

Comparación arquitecturas 64bit : Intel v/s AMD

Juan Pablo Canepa, Daniel Cohen Pacini
Mickle Foretic Gonzalez
`{jpcanepa,dcohenp,mwforeti}@puc.cl`

<i>ÍNDICE</i>	2
---------------	----------

Índice

1. ¿Por qué 64bit?	4
2. IA64	4
3. AMD64 (Codename: Hammer)	6
4. Soporte de software para 64 bits	7
4.1. Sistemas Operativos	8
4.2. Drivers	8
4.3. Otras aplicaciones	9
5. Especificaciones comparativas de hardware	9
6. Benchmarks	13
6.1. CPU - ALU	13
6.2. Memoria	16
6.3. Aplicaciones	16
7. Conclusiones	20

Índice de figuras

1.	Prueba de rendimiento de las CPU: aritmética y multimedia .	14
2.	Prueba producto escalar	14
3.	Prueba producto escalar sobre vectores dispersos	15
4.	Resultados de la SPEC	15
5.	Ancho de banda hacia la memoria principal	16
6.	Latencia en acceso a memoria principal	17
7.	Otra prueba de ancho de banda	17
8.	mySQL, inserción	18
9.	mySQL, selección	18
10.	postgresql, inserción	19
11.	postgresql, selección	19

1. ¿Por qué 64bit?

Una persona con poco conocimiento del contexto, podría pensar que el sufijo 64bit implica el doble de poder de procesamiento que una CPU de 32bit. O bien, que por el sólo hecho de contar con 64bits para representar los valores, inmediatamente obtenemos un aumento en la precisión de las operaciones de punto flotante. La verdad es que ninguno de los puntos anteriores es en estricto rigor cierto. Lo cierto es que para realizar las operaciones se necesitan la misma cantidad de registros¹ en 32 y 64 bits. Además, las CPUs actuales, tanto de Intel como de AMD ya poseen registros de 64bit² para las operaciones de punto flotante. ¿Qué gano con la revolución de los 64bit, entonces? La respuesta es simple: memoria. Un palabra de 64bit de ancho permite direccionar (teóricamente) hasta 16 Exabytes³. Aplicaciones actuales como bases de datos están hace algún tiempo rozando el límite superior de los 4Gb (que en la realidad se suelen reducir a 3Gb despues de que el sistema operativo a reservado páginas para el *kernel*, usadas para mapeos que necesitan estar en determinada posición de memoria) direccionables actualmente. Además con el advenimiento de los DVD a valores accesibles, no es raro que aparezcan archivos de varios Gb, lo que se transforma en un dolor de cabeza en el esquema de archivos *memory-mapped*. Si bien existen implementaciones de los proveedores de hardware que permiten acceder más de 3Gb de memoria⁴, estas normalmente caen en el terreno de la emulaciones, que forzosamente implican un golpe al rendimiento.

2. IA64

El origen de la arquitectura IA64 viene dado por tres necesidades que se veían acercarse:

1. Una nueva plataforma para servidores high-end que reemplazara y evolucionara las arquitecturas de ese segmento como HP-PA y DEC Alpha.
2. La necesidad de eventualmente superar la clásica y ya añeja arquitectura IA32 de Intel (el 386 salió en 1985), que se está estirando mucho

¹Aplicaciones como científicas y criptografía por supuesto que se ven beneficiadas con un ancho de palabra más grande, pero en el terreno del *int c = a + b* no hay diferencia.

²80bit, internamente.

³Un Exabyte son $2^{50} = 1\,152\,921\,504\,606\,846\,976$ bytes.

⁴Por ejemplo, *PAE*, de Intel.

más allá de lo que originalmente se consideró en su diseño. Recientemente incluso se empezó a usar en el segmento high-end, por ser barata y popular (*commodity hardware*), pero sus limitaciones se hacen cada día más evidentes.

3. Una arquitectura de 64 bits (por las razones previamente expuestas), necesidad urgente en los servidores y vislumbrable en un futuro no tan lejano para los desktops.

El proyecto empieza en 1994 con la investigación por parte de Hewlett-Packard de la tecnología **VLIW** (*Very Large Instruction Word*, el uso de una palabra de instrucción grande con la mayor cantidad de instrucciones posibles que se ejecuten en paralelo). Posteriormente se unió Intel como miembro dominante (HP había trabajado básicamente en diseño y teoría). La implementación llegaría finalmente como el chip **Itanium** en 2001 (que no fue muy exitoso), y su sucesor actual, el **Itanium 2**, a partir de 2002.

En los modelos de ejecución de instrucciones “típicos” usados en la actualidad, las instrucciones vienen en un *stream* sin mayores consideraciones, y la CPU las paraleliza mediante análisis estadísticos y heurísticos, que determinan cuales instrucciones son independientes de otras, tratan de acertar qué decisión tomará un *branch*, etc. Esto permite aprovechar lo más posible los distintos componentes de la CPU para ejecutar a la vez tareas distintas, posiblemente en un orden distinto al que están escritas (*out-of-order execution*) pero con el mismo resultado.

