

Diapositivas de Ingeniería de Servidores

Ismael Sallami Moreno

ism350zsallami@correo.ugr.es

<https://ismael-sallami.github.io/>

<https://elblogdeismael.github.io/>

Universidad de Granada

2025

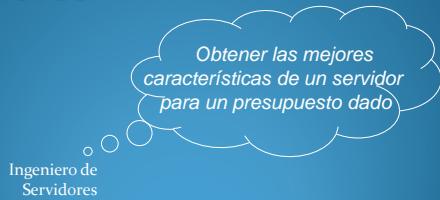
Índice general

1. Tema 1	5
2. Tema 2	13

Capítulo 1

Tema 1

Tema 1. Introducción a la Ingeniería de Servidores



Objetivos del tema

- Identificar el concepto de servidor y sus distintas características.
- Conocer los conceptos básicos relacionados con la ingeniería de servidores.
- Ofrecer una visión general de cómo comparar prestaciones y otras magnitudes similares entre servidores.
- Entender las consecuencias de la ley de Amdahl en el proceso de mejora del tiempo de respuesta de una solicitud a un servidor.

Bibliografía

- *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen. Prentice Hall, 2006.
 - Capítulo 1
- *The art of computer system performance analysis*. R. Jain. John Wiley & Sons, 1991.
 - Capítulos 1 y 3
- *Evaluación y modelado del rendimiento de los sistemas informáticos*. Xavier Molero, C. Juiz, M. Rodeño. Pearson Educación, 2004.
 - Capítulo 1
- *Measuring computer performance: a practitioner's guide*. D. J. Lilja, Cambridge University Press, 2000.
 - Capítulos 1, 2 y 7
- *Arquitectura de computadores*. Julio Ortega, Mancia Anguita, Alberto Prieto. Thomson, 2005.
 - Capítulo 1

Contenido

- [Concepto de servidor](#).
- [Fundamentos de Ingeniería de Servidores](#).
- [Introducción a la comparación de características entre servidores](#).
- [Introducción a la mejora del tiempo de respuesta de un servidor: Ley de Amdahl](#).

1.1. ¿Qué es un servidor?

Sistema Informático (S.I.)

- Conjunto de elementos **hardware**, **software** y **peopleware** interrelacionados entre sí que permite obtener, procesar y almacenar información.
- **Hardware:** conjunto de componentes *físicos* que forman el sistema informático: procesadores, memoria, almacenamiento, cables, etc.
- **Software:** conjunto de componentes *lógicos* que forman el sistema informático: sistema operativo y aplicaciones.
- **Peopleware:** conjunto de recursos humanos. En nuestro caso, personal técnico que instala, configura y mantiene el sistema (administradores, analistas, programadores, operarios, etc.) y los usuarios que lo utilizan.

Clasificación de Sistemas Informáticos

- Los Sistemas Informáticos pueden clasificarse según numerosos criterios. Por supuesto, las clasificaciones no son estancas y es común encontrar sistemas híbridos que no encajen en una única categoría.
- Por ejemplo, podríamos clasificarlos según el **parallelismo** de su arquitectura de procesamiento en:

- SISD: Single Instruction Single Data
- SIMD: Single Instruction Multiple Data
- MISD: Multiple Instruction Single Data
- MIMD: Multiple Instruction Multiple Data

	Una instrucción	Muchas instrucciones
Un dato	SISD	MISD
Muchos datos	SIMD	MIMD

Clasificación de S.I. según su uso

- Según su **uso**, un sistema informático puede considerarse:
 - De **uso general**, como los computadores personales (PC) que son utilizados por un usuario para ejecutar muy diversas aplicaciones.
 - PC de sobremesa (desktop)
 - PC portátil (laptop)
- De **uso específico**:
 - Sistemas empotrados (embedded systems)
 - Servidores (servers)



Sistemas empotrados (embedded systems)

- Sistemas informáticos **acoplados** a otro dispositivo o aparato, diseñados para realizar una o algunas funciones dedicadas, frecuentemente con fuertes restricciones de tamaño, tiempo de respuesta (sistemas de tiempo real), consumo y coste.
- Suelen estar formados por un microprocesador, memoria y una amplia gama de interfaces de comunicación (= **microcontrolador**).
- Ejemplos:** un taxímetro, un sistema de control de acceso, el sistema de control de una fotocopiadora, una cámara de vigilancia, un teléfono, la electrónica que controla un automóvil, un cajero automático, una lavadora, etc.



Servidores

- Son sistemas informáticos que, formando parte de una red, proporcionan servicios a otros sistemas informáticos denominados clientes.
- Un servidor no es necesariamente una máquina de última generación de grandes proporciones; un servidor puede ser desde un computador de gama baja (coste bajo) hasta un conjunto de **clusters de computadores** (=asociación de computadores de modo que pueden ser percibidos externamente como un único sistema) en un Centro de Procesamiento de Datos (CPD).



Ejemplos de servidores según la función que realizan

- Servidor web:** procesa solicitudes realizadas a través de HTTP o HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*).
- Servidor de archivos:** permite el acceso remoto a archivos almacenados en él o directamente accesibles por este.
- Servidor de base de datos:** provee servicios de base de datos a otros programas u otras computadoras.
- Servidor de comercio-e:** facilita y procesa transacciones comerciales. P.ej. valida al cliente, procesa un pago, genera consultas al servidor de bases de datos...
- Servidor de correo-e:** almacena, envía, recibe, re-enruta y realiza otras operaciones relacionadas con e-mail para los clientes de la red.
- Servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol):** asigna dinámicamente una dirección IP y otros parámetros de configuración de red a cada dispositivo que entra en una red.
- Servidor DNS (Domain Name System):** devuelve la dirección IP asociada a un nombre de dominio.
- Servidor de impresión:** controla una o más impresoras y acepta trabajos de impresión de otros clientes de la red.

Possibles arquitecturas de servicio

Según la **arquitectura de servicio**, es decir, cómo se establece la interacción entre el servidor y sus clientes, podemos distinguir entre:

- Arquitectura cliente/servidor.
- Arquitectura cliente-cola-cliente.

• Arquitectura cliente/servidor

- Es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes.
- Suele tener dos tipos de nodos/niveles en la red:
 - los clientes (remitentes de solicitudes).
 - los servidores (receptores de solicitudes).



Posibles arquitecturas de servicio (continuación)

• Arquitectura cliente/servidor de varios niveles

- El servidor se sub-divide en varios niveles de (micro-)servidores más sencillos con funcionalidades diferentes en cada nivel.
 - Permite la distribución de carga entre los diversos servidores. Es más escalable.
 - Pone más carga en la red.
 - Más difícil de programar y administrar.
- Ejemplo de arquitectura de 3 niveles:
- Nivel 1: Clientes.
 - Nivel 2: Servidores de comercio-e que interactúan con los clientes.
 - Nivel 3: Servidores de bases de datos que almacenan/buscan/gestionan los datos para los servidores de comercio-e.



Posibles arquitecturas de servicio (continuación)

• Arquitectura cliente-cola-cliente

- Habilita a todos los clientes para desempeñar tareas semejantes interactuando cooperativamente para realizar una actividad distribuida, mientras que el servidor actúa como una cola que va capturando las peticiones de los clientes y sincronizando el funcionamiento del sistema.
- Aplicaciones:
 - Intercambio y búsqueda de ficheros (BitTorrent, eDonkey2000, eMule).
 - Sistemas de telefonía por Internet (Skype).



1.2. Fundamentos de Ingeniería de Servidores

Fundamentos de Ingeniería de Servidores



• Diseño, configuración y evaluación de un Servidor

• Recursos físicos, lógicos y humanos:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| • Placa base | • Sistema Operativo |
| • Memoria | • Aplicaciones |
| • Microprocesador | • Conexiones de red |
| • Fuente de alimentación | • Cableado |
| • Periféricos (E/S, almacenamiento) | • Refrigeración |
| | • Administración... |

• Requisitos funcionales (los más importantes):

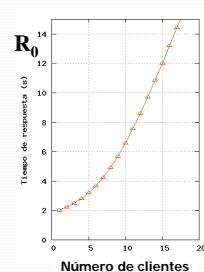
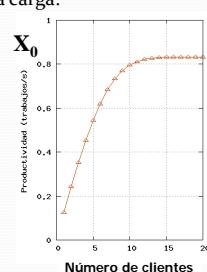
- | | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| • Prestaciones | • Fiabilidad | • Seguridad |
| • Mantenimiento | • Disponibilidad | • Extensibilidad |
| • Escalabilidad | • Coste | |

Prestaciones o rendimiento (Performance)

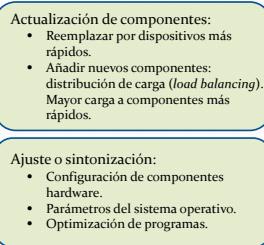
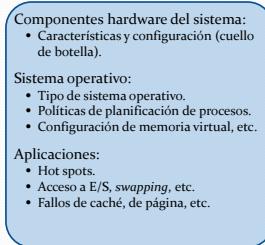
- Medida o cuantificación de la velocidad con que se realiza una determinada **carga** o cantidad de trabajo (*workload/load*).
- Medidas fundamentales de **prestaciones** de un servidor o de sus componentes:
 - **Tiempo de respuesta (response time) o latencia (latency):** Tiempo transcurrido desde que se solicita una tarea al servidor o a un componente y la finalización de dicha tarea. Por ejemplo:
 - Tiempo que tarda el servidor web en responder a una petición de una página concreta.
 - Tiempo de ejecución de un programa.
 - Tiempo de lectura de un determinado fichero de un disco.
 - **Productividad (throughput) o ancho de banda (bandwidth):** Cantidad de trabajo por unidad de tiempo (segundo, minuto, hora...) realizado por el servidor o por un componente. Por ejemplo:
 - Bytes por segundo transmitido a través de una interfaz de red.
 - Programas ejecutados por minuto.
 - Páginas por hora servidas por un servidor web.
 - Correos por segundo procesados por un servidor de correo electrónico.

