SESIÓN DE LABORATORIO 10

El benchmark SPEC CPU2017

# Objetivos

* Entender qué aspectos específicos del sistema informático evalúa el benchmarkCPU2017 desarrollado por la corporación SPEC.
* Conocer el tipo y la naturaleza de los programas que integran el benchmarkSPEC CPU2017 y los criterios que se han aplicado para seleccionarlos.
* Comprender la forma en que se calculan los índices de rendimiento publicados en la web del benchmarkSPEC CPU2017 y las implicaciones que ello conlleva.
* Analizar con detalle los resultados de una evaluación de rendimiento de un servidor llevada a cabo con el benchmarkSPEC CPU2017.

# Desarrollo

El primer objetivo de esta sesión de laboratorio es entender qué es, para qué sirve y qué criterios se han seguido para diseñar el benchmark SPEC CPU2017. En particular, interesa conocer qué tipo de programas lo componen y cómo se organizan dentro de la aplicación.

Adicionalmente, se utilizarán los resultados obtenidos con este programa de prueba,

los cuales son públicos y están disponibles en la web de la corporación SPEC, en un

servidor real de la serie HP ProLiant de Hewlett Packard para comprender la manera en que se calculan los índices de rendimiento y poder interpretarlos adecuadamente en estudios de comparación de prestaciones.

## El benchmark SPEC CPU2017

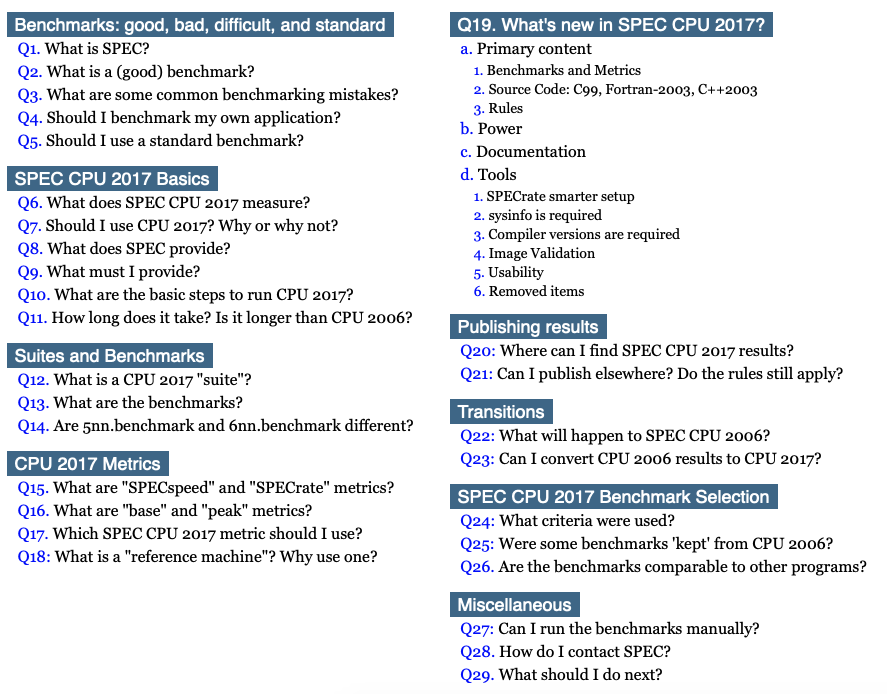
Para responder correctamente a las siguientes cuestiones es necesario leer detenidamente la información sobre SPEC CPU2017 publicada en la siguiente dirección URL de SPEC:

* <https://www.spec.org/benchmarks.html#cpu>

En particular, resulta de especial interés el contenido de la página:

* <https://www.spec.org/cpu2017/Docs/overview.html>

La imagen siguiente da una idea de esta página.



La página anterior resulta muy instructiva para las personas que se acercan por primera vez a este benchmark porque está estructurado en una serie de preguntas y respuestas bastante concretas sobre el diseño y uso de este programa de prueba.