El modelo adoptado por IA64 es conocido como **EPIC** (*Explicitly Parallel Instruction Computing*), que es una evolución de VLIW. La idea de esta tecnología consiste en entregarle al compilador la tarea de realizar todos estos análisis y optimizaciones, de manera que produzca secuencias de instrucciones listas para ser paralelizadas. Esto permite eliminar gran parte de la complejidad de la CPU, ya que no necesita tener las estadísticas, *branch prediction*, etc., y por tanto necesitar (teóricamente) menos transistores y menos complejidad de diseño lo que redundaría en mucho mayor performance. Esto es, el costo de análisis que realiza la CPU en tiempo de ejecución tiene que ser reemplazado por algoritmos (extensos y sofisticados) que, una vez hechos en tiempo de compilación (con *mucho* más tiempo y recursos disponibles para calcular, por obvias razones), no debieran necesitar ser ejecutados nunca más.

En la práctica, esto se ha encontrado con problemas mucho más serios de lo previsto:

- La poca importancia dada en la teoría, que se manifestó fuertemente en la realidad, de que hay muchas decisiones de ordenamiento de código que dependen de los datos y *solo* se pueden tomar exitosamente en tiempo de ejecución. Esto lleva a que en algunos casos haya gran cantidad de fallas de predicción, que resultan muy costosas (hay que rellenar el pipeline y/o el cache de instrucciones).
- Escribir los compiladores que sean capaces de estas sofisticadas optimizaciones ha resultado bastante más complejo de lo esperado.
- El Itanium 2 tiene una cifra exorbitante de 221 millones de transistores que disipan 130W de potencia. Como base de comparación, un Athlon XP tiene 54M transistores, y un Athlon 64 tiene 106M.
- Uno de los problemas más destacables ha sido que, aunque se intenta promover la IA64 como una arquitectura completamente novedosa que rompe con el pasado, el Itanium incluye un modo de emulación de IA32. Ésto le ha añadido una capa de complejidad, que además tiene un pésimo performance: un Itanium 2 ejecutando código x86 tiene el performance de un Pentium II a 2/3 de la frecuencia de CPU.

3. AMD64 (Codename: Hammer)

La AMD64⁵ es una extensión de la famosa arquitectura de 32bits x86 (Intel IA32), desarrollada por AMD. Esto es un giro completo con respecto al cómo Intel ha encarado el problema de los 64bit. Mientras que la arquitectura de AMD es una “extensión” a la x86, con lo que se mantiene compatibilidad hacia las aplicaciones de 32 (y 16) bits, Intel optó por una arquitectura completamente diferente, perdiendo la compatibilidad⁶.

El diseño de la arquitectura de AMD permite el trabajar con sistemas operativos de 32 bit sin ningún problema, sacando provecho de la capacidad de esta arquitectura para operar en 2 modos: *legacy mode* y *long mode*. En el modo *legacy*, se pierden todas las capacidades de 64bit, haciendo que el procesador funcione en un modo estrictamente 32bit (necesario para el funcionamiento de la mayoría de los sistemas operativos actuales). El modo *Long*, a su vez, se divide en otros 2 submodos: *compatibility* y *64bit*. El modo *compatibility* está pensado para que corran las nuevas versiones 64bit de los

⁵Inicialmente conocida como x86-64.

⁶Lo que desemboca en tener que hacer emulaciones para trabajar con binarios 32bit, con el golpe al rendimiento que ello implica.

sistemas operativos pero que que corren aplicaciones de 32bit como bases de datos o servidores web. La ventaja de esto es que si bien las aplicaciones de 32bit están restringidas a trabajar con un espacio de direcciones máximo de 4Gb, cada aplicación puede ocupar los 4Gb por completo para ella, sin que esto implique un “overhead” para el sistema operativo, que, por debajo, está trabajando con direccionamiento de 64bit, luego puede usar el espacio extra. Finalmente, el modo *64bit* supone un sistema operativo y aplicaciones compiladas para trabajar nativamente en 64bit.

Dos detalles notables en la arquitectura AMD64 son:

1. **Controladoras de memoria DDR en la CPU.** Quitándole trabajo al *northbridge*⁷, la CPU trabaja directamente con la controladora de la memoria. Esto reduce el tiempo que tarda la CPU en acceder la memoria, además, el tráfico ya no tiene que circular por el *northbridge* lo que reduce los cuellos de botella.
2. ***HyperTransport links*.** La tecnología *HyperTransport* (HT) es un medio de transporte de I/O pensado para superar los problemas de los métodos tradicionales. Esta tecnología provee de canales punto a punto entre la CPU y el *northbridge*, y el *northbridge* y el *southbridge*. Estos canales funcionan muy parecido a las redes “ethernet” actuales, es decir, en ellos los datos viajan en forma serial etiquetados de manera tal que lleguen a destino, eliminando cableado para transportar el direccionamiento. Esto permite usar pocos cables a velocidades muy altas (hasta 800Mhz DDR), transportando mucha más información con menos alambrado, luego simplificando el diseño de las placas madre. Estos *links* también pueden ser usados para comunicación inter-CPU en sistemas multiprocesador.