Prestaciones: productividad y tiempo de respuesta

- Formas típicas de la productividad y tiempo de respuesta de un servidor frente a la carga:



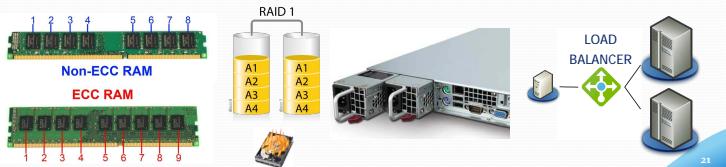
¿Qué afecta a las prestaciones? ¿Cómo podemos mejorarlas?



- Una de nuestras principales misiones será analizar nuestro servidor para determinar los factores que afectan a sus prestaciones y encontrar posibles soluciones para su mejora.

¿Cómo mejorar la fiabilidad de un servidor?

- Uso de sumas de comprobación (checksums, bits de paridad) para detección y/o corrección de errores (memorias ECC, *Error Correcting Code*), comprobación de recepción de paquetes de red y su correspondiente retransmisión, etc.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI, *Uninterruptible power supply - UPS*).
- Sistemas **redundantes** de discos (*RAID 1*), de alimentación, de red o incluso de servidores completos (distribución de carga, *load balancing*) en los que se pueda detectar el fallo y reaccionar ante él para poder seguir devolviendo respuestas correctas a las peticiones que se hagan.



Mantenimiento (Maintenance, support)

- Hace referencia a todas las acciones que tienen como objetivo prolongar el funcionamiento correcto del sistema.
- Es importante que el servidor sea fácil de mantener. Para ello, puede ser conveniente usar:
 - S.O. con actualizaciones automáticas (parches de seguridad, actualización de drivers, etc.)
 - Cloud computing*: El proveedor se encarga del chequeo periódico de componentes y su actualización.
 - Automatización de copias de seguridad (respaldo o *backup*).
 - Automatización de tareas de configuración y administración (*Ansible*, *Chef*, *Puppet*).

Fiabilidad (Reliability)

- Es la probabilidad de que el servidor (o el componente/sistema de que se trate) funcione **correctamente** durante un determinado intervalo de tiempo.
- Un servidor/sistema/componente 100% fiable debe ser tolerante a todo tipo de fallos como, por ejemplo:
 - Fallos físicos permanentes: Un componente se estropea y hay que reemplazarlo.
 - Fallos físicos temporales: Un componente da una respuesta incorrecta puntual (p. ej. un bit cambia de valor) debido a algún efecto transitorio (ruído electromagnético, fluctuaciones de la fuente de alimentación, alta temperatura), pero el componente sigue estando operativo.
 - Fallos software: El servidor da una respuesta equivocada debido a algún fallo de programación.
- Algunas métricas que reflejan la fiabilidad de un componente:
 - MTTF: *Mean Time To Failure*.
 - FIT: *Failures in Time*.
 - AFR: *Annualized failure rate*.
 - MTBF: *Mean Time Between Failures*.



19

20

Seguridad

- Hace referencia a todas las acciones que tienen como objetivo evitar:
 - La incursión de individuos no autorizados (confidencialidad).
 - La corrupción o alteración no autorizada de datos (integridad).
 - Las interferencias (ataques) que impidan el acceso a los recursos.
- Soluciones:**
 - Autenticación segura de usuarios.
 - Encriptación de datos.
 - Cortafuegos (firewalls).
 - Antivirus.
 - Parches de seguridad actualizados.



21

Disponibilidad (availability)

- Es el porcentaje de tiempo en que el servidor (o el componente de que se trate) está operativo (=respondiendo a las peticiones que se le hagan), independientemente de que las respuestas a dichas peticiones sean correctas o no.
- Tiempo de inactividad (downtime):** cantidad de tiempo en el que el servidor (o el componente de que se trate) no está disponible.
 - Tiempo de inactividad planificado**
 - Por ejemplo, labores de mantenimiento que requieran apagados o re-arranques (actualización de S.O., cambio de componentes, etc.)
 - Tiempo de inactividad no planificado**
 - Surgen de algún evento no esperado tales como fallos hw/sw, ataques, etc.
- ¿Cómo mejorar la disponibilidad de un servidor?
 - S.O. modulares que permitan actualizaciones sin re-iniciar el sistema.
 - Inserción de componentes en caliente (*hot-plugging*).
 - Reemplazo en caliente de componentes (*hot-swapping*).
 - Cualquier solución que haga al servidor **más fiable** frente a fallos físicos permanentes de algún componente o **más seguro** ante ataques que interfieran en el acceso a recursos.



22

Extensibilidad-expansibilidad

- Hace referencia a la facilidad que ofrece el sistema para **aumentar** sus características o recursos.
- Soluciones:
 - Tener bahías o conectores libres para poder añadir más almacenamiento, memoria, etc.
 - Uso de Sistemas Operativos modulares (para extender la capacidad del S.O.)
 - Uso de interfaces de E/S estándar (para facilitar la incorporación de nuevos tipos de dispositivos al sistema).
 - Cualquier solución que facilite que el sistema sea *escalable*.



Escalabilidad

- Hace referencia a la facilidad que ofrece el sistema para poder **aumentar** de forma **significativa** sus características o recursos para enfrentarnos a un **aumento significativo** de la carga.

Soluciones:

- Cloud computing + virtualización.*
- Servidores modulares /clusters.
- Arquitecturas distribuidas /arquitecturas por capas.
- Programación paralela (software escalable).



Escalabilidad vertical:



Escalabilidad horizontal:



- Todos los sistemas escalables son extensibles, pero no a la inversa.

Coste



- Tenemos que adaptarnos al presupuesto. No solo se ha de tener en cuenta el coste *hw* y *sw* sino también el coste de: mantenimiento, personal (administrador, técnicos, apoyo...), proveedores de red, alquiler del local donde se ubica el servidor, consumo eléctrico (tanto del servidor como de la refrigeración).
- Podría contribuir a abaratar el coste:
 - Cloud computing*.
 - Usar *sw* de código abierto (open source).
 - Reducir costes de electricidad (eficiencia energética):
 - Ajuste automático del consumo de potencia de los componentes electrónicos según la carga.
 - Free cooling: Utilización de bajas temperaturas exteriores para refrigeración gratuita.

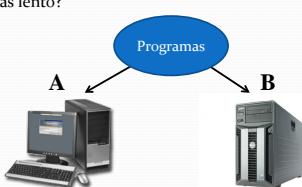


27

1.3. Introducción a la comparación de características entre servidores

Motivación: comparación de prestaciones

- El computador de mejores prestaciones (el más rápido), para un determinado conjunto de programas, será aquel que ejecuta dicho conjunto de programas en el tiempo más corto.
- Cuando se comparan las prestaciones, en lugar de mostrar los tiempos de ejecución obtenidos se suele indicar:
 - ¿Cuántas veces es más rápido un computador que otro?
 - ¿Qué tanto por ciento de mejora en velocidad aporta el equipo más rápido con respecto al más lento?



Tiempos de ejecución mayores/menores

- Sea t_A =tiempo de ejecución de un determinado programa en la máquina A (ídem para t_B).

- Ejemplo: $t_A=10s$, $t_B=5s \rightarrow t_A$ es $10/5=2$ veces t_B (el doble). En general, t_A es t_A/t_B veces t_B .

- Igualmente, en el ejemplo anterior: t_B es $t_B/t_A = 5/10 = 0,5$ veces t_A (la mitad).