### Componentes evaluados del computador

El benchmark SPEC CPU2017 evalúa el rendimiento de tres componentes o partes concretas del sistema informático. ¿De qué tres elementos se trata?

|  |  |
| --- | --- |
| Componente 1 | Procesador |
| Componente 2 | Arquitectura de Memoria |
| Componente 3 | Compilador |

### Resultados del benchmark

El benchmark SPEC CPU2017 expresa el rendimiento del computador mediante dos tipos de medidas (metrics), según se refieran a la velocidad de ejecución (tipo SPECspeed) o a la productividad (tipo SPECrate). ¿Qué mide exactamente cada una de estas dos métricas? ¿Se permite usar OpenMP?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Métrica | ¿Que mide? | ¿Usa OpenMP? |
| SPECspeed | Una copia de cada benchmark donde el usuario elige la cantidad de hilos Open MP.  Cuántas unidades de tiempo se necesitan para completar un trabajo | SI |
| SPECrate | Se ejecutan varias copias de cada una de las benchmark de forma concurrente.  Cuantos trabajos se pueden completar en una unidad de tiempo. | NO |

### Suites e índices de rendimiento

Este benchmark evalúa, a grandes rasgos, el rendimiento de tipo aritmético de un computador y lo hace ayudándose de cuatro conjuntos diferentes de programas. Estos conjuntos se denominan suites en inglés. Indique los 4 índices de rendimiento que ofrece el benchmark. ¿Por qué razón se distingue entre aritmética entera y aritmética real?

SPEECspeed:

SPECspeed2017\_int\_base SPECspeed2017\_fp\_base

SPECspeed2017\_int\_peak SPECspeed2017\_fp\_base

SPECrate:

SPECrate2017\_int\_base SPECrate2017\_fp\_base

SPECrate2017\_int\_peak SPECrate2017\_fp\_base

Se distingue porque las operaciones de aritmética real tienen un coste computacional mayor al de aritmética entera.

### Lenguajes de programación

Indique los lenguajes de programación en que están escritos los programas del benchmark.

C, C++ y Fortran

### Criterios de selección de programas

Indique al menos tres criterios empleados por los miembros de la corporación SPEC para seleccionar los programas que integran el benchmark CPU2017.

|  |  |
| --- | --- |
| Criterio 1 | Availability of workloads that represent real problems. |
| Criterio 2 | Performance profile: Is the candidate compute bound, spending most of its time in the benchmark source, and little time in IO and system services? |
| Criterio 3 | Portability to a variety of CPU architectures, including ARM, Itanium, Power ISA, SPARC, and x86. |

### Programas de Inteligencia Artificial

Algunos de los programas del benchmark que evalúan la potencia de procesamiento en aritmética entera (suite SPECspeed®2017 Integer) se utilizan en la práctica en la resolución de problemas relacionados con la inteligencia artificial. ¿De qué programas se trata exactamente. Selecciónelos de la siguiente lista.

* 602.gcc
* 631.deepsjeng
* 605.mcf
* 625.x264
* 600.perlbench
* 648.exchange2
* 641.leela

### Programas de dinámica de fluidos y molecular

Por otro lado, algunos de los programas del benchmark que evalúan la potencia de procesamiento en aritmética real (suite SPECspeed®2017 Floating Point) se utilizan en la práctica en problemas relacionados tanto con la dinámica de fluidos como con la dinámica molecular. ¿De qué programas específicos se está hablando? Selecciónelos de la siguiente lista.

* 603.bwaves
* 607.cactuBSSN
* 619.lbm
* 621.wrf
* 627.cam4
* 628.pop2
* 638.imagick
* 644.nab
* 649.fotonik3d
* 654.roms

### Sistema de referencia

¿Qué máquina se ha usado como sistema de referencia en los cálculos de este benchmark? Indique en la siguiente tabla sus características básicas: año, fabricante, nombre del modelo, procesadores y cores, memoria principal, memoria cache, sistema de almacenamiento, etc. Especifique el máximo de detalle de cada elemento.



|  |  |
| --- | --- |
| Año de producción | 2017 |
| Fabricante | Sun Mycrosystems |
| Modelo del servidor | Sun Fire V490 |
| Unidad Central de Proceso | 2100 MHz UltraSPARC-IV+ |
| Unidad de Memoria | 32 GB (32 x 1 GB SDRAM Registered, ECC, 232-pin, Samsung M323S6459ET2-C1LC2) |
| Unidad de Almacenamiento | 300 GB ZFS mirror on 2x 15K RPM 300 GB Fibre Channel drives |

Se puede consultar los resultados de aritmética real (SPECspeed2017\_fp\_base) de este sistema de referencia en cualquiera de los enlaces siguientes:

