



NOMBRE Y APELLIDOS :

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,25 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. Las preguntas tipo test restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa.

**1.- (4 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte. **(0,2 puntos por respuesta correcta, -0,2 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta):**

- 1) Decimos que un servidor es fiable si se encuentra en estado operativo.
- 2) Podemos aumentar la escalabilidad de un servidor añadiendo fuentes de alimentación redundantes.
- 3) Los procesadores para servidores suelen tener más canales de memoria que los de PC en la misma generación.
- 4) Las unidades de estado sólido (SSD) son capaces de alcanzar anchos de banda superiores a los que el protocolo SATA-3 puede proporcionar.
- 5) El primer procesador con un conjunto de instrucciones de 64 bits lo diseñó AMD a principios de los 2000.
- 6) La "S" del acrónimo SRAM es por *Synchronous*.
- 7) Un módulo de RAM con chips a los dos lados tiene dos rangos.
- 8) Puedo conectar una tarjeta PCIe 2.0 en un conector PCIe 4.0 de la placa base, pero no al revés.
- 9) PCIe 2.0 x4 tiene un ancho de banda de 2GB/s en cada sentido.
- 10) Puedo conectar un disco SATA usando el controlador SAS de la placa, pero no un disco SAS usando el controlador SATA de la placa.
- 11) Una celda básica SRAM tiene más componentes electrónicos que una DRAM.
- 12) AMD ofrece los procesadores EPYC para el mercado de sobremesa y OPTERON para servidor.
- 13) SO-DIMM es un tipo de memoria pensada para servidores.
- 14) En la jerarquía de memoria de un computador, la memoria LLC tiene menor latencia que la DRAM.
- 15) El conjunto de instrucciones que ejecutan el auto-test de arranque (Power On self-test) se encuentran almacenadas en la ROM/Flash BIOS de la placa.
- 16) Es el propio microprocesador de muchas placas base actuales el que realiza la función de puente norte del chipset.
- 17) Para diagnosticar que una memoria RAM funciona correctamente debemos utilizar un benchmark específico para memorias RAM.
- 18) Si NT >> NT\* el servidor dejará de estar en equilibrio de flujo (para el caso de redes de colas cerradas).
- 19) La sección de garantías de un pliego de prescripciones se refiere esencialmente a la garantía en la realización del pago del contrato.
- 20) En un anuncio de licitación pública se debe aportar tanto los códigos CPV como la dirección de internet en la que estará disponible el pliego de condiciones.

Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)	5)
6)	7)	8)	9)	10)
11)	12)	13)	14)	15)
16)	17)	18)	19)	20)

**2.- (1 punto)** Un servidor de base de datos en equilibrio de flujo recibe una media de 120 consultas por minuto. Sabemos que su disco duro tarda, de media, 30ms en atender cada petición de E/S que le llega (48ms si incluimos la espera en la cola) y que su productividad es 25 peticiones de E/S completadas por segundo. Calcule:

- a) El número medio de peticiones de E/S en la cola de espera del disco duro (0,5 puntos).
- b) ¿Cuánto tiempo, de media, consumen los accesos al disco duro por cada consulta que se realiza al servidor? (0,5 puntos)

**3.- (2 puntos)** Considere un servidor web que es modelado con los siguientes parámetros:

Dispositivo	$S_i$ (ms)	$V_i$
CPU	10	16
Disco A	20	7
Disco B	30	8

Conteste de forma razonada a estas preguntas **indicando claramente las definiciones y/o leyes operacionales que ha necesitado utilizar:**

- a) Calcule la productividad máxima que puede llegar a alcanzar la CPU en el seno de este servidor (0,5 puntos).
- b) Estime la utilización del disco A si el servidor web recibe una media de 5 peticiones por segundo (0,5 puntos).

Partiendo de la hipótesis de que  $Wi = Ni \times Si$ :

- c) Suponiendo que el servidor se encuentre en equilibrio de flujo, encuentre una expresión que permita calcular el tiempo medio de respuesta de la CPU en función de su utilización y su tiempo de servicio (pero no hace falta que calcule el valor numérico) (0,5 puntos).
- d) Si el servidor web recibe una media de 2 peticiones por segundo, calcule el nº medio de clientes conectados al servidor, suponiendo que cada cliente envía un único trabajo al servidor (0,5 puntos).

**4.- (1,25 puntos)** En *Google* están intentando mejorar la técnica de distribución de carga de sus servidores de *YouTube*. Para ello, han realizado 100 medidas de la productividad media de los servidores durante un número determinado, pero fijo, de horas para las 2 configuraciones principales de distribución de carga: *Conf1* y *Conf2*. Como los experimentos se han realizado en presencia de aleatoriedad, han realizado un test-t cuyos resultados son:

#### Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean difference	90% CI for Mean Difference
<i>Conf1</i>	-	<i>Conf2</i>	0.113	99	0.91	0.88 Lower -19.5 Upper 21.3

A partir de esta información, conteste **de forma razonada** a las siguientes cuestiones, indicando explícitamente qué valores concretos de la tabla anterior son los que necesita y cómo los usa:

- a) Si las diferencias fuesen significativas, ¿qué configuración presentaría el mejor rendimiento, utilizando como criterio la media aritmética? (0,5 puntos)
- b) ¿Cuál es la hipótesis de partida de este test-t? ¿Hay diferencias significativas en el rendimiento para un 99% de nivel de confianza? (0,5 puntos)
- c) En general, explique cuál es la diferencia entre  $\bar{d}$  y  $\overline{d_{real}}$  cuando se realiza un test t para evaluar si los rendimientos entre dos alternativas son estadísticamente diferentes. (0,25 puntos)

#### 5.- (1 punto) Cuestiones.

- a) ¿Para qué se usa una "rack unit" (1U) en el mundo de los servidores? (0,25 puntos)
- b) ¿Qué diferencia hay entre los conceptos de precisión y exactitud cuando hablamos de la medida realizada por un sensor? (0,25 puntos)
- c) ¿Cómo obtiene `gprof` información sobre el número de veces que se ha ejecutado cada función de un programa? ¿Es un valor estimado o exacto? (0,25 puntos)
- d) Indique las principales características de `perf` (0,25 puntos).