Finalmente, las implementaciones iniciales de AMD de esta arquitectura son el Athlon 64 (ClawHammer) y el Opteron (SledgeHammer). Posteriormente, apareció la versión Athlon64-FX, muy similar al Opteron, con mayores prestaciones para desktop.

4. Soporte de software para 64 bits

La nueva arquitectura de 64 bits también es un salto desde el punto de vista del software. Como vimos, los sets de instrucciones de IA64 y AMD64

⁷Tradicionalmente, el *northbridge* es el arbitrador encargado de controlar los buses de datos asociados a periféricos rápidos, como la memoria y el video (bus AGP).

son completamente diferentes; los AMD64 pueden funcionar bien con sistemas operativos actuales de 32 bits, pero sin sacarle el máximo provecho.

4.1. Sistemas Operativos

Para AMD64, están disponibles los siguientes sistemas operativos "nativos":

- **RedHat Linux:** *Enterprise Linux* a partir de versión 3 y *Fedora Core* a partir de versión 2.
- **SuSE Linux:** *Enterprise Server* a partir de versión 8; *Professional* a partir de 9.1; y *Desktop*.
- **FreeBSD 5.2**
- **Microsoft Windows XP for 64-bit Extended Systems** (desde fines de 2004/principios de 2005).
- **Microsoft Windows Server 2003 for 64-bit Extended Systems** (desde fines de 2004/principios de 2005).
- **Sun Solaris 10** (desde fines de 2004/principios de 2005).

Para IA64, tenemos:

- **RedHat Linux:** *Enterprise Linux*
- **SuSE Linux:** *Enterprise Server*
- **Microsoft Windows XP 64-bit Edition**
- **Microsoft Windows Server 2003 64-bit Edition**
- **HP-UX 11i v1.5**
- **IBM AIX-5L**

4.2. Drivers

Los drivers de 32 bits son en general inútiles cuando se trata de arquitecturas completamente de 64 bits, como es el caso de IA64. Esto tiene que ver con la estructura del sistema operativo y la forma en que éste se comunica con el hardware.

En la actualidad no todas las compañías ofrecen soporte de 64 bits e incluso entre aquellas que lo ofrecen, este en general se limita a sus últimos modelos por lo que mezclar dispositivos más antiguos con arquitecturas de 64 bits parece no ser una buena opción.

En el caso de Windows/IA64 tenemos un cambio importante al pasar de los antiguos .INF a los nuevos .IA64 los cuales contienen información de drivers para 64 bits. Estos pueden ser mezclados con los antiguos INF dando soporte a ambas arquitecturas con un solo driver.

4.3. Otras aplicaciones

Para aplicaciones “simples” y razonablemente portables, la transición a 64 bits se puede hacer simplemente recompilándola con el compilador y las optimizaciones adecuadas para la arquitectura. Hay varios vendedores de aplicaciones “grandes” que ya han anunciado ports de sus productos. Entre ellos, podemos nombrar a los vendedores de bases de datos, que son algunos de los proveedores más grandes de muchas empresas que necesitan estos sistemas. Para ellas ya tenemos:

- IBM DB2
- CA Ingres
- Oracle
- MS SQL Server
- MySQL
- PostgreSQL

Estas bases de datos se ven beneficiadas de las nuevas arquitecturas al poder manejar valores de datos más grandes, usar más memoria para caché, y poder analizar mayores cantidades de información en menor tiempo, teniendo esto un impacto considerable en el rendimiento y la cantidad de transacciones que pueden procesar.

5. Especificaciones comparativas de hardware

Esta tabla, para propósitos de referencia, agrega información recogida de una gran variedad de fuentes. Es importante aclarar que contempla una instancia específica de cada línea comercial de procesadores, que es el más

rápido disponible a la fecha. Esto debido a que en nuestra investigación nos dimos cuenta que el marketing ha tornado prácticamente imposible distinguir de su nombre las características de un procesador, y además dentro de una misma línea los detalles pueden cambiar considerablemente de un modelo al siguiente, incluso cuando su nombre no lo refleja.

- “*Nocona*” es el nombre clave para el nuevo procesador Xeon de Intel, y aunque tiene significativas mejoras tecnológicas (notablemente la adición del set de instrucciones de 64 bits compatible con AMD), su nombre comercial sigue simplemente siendo Xeon DP (Dual Processor).
- El AMD Opteron de 2.4GHz viene en varias encarnaciones numeradas X50 (150, 250, 850) donde la X es el número máximo de CPUs que soporta en SMP; aparte de esto, son esencialmente idénticas. Elegimos particularmente el 250 por ser uno de los modelos más populares y para comparar con justicia con el Xeon DP.
- Los modelos recientes de Athlon 64, FX y Opteron se han ido haciendo cada vez más indistinguibles.