- El "cambio relativo de t_A con respecto a t_B ", $\Delta t_{A,B}(\%)$, viene dado por:

$$\Delta t_{A,B}(\%) = \frac{t_A - t_B}{100} \times 100$$

- De donde: $\Delta t_{A,B}(\%) = \frac{t_A - t_B}{t_B} \times 100 = \left(\frac{t_A}{t_B} - 1 \right) \times 100$

- En el ejemplo anterior, el cambio relativo de t_A con respecto a t_B es $(\frac{10}{5} - 1) \times 100 = 100\%$

- Igualmente, el cambio relativo de t_B con respecto a t_A es $(\frac{5}{10} - 1) \times 100 = -50\%$

- Uso del "lenguaje común" en el ejemplo anterior:

- " t_A es un 100% mayor que t_B " " t_B es un 50% menor que t_A ".

- " t_A es 2 veces mayor que t_B " (¡ojo!, "1 vez" quiere decir "iguales").

¿Qué máquina es más rápida? Speedup

- Sea t_A =tiempo de ejecución de un determinado programa en la máquina A (idem para t_B).
- La "velocidad" de la máquina A para ejecutar dicho programa será inversamente proporcional a t_A : $v_A=D/t_A$ (siendo D la "distancia recorrida por la máquina" = cálculo realizado). Igualmente, $v_B=D/t_B$, donde hemos utilizado la misma distancia "D" ya que han realizado la misma cantidad de cálculo (el mismo programa).
- Para ese programa, se define la **ganancia en velocidad (speedup o aceleración)** de la máquina A con respecto a la máquina B como:

$$S_B(A) = \frac{v_A}{v_B} = \frac{t_B}{t_A}$$

- El cambio relativo de v_A con respecto a v_B (% de cambio en velocidad al reemplazar la máquina A por la B) viene dado por:

$$\Delta v_{A,B}(\%) = \frac{v_A - v_B}{v_B} \times 100 = \left(\frac{v_A}{v_B} - 1 \right) \times 100 = (S_B(A) - 1) \times 100$$

¿Qué máquina es más rápida? Ejemplo

- Supongamos que, para un determinado programa, $t_A=36s$ y $t_B=45s$.
- En ese caso, la ganancia en velocidad (=speedup) de la máquina A con respecto a la máquina B sería:

$$S_B(A) = \frac{v_A}{v_B} = \frac{t_B}{t_A} = \frac{45}{36} = 1,25$$

- El cambio relativo de v_A con respecto a v_B (% de mejora) viene dado por:

$$\Delta v_{A,B}(\%) = \frac{v_A - v_B}{v_B} \times 100 = (S_B(A) - 1) \times 100 = 0,25 \times 100 = 25\%$$

- Usando el "lenguaje común" diremos que, para ese programa:

- La máquina A es 1,25 veces **"más rápida que"** la B (yojo!, "vez más rápido" o "ganancia en velocidad = 1" quieren decir "misma velocidad")
- La máquina A es un 25% **más rápida que** la B.

- Igualmente:

- La máquina B es un 20% **más lenta que** la A.

$$\Delta v_{B,A}(\%) = (S_A(B) - 1) \times 100 = \left(\frac{36}{45} - 1 \right) \times 100 = (0,8 - 1) \times 100 = -20\%$$

Coste y relación prestaciones/coste

- Supongamos que, siguiendo el ejemplo anterior ($t_A=36s$ y $t_B=45s$):
- El computador A cuesta 625 €.
- El computador B cuesta 550 €.
- El computador A es $625/550 = 1,14$ veces **"más caro que"** el B (un 14% más caro)
- ¿Cuál ofrece mejor relación prestaciones/coste para nuestro programa?

$$\frac{\text{Prestaciones}_A}{\text{Coste}_A} = \frac{v_A}{\text{Coste}_A} \propto \frac{1/t_A}{\text{Coste}_A} = \frac{1/36s}{625\text{€}} = 4,4 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}/\text{€}$$

$$\frac{\text{Prestaciones}_B}{\text{Coste}_B} = \frac{v_B}{\text{Coste}_B} \propto \frac{1/t_B}{\text{Coste}_B} = \frac{1/45s}{550\text{€}} = 4,0 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}/\text{€}$$

- El computador A presenta una **mejor** relación prestaciones/coste que el B (1,1 veces "mayor" = un 10% mayor) para nuestro programa. En este caso, "mayor" es "mejor".

$$\frac{\text{Prestaciones}_A/\text{Coste}_A}{\text{Prestaciones}_B/\text{Coste}_B} = \frac{4,4 \times 10^{-5}}{4,0 \times 10^{-5}} = 1,1$$

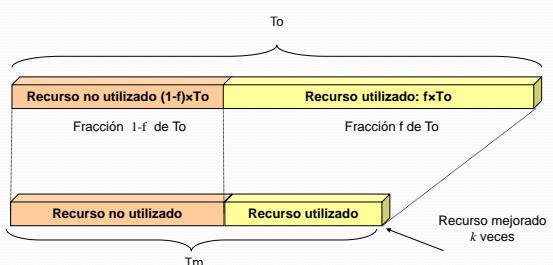
1.4. Introducción a la mejora del tiempo de respuesta de un servidor

Ley de Amdahl

Mejora del tiempo de ejecución de un proceso

- Una de las formas más habituales de mejorar el tiempo de respuesta de un servidor consiste en reemplazar un componente del mismo por otro más rápido.
- El caso más sencillo para evaluar la mejora conseguida consiste en suponer que en el servidor sólo se ejecuta un único proceso monohebra (=no hay acceso simultáneo a dos o más recursos del sistema).
- En ese caso, supongamos que:
 - El servidor tarda un tiempo $T_{original} = T_0$ en ejecutar dicho proceso.
 - Mejoramos el servidor reemplazando uno de sus componentes por otro k veces "más rápido" (suponiendo $k > 1$), es decir, un $(k-1) \times 100\%$ "más rápido".
 - Este componente se utilizará durante una fracción f del tiempo T_0 ($f=1$ significaría que se usaba el 100% del tiempo).
- ¿Cuál es la ganancia en velocidad (speedup) en la ejecución de ese proceso que conseguimos con el cambio?

Tiempo original (T_0) vs tiempo mejorado (T_m)



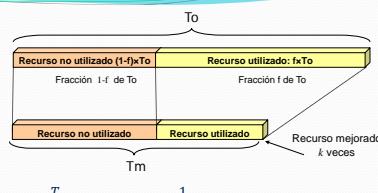
Ley de Amdahl

- ¿Cuál es la ganancia en velocidad S (speedup) del sistema después de mejorar k veces un componente?

$$T_m = (1-f) \times T_o + \frac{f \times T_o}{k}$$

$$S \equiv S_{original(mejorado)} = \frac{v_m}{v_o} = \frac{T_o}{T_m} = \frac{T_o}{(1-f) \times T_o + f \times T_o / k} = \frac{1}{1-f + f/k}$$

$$S = \frac{1}{1-f+f/k} \quad \text{Ley de Amdahl}$$

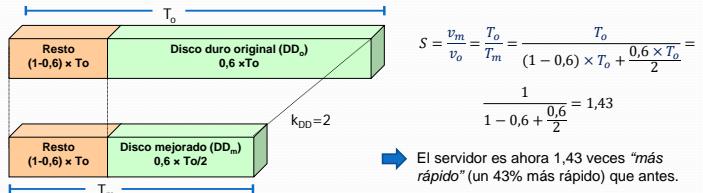


Casos particulares de la ley

- Si $f=0 \Rightarrow S=1$: no hay ninguna mejora en el sistema.
- Si $f=1 \Rightarrow S=k$: el sistema mejora tantas veces como el componente.
- Si $k \rightarrow \infty$: $S \rightarrow \lim_{k \rightarrow \infty} S = \frac{1}{1-f}$

Ejemplo de aplicación de la Ley de Amdahl

- Supongamos que la utilización de un disco duro durante la ejecución de un programa monohébra en un determinado servidor es del 60%. ¿Cuál sería la ganancia en velocidad del servidor al ejecutar dicho programa si se duplicara la velocidad del disco?



El servidor es ahora 1,43 veces "más rápido" (un 43% más rápido) que antes.

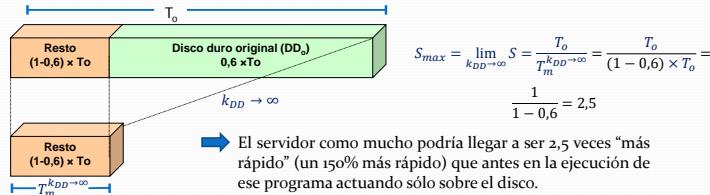
Otra forma: Usamos la Ley de Amdahl:

$$S = \frac{1}{1 - f_{DD_o}^{T_o} + f_{DD_o}^{T_o} / k_{DD}} = \frac{1}{1 - 0,6 + 0,6/2} = 1,43$$

37

Ejemplo de aplicación de la Ley de Amdahl (cont.)

- Para el mismo ejercicio anterior, ¿cuál es la ganancia máxima que se podría conseguir actuando sólo sobre el disco?