**6.- (0,75 puntos)** Tras vender un riñón para cambiar nuestra vieja tarjeta gráfica por una flamante Nvidia GTX 3090 Founders Edition, ahora un programa de un solo hilo que usa solamente CPU y GPU tarda 3 veces menos que antes. Pero además, la parte del programa que hace uso de la nueva tarjeta gráfica ahora (=tras la mejora) tarda un tercio del tiempo de ejecución actual (= un tercio del tiempo de ejecución mejorado). ¿Qué fracción del tiempo de ejecución original era la usada por la tarjeta gráfica antigua?



**NOMBRE Y APELLIDOS :**

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,2 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. Las preguntas tipo test incorrectas restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa.

**1.- (4 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte. **(0,2 puntos por respuesta correcta, -0,2 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta):**

- 1) Si un módulo de DRAM tiene chips en ambas caras se denomina módulo con 2 rangos.
- 2) Un módulo de DRAM DDR4 con ECC 2Rx4 tiene 36 chips.
- 3) Las tarjetas que usaban las ranuras ISA tenían que ser pre-configuradas para asignarles la interrupción que correspondía a cada una.
- 4) Podemos mejorar la escalabilidad de un servidor utilizando RAID 1.
- 5) Si una interfaz es Plug and Play podemos cambiar el componente en caliente (sin reiniciar).
- 6) Un SSD con MLC es menos fiable que uno SLC.
- 7) Un disco SAS usa un único conector que unifica tanto los cables de alimentación procedentes de la fuente de alimentación como los de datos, procedentes de la placa base.
- 8) Los chips de la serie AMD Opteron X son SoC.
- 9) AGP tiene más ancho de banda que PCI.
- 10) Con la Ley de Amdahl podemos estimar la ganancia en velocidad de la ejecución un único trabajo (un hilo) en un computador después de mejorar k veces un componente.
- 11) Las prestaciones de un servidor no se ven afectadas por la configuración de la memoria virtual.
- 12) La ganancia en velocidad siempre es un número comprendido entre 0 y 2, ambos inclusive.
- 13) Es poco frecuente que las placas de servidores tengan conectores VGA en el panel trasero.
- 14) El protocolo USB 2.0 es half-duplex.
- 15) El puente sur del chipset es el encargado de las transferencias entre el puente norte y el resto de periféricos con menores exigencias de velocidad de la placa.
- 16) En un test t, el valor-p equivale esencialmente a la probabilidad de que la hipótesis nula sea falsa.
- 17) La hipótesis de partida de un test ANOVA es que el factor que se está estudiando influye en el rendimiento.
- 18) Con "sar -u", sin más argumentos, iremos obteniendo la información de la utilización global del procesador desde el momento actual en adelante.
- 19) Un microbenchmark también suele denominarse benchmark de sistema completo.
- 20) Si la suma de las utilizaciones de los dispositivos de un servidor es mayor que 1, el servidor está saturado.

Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)	5)
6)	7)	8)	9)	10)
11)	12)	13)	14)	15)
16)	17)	18)	19)	20)

**2.- (0,75 puntos)** Nuestro computador, que usa la GPU Nvidia RTX 3090, tarda 50 segundos en ejecutar un programa monohilo que usa solamente CPU y GPU. Tras vender nuestro otro riñón para cambiar la GPU por la nueva RTX 3090 Ti que acaban de anunciar, ahora el programa tarda la mitad del tiempo. Sabiendo que ahora la nueva GPU se usa la mitad del tiempo tras la mejora:

- ¿Cuántas veces es mejor esta GPU respecto a la original? (0,5 puntos)
- ¿Cuál es la ganancia máxima que podríamos conseguir optimizando solo la GPU? (0,25 puntos)

**3.- (0,75 puntos)** En un servidor con S.O. Linux se tiene instalado el monitor de actividad `sar`. Se sabe que cada activación del monitor implica la ejecución de un total de 1500 instrucciones máquina y almacena un total de 2048 bytes de información en el fichero `/var/log/sa/saDD` del día DD correspondiente. Si el procesador del equipo tiene una velocidad media de ejecución de 75 MIPS:

- ¿Qué valor debe tener el periodo de muestreo (en milisegundos) si se quiere una sobrecarga (overhead) del 1%? (0,5 puntos)
- Suponiendo ahora que el monitor se activa una vez cada 15 minutos, ¿cuál será el tamaño (en KiB) máximo de cada fichero del directorio `/var/log/sa`? (0,25 puntos)

**4.- (2 puntos)** Durante las últimas 24 horas, se ha monitorizado un servidor de base de datos con el fin de obtener un modelo del mismo basado en redes de colas. Como resultado de dicha monitorización, se han obtenido las siguientes medidas (solo hay dos dispositivos en nuestro modelo: CPU y disco duro):

- Se han contabilizado un total de 54000 consultas entrantes al servidor.
- La utilización media del disco duro es del 60% y la de la CPU es del 70%.
- Cada consulta al servidor requiere una media de 5 accesos al disco duro.

Nota: indique claramente las definiciones y/o leyes operacionales que ha necesitado utilizar y, en su caso, si se cumplen las condiciones para que pueda usar las leyes operacionales que use.

- ¿Está el servidor en equilibrio de flujo? Razone la respuesta. (0,4 puntos)
- Calcule la productividad media del disco duro. (0,4 puntos)
- Calcule cuánto tiempo, de media, le dedica el disco duro a cada petición de lectura/escritura que le llega. Exprese el resultado en ms. (0,4 puntos)
- Calcule la productividad media máxima del servidor. (0,4 puntos)
- En las mejoras condiciones de carga, calcule cuánto tiempo, de media, tardaría el servidor en responder a una consulta. (0,4 puntos)

**5.- (1 punto)** Demuestre que, para alta carga, el tiempo medio de respuesta de un servidor modelado mediante una red de colas cerrada interactiva tiende asintóticamente a la recta  $Db*NT-Z$ . Indique también el nombre (si lo tiene) y el significado de NT, Z y Db. Nota: indique claramente las definiciones y/o leyes operacionales que ha necesitado utilizar y, en su caso, si se cumplen las condiciones para que pueda usar las leyes operacionales que use.

**6.- (0,75 puntos)** Responda brevemente a las siguientes cuestiones sobre el benchmark CPU 2017 que ha desarrollado el consorcio SPEC:

- ¿Qué componentes del sistema informático evalúa? (0,25 puntos)
- Indique cómo se calcula el índice CPU2017IntegerSpeed\_peak (tanto de palabra como poniendo la fórmula). El método de cálculo empleado, ¿satisface todas las exigencias de un buen índice de prestaciones? Razone la respuesta. (0,5 puntos)

**7.- (0,75 puntos)** Cuestiones (0,25 puntos cada una).

- ¿A qué nos referimos por "LANE" cuando hablamos de la interfaz PCIe?
- ¿Para qué sirve el `system panel` en una placa base?
- Indique las principales secciones de un pliego de prescripciones técnicas para licitar un contrato relacionado con una instalación de servidores junto con una frase explicativa del tipo de información que debe contener cada una de dichas secciones.

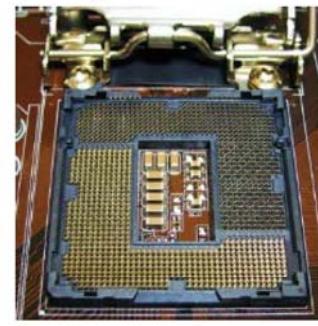


**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,25 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. Las preguntas tipo test incorrectas restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa.

**1.- (4 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte, dejando claro, además, por qué considera la pregunta ambigua. **(0,2 puntos por respuesta correcta, -0,2 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta):**

- 1) Una ganancia (*speedup*) negativa quiere decir que la mejora aplicada ha empeorado el tiempo original.
- 2) EPYC es una familia de procesadores de AMD para servidores.
- 3) *eDonkey* es un ejemplo de Arquitectura Cliente/Servidor de varios niveles.
- 4) El zócalo para CPU de la figura es de tipo LGA.
- 5) Es mejor comprar un servidor con una relación prestaciones/coste con un valor inferior a la de otro servidor.
- 6) AHCI es una interfaz diseñada para facilitar la conexión de SSD a través de PCIe.
- 7) Un microprocesador puede acceder simultáneamente a dos módulos de memoria DRAM solo si están en canales diferentes.
- 8) En una placa base de un PC es habitual encontrar tanto conectores SATA como SAS.
- 9) La transmisión de información entre un módulo de memoria de tipo DDR4 y la CPU es half-duplex.
- 10) El módulo regulador de voltaje, entre otras cosas, convierte la corriente alterna en corriente continua.
- 11) SATA-3 usa codificación 128b/130b.
- 12) La precisión de un sensor se refiere esencialmente a cómo se aproximan las medidas que toma al valor verdadero.
- 13) Todos los protocolos de comunicación serie son full-duplex.
- 14) Es frecuente que las placas de servidores tengan un conector VGA en el panel trasero.
- 15) La utilidad principal de las unidades de cinta en servidores es para almacenamiento de respaldo (*backup*) y archivado.
- 16) PCIe permite la conexión serie punto a punto, una comunicación de tipo full-duplex y la conexión de dispositivos en caliente.
- 17) En un pliego de prescripciones técnicas no se debe hacer referencia a una fabricación o una procedencia determinada con la finalidad de favorecer o descartar ciertas empresas o ciertos productos. Si no es posible, se acompañará la mención «*o equivalente*».
- 18) En un test ANOVA, si *Fexp* es mayor que el grado de significatividad concluiremos que no podemos decir que el factor a considerar influya en la variable respuesta.
- 19) *gprof* basa su información en lo que obtiene leyendo de */proc*.
- 20) El contratante es el licitador que resulta adjudicatario de la licitación y quien finalmente se encargará de llevar a cabo los trabajos contratados.



Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)	5)
6)	7)	8)	9)	10)
11)	12)	13)	14)	15)
16)	17)	18)	19)	20)

**2.- (1 punto)** Cuestiones (0,25 puntos cada pregunta).

- a) ¿Para qué sirve la pasta/cola térmica cuando estamos montando un servidor?
- b) ¿Qué son los módulos de memoria del tipo LR-DIMM y qué ventaja aportan?
- c) ¿De qué palabras proceden las siglas SSD?
- d) ¿Qué significa "OLTP" cuando hablamos de benchmarks como TPC-C? ¿Qué hacen ese tipo de benchmarks?

**3.- (0,5 puntos)** Un computador tarda 300 segundos en ejecutar un programa. El 66% del tiempo se utiliza en operaciones en el procesador, mientras que el resto se dedica a acceder a dispositivos de Entrada/Salida. ¿Cuántas

veces tendrá que mejorar el procesador si queremos que el programa se ejecute 6 veces más rápido? ¿Cuál es la ganancia máxima que podría obtenerse mejorando solo el procesador?

