

PCI Express: Una Visión Inicial

**M. en C. Eduardo Rodríguez Escobar,
Lic. Elizabeth Acosta Gonzaga**
Profesores del CIDETEC-IPN.

Luando se hace referencia al rendimiento de un equipo de cómputo (especialmente en las computadoras personales, PC), el principal aspecto considerado es la velocidad del procesador. Sin embargo, cuando hablamos de computadoras de propósito general, la velocidad de transferencia de datos puede ser un parámetro tan o incluso más importante en un momento dado. Comparado con el avance continuo en diversas áreas de la tecnología de cómputo, tal como los procesadores o las tarjetas de video, el adelanto en la tecnología de los sistemas de entrada/salida (E/S) parece estar detenido.

Desde la aparición del bus PCI (*Peripheral Component Interconnect*) en su versión original en junio de 1992, realmente ha cambiado poco la manera en que los datos se manejan dentro de la computadora. Sin embargo, probablemente sea bueno que el bus PCI haya permanecido, en esencia, sin cambios desde su aparición; como quiera que sea trabaja. Por casi una década, este bus ha proporcionado una plataforma estable y flexible para los desarrolladores de hardware y software. Cualquiera que recuerde los días anteriores a

Windows 95 y a los dispositivos *Plug and Play*, puede entender porque el uso de las computadoras es más común desde entonces.

Actualmente, tanto los discos duros como los dispositivos periféricos (tarjetas de red, sonido, etc.) y aun los puertos USB, transfieren los datos a través de un sistema de entrada/salida similar al de la primera PC con procesador Intel 80486; es decir, el bus PCI corriendo a 32 bits/33MHz, con tasas de transferencia de 133MB/s. Esto evidentemente es un cuello de botella, si se compara con la velocidad de transferencia entre otros subsistemas; por ejemplo, una computadora personal con microprocesador Pentium 4 y memoria DDR (ciertamente un sistema básico en la actualidad) puede intercambiar hasta 2.1 GB/s de datos a través del bus de memoria, mientras que el bus AGP 8x puede transferir información también en este mismo rango⁽¹⁾.

Un disco duro ATA 133 conectado a una controladora IDE UltraATA/133 puede, teóricamente, sobrecargar al bus PCI, al menos durante periodos pequeños. Aún así, la tasa de transferencia sostenida de los discos duros actuales es demasiado baja para ocasionar problemas.

Otros dispositivos tales como los arreglos RAID, los ya venerables SCSI y las tarjetas Gigabit Ethernet, por mencionar algunos, también intentan enviar información a través del bus PCI paralelo con su limitada capacidad de 133MB/s, lo cual representa claramente una situación de congestión.

Hoy en día existen cuatro especificaciones adicionales de PCI, todas diseñadas para incrementar el ancho de banda disponible; éstas se indican en la **Tabla 1**.

El problema es que, si bien estas tecnologías tienen o tendrán pronto un lugar permanente en el mercado de servidores, la complejidad y el costo extra que representan para la fabricación de la tarjetas madre significa que serán virtualmente desconocidas al nivel de computadoras de escritorio. El PCI-X, por ejemplo, requiere un controlador para cada ranura, lo que lo hace muy costoso; sin

| Tipo de Bus PCI | Ancho (bits) | Velocidad (MHz) | Ancho de Banda (MB/s) |
|------------------|--------------|-----------------|-----------------------|
| PCI | 32 | 33 | 133 |
| PCI 66MHz | 32 | 66 | 266 |
| PCI 64-bit | 64 | 33 | 266 |
| PCI 66MHz/64 bit | 64 | 66 | 533 |
| PCI-X | 64 | 133 | 1,066 |

Tabla 1. Tipos de Bus PCI

⁽¹⁾ Entre paréntesis, los autores no consideramos al AGP un verdadero bus de conexión a periféricos (si, en plural), al ser prácticamente exclusivo de las tarjetas de video y contar los sistemas únicamente con una ranura o *slot* de conexión de este tipo.

embargo, la solución a esto ya está en proceso y cuenta con el respaldo del fabricante de procesadores favorito de las mayorías, Intel.