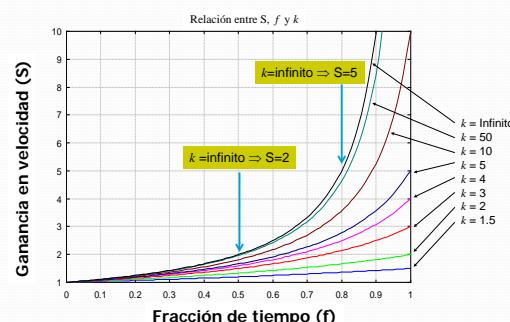
El servidor como mucho podría llegar a ser 2,5 veces "más rápido" (un 150% más rápido) que antes en la ejecución de ese programa actuando sólo sobre el disco.

Otra forma: Usamos la Ley de Amdahl:

$$S_{max} = \lim_{k_{DD} \rightarrow \infty} S = \lim_{k_{DD} \rightarrow \infty} \frac{1}{1 - f_{DD_o}^{T_o} + f_{DD_o}^{T_o} / k_{DD}} = \lim_{k_{DD} \rightarrow \infty} \frac{1}{1 - 0,6 + 0,6 / k_{DD}} = \frac{1}{1 - 0,6} = 2,5$$

39

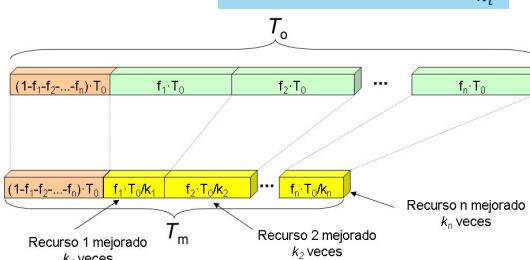
Análisis: Relación entre S , f y k



Generalización de la ley de Amdahl

- Caso general con n mejoras:

$$S = \frac{1}{(1 - \sum_{i=1}^n f_i) + \sum_{i=1}^n f_i / k_i}$$



41

Algunas reflexiones finales

- Una mejora es más efectiva cuanto más grande es la fracción de tiempo en que ésta se aplica. Es decir, hay que optimizar los elementos que se utilizan durante la mayor parte del tiempo (caso más común)
- Con la ley de Amdahl podemos estimar la ganancia en velocidad (speedup) de la ejecución de un único trabajo (un hilo) en un sistema después de mejorar k veces un componente, es decir, su tiempo de respuesta óptimo en ausencia de otros trabajos.

- ¿Qué ocurre cuando tenemos varios trabajos ejecutándose simultáneamente en el servidor?
- ¿Qué ocurre si en lugar de mejorar un componente lo que hago es añadir uno nuevo?

Capítulo 2

Tema 2

Tema 2. Componentes Hardware de un Servidor

Ingeniero de Servidores

¿Qué hardware es el más adecuado para mi servidor?



Bibliografía

- Páginas web de fabricantes de procesadores: Intel (<https://intel.com/>), AMD (<https://amd.com/>).
- Páginas web de fabricantes de placas base: ASUS (<https://asus.com/>), Gigabyte (<https://gigabyte.com/>)
- Páginas web de estándares: SATA (<https://sata-io.org/>), PCI-E (<https://pcisig.com/specifications/pcieexpress/>), SCSI (<https://scsita.org/>).
- Páginas web de vendedores de componentes: <https://scsi4me.com/>, <https://crucial.com/>, <https://kingston.com/>.
- Páginas web expertas en revisiones sobre aspectos hardware del mundo de los computadores: <https://tomshardware.com/>, <https://hardwaresecrets.com/>, <https://anandtech.com/>, <https://newegg.com/Components-Storage/Store/ID-1/>

Objetivos del Tema

- Ser capaz de identificar los componentes hardware de un servidor a nivel de placa base.
- Conocer las características básicas de placas base, chipsets, procesadores, tecnologías de memoria y dispositivos de almacenamiento más usuales en servidores.
- Conocer las características y prestaciones de los buses e interconexiones entre componentes, en particular de los buses de E/S.
- Saber identificar las prestaciones principales de los distintos componentes hardware disponibles comercialmente a partir de la información del fabricante.
- Saber montar un servidor sencillo a partir de sus componentes.

Vídeos sobre montaje de un computador

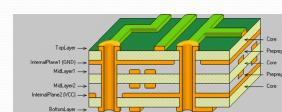
- Instalación de la fuente de alimentación y su conexión a la placa: <https://youtu.be/sprjDPd12hs>
- Instalación de la CPU + cola térmica: [https://youtu.be/l22t-XrGKEY?t=1018](https://youtu.be/l22t-XrGKEY)
- Instalación DIMM DRAM: <https://youtu.be/-CVouoGU3U?t=162> <https://youtu.be/v/MYOpFONCU?t=1021>
- Instalación de unidades de almacenamiento usando SATA: <https://youtu.be/-CVouoGU3U?t=301>, <https://youtu.be/BL4DCEp7bLY?t=4699>
- Instalación de unidades de almacenamiento usando M.2: <https://youtu.be/SPoBrscodMY>
- Instalación de tarjetas PCI/PCIe: <https://youtu.be/v7MYOpFONCU?t=1902> <https://youtu.be/Pxwe2abijo>
- Ejemplo de uso de conectores internos: <https://www.youtube.com/watch?v=nBjj3FB2P8>, <https://youtu.be/-CVouoGU3U?t=761>
- Instalación general de un computador: <https://youtu.be/BL4DCEp7bLY>

Contenido

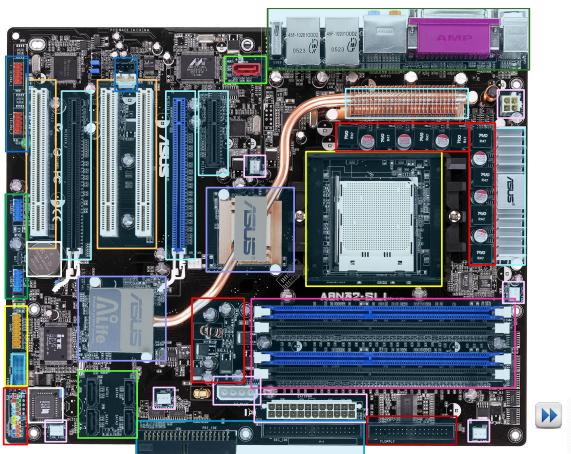
- [Placa Base](#).
- [Montaje del Servidor](#).
- [Fuente de alimentación, VRM y disipadores de calor](#).
- [CPU: zócalos, fabricantes y características](#).
- [Memoria RAM dinámica](#).
- [Almacenamiento y E/S](#).
- [Chipset](#).
- [Centros de Procesamiento de Datos](#).

¿Qué es una placa base?

- Una **placa base** (o **placa madre**, **motherboard**, **Printed Circuit Board**) es la tarjeta de circuito impreso (PCB, Printed Circuit Board) principal de un computador.
- En ella se conectan los componentes hardware del computador y contiene diversos conectores para añadir distintos periféricos adicionales.
- Una PCB, en general, está hecha de una lámina de un substrato no conductor (normalmente fibra de vidrio con una resina no inflamable) sobre la que se extienden pistas de cobre (material conductor).
- Las placas base actuales son multi-capa (=multi PCB). A través de unos agujeros (vías) podemos conectar las pistas de una capa a otra.
- Las placas base se suelen fabricar con distintos tamaños y formas (*form factors*), según distintos estándares: ATX, BTX, EATX, Mini-ITX, etc.



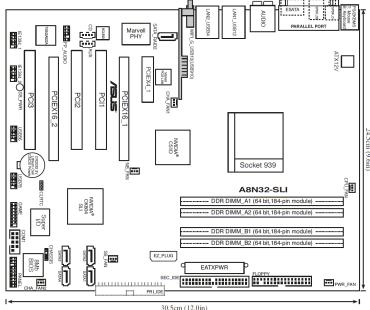
Placa base de ejemplo ASUS A8N32-SLI



7

Componentes de la placa base de ejemplo (datasheet)

- Se debe consultar el *Datasheet o User Manual o Technical Product Specification* (hoja de características, manual de usuario, hoja de datos técnicos) de la placa.



9

La fuente de alimentación

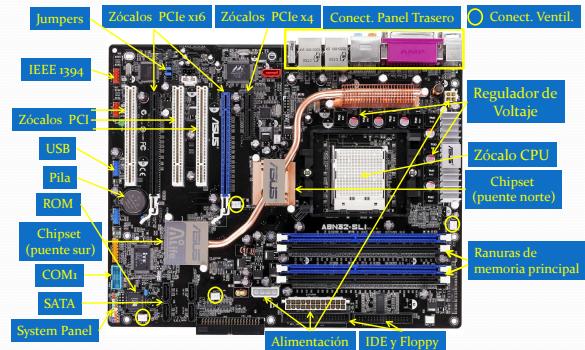
- Misión:** convierte corriente alterna en corriente continua.
 - Entrada: AC (220V - 50Hz)
 - Salidas: DC($\pm 5V$, $\pm 12V$, $\pm 3.3V$)
- Alimenta tanto la placa base como los periféricos.**
- Potencia:** 250W, 500W, ...