**4.- (0,5 puntos)** Se sabe que el monitor *sar* de un determinado servidor consume, cada vez que se activa, 150ms de tiempo de CPU y 210KiB de DRAM. Sabiendo que nuestro equipo solo tiene una CPU y 2GiB de DRAM, calcule cada cuánto tiempo, en segundos, debe activarse el monitor para que la sobrecarga de la CPU sea 0,8% (**0,25 puntos**). Calcule igualmente la sobrecarga (en tanto por ciento) de DRAM del monitor cada vez que éste se activa (**0,25 puntos**).

**5.- (0,75 puntos)** En *Samsung* están intentando evaluar la mejora en la latencia de los módulos de memoria DRAM que introduce la nueva tecnología DDR5. Para ello, han realizado 100 experimentos para calcular las latencias medias en múltiples diferentes contextos. Finalmente, para comprobar que las diferencias en las latencias entre un módulo DDR4 y otro DDR5 no se deben a efectos aleatorios, han realizado un test t, cuyos resultados son los que aparecen en la siguiente tabla (las latencias han sido medidas en *ns*):

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean difference	
DDR4	-	DDR5	0.13	99	0.91	0.88

A partir de esta información, conteste **de forma razonada** a las siguientes cuestiones, indicando explícitamente qué valores concretos de la tabla anterior son los que necesita y cómo los usa:

- Si las diferencias fuesen significativas, ¿qué tecnología presentaría el mejor rendimiento, utilizando como criterio la media aritmética? (**0,25 puntos**)
- ¿Cuál es la hipótesis de partida de este test-t? ¿Hay diferencias significativas en el rendimiento para un 99% de nivel de confianza? (**0,5 puntos**)

**6.- (2,5 puntos)** El informático responsable de una empresa dedicada a juegos de azar ha modelado el servidor web que atiende a los clientes utilizando técnicas de análisis operacional. Este modelo está formado por una CPU y dos discos. Los valores medios de los parámetros relevantes del mismo se muestran a continuación:

Dispositivo	Tiempo de servicio (ms)	Razón de visita
CPU (1)	10	15
Disco A (2)	35	6
Disco B (3)	40	3

Conteste de forma razonada a estas preguntas **indicando claramente las definiciones y/o leyes operacionales que ha necesitado utilizar**:

- Calcule el tiempo de respuesta medio mínimo de este servidor (**0,25 puntos**).
- Estime la utilización del Disco B si el servidor web recibe una media de 6 peticiones por segundo (**0,5 puntos**).
- Calcule la productividad máxima que puede llegar a alcanzar el Disco A en el seno de este servidor (**0,5 puntos**).

Partiendo de la hipótesis de que los trabajos llegan de forma independiente ( $Wi=Ni \times Si$ ), conteste a las siguientes preguntas:

- Suponiendo que el servidor se encuentra en equilibrio de flujo, encuentre una expresión que permita calcular el tiempo medio de respuesta de la CPU en función de su productividad (la de la CPU) y de su tiempo de servicio. NOTA: no hace falta que calcule el valor numérico (**0,5 puntos**).
- Suponiendo que la tasa media de llegada de peticiones al servidor sea de 4 peticiones por segundo, calcule el número medio de procesos en la cola de la CPU. (**0,5 puntos**).
- ¿Cuáles serían los nuevos valores del tiempo de servicio y de la razón de visita del Disco B si reemplazamos la CPU de este servidor por otra el doble de rápida? (**0,25 puntos**).

**7.- (0,75 puntos)** Queremos diseñar un servidor de ayuda a la docencia al que se conectarán unos 30 estudiantes durante las 2 horas que duran las sesiones de prácticas de la asignatura. Este servidor consta de una CPU, un disco duro y una tarjeta de red. Tras la prueba de funcionamiento de 2 horas con 30 estudiantes, se han medido los siguientes valores:

Dispositivo	Tiempo de servicio (s)	Razón de visita
CPU (1)	0,01	80
DISCO (2)	0,5	20
RED (3)	0,24	5

¿Cuánto tiempo debería transcurrir, de media, entre que un estudiante recibe la respuesta de este servidor hasta que vuelve a realizar una nueva petición, para que 30 sea precisamente el número ideal de clientes de este servidor?



**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,2 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. Las preguntas tipo test incorrectas restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa.

**1.- (5 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte, dejando claro, además, por qué considera la pregunta ambigua. **(0,2 puntos por respuesta correcta, -0,2 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta):**

