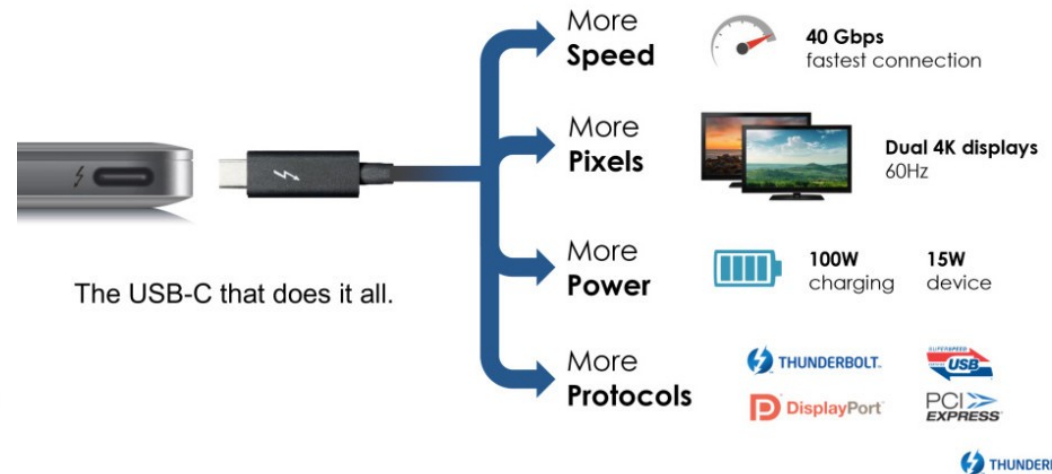


Buses normalizados y conexiones

Thunderbolt v3 no sólo es capaz de transferir datos a altas velocidades, también soporta el protocolo DisplayPort que permite la transmisión de audio y video.



Thunderbolt™ 3 brings Thunderbolt to USB-C



Otros puertos de E/S

- **Puertos y cables seriales:** Un puerto serial puede ser un conector DB-9, o un conector macho DB-25. Los puertos seriales transmiten bit a bit por el mismo hilo, enviando un solo bit a la vez. Para conectar un dispositivo serial (RS-232), como un módem o una impresora antiguos, debe usarse un cable serial, el cual tiene una longitud máxima de 15,2 m. Está en desuso. No se debe confundir con puerto VGA (tres filas de pines).



- **Puertos y cables paralelos:** Los bits de datos viajan juntos, enviando un paquete de byte a la vez, es decir, se implementa un cable o una vía física para cada bit de datos formando un bus. Un puerto paralelo en una computadora es un conector hembra DB-25 de tipo A estándar. El conector paralelo se usa principalmente para la conexión de una impresora antigua con conector Centronics de 26 pins de tipo B estándar. Las conexiones seriales y paralelas han sido reemplazadas por los puertos USB.



Otros puertos de E/S

- **Puertos y cables de red:** Un puerto de red RJ-45 conecta una computadora a una red. La especificación Ethernet estándar puede transmitir hasta 10 Mb/s, Fast Ethernet hasta 100 Mb/s, y Gigabit Ethernet hasta 1Gb/s. También están disponibles interfaces de red 10 Gigabit Ethernet que pueden transmitir a 10 Gb/s utilizando cable de par trenzado de categorías 6, 6e y Cat 7 (UTP-6 o UTP-7), que funcionan a frecuencias más altas. Para longitudes superiores a los 100m es preciso el uso de cables de fibra óptica multimodo (240 - 300 m) o monomodo (10 – 40 km).



- **Puerto de audio (minijack):** Un puerto de audio conecta dispositivos de audio a la computadora. Los siguientes puertos de audio se utilizan comúnmente:
 - Micrófono (rosa): Es el conector de entrada de micrófono predeterminado.
 - Entrada de línea (azul): Se conecta a una fuente externa, como un sistema estéreo, dispositivos mp3, otro micrófono, etc.
 - Salida de línea (verde): Se conecta a altavoces o auriculares.
 - Puerto de juegos/MIDI: Se conecta a un joystick o a un dispositivo de interfaz MIDI.

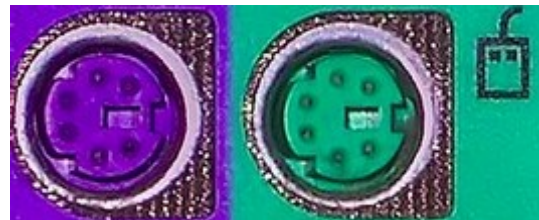


Otros puertos de E/S

- **TOSLINK:** Es un conector de fibra óptica que se basa en la utilización de señales ópticas en lugar de señales eléctricas para la interconexión de equipos de audio. Se adoptó con S/PDIF (protocolo de transmisión de audio digital) como estándar universal de conexión óptica digital. El ruido electromagnético no afecta a la transmisión ni tampoco radia ruido electromagnético, siendo fácil de montar y conectar.

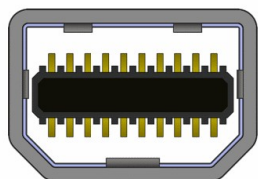


- **Puertos PS/2:** Conecta un teclado o un ratón a una computadora. El puerto PS/2 es un conector hembra mini DIN de 6 pines. En ambos casos es serial (bidireccional en el caso del teclado), y controlado por microcontroladores situados en la placa madre. Se emplea un color estándar violeta para el conector de teclado y un color verde para el de ratón.

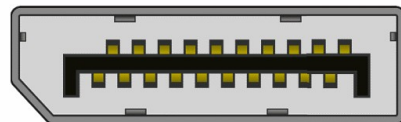


Otros puertos de E/S

- **Puertos y conectores de vídeo:** Un puerto de vídeo conecta un cable de monitor a una computadora. Existen varios tipos de puertos y conectores de vídeo:
 - Matriz de gráficos de vídeo (**VGA**): La interfaz VGA tiene un conector hembra de 15 pines y 3 filas (DB-15). Proporciona una señal de vídeo analógica al monitor. Su utilización continúa muy extendida, aunque claramente muestra una reducción frente al DVI.
 - Interfaz visual digital (**DVI**): La interfaz DVI tiene un conector hembra de 24 pines o un conector hembra de 29 pines, y proporciona una salida digital comprimida a un monitor. DVI-I proporciona señales tanto analógicas como digitales, mientras que DVI-D proporciona sólo señales digitales.
 - **S-Video** (separate video): Tiene un conector de 4 pines y proporciona dos señales de vídeo analógicas separadas: una de luminancia (brillo) y otra de crominancia (color).
 - Vídeo Componente **RGB**: Las conexiones RGB usan tres cables blindados (rojo, verde, azul) con jacks RCA y proporcionan señales de vídeo analógicas.
 - Las interfaces **HDMI** y **Displayport** proporcionan vídeo de alta definición así como audio digital multicanal en un único cable.



Mini DisplayPort



DisplayPort



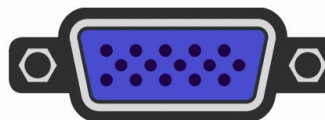
HDMI



Dual-link DVI



DVI-I



VGA



DVI



VGA



S-Video



Mini DisplayPort



Mini DVI



Composite Video

A photograph of a server room with blue ambient lighting. Several server racks are visible, some with glass doors open, revealing internal components. Cables are organized on overhead trays.

¿Preguntas?

Mario Alfonso Lasso Mesa
mlasso83@iesciudadjardin.com