11

24 PIN CONNECTOR	
(+3.3V)	1 (3.3V)
(+3.3V)	2 (3.3V)
(Ground)	3 (Ground)
(+12V)	4 (+12V)
(Ground)	5 (Ground)
(+12V)	6 (+12V)
(Ground)	7 (Ground)
(+5V)	8 (5V)
(Ground)	9 (Ground)
(+12V)	10 (+12V)
(Ground)	11 (Ground)
(+5V)	12 (+5V)
(Ground)	13 (Ground)
(+3.3V)	14 (+3.3V)
(Ground)	15 (Ground)
(+12V)	16 (+12V)
(Ground)	17 (Ground)
(+5V)	18 (+5V)
(Ground)	19 (Ground)
(+12V)	20 (+12V)
(Ground)	21 (Ground)
(+5V)	22 (+5V)
(Ground)	23 (Ground)
(+3.3V)	24 (+3.3V)

Componentes de la placa base de ejemplo



8

Montaje de los componentes de una placa base

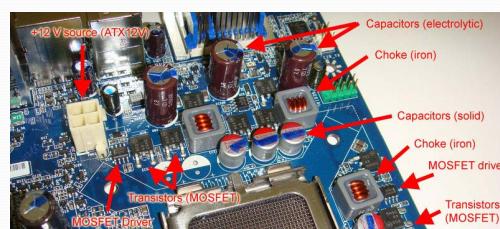
- ¡Cuidado con las descargas electrostáticas!!** (ESD, electrostatic discharge). Pueden dañar algunos chips de la placa base: conviene descargar la electricidad estática previamente tocando una superficie amplia de metal, usar una muñequera de descarga (ESD wrist strap) o guantes ESD-safe.
- No tocar nunca ningún contacto metálico de ningún componente de la placa.
- Asegurarse de que el equipo esté apagado antes de instalar/quitar cualquier componente (salvo hot plugging/ swapping).
- Normalmente un componente o un conector solo puede instalarse de una única manera: no forzar la inserción de componentes/conectores.



10

El módulo regulador de voltaje (VRM)

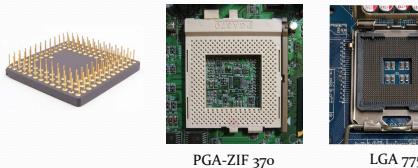
- VRM (Voltage Regulator Module):** Adapta la tensión continua de la fuente de alimentación (5V, 12V) a las tensiones continuas menores que necesitan los diferentes elementos de un computador (CPU, memoria, chipset, etc.), dándoles también estabilidad.



12

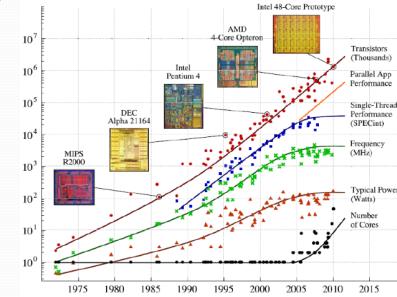
Zócalos para el microprocesador (CPU Sockets)

- Facilitan la conexión entre el microprocesador y la placa base de tal forma que el microprocesador pueda ser remplazado sin necesidad de soldaduras.
- Los zócalos para micros con un número grande de pinos suelen ser del tipo PGA-ZIF (*pin grid array - zero-insertion force*) o LGA (*land grid array*), que hacen uso de una pequeña palanca (PGA-ZIF) o una pequeña placa de metal (LGA) para fijar el micro al zócalo. De esta forma, se minimiza el riesgo de que se doble alguna patilla durante el proceso de inserción.



Evolución histórica de los microprocesadores

- Número de transistores, rendimiento y consumo de potencia de microprocesadores de propósito general:



¿Qué diferencia a un microprocesador para servidores de uno para PC de la misma generación?



- Mayor número de núcleos (cores).
- Suelen incorporar soporte para multi-procesamiento (2 o más micros en la misma placa).
- Más memoria caché.
- Compatible con tecnologías de memoria RAM con ECC. Mayor fiabilidad en general.
- Más canales de memoria RAM. Más líneas de E/S (PCIe).
- Más controles de calidad. Preparado para estar funcionando 24/7.
- Más tecnologías dedicadas a facilitar tareas propias de servidores como la encriptación, la virtualización o la ejecución multi-hebra.

Principales fabricantes de microprocesadores para servidores: **Intel**, **AMD** e **IBM**.

Ejemplo: Intel Xeon para servidores vs Intel Core para PC (desktop) (<http://ark.intel.com>)

Intel Xeon Platinum 8380HIL

- Núcleos: 28, hilos: 56
 - 8 micros máx. / placa base
 - Caché L3: 38.5MB
 - Máx. RAM: 4.5TB (RDIMM)
 - Memoria ECC: Si
 - Nº de canales de memoria: 6
 - Nº líneas PCIe: 48
 - f_{CLK}: 2.9GHz (máx. 4.3GHz)
 - TDP: 250W
 - 4K: No
 - PVP (2020): 13000\$

Intel Core i9-10900T

- Núcleos: 10, hilos: 20
 - 1 micro máx. / placa base
 - Caché L3: 20MB
 - Máx. RAM: 128 GB (UDIMM)
 - Memoria ECC: No
 - Nº de canales de memoria: 2
 - Nº líneas PCIe: 16
 - f_{CLK}: 1.6GHz (máx. 4.6GHz)
 - TDP: 35W
 - 4K: Si, a 60Hz
 - PVP (2020): 439\$

15

Procesadores de AMD para servidores

- La familia de procesadores de AMD para servidores fue inicialmente denominada **Opteron**.
 - El primer **Opteron**, presentado en 2003, fue el primer procesador con el conjunto de instrucciones AMD x86-64.
 - En 2004, los **Opteron** fueron los primeros procesadores x86 con 2 núcleos.
- Recientemente, AMD ha modificado el nombre de sus procesadores para servidores, denominándolos **EPYC**.
 - Un procesador EPYC está formado por un módulo multi-chip con varios chips CCD (*Core Chiplet Die*, ver figura abajo) por cada microprocesador EPYC y un chip con tecnología más barata para E/S y controladores DRAM.
 - Cada CCD tiene hasta 8 cores Zen x86-64 más memorias caché.



16

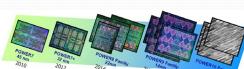
IBM POWER



- POWER = *Performance Optimization With Enhanced RISC*. Resultado del trabajo conjunto entre Apple, IBM y Motorola para servidores de gama alta de muy altas prestaciones por vatio, disponibilidad y fiabilidad (**mainframes**).

Major POWER® Innovation
-1990 RISC Architecture
-1994 SMP
-1995 Out of Order Execution
-1996 64 Bit Enterprise Architecture
-1997 Hardware Multi-Threading
-2001 Dual Core Processors
-2001 Large System Scaling
-2001 Shared Caches
-2003 On Chip Memory Control
-2003 SMT
-2006 Ultra High Frequency
-2006 Dual Scope Coherence Mgmt
-2006 Decimal Float/VSX
-2006 Processor Recovery/Sparing
-2009 Balanced Multi-core Processor
-2009 On Chip EDRAM

- Ejemplo: Power 10 (2020)
 - Núcleos (cores): 15.
 - Cada núcleo puede ejecutar hasta 8 hilos en paralelo.
 - 16 micros máx. / placa base.
 - 128MB de memoria caché L3.
 - Máx. RAM: 4 TB.
 - Litografía de 7nm.



17

Disipadores de calor

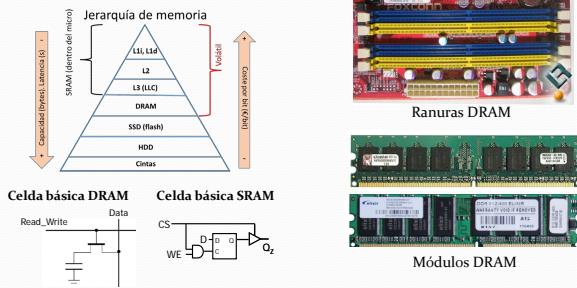


Pin	Name	Color
1	GND	black
2	+12VDC	yellow
3	Sense	green
4	Control	blue

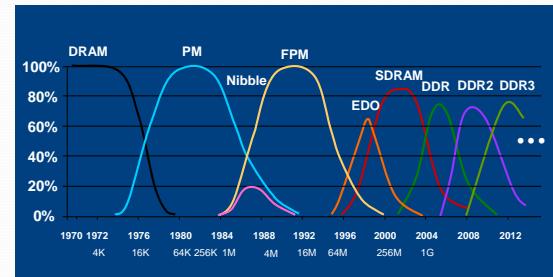
Activos: Ventiladores de la CPU, del chasis, refrigeración líquida...