Intel, en cooperación con varias compañías tales como: IBM, Dell, HP y Microsoft, introdujo lo que se espera sea el nuevo estándar para la E/S de los equipos personales en los próximos años: el PCI Express (también denominado **3GIO** o Tercera Generación de E/S). Este nombre ha sido acuñado por el PCI-SIG (*PCI Special Interest Group*), que es el comité responsable de vigilar el estándar de la interfase PCI. Esta norma, aprobada el 17 de abril del 2002, mantiene una compatibilidad completa en hardware y software con todos los dispositivos PCI recientes. Sin embargo, en términos de formato es algo completamente nuevo.

TECNOLOGÍAS DE BUS Y EL PCI

Antes de analizar al PCI Express (lo cual será tema de un artículo posterior), es importante entender que tanto ha avanzado la tecnología de los buses. En 1984, IBM lanzó su PC AT, donde el procesador, la memoria y el bus de E/S compartían un reloj común de 8 MHz. Este bus se conoció como el estándar ISA (*Industry Standard Architecture*), el cual tiene una interfase de 16 bits, lo que significa que los datos únicamente pueden transferirse dos bytes a la vez; más aún, normalmente requiere de dos o tres señales de reloj para transferir esos dos bytes de datos. Esto no era un problema para los dispositivos que son inherentemente lentos (puertos COM, puertos de impresora, tarjetas de sonido o unidades de CD-ROM); sin embargo, el bus ISA era muy lento para los accesos a disco de alto desempeño y las tarjetas de video con mayor resolución. Esto provocó el surgimiento de otras arquitecturas,

tales como el microcanal (MCA) y los buses EISA y VESA local (VLB), que tampoco constituyeron una solución lo suficientemente rápida. Finalmente, fue el bus PCI el que pudo aumentar el ancho de banda del sistema.

EL PCI es una interfase de 64 bits en un empaque de 32 bits; imaginar esto requiere un poco de aritmética. El bus trabaja a 33 MHz, y puede transferir de 32 bits de datos (4 bytes) en cada ciclo de reloj, lo cual suena como un bus de 32 bits. Sin embargo, la duración de un pulso de reloj a 33 MHz es de 30 nanosegundos, mientras que la velocidad de la memoria es de 70 nanosegundos. Cuando el CPU toma datos de la RAM, tiene que esperar al menos 3 pulsos de reloj por dichos datos. Al transferir datos en cada pulso de reloj, el bus PCI puede proporcionar el mismo rendimiento con una interfase de 32 bits que el de otras partes de la máquina con un grupo de 64 bits.

SOLUCIONES PROPUESTAS

PCI-X

Aunque en un principio el PCI representó un gran avance, la aparición de discos duros y periféricos PCI más rápidos ha provocado que este bus se congestione tanto como la Ciudad de México en las horas pico. Esto hizo evidente la necesidad de un nuevo estándar que proporcionara un mayor ancho de banda. PCI-X es un paso intermedio entre PCI y PCI Express, el cual fracasó en equipos de

escritorio, aunque el PCI Consortium insiste en que no va a desaparecer. PCI-X emplea la misma interfase paralela que PCI, ofreciendo un ancho de banda superior a algunas implementaciones de PCI Express (hasta 4.3GB/seg para PCI-X 533). PCI-X tiene una ventaja: es compatible con las tarjetas PCI actuales, mientras que PCI Express necesita hardware nuevo, razón por la cual PCI-X se mantendría por un tiempo en el mercado de servidores.

PCI-EXPRESS

PCI Express es un desarrollo para aumentar la funcionalidad de E/S en las computadoras actuales. Este diseño tuvo como finalidad recuperar el balance entre las velocidades del CPU y el sistema, considerando la demanda siempre creciente de procesamiento rápido y que el CPU se encontraba bloqueado por los buses de sistema obsoletos. En el diagrama siguiente (**Figura 1**) se muestra el considerable aumento en el ancho de banda del PCI Express.