- 1) Los procesadores Intel Core i7 están especialmente diseñados para placas con dos o más zócalos de CPU.
- 2) Una memoria DRAM necesita refresco porque es volátil.
- 3) Si  $\sum_{i=1}^K U_i > 1$  el servidor está saturado.
- 4) El conector de la figura de la derecha proviene de una fuente de alimentación.
- 5) El índice SPEC premia mejoras sustanciales con respecto a algún programa del benchmark y no castiga al mismo nivel los empeoramientos.
- 6) Puedo conectar un disco SATA en una placa base que tenga conectores SAS.
- 7) La razón media de visita de un dispositivo no tiene por qué ser necesariamente un número entero no negativo.  
Nota: números enteros no negativos son: 0, 1, 2, 3, ...
- 8) El pliego de prescripciones técnicas debe contener, con carácter general, la información sobre el plazo de ejecución o duración del contrato.
- 9) La expresión  $Wi=Ni*Si$  es una ley operacional.
- 10) En la monitorización de un servidor durante un tiempo T, C0 no puede ser mayor que A0.
- 11)  $Ri=Wi+Qi$ , para todo  $i=1..K$
- 12) La versión serie del interfaz SCSI se llama SAS, cuyas siglas provienen de "Serial Attached SCSI".
- 13) Una red de colas abierta se puede considerar un caso particular de red de colas cerrada si hacemos que  $Z = 0s$ .
- 14) El pliego de condiciones se divide en "pliego de cláusulas administrativas particulares" y "pliego de prescripciones técnicas".
- 15) AMD ofrece los procesadores EPYC para el mercado de sobremesa y los OPTERON para el de servidores.
- 16) La cola/pasta térmica es un aislante que evita que el calor salga de la CPU.
- 17) Las SSD tienen menor latencia que los discos duros debido a que, entre otras cosas, no tienen que esperar a que el cabezal se posicione sobre la pista a leer/escribir.
- 18) Las LR-DIMM se utilizan para caché de altas prestaciones en servidores.
- 19) Es el propio microprocesador en muchos computadores actuales el que realiza la función de puente norte del chipset.
- 20) El fenómeno llamado "timing skew" motivó la aparición de protocolos de comunicación paralelos como P-ATA (también llamado IDE) o PCI.
- 21) Existen servidores con fuentes de alimentación reemplazables en caliente (hot swappable).
- 22) Las primeras instrucciones que ejecuta un procesador en el arranque proceden de las primeras direcciones de la DRAM.
- 23) Las pistas en una placa base están hechas de una resina no conductora y no inflamable.
- 24) Una de las líneas del protocolo PCIe se usa en exclusiva para transmitir la señal de reloj.
- 25) Los conectores de la placa base de la figura de la derecha podrían ser de tipo SATA.



Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)	5)
6)	7)	8)	9)	10)
11)	12)	13)	14)	15)
16)	17)	18)	19)	20)
21)	22)	23)	24)	25)

**2.- (1,2 puntos)** Cuestiones (0,4 puntos cada pregunta).

- ¿Qué tipo de información obtenemos cuando ejecutamos "sar -d", sin más argumentos? ¿Cuál es la diferencia con respecto a "sar -b"? ¿Y con respecto a "sar -d 10"?
- ¿Qué tipo de información podemos obtener con "perf report"? ¿Y con "perf annotate"?
- Indique qué se entiende por escalabilidad y de qué manera podríamos mejorar la escalabilidad de un monitor de actividad de servidores distribuidos.

**3.- (0,8 puntos)** Un programa monohebra consume el 30% del tiempo en operaciones de disco duro y el resto en operaciones de coma flotante. Tras mejorar 2 veces el procesador que realiza las operaciones de coma flotante, ahora tarda 65 segundos en ejecutarse.

- ¿Cuánto tardaba en ejecutarse el programa antes de la mejora? Calcule, de paso, la ganancia en velocidad obtenida (con 2 cifras decimales) y exprese la mejora como tanto por ciento de mejora. **(0,4 puntos)**.
- ¿Es mejor aplicar esta mejora o triplicar la velocidad del disco duro? Razone la respuesta calculando tanto el nuevo tiempo mejorado como la ganancia en velocidad obtenida (2 decimales). **(0,4 puntos)**.

**4.- (1 punto)** La empresa Bi4Group está estudiando dos propuestas, que llamaremos A y B, con el objetivo de actualizar las unidades de estado sólido (SSD) de los computadores de su instalación informática. El ingeniero informático jefe de la empresa ha mandado ejecutar cinco de los programas que utilizan habitualmente en un computador con una unidad de cada propuesta y ha obtenido los tiempos de ejecución que se muestran a continuación:

Programa	tA (s)	tB (s)
1	156	150
2	6	7,5
3	128	125
4	46	43
5	95	89

df	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001	2-Tail Alpha
1	3.0777	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567	636.6192	
2	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	31.5991	
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	12.9240	
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	8.6103	
5	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	6.8688	
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	5.9588	

Determine de forma razonada si existen diferencias significativas, para un nivel de confianza del 90%, en el rendimiento de las dos unidades propuestas. **AYUDA:** La desviación típica muestral de tA-tB es 3,1s. **Nota:** Debe mostrar TODOS los cálculos que haga. Por poner solamente el resultado final, aunque sea correcto, no se obtendrá ninguna puntuación. No hace falta indicar qué propuesta es la mejor si las diferencias fueran significativas.

**5.- (2 puntos)** Un servidor web recibe, por término medio, 4 peticiones de páginas web por segundo. Los valores medios de los tiempos de servicio y de las utilizaciones de los dispositivos que más influyen en el rendimiento de este servidor web se indican en la siguiente tabla:

Dispositivo	Tiempo de servicio (s)	Utilización (%)
CPU	0,01	32
Disco A	0,04	64
Disco B	0,03	36

A partir de la información anterior responda a las siguientes cuestiones (**la respuesta se considerará incorrecta si no se justifica adecuadamente**):

- ¿Cuál es el cuello de botella de este servidor? ¿Está el servidor saturado? **(0,4 puntos)**.
- ¿Cuántos accesos se hacen, de media, al Disco A por cada página web servida? **(0,4 puntos)**.
- ¿Qué valor tendría que tener la tasa de llegada para que el cuello de botella fuese otro dispositivo diferente del actual? **(0,2 puntos)**.
- ¿Qué tiempo de servicio debería tener el dispositivo cuello de botella actual para multiplicar por dos la productividad máxima del servidor? Demuestre numéricamente la respuesta. **(0,4 puntos)**.
- Calcule el cambio en R0min y en X0max del servidor si eliminásemos el Disco A e hicierámos, por tanto, que todos los accesos a disco se tuvieran que hacer al Disco B (basta con que indique los valores de R0min y X0max, antes y después del cambio). **(0,6 puntos)**.