	High-end desktop		Server		
Características	P4 Extreme Edition	Athlon64 FX-53	Xeon Nocona	Opteron 250	Itanium 2
Número de transistores (millones)	169	105.9	~125	105.9	221
Set de instrucciones de 64 bits	No	AMD64	AMD64 ⁸	AMD64	IA64
Frecuencia de reloj	3.2 GHz	2.4 GHz	3.6 GHz	2.4 GHz	1.6 GHz
Cache	8kB(L1) 512kB(L2) 2MB(L3)	128kB(L1) 1024kB(L2)	16kB(L1) 1024kB(L2)	128kB(L1) 1024kB(L2)	16kB(L1) 256kB(L2) 3MB(L3)
Profundidad (stages) del pipeline	20	12 integer, 17 FP	31	12 integer, 17 FP	8
Controlador de memoria	Northbridge 64bit @200MHz	On-die 64bit@frec. CPU	Northbridge 64bit @400MHz	On-die 128bit@frec. CPU ⁹	Northbridge 128bit @400MHz
Bandwidth bus de sistema	FSB 6.4GB/s @ 800MHz	14.4GB/s @ 2GHz ¹⁰	FSB 8Gb/s @ 800MHz	14.4GB/s @ 2GHz	6.4GB/s @ 400MHz
Características adicionales soportadas	SSE,SSE2, Hyper-Threading	3DNow!, SSE2, NX-bit	SSE, SSE2, SSE3, Hyper-Threading	3DNow!, SSE2, NX-bit	Set propio de instr. multi-media, NX-bit
Precio (US\$, a la fecha)	925	775	~1550	860	2408 ¹¹

Notas:

- **NX-bit** es un bit con que el sistema operativo puede marcar las páginas de memoria que son de datos (heap, stack) y no de código para que la MMU dispare una interrupción si se intenta ejecutar instrucciones en estas áreas. Es útil como característica de seguridad (evita los ataques de ejecución de código arbitrario mediante buffer overflows) y contra los virus. El Xeon a la fecha (revisión D-0 del chip) no lo soporta, pero Intel anunció que pronto lo hará (rev. E-0).

⁸Intel insiste en llamar este set, en sus CPU, IA32e y ahora EM64T.

⁹En sistemas multiprocesador, *cada CPU* tiene su propia conexión a la memoria

¹⁰HyperTransport 8GB/s + Memoria 6.4GB/s

¹¹No se venden individualmente; precio unitario por lote de 1000

- No se especifica directamente el tipo de memoria que puede usar cada procesador; esto es porque todos pueden usar todos los tipos de DDR existentes actualmente en el mercado, hasta DDR400 (PC3200, a 400MHz), dependiendo del chipset y el motherboard usado.

Nota: *NX-bit* es un bit con que el sistema operativo puede marcar las páginas de memoria que son de datos (heap, stack) y no de código para que la MMU dispare una interrupción si se intenta ejecutar instrucciones en estas áreas. Es útil como característica de seguridad (evita los ataques de ejecución de código arbitrario mediante buffer overflows) y contra los virus. El Xeon a la fecha (revisión D-0 del chip) no lo soporta, pero Intel anunció que pronto lo hará (rev. E-0).

6. Benchmarks

Es realmente difícil encontrar benchmarks representativos, equilibrados y al día en esta materia. Revolvimos internet de pies a cabeza para encontrar lo que presentamos a continuación. La mayoría de los gráficos conseguidos son de sitios de cierto renombre en el tema de hardware, que sean lo suficientemente neutrales como para que no se note un sesgo hacia tal o cual producto. Lamentablemente, el hecho de que estas CPU's son tan nuevas (y por qué no, tan confusamente detalladas por los fabricantes) no encontramos comparaciones relevantes para las versiones de servidor de las CPU, como Opteron, Itanium2 y Xeon. Para estos, nos tenemos que conformar con los escuetos (pero por lo menos, “uniformes”) resultados que publica la SPEC¹².

6.1. CPU - ALU

Estas son las pruebas que queremos realmente ver, tras todo el estudio anterior. La figura (1) nos muestra como los Opteron sacan ventaja en el procesamiento numérico mientras que los Xeon equiparan en el trabajo multimedia¹³ Apelando a características más específicas, tenemos cosas como las que se ven en las figuras (2) y (3). En (2), se hace la multiplicación de 2 vectores, cuyos largos varían entre los 16 y los 1048576 elementos, tanto en precisión simple como doble. Vemos que en este caso, el Xeon supera en rendimiento al Opteron (Gflops promedio). Algo interesante ocurre cuando vemos el gráfico siguiente. La situación es la misma, pero ahora los vectores están escasamente poblados (la razón de elementos cero/no-cero varía entre 0.000001 to 0.01). Con esto se prueba la capacidad del procesador de realizar ráfagas cortas de cálculos seguidos de mucho testeo condicional. Acá vemos que el Opteron se pone por delante, en parte, por el pipeline más largo del Xeon. Finalmente, en la figura (4) presentamos la evaluación realizada por la SPEC para las CPU's en cuestión. Estos son, tal vez, los resultados más “comparables” de todos.