Ranuras para la memoria DRAM (Dynamic Random Access Memory)

- Son los conectores en los que se insertan los módulos de memoria principal: R/W, volátil, necesitan refresco, prestaciones inferiores a SRAM (caché), pero mayor densidad (bits/cm²) y menor coste por bit.



Evolución histórica de las tecnologías de DRAM



PM = Page Mode; FPM = Fast Page Mode; EDO = Extended Data Out.
SDRAM = Synchronous DRAM; DDR = Double Data Rate.

Evolución histórica de los módulos de DRAM

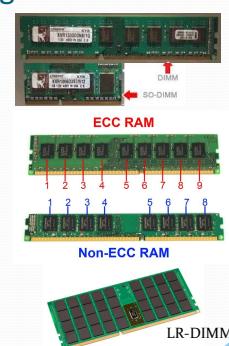
- SIPP: Single In-line Pin Package
- SIMM: Single In-line Memory Module
- DIMM: Dual In-line Memory Module

	Nº contactos	Voltaje (V)	Bus datos (half-duplex)	Ancho de banda típico (GB/s)
SDRAM	168	3,3	32b	1,3
DDR	184	2,5	32b	3,2
DDR2	240	1,8	64b	8,5
DDR3	240	1,5	64b	17,1
DDR4	288	1,2	64b	25,6
DDR5	288	1,1	32b+32b	38,4



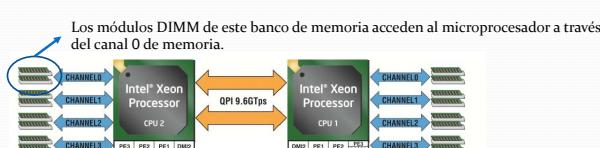
Tipos de DIMM para una tecnología dada

- Para PC y portátiles:
 - DIMM ó U-DIMM: Unbuffered (ó Unregistered) DIMM.
 - SO-DIMM: Small Outline DIMM. Tamaño más reducido para equipos portátiles (tienen menos contactos).
- Para servidores:
 - EU-DIMM: U-DIMM con Error Correcting Code, ECC (mayor fiabilidad).
 - R-DIMM: Registered DIMM. Hay un registro que almacena las señales de control (operación a realizar, líneas de dirección...). Mayor latencia que EU-DIMM pero permiten módulos de mayor tamaño. Tienen ECC.
 - LR-DIMM: Load Reduced DIMM. Hay un buffer que almacena tanto las señales de control como los datos a leer/escribir. Mayor latencia que R-DIMM, pero son las que permiten los módulos con mayor tamaño. Tienen ECC.



Canales y bancos de memoria DRAM

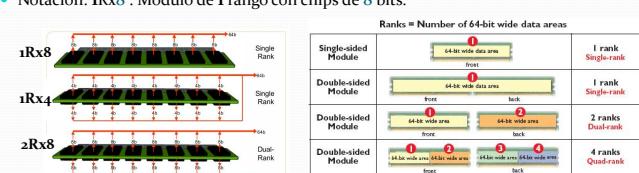
- Un microprocesador accede a los módulos de memoria DRAM a través de alguno de los canales de memoria (memory channels) de que disponga.
- Un banco de memoria es una agrupación de ranuras de memoria que se comunican con el procesador a través de un mismo canal de memoria.
- Un microprocesador no puede acceder simultáneamente a dos módulos del mismo banco de memoria ya que usan el mismo canal de memoria para comunicarse con él.



23

Rangos de memoria DRAM (memory ranks)

- Cada módulo de memoria puede estar, a su vez, distribuido en rangos de memoria que no son más que agrupaciones de chips que proporcionan la palabra completa de 64 bits (72 bits en caso de memorias DDR2, DDR3 o DDR4 con ECC, 80 bits si DDR5 con ECC).
- En el caso de un módulo de un solo rango (single rank) todos los chips de memoria del módulo se asocian para dar la palabra completa.
- En el caso de n rangos, es como si tuviéramos una agrupación n memorias DRAM independientes en el mismo módulo, cada una con su conjunto diferente de chips.
- Notación: 1Rx8 : Módulo de 1 rango con chips de 8 bits.



Memoria DRAM. Ejemplo

- Crucial 32GB DDR4-2666 LRDIMM CT32G4LFD4266

Product Specifications	
Brand	Crucial
Form Factor	LRDIMM
Total Capacity	32GB
Warranty	Limited Lifetime
Specs	DDR4-2666 CL=19 Dual Ranked x4 based Load Reduced
Series	Crucial
ECC	ECC
Speed	2666 MT/s
Voltage	1.2V
DIMM Type	Load Reduced



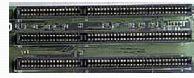
Precio (2017): 512,9€. Precio (2019): 254,09 €.

- Ancho de banda máximo: $2666\text{MT/s} * 64\text{bits/T} = 170624\text{Mbps} = 21328\text{MBps} \approx 21300\text{MBps}$
- CL=19:** CAS (Column Address Strobe) Latency. Latencia de acceso de 19 ciclos de reloj. Hay que tener en cuenta el periodo de reloj para poder comparar las latencias de memoria.

25

Ranuras de Expansión

- Permiten la conexión a la placa base de otras tarjetas de circuito impreso.



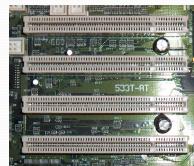
Ranuras ISA



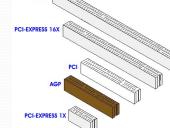
Ranuras PCI Express (PCIe)



Tarjeta PCIe x1



Ranuras PCI



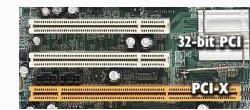
Tarjeta elevadora (riser card), Rota 90° el conector

26

Interfaces PCI y AGP

- PCI (Peripheral Component Interconnect). Intel.

- Bus paralelo de 32 o 64 bits, sincronizado por una misma señal de reloj.
- Las líneas se comparten entre todos los dispositivos PCI.
- Half-duplex. *Plug and Play*.
- Ancho de banda:
 - 33MHz, 32b (4B) → 133MBps.
 - 66MHz, 32b (4B) → 266MBps.
 - 66MHz, 64b (8B) → 533MBps.
- Versión PCI-X → SERVIDORES:
 - 64b (8B), 133MHz ⇒ ≈ 1GBps.

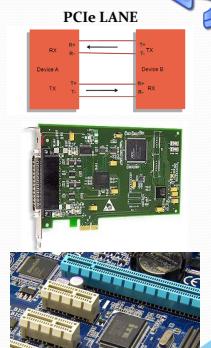
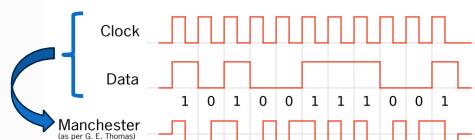


27

Interfaz PCI-Express (PCIe)

- Características:

- Conexión serie punto a punto (no es un bus con líneas compartidas) por medio de varias "LANES".
- Cada LANE está compuesta por 4 cables, 2 por cada sentido de la transmisión. *Full-Duplex*.
- Hot plug*.
- Transmisión SÍNCRONA estando el [reloj embebido en los datos](#).



28

Interfaz PCI-Express (continuación)

- Características (continuación):

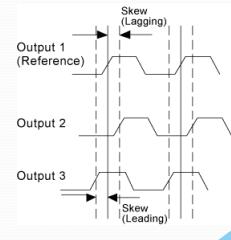
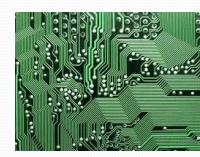
- Codificación: 8b/10b (1.x 2.x), y 128b/130b (3.0, 4.0, 5.0).
- Versiones y velocidades (por cada sentido de cada LANE):
 - PCIe 1.1: hasta 2,5GT/s (250 MBps)
 - PCIe 2.0: hasta 5GT/s (500 MBps)
 - PCIe 3.0: hasta 8GT/s (~1GBps)
 - PCIe 4.0: hasta 16GT/s (~2GBps)
 - PCIe 5.0: hasta 32GT/s (~4GBps)
- Velocidad negociable: Se puede usar una tarjeta con una versión de PCIe diferente a la de la placa base.
- Fácilmente escalable: x1, x2, x4, x8, x16.
- PCIe x16: uso en tarjetas gráficas:
 - PCIe x16 (4.0): hasta 32GBps en cada sentido.
 - PCIe x16 (5.0): hasta 64GBps en cada sentido.
- Puedo usar una tarjeta con más o menos LANES que el conector PCIe de la placa base.



29

Ventajas de usar una interfaz serie con reloj embebido con respecto a una paralela con reloj común

- Mayor frecuencia de reloj ya que evita el "desfase" entre las señales (*timing skew*): no todas las pistas recorren la misma distancia por lo que algunas señales llegan antes que otras.
- Menor nº de pistas para un rendimiento similar.
- Mayor facilidad para obtener conexiones full duplex. Pero ¡ojo!, no todas las interfaces serie con reloj embebido son full dúplex (USB 2.0 NO es full duplex).