**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,2 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. Las preguntas tipo test incorrectas restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa. No es obligatorio contestar las preguntas en el mismo orden que en el examen.

**1.- (1,0 punto)** Nos han regalado un servidor que ejecuta programas monohebra que solo requieren procesador y disco duro. El disco duro se usa un 25% del tiempo, mientras que el procesador se usa el restante. Ateniéndonos a la relación “prestaciones del servidor/coste de la mejora”, demuestre cuál de las siguientes mejoras resultaría más conveniente:

- Reemplazar el disco duro por otro 3 veces más rápido que cuesta 100€.
- Reemplazar el procesador por otro el doble de rápido que cuesta 500€.

**2.- (2,0 puntos)** Cuestiones (0,5 puntos cada pregunta).

- ¿A qué nos referimos por Native Command Queueing (NCQ) cuando hablamos de SATA? ¿Qué tipo de unidades de almacenamiento cree que se verían favorecidas por usar NCQ?
- Explique cómo es capaz gprof de medir el tiempo de CPU de cada función de un programa escrito en C o en C++.
- ¿Qué es TPC-H y cómo nos puede servir para el diseño de un servidor?
- ¿Qué se entiende por cuello de botella de un servidor? Demuestre que el cuello de botella de un servidor es el dispositivo con mayor demanda de servicio. Indique claramente qué leyes (su nombre y su expresión) o qué definiciones ha utilizado en cada paso que realice.

**3.- (3,0 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte, dejando claro, además, por qué considera la pregunta ambigua. **(0,25 puntos por respuesta correcta, -0,25 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta)**:

- Un servidor que siempre me da respuesta, pero que a veces me da respuestas incorrectas, tiene una disponibilidad del 100%.
- Con "sar -P 1" puedo conocer el estado del proceso con id=1.
- Cuando nos referimos al método USE para la monitorización del rendimiento de un servidor, la "S" de USE viene de "Saturation".
- Un zócalo PGA tiene agujeritos para que entren las patillas del procesador.
- Una celda SRAM tiene más componentes electrónicos (condensadores, transistores...) que una DRAM.
- Un microprocesador puede acceder a la vez a dos módulos de memoria del banco de un mismo canal.
- PCIe 5.0 usa codificación 8b/10b.
- No solo se puede conectar una tarjeta PCIe 2.0 en una ranura PCIe 5.0 de la placa base, sino que también se puede conectar una tarjeta PCIe 5.0 en una ranura PCIe 2.0 de la placa base.
- A través del System Panel (o Front Panel) se puede conectar un dispositivo USB del chasis a la placa base.
- Las placas de servidores suelen tener un conector VGA en el panel trasero.
- $N_0 = \sum_{i=1}^K V_i \times N_i$
- Los pliegos de prescripciones técnicas en ningún caso contendrán declaraciones o cláusulas que deban figurar en el pliego de cláusulas administrativas particulares.

Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)
5)	6)	7)	8)
9)	10)	11)	12)

**4.- (1,0 punto)** La tabla siguiente muestra los tiempos de ejecución de tres programas de un benchmark en tres máquinas diferentes: REF, A y B.

Programa	$t_{REF}(s)$	$t_A(s)$	$t_B(s)$
1	20	12	15
2	20	10	15
3	40	25	16

Indique, entre la máquina A y la máquina B, cuál presenta mejor rendimiento, según los siguientes criterios:

- Media aritmética (0,1 puntos).
- Media aritmética ponderada, donde los pesos se escogen de forma inversamente proporcional al tiempo de ejecución de la máquina de referencia REF. Muestre claramente todos los pasos que ha seguido, primero para calcular los pesos y finalmente para calcular el valor final. (0,5 puntos)
- SPEC, usando nuevamente REF como máquina de referencia. Debe calcular el índice SPEC de cada máquina y luego razonar cuál de ellas es la que tiene mejor rendimiento según ese índice (0,4 puntos)

**5.- (0,5 puntos)** En Cívica Software están intentando mejorar el servidor web que alberga las páginas de la empresa. Para ello, han ejecutado un conocido benchmark de servidores web para 5 configuraciones distintas del S.O. actualmente en uso. Como la fuente de variabilidad es alta debido a que las pruebas han tenido que realizarlas en el equipo ya actualmente en uso, los experimentos se han realizado 50 veces. La tabla resultante de hacer un análisis ANOVA se presenta a continuación:

	Sum of squares	df	Mean square	F	p
config_SO	0,317	4	0,079	0,026	0,98
Residuals	733,845	245	2,995		

Para un 99% de nivel de confianza, ¿qué conclusiones podemos obtener a partir de la información anterior? Razona la respuesta. Nota: En la respuesta indique claramente cuál es la hipótesis de partida del test ANOVA y qué valores concretos de la tabla ha utilizado en su razonamiento.

**6.- (2,5 puntos)** Un ingeniero informático pretende optimizar el rendimiento del servidor de base de datos que está administrando. Para ello, ha monitorizado el servidor durante las 2 horas de mayor carga del día, obteniendo los siguientes resultados:

- El servidor ha recibido un total de 1500 consultas.
- La utilización media del procesador ha sido del 45% y la del disco duro un 80%.
- Ningún otro dispositivo tiene una utilización media mayor que la del disco duro.
- Cada consulta completada por el servidor ha necesitado una media de 50 peticiones de lectura-escritura al disco duro.
- El tiempo de servicio medio del procesador es de 0,1s.