¹²Standard Performance Evaluation Corporation

¹³Lamentablemente, la fuente de estos gráficos no especifica *qué* trabajo multimedia es el que se está probando.

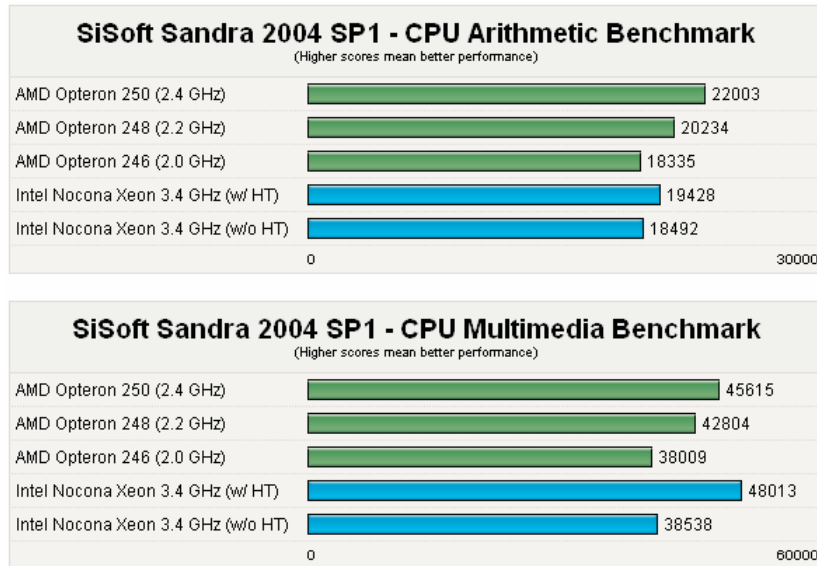


Figura 1: Prueba de rendimiento de las CPU: aritmética y multimedia

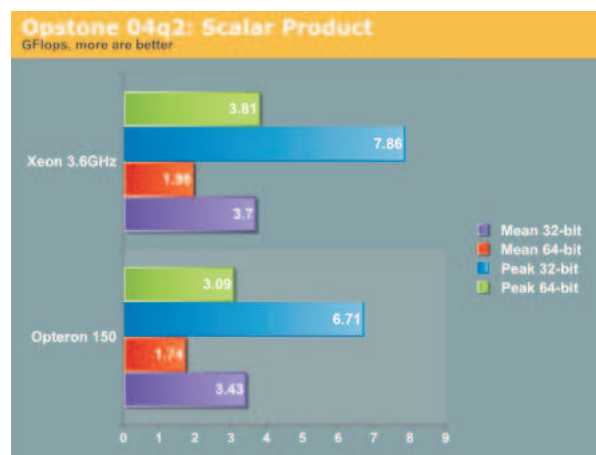


Figura 2: Prueba producto escalar

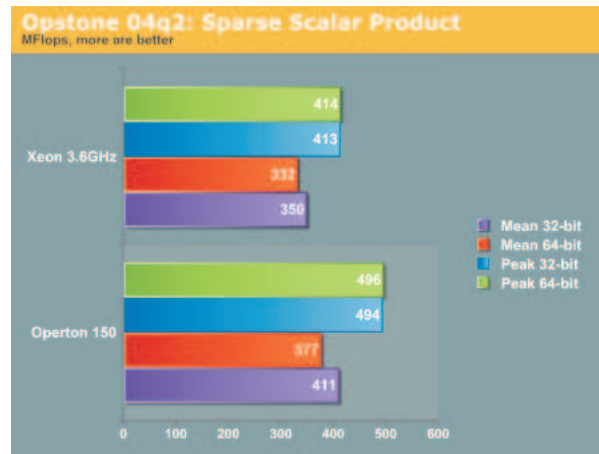


Figura 3: Prueba producto escalar sobre vectores dispersos

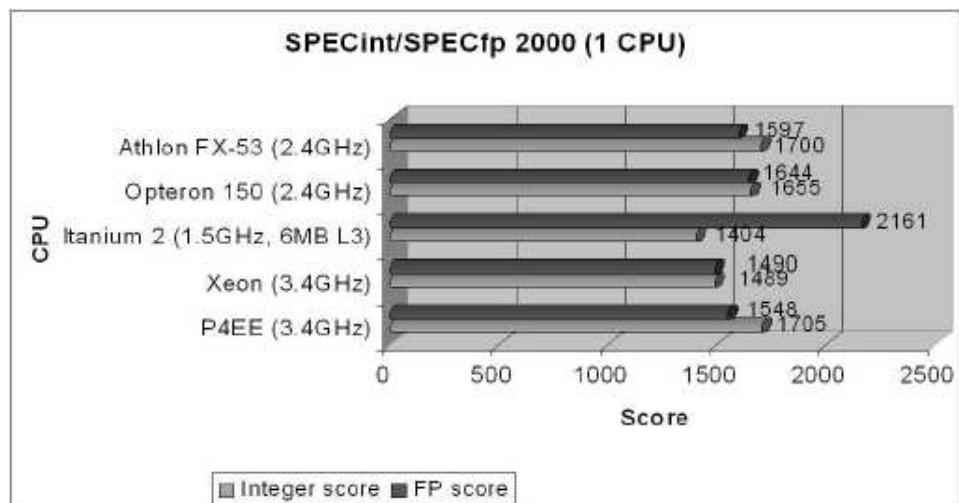


Figura 4: Resultados de la SPEC

6.2. Memoria

Los gráficos siguientes son algunos resultados sobre la evaluación del desempeño del acceso a memoria. Los resultados mostrados por la figura (5) son interesantes porque era de esperar que los nuevos Xeon funcionaran mucho más rápido, usando la nueva interfaz Dual-Channel DDR2-400, en contraste con las Dual-Channel DDR400 de los Opteron. En el gráfico de la figura (6), se hace notar la menor latencia en el acceso a memoria que produce el tener la controladora de memoria directo en la CPU, mientras que los Xeon tienen que hacer pasar toda la data y direccionamiento por el Northbridge (MCH), lo que dispara las latencias.