30

Almacenamiento permanente (no volátil)

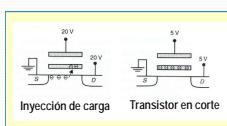
- Conservan la información incluso cuando dejan de recibir alimentación.
- Tipos:
 - Magnéticos: HDD (Hard Disk Drives), Cintas.
 - Ópticos: CD, DVD, Blu-Ray (BD).
 - NVRAM: SSD (Solid State Drives).
- Factores de forma: (en pulgadas)
 - 8, 5.25, 3.5, 2.5, 1.8, 1, 0.85
 - Más utilizados: 3.5, 2.5, 1.8
- Tipos de conexión a la placa base:

• P-ATA	• SAS	• U.2
• SATA	• PCIe	• SATAe
• SCSI	• M.2	• USB



Unidades de estado sólido (SSD, Solid State Drives)

- Almacenamiento no volátil distribuido en varios circuitos integrados (chips) de memoria flash (=basados en transistores MOSFET de puerta flotante).
- Tipos de celdas habituales: SLC (single-level cell), MLC (multi-level cell).
- Acceso aleatorio: mismo tiempo de respuesta (latencia) independientemente de la celda de memoria a la que se quiere acceder (NVRAM, Non-volatile RAM).
- Un controlador se encarga de distribuir la dirección lógica de las celdas de memoria para evitar su desgaste tras múltiples re-escrituras (wear levelling).



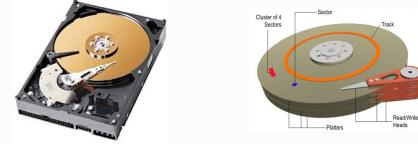
RAID (Redundant Array of Independent Disks)

- Combinan diversas unidades de almacenamiento (normalmente de idénticas características) para generar unidades de almacenamiento lógicas con mayor capacidad, fiabilidad y/o ancho de banda.
- Algunas configuraciones:
 - RAID 0: Two disks (A1-A7, A8-A9) connected in parallel.
 - RAID 1: Two disks (A1-A7, A8-A9) connected in mirror pairs.
 - RAID 10 (RAID 0+1): Combines RAID 0 and RAID 1.
 - RAID 5: Three disks (A1-A7, A8-A9, Bp) where data is striped across all disks with parity stored on the last disk.
- RAID por software: Creado por el propio sistema operativo.
- RAID por hardware: Mediante una tarjeta específica (hay placas base que ya incluyen un controlador de este tipo).



Discos duros (HDD, Hard Disk Drives)

- Almacenamiento permanente (no volátil) a lo largo de la superficie de unos discos recubiertos de material magnético.
- La lectura y escritura se realiza a través de unos cabezales magnéticos controlados por un brazo motor y la ayuda del giro de los discos.
- Los datos se distribuyen en pistas (tracks). Cada pista se subdivide en sectores de 512 bytes. Los sectores se agrupan en clusters lógicos.
- Tiempos de respuesta (latencias) muy variables: dependen de la pista y el sector concretos donde esté el cabezal y el sector concreto al que se quiere acceder.
- Velocidades de rotación más habituales (r.p.m.): 5400, 7200, 10000, 15000.



Comparación HDD vs SSD de precios similares

Modelo	HDD WD Gold	SSD WD Blue
Formato	3.5"	2.5"
Interfaz	SATA (600 MB/s)	SATA (600 MB/s)
Capacidad	12TB	2TB
Ancho de banda máx.	255 MB/s	560 MB/s
Latencias medias aprox.	pocos ms	decenas de µs
Consumo de potencia (W)	5,0 (reposo) 7,0 (máx)	0,056 (reposo) 3,8 (máx)
MTTF	2,5 millones horas	1,75 millones horas
Garantía	5 años	3 años
T. funcionamiento	de 5 a 60°C	de 0 a 70°C
Peso	660 gramos	57,9 gramos
Otras características	V. rot.: 7200 RPM Ruido: 36 dBa Caché: 256 MB	TeraBytes Written (TBW): 500TB



Unidades ópticas

- Almacenan la información de forma permanente (no volátil) a través de una serie de surcos en un disco que pueden ser leídos por un haz de luz láser.
- Los discos compactos (CD), discos versátiles digitales (DVD) y discos Blu-ray (BD) son los tipos de medios ópticos más comunes que pueden ser leídos y grabados por estas unidades.

	CD	DVD	Blu-ray
Capacidad (GB)	0,64-0,7	4,7-8,5	25-128
Ancho de banda ref. iX (Mbps)	1,4	11	36
Ancho de banda máx. (Mbps) (X-factor)	88 (72X)	266 (24X)	576 (16X)

Lectura

Unidades de cinta (tape drives)

- Almacenan la información de forma permanente (no volátil) a través de una cinta recubierta de material magnético que se enrolla por medio de carretes.
- Las latencias suelen ser muy altas ya que hay que rebobinar la cinta hasta que el cabezal se encuentre en la posición deseada.
- Es el medio con la mayor densidad de bits para un área dada. Actualmente, permiten almacenamiento de decenas de TB por cinta y velocidades de lectura secuencial en torno a 150 MBps.
- Es el medio de almacenamiento masivo más barato.
- Se usan normalmente como almacenamiento de respaldo (*backup*) y archivado.



Interfaz P-ATA (ATA paralelo)

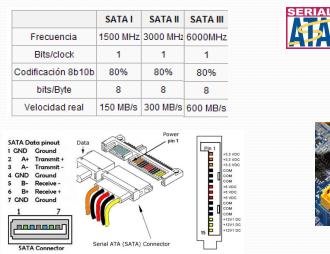
- ATA:** Advanced Technology Attachment.
- Paralelo:** bus de datos de 16b, sincronizado por una misma señal de reloj. *Half-duplex*.
- 2 dispositivos por conector que **comparten el mismo bus**.
- Distancia máxima: 45.7cm
- Versiones ATA: ATA33, ATA66, ATA100, ATA133
- Velocidad de transferencia (máxima): 33MBps, 66MBps, 100MBps, 133MBps.



37

Interfaz Serial-ATA (SATA)

- Conexión **serie** punto a punto (1 disco por conector).
- Reloj embebido en los datos. *Half-duplex*.
- Codificación 8b/10b. Longitud del cable: 1m (2m e-SATA).
- Protocolo AHCI (Advanced Host Controller Interface): **NCQ** (Native Command Queuing), hot-plug.



Interfaces SCSI y SAS

- SCSI:** Small Computer System Interface.
- Paralelo:** 16bits, sincronizado con la misma señal de reloj. *Half-duplex. Hot-plug*.
- Permite conectar varias unidades en cadena (daisy-chain).
- Ultra-SCSI:** Hasta 320MBps, 16 dispositivos, 12m cable.
- SAS (Serial Attached SCSI).**
 - Conexión **serie** punto a punto.
 - Reloj embebido en los datos.
 - Full-duplex. Hot-plug*. Codificación 8b/10b (versiones 1,2 y 3), 128b/150b (SAS-4).
 - Frecuencias de 3, 6, 12 y 22,5 GHz: hasta 2400 MB/s.
 - Compatible con discos SATA.
 - Mayores voltajes que SATA. Longitud del cable máxima: 10m.



Conexión de múltiples unidades SAS (cont.)

- Conectores mini-SAS: permiten hasta 4 conectores SAS o SATA usando un *1-to-4 splitter cable*.



41

42

NVMe: Non-Volatile Memory Express

- Es un protocolo para el acceso a SSD a través de PCIe.
- Permite el acceso en paralelo a las SSD (64k colas con 64k peticiones de E/S cada una).
- Tarjeta con SSD directamente en PCIe x4



- Conector U.2. (usa PCIe x4)



- Conector M.2. (usa PCIe x4 si NVMe)

**Conectores del panel trasero (Gigabyte® F2A88X-UP4)**

Placa posterior (I/O Shield)

- ¿Es una placa para PC o para un servidor? Debemos preguntarnos:
- ¿Para qué queremos en un servidor conectores de audio o de video de altas prestaciones? DVI, DisplayPort, HDMI, Optical Digital Audio Output, HD Audio, etc.

Ethernet

- Familia de tecnologías para interconectar equipos en red, estandarizada desde los años 80 como IEEE 802.3.
- Permite conexiones a largas distancias:
 - Unos 100 m con [par trenzado](#) (conector RJ-45).
 - Varios km con fibra óptica (usando adaptadores de señal llamados transceptores o *transceivers*).
- Varios estándares, todos ellos compatibles unos con otros y todos pueden ser full-duplex.
 - Ethernet clásico: 10 Mbit/s (10BASE-T). Fast-Ethernet: 100 Mbit/s (100BASE-T). Gigabit-Ethernet: 1Gb/s (1000BASE-T). 10G-Ethernet: 10Gb/s (10GBASE-T).
- Muchos estándares de comunicación se pueden realizar a través de Ethernet de forma más barata:
 - iSCSI (Internet SCSI): estándar que permite el uso del protocolo SCSI sobre redes TCP/IP.
 - FCoE (Fibre Channel over Ethernet): estándar que permite el uso de tramas Fibre Channel sobre TCP/IP.