**Nota: El estudiante debe indicar el razonamiento seguido, las definiciones o leyes que haya utilizado y si éstas se pueden aplicar o no a este problema concreto. No se considerará válido un resultado correcto sin justificar.**

- ¿Está el servidor en equilibrio de flujo? (0,4 puntos)

Calcule:

- La razón de visita media del procesador. (0,4 puntos)
- ¿Cuánto tiempo de disco duro requiere, de media, cada consulta que se realiza al servidor? (0,4 puntos)
- El tanto por ciento de mejora en la productividad media máxima del servidor si reemplazamos el procesador por otro 2 veces más rápido. (0,4 puntos)

Partiendo de la hipótesis de que  $W_i = N_i \times S_i$ , donde  $i$  recorre todos los dispositivos de este servidor:

- Encuentre una expresión lo más compacta posible que relacione el tiempo de respuesta del disco duro con su utilización y su tiempo de servicio. (0,4 puntos)
- Calcule el número medio de peticiones de lectura-escritura en la cola de espera del disco duro. (0,5 puntos)



**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**MUY IMPORTANTE:** No olvide poner siempre las **unidades a sus resultados finales** (se restará 0,2 puntos por cada resultado cuyas unidades no sean correctas). Debe poner su nombre y apellidos en **cada hoja** del examen. No se considerará válido un resultado correcto sin justificar. Las preguntas tipo test incorrectas restan por lo que la calificación obtenida en el examen podría incluso ser negativa.

**1.- (1,0 punto)** Tras cambiar un disco duro IDE por uno SAS, un programa monohebra que solo accede a disco y CPU ahora es un 200% más rápido que antes. Sabemos que, **tras dicho cambio**, el 50% del tiempo de ejecución del programa transcurre accediendo al nuevo disco SAS. Realice un dibujo esquemático donde se definan claramente todas las variables importantes en este problema. A partir de dicho dibujo esquemático, calcule **razonadamente** cuántas veces es más rápido el nuevo disco SAS que el antiguo disco IDE.

**2.- (1,5 puntos)** Cuestiones (0,5 puntos cada pregunta).

- Explique cómo es capaz gprof de medir el tiempo de CPU de cada función de un programa escrito en C o en C++.
- ¿Qué es TPC-H y cómo nos puede servir para el diseño (desde cero) de un servidor?
- ¿Qué se entiende por cuello de botella de un servidor? Demuestre que el cuello de botella de un servidor es el dispositivo con mayor demanda de servicio. Indique claramente qué leyes (su nombre y su expresión) o qué definiciones ha utilizado en cada paso que realice.

**3.- (3,0 puntos)** Responda a las siguientes afirmaciones indicando V (verdadero) o F (falso) **en la tabla del final**. Si encuentra alguna pregunta ambigua, responda con un asterisco "\*" en dicha tabla y conteste la pregunta en un folio aparte, dejando claro, además, por qué considera la pregunta ambigua. (**0,25 puntos por respuesta correcta, - 0,25 puntos por respuesta incorrecta, 0 puntos si no se contesta**):

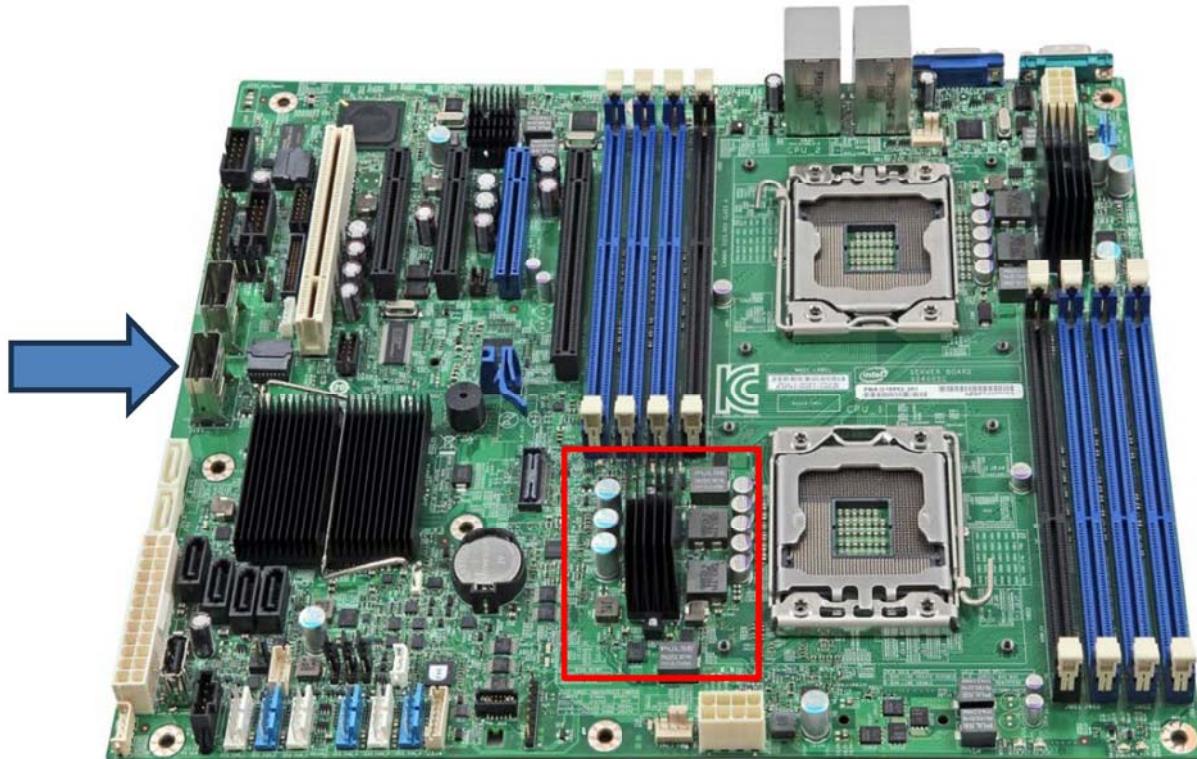
- A la hora de escoger un servidor ateniéndonos únicamente al valor de la relación prestaciones/coste, es mejor escoger la versión con un valor numérico mayor.
- Los procesadores Intel Core están especialmente diseñados para placas con dos o más zócalos de CPU.
- La primera arquitectura comercial de procesadores de 64 bits surgió en 2003 de la mano de AMD.
- Una memoria DRAM necesita refresco porque es volátil.
- Decimos que un módulo de DRAM tiene dos rangos si tiene chips por las dos caras.
- NCQ (Native Command Queuing) es una extensión de SATA concebida especialmente para optimizar el acceso a unidades de estado sólido.
- Una de las líneas del protocolo PCIe se usa en exclusiva para transmitir la señal de reloj.
- El puente sur del chipset se encarga de las líneas de PCIe x16.
- Un determinado monitor software por muestreo se activa cada 5s. Cada activación del monitor (para medir lo que tenga que medir) requiere un total de 6 ms de uso de la única CPU de nuestro servidor. Entonces, la sobrecarga de CPU del monitor será 0,0012%.
- La precisión de un sensor está relacionada con la dispersión de las medidas que realiza.
- El índice SPEC **no** tiene unidades.
- El pliego de prescripciones técnicas debe contener, con carácter general, la información sobre el plazo de ejecución o duración del contrato.