Yendo a los desktop, en (7) vemos como el Athlon64 FX-53 se aprovecha de la controladora integrada, relegando a los pentium. En este caso en particular, vemos también como el Athlon64 3800+ sufre por su bus Single-Channel.

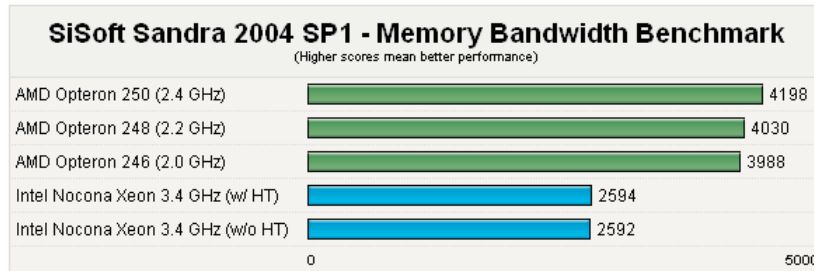


Figura 5: Ancho de banda hacia la memoria principal

6.3. Aplicaciones

Para finalizar esta sección, presentamos resultados obtenidos a partir de pruebas de esfuerzo rezaliadas sobre aplicaciones cotidianas, no con herramientas de prueba produciendo resultados más fieles al comportamiento en ambientes reales. Para esto vamos a revisar pruebas realizadas con dos bases de datos *open source* muy famosas: MySQL y PostgreSQL, en base a los resultados obtenidos al aplicar las pruebas de rendimiento test-insert y test-select. Tanto en (8) y (9) como en (10) y (11) vemos que el Opteron sale victorioso. La explicación aparente para eso es la presencia de la tecnología Hyper-Threading del Xeon, tal vez forzando trabajo de threading innecesario.