Conexión a través de fibra óptica

**Conectores Internos**

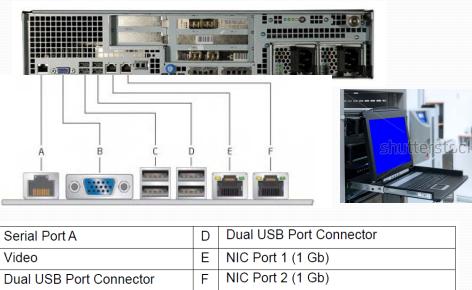
System panel o Front Panel



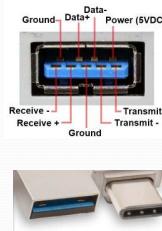
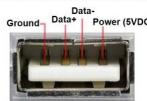
USB



Serial Port

Conectores del panel trasero de un servidor (Intel® Server Board S5520UR)

45

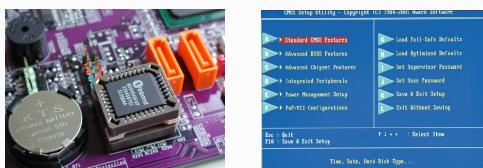
Universal Serial Bus (USB)

- Es un estándar de comunicación para la conexión de múltiples tipos de periféricos al computador.
- Conexión serie. Reloj embebido en los datos. *Hot plug*.
- Versiones:
 - **USB 2.0:**
 - Ancho de banda: hasta 60 MBps.
 - *Half-duplex*.
 - Intensidad para recarga de dispositivos: 500 mA.
 - **USB 3.0:**
 - Ancho de banda: hasta 500 MBps (8b/10b). *Full-duplex*.
 - Intensidad para recarga de dispositivos: 900 mA.
 - **USB 3.1 y USB 3.2:**
 - Ancho de banda: hasta 1200 MBps (2400 MBps para USB 3.2) (128b/132b). *Full-duplex*.
 - Intensidad para recarga de dispositivos: 1500 mA.

47

ROM/Flash BIOS (Basic I/O System)

- Almacena el programa de arranque (*boot*) del computador. Este programa se encarga de identificar los dispositivos instalados, instalar drivers básicos para acceder a los mismos, realizar el Power-on self-test (POST) del sistema e iniciar el S.O.
 - Los parámetros de configuración de la placa se almacenan en una memoria RAM alimentada por una pila (que también se usa para el reloj en tiempo real) o en una memoria flash. Algunos de esos parámetros se seleccionan mediante *jumpers* en la propia placa, pero la mayoría se configuran a través de otro programa especial que se puede ejecutar antes de arrancar el S.O.



Juego de chips (chipset)

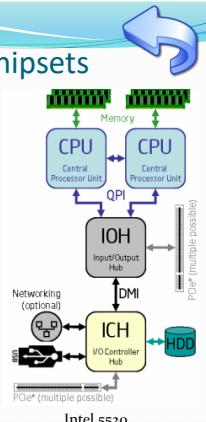
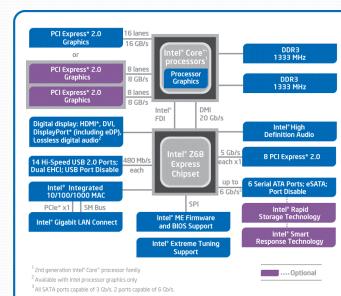
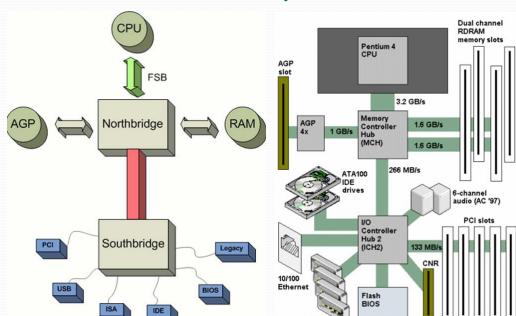
- El chipset es el conjunto de circuitos integrados (chips) de la placa base encargados de controlar la comunicación entre los diferentes componentes de la placa base.
 - Un chipset se suele diseñar para una familia específica de microprocesadores.

El juego de chips suele estar distribuido en dos componentes principales:

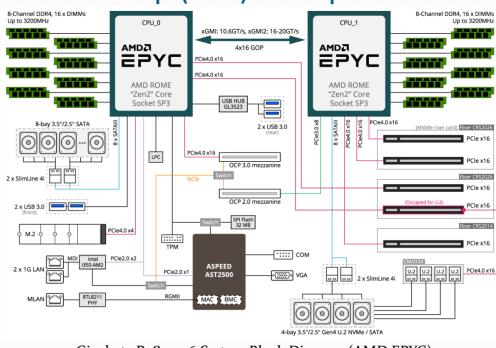
- El **ponte norte** (north bridge), encargado de las transferencias de mayor velocidad (principalmente con el microprocesador, la memoria, la tarjeta gráfica y el puente sur).
 - El **ponte sur** (south bridge), encargado de las transferencias entre el puente norte y el resto de periféricos con menores exigencias de velocidad de la placa.



Esquema básico de un chipset



System on a chip (SoC): desaparece el chipset



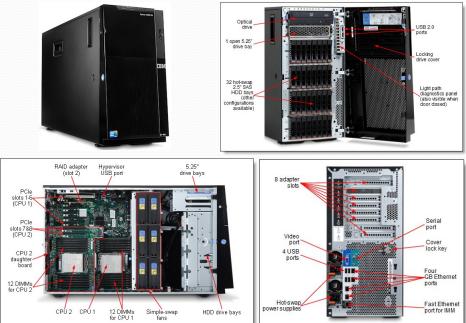
La Carcasa (Chassis)



- La *unidad rack* (U) se usa para describir la altura del equipamiento preparado para ser montado en un *rack* (estante) de 19 pulgadas de ancho (48,26 cm). Una *unidad rack* (1U) equivale a 1,75 pulgadas (4,445 cm) de alto.

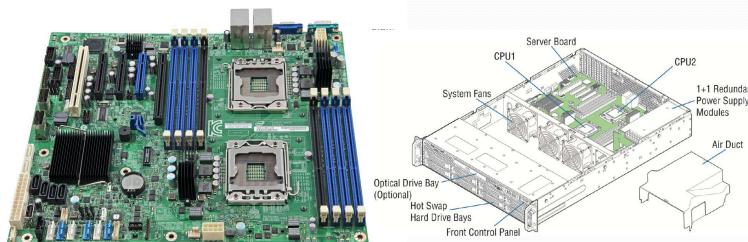
Algunos servidores de torre disponibles comercialmente

- Fabricantes:
 - IBM/Lenovo: <https://lenovopress.com/tipos852-system-x3500-m4> (figura derecha)
 - Fujitsu: https://www.fujitsu.com/global/products/computing/servers/primergy_tower/
 - HP: https://www.hpe.com/es/es/servers_tower-servers.html
 - Dell: <https://www.dell.com/en-us/dt/servers/poweredge-tower-servers.htm>
- Venta en web (entre otros muchos ejemplos):
 - <http://tienda.manchanet.es/ordenes/servidores/servidores-torre/>
 - <http://www.senetic.es/>



55

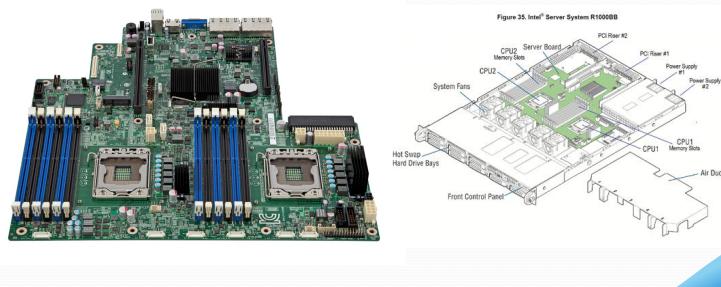
Placas para servidores: Intel® Server Board S2400SC2



<http://www.intel.es/content/www/es/es/motherboards/server-motherboards/server-board-s2400sc2.html>

56

Otros ejemplos de placas para servidores: Intel® Server Board S2400BB



57

Otros ejemplos de placas para servidores: Intel® Server Board S2600JF



• Otros fabricantes de placas para servidores: [Gigabyte](#), [Asus](#), [MSI](#), [Supermicro](#), [Tyan](#), [ASRock](#).

58

Otra alternativa para montar un servidor multi-computador: **blade servers**



Blade Enclosure



Server blade



Blade server (parte frontal)



Blade server (parte trasera)

59

Bibliografía

- [1] *Diapositivas de Ingeniería de Servidores*, Universidad de Granada, 2025.