PCI Express está diseñado no sólo para sustituir al bus PCI para dispositivos periféricos tales como modems y tarjetas de red, sino también al bus AGP para tarjetas gráficas. Al contra-

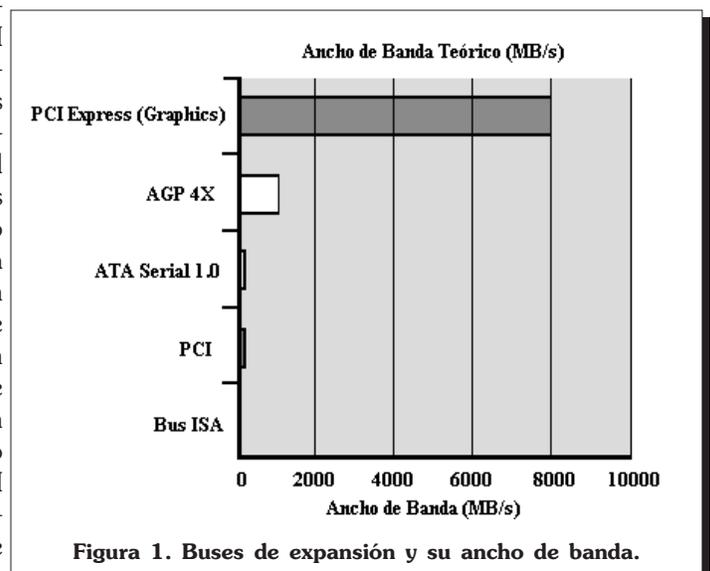


Figura 1. Buses de expansión y su ancho de banda.

rio que su predecesor paralelo, PCI Express es un sistema de interconexión serie punto a punto, capaz de ofrecer una alta tasa de transferencia con un alto ancho de banda, desde 250MB/seg para la implementación 1X, hasta 4GB/seg para el PCI Express 16X que se emplea en las tarjetas gráficas; la notación 1X y 16X se refiere al ancho del bus o número de líneas disponibles. La conexión es además bidireccional, lo que permite un ancho de banda de hasta 8GB/seg para un conector 16X, o 16GB/seg para el máximo actual de 32X.

PCI Express incluye características nuevas tales como: manejo de energía, conexión y desconexión en caliente de dispositivos, y la capacidad de manejar transferencias de datos punto a punto, dirigidas desde un host (cualquier nodo en una red que brinda un servicio). Esto último es importante porque permite emular un entorno de red, enviando datos entre dos dispositivos compatibles sin necesidad de que éstos pasen primero a través del host (un ejemplo sería la transferencia directa de datos desde una capturadora de vídeo hasta la tarjeta gráfica, sin que éstos se almacenen temporalmente en la memoria principal). PCI Express también simplifica el diseño de tarjetas madre, pues su tecnología serie requiere un único cable para los datos, frente a los 32 necesarios para el PCI clásico, el cual también necesitaba que las longitudes de estos fuesen extremadamente precisas. La escalabilidad es otra característica clave, pues se pretende que las versiones posteriores de PCI Express sustituyan cualquier característica que PCI o PCI-X pueda ofrecer.

ESTANDARIZACIÓN INTERPLATAFORMA

PCI Express pretende proporcionar consistencia respecto a los conec-

tores y buses entre componentes y plataforma; esto es, el mismo bus y conector se empleará para computadoras de escritorio y portátiles, servidores, y otros dispositivos. Aunque el costo de la implementación de un sistema PCI Express será igual o menor que el de uno PCI, esta estandarización tendrá un precio: aunque será compatible a nivel de software con los protocolos PCI, no lo será a nivel físico con las tarjetas PCI y AGP actuales. Esto supone algunos retos para los fabricantes y distribuidores encargados del cambio, pues el hardware y software debe estar listo en el momento adecuado (si no se realiza una campaña publicitaria masiva mucho antes del lanzamiento, los vendedores podrían encontrarse con un *stock* de tarjetas PCI y AGP a punto de volverse obsoletas y, por tanto, casi imposibles de vender).

PCI Express requiere de soporte en el sistema operativo y Microsoft es el principal fabricante a incorporar sus especificaciones, según el estándar publicadas por Intel y sus asociados, PCI Express debe ser compatible a nivel de software con los actuales sistemas operativos, por lo que la inicialización del sistema, detección del hardware y asignación de recursos no debería suponer un problema. Sin embargo, Microsoft no está publicitando el soporte de PCI Express como una característica principal del Windows de nueva generación (*Longhorn*), y aunque éste y PCI Express estarán hechos el uno para el otro, el sistema operativo no aparecerá hasta 2006, mientras que fabricantes tales como ATI o Nvidia ya están lanzando sistemas PCI Express e intentando que su comercialización sea lo más pronto posible. De hecho, hasta el momento no se ha determinado si los sistemas operativos actuales son totalmente compatibles con las implementaciones de PCI Express.

REVOLUCIÓN GRÁFICA

Sin duda alguna lo más beneficiados por PCI Express serán los fabricantes de tarjetas gráficas. Tales como los ya mencionados fabricantes ATI y Nvidia. El conector PCI Express no es compatible con las tarjetas AGP actuales, por lo que estas tendrán que sustituirse completamente. Por otro lado, también se incluyen mejoras técnicas, tales como una mayor potencia eléctrica disponible. Tal y como demostró la escalada desde AGP 1X hasta 8X, el ancho de banda adicional no ha sido la panacea que se prometía, pero una señal más clara y mayor potencia eléctrica siempre puede suponer una mejora significativa, especialmente en gama alta. Con el bus PCI Express se podrán instalar múltiples tarjetas gráficas de alta gama en el mismo equipo, lo que seguramente abrirá la puerta a innovaciones de software y hardware. El actual AGP 8X (también AGP 3.0) está en los límites del rendimiento; PCI Express resolverá algunos problemas de temporización del AGP actual, y casi triplicará la potencia eléctrica máxima disponible para la tarjeta, lo que lo situará por encima de AGP y del AGP Pro.

PCI Express también supone un impacto en los equipos portátiles. Los estándares PCMCIA y CardBus se sustituirán por ExpressCard (cuyo nombre formal será NewCard), que combina PCI Express y USB 2.0 para permitir una arquitectura modular con mayor ancho de banda. La especificación ExpressCard también admite dispositivos que pueden conectarse mediante el empleo de un adaptador de tamaño completo de 54 mm, o uno fino de 34 mm. El conector físico de PCI Express añade una nueva posibilidad, pues puede tomar forma de un conector clásico o de un cable. La idea del conector-cable ha ido

ganando inercia durante el año pasado gracias a USB 2.0 y FireWire, y su flexibilidad ofrece grandes ventajas.

CONCLUSIONES

Al igual que ocurrió con otros cambios en el sistema de E/S, PCI Express no quitará a sus antecesores de la noche a la mañana. Aún no se puede saber con precisión como será, pero es muy probable que las tarjetas gráficas de alta rendimiento sean las primeras en cambiar, (como es de suponer su naturaleza de alto rendimiento). Suponemos que la sustitución será lenta, en primera instancia, un puente PCI-PCI Express para alojar las tarjetas actuales PCI será una solución inmediata hasta que los fabricantes migren totalmente sus sistemas integrados (Gigabit Ethernet) y externos (almacenamiento extraíble) al nuevo bus.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mueller, Scott. *"Upgrading and repairing PCs"*, 14th Edition, 2003, Editorial QUE.
- [2] Buchanan, William. *"Computer Busses Design and Application"*, 2000, Editorial CRE.
- [3] Bigelow, Stephen. *"Bigelow's PC Hardware Desk Reference"*, 2003, McGraw Hill.