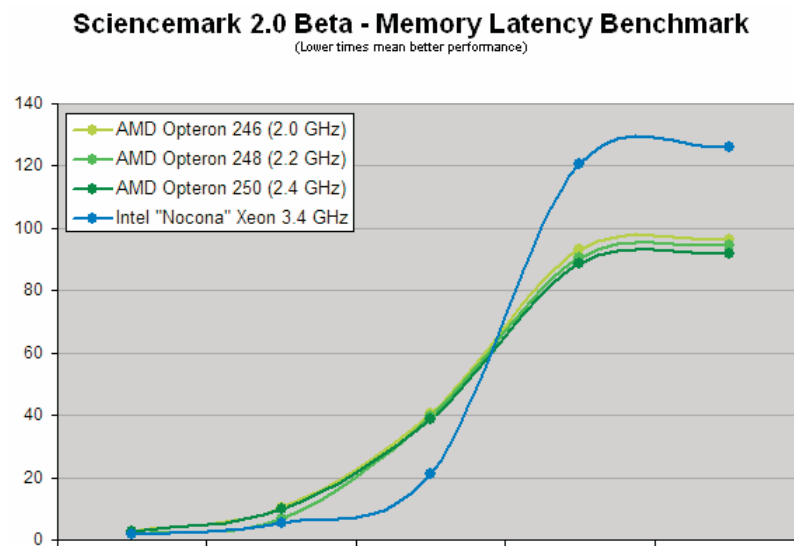


Figura 6: Latencia en acceso a memoria principal

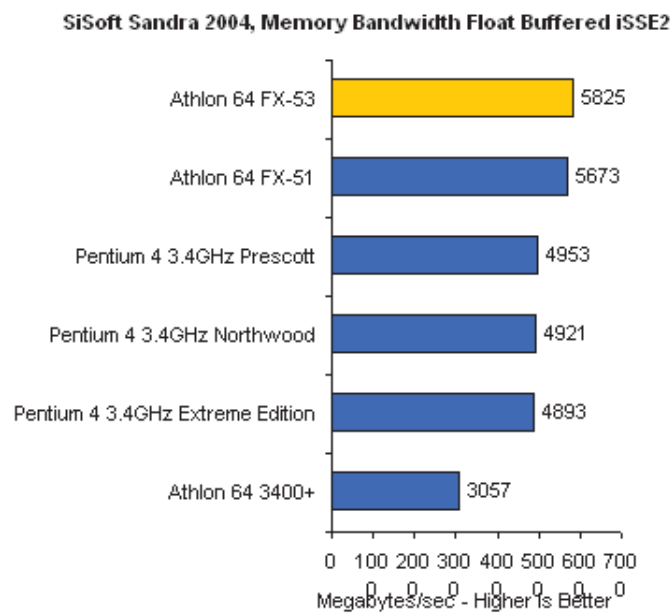


Figura 7: Otra prueba de ancho de banda

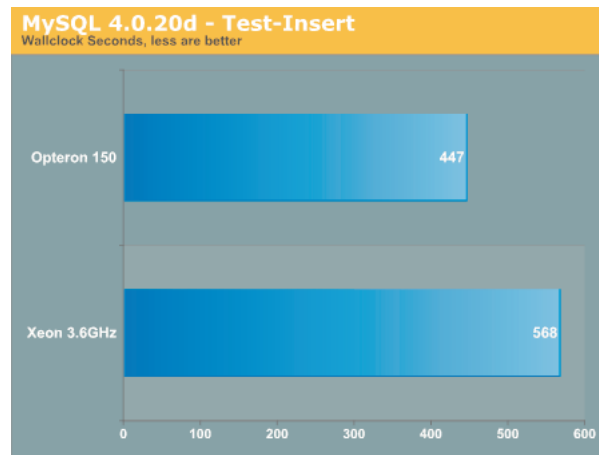


Figura 8: mySQL, inserción

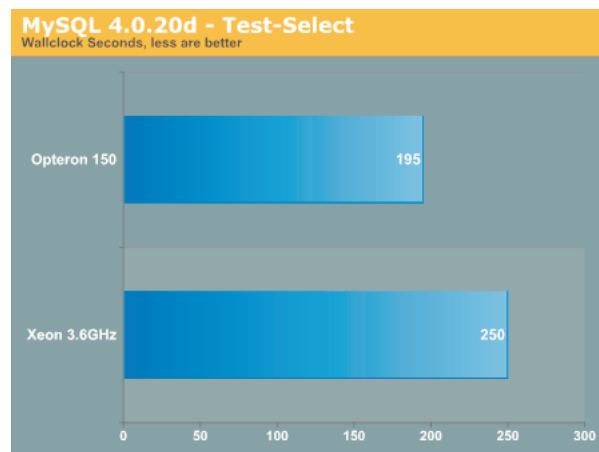


Figura 9: mySQL, selección

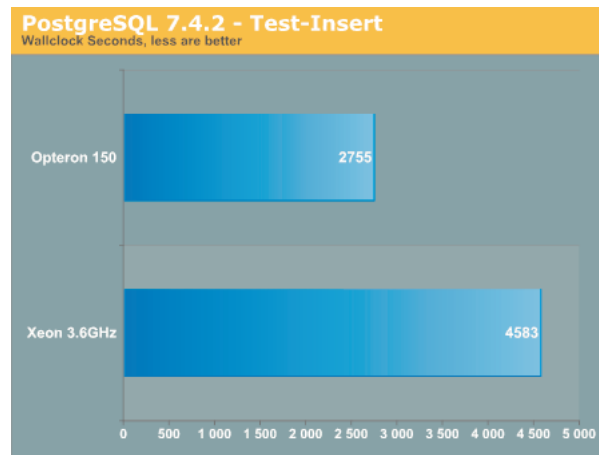


Figura 10: postgresQL, inserción

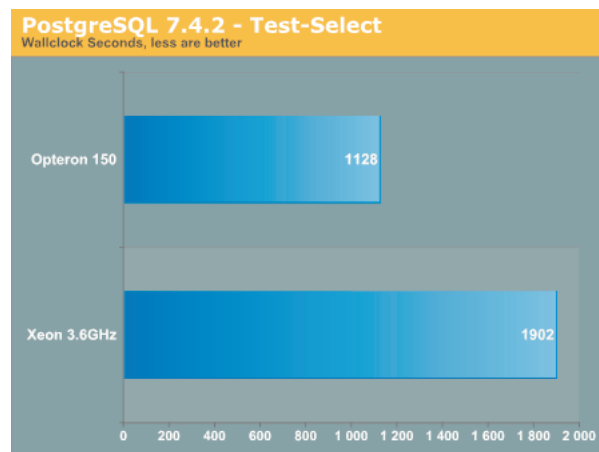


Figura 11: postgresQL, selección

7. Conclusiones

Una de las conclusiones más importantes es que la labor de agregar tan enorme cantidad de datos no es tan trivial como suena. Aunque uno sabe que la mayoría de la información está disponible, uno se encuentra con frecuencia con información incompleta, contradictoria y sesgada. Este informe en particular requirió de estudiar varias decenas de sitios, desde notas de prensa de los fabricantes hasta sitios profesionales o amateurs de comparación de hardware.

En cuanto a las arquitecturas de 64 bits, aunque definitivamente no es una idea del todo novedosa, sí es una que ha tomado fuerza en los segmentos workstation (desktop e incluso laptop) y mid-range server recientemente debido a que nos topamos con los límites de los 32 bits (particularmente con la memoria; actualmente muchos desktops vienen con 1GB de RAM). Con el comportamiento que han tenido los precios de los nuevos chips, y en la medida que el soporte del software sea completo, no cabe duda que la próxima ronda de actualizaciones en la industria verá el predominio de estos sistemas.

Es supremamente interesante la aparición de la arquitectura AMD64, como fenómeno de mercado tanto o más que en lo tecnológico, puesto que hizo presente la idea de tener la computación de 64 bits al alcance de todos, *ahora*, con completa compatibilidad con lo existente. Esto a su vez forzó a Intel a reconocer esta necesidad y por primera vez tener que seguir la dirección del mercado impuesta por su rival.

Como vimos en los benchmarks, en el desktop, el Athlon 64 (y su modelo high-end, el FX-53) destroza a los Pentium equivalentes. La respuesta prácticamente desesperada de Intel ha sido tratar de subir aún más sus frecuencias de reloj y meterle mucho caché L3, resultando en el P4 Extreme Edition, un “hack” que apenas a los 3.6Ghz está empezando a alcanzar al FX-53 en algunos aspectos, a pesar de costar alrededor de un 50 % más. Es claro que la mejora estructural que ha representado la inclusión del controlador de memoria adentro del chip, así como el incremento del cache L1, genera una ventaja enorme, considerando que la memoria desde hace algún tiempo se viene quedando muy atrás con respecto a la velocidad del procesador y se convierte con rapidez en un cuello de botella. El bus HyperTransport ayuda mucho superando esa barrera en que se había convertido el viejo FSB.