Respuestas cuestiones Verdadero/Falso:

1)	2)	3)	4)
5)	6)	7)	8)
9)	10)	11)	12)

**4.- (1,3 puntos)** Con respecto a la figura de la placa base de abajo:

- ¿Cuántos microprocesadores admite? (0,1 puntos)
- ¿Cuántos módulos de memoria DRAM admite? (0,2 puntos)
- ¿Cuántos zócalos PCIe tiene y de qué tamaño son? (0,2 puntos)
- Marque con un círculo al menos un conector por donde la placa recibe la energía desde la fuente de alimentación. (0,2 puntos)
- Indique cómo se llama el conector indicado por la flecha, para qué sirve y qué ventajas aporta a la placa base. (0,3 puntos)
- ¿Qué nombre recibe y qué función específica tiene el conjunto de condensadores, bobinas y transistores marcados con un cuadrado rojo en la figura? (0,3 puntos)



**5.- (1,2 puntos)** Considere un servidor web que recibe una media de 0,15 peticiones por segundo y es modelado con los siguientes parámetros:

Dispositivo	S (s)	V
CPU (1)	0,2	15
DiscoA (2)	0,7	6
DiscoB (3)	0,2	8

Conteste, **de forma razonada**, a las siguientes preguntas:

**Nota: En el caso de usar leyes operacionales, debe indicar explícitamente su nombre y razonar por qué se pueden aplicar a este problema concreto.**

- Calcule la productividad media del cuello de botella. (0,4 puntos)
- Suponiendo que podemos aplicar que, para todo  $i = 1,2,3$ :  $R_i = S_i / (1 - U_i)$ , calcule el tiempo medio de espera en la cola del cuello de botella. (0,4 puntos)
- Indique cómo quedaría la tabla anterior si se reestructura el contenido de los dos discos hasta conseguir igualar sus demandas de servicio (=equilibrar sus cargas). (0,4 puntos)

**SIGUE POR LA SIGUIENTE HOJA**

---

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

---

**6.- (1,5 puntos)** Consideremos un sistema informático interactivo (=servidor + clientes) con un procesador, dos unidades de almacenamiento y una tarjeta de red. Los tiempos de servicio y razones de visita de estos dispositivos se muestran en la siguiente tabla:

Dispositivo	V	S (s)
CPU (1)	7	0,1
SDD (2)	3	0,025
HDD (3)	1	0,050
RED (4)	2	0,035

Se sabe, además, que:

- El número total de clientes en todo el sistema informático (servidor + clientes en reflexión) es de 10.
- Cada cliente tarda, de media, 6s en volver a hacer una petición al servidor tras recibir la respuesta de éste a la petición anterior.
- El servidor tarda, de media, 2s en responder a cada petición que le hace un cliente.

Conteste, **de forma razonada**, a las siguientes preguntas:

**Nota: En el caso de usar leyes operacionales, debe indicar explícitamente su nombre y razonar por qué se pueden aplicar a este problema concreto.**

- a) Demuestre la ley del tiempo de respuesta interactivo. (0,5 puntos)
- b) ¿Cuál es el número medio de clientes que están en reflexión en todo el sistema informático? (0,5 puntos)
- c) Calcule cuál sería el número total de clientes ideal para este sistema informático. (0,5 puntos)

**7.- (0,5 puntos)** Determine, al 95% de nivel de confianza, un intervalo en el que se debe encontrar el tiempo medio de ejecución de un determinado programa escrito en Python, que es el principal programa que ejecuta nuestro servidor cada vez que recibe una petición. En la siguiente tabla se muestran los tiempos de ejecución obtenidos en 5 experimentos independientes. AYUDA1: La desviación típica muestral es 0,63s.

AYUDA2:  $t_{exp} = \frac{\bar{d} - \bar{d}_{real}}{s/\sqrt{n}}$

Experimento	Tiempo ejecución (s)
1	15,5
2	16,2
3	16,1
4	15,3
5	16,9

df	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001	2-Tail Alpha
1	3.0777	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567	636.6192	
2	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	31.5991	
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	12.9240	
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	8.6103	
5	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	6.8688	
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	5.9588	
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	5.4079	