En los servidores también se nota esta diferencia arquitectural, y el Xeon pierde contra el Opteron en casi todas las pruebas aplicables, a pesar de tener una mucho mayor frecuencia de reloj y costar alrededor del doble. En general, se puede decir que los procesadores Intel solo tienen mejor rendimiento

en algunas operaciones “multimedia”, y (solo en el caso de los más recientes) en punto flotante, pero es difícil pensar que eso compense la enorme diferencia en la razón precio/performance salvo en casos muy puntuales. La única razón por la que algunas empresas pueden seguir optando por Intel es por el gran nombre y la seguridad y respaldo que este les ofrece, mientras que la imagen de AMD como “pequeña” y “bajo presupuesto” sigue perjudicándolos, aunque cada vez menos.

Aunque no hablamos en detalle del desempeño de estas CPUs en modo multiprocesador, es importante destacar que hasta el momento los Opteron solamente escalan hasta configuraciones 8-way, y esto es difícil de lograr ya que no existen los motherboards. En todo caso, cuando se hace una configuración multiprocesador, los Opteron se benefician de cada uno tener su propio controlador de memoria independiente y de los vínculos HyperTransport individuales entre cada uno, con la abundancia de ancho de banda que permiten.

Para sistemas realmente grandes, la solución parece seguir (por el momento) siendo el Itanium. Es el único procesador estudiado que se puede usar en configuraciones “industriales” como 64 o 128 procesadores. Además tiene la ventaja de tener lejos la mayor velocidad en operaciones de punto flotante, marcando una diferencia extraordinaria con todos los demás modelos estudiados. Además tiene el respaldo firme de nombres muy grandes en la industria como son Intel y HP. Sin embargo, está lleno de promesas no cumplidas y un performance en general muy inferior a los otros procesadores, sobretodo considerando su precio exorbitante. Hay muchos quienes dudan de su continuidad en el tiempo al verse enfrentado a competidores tan potentes y tanto más baratos que, aunque en teoría arquitecturas mucho menos avanzadas, en la práctica le quitan la razón de existir. Ya HP ha diversificado su oferta vendiendo sistemas Opteron, e Intel admitió que tenía que competir en este segmento con su Xeon Nocona. Si la plataforma Itanium no genera avances notables en el futuro cercano, podría terminar siendo uno de los fracasos más caros y enormes en la historia de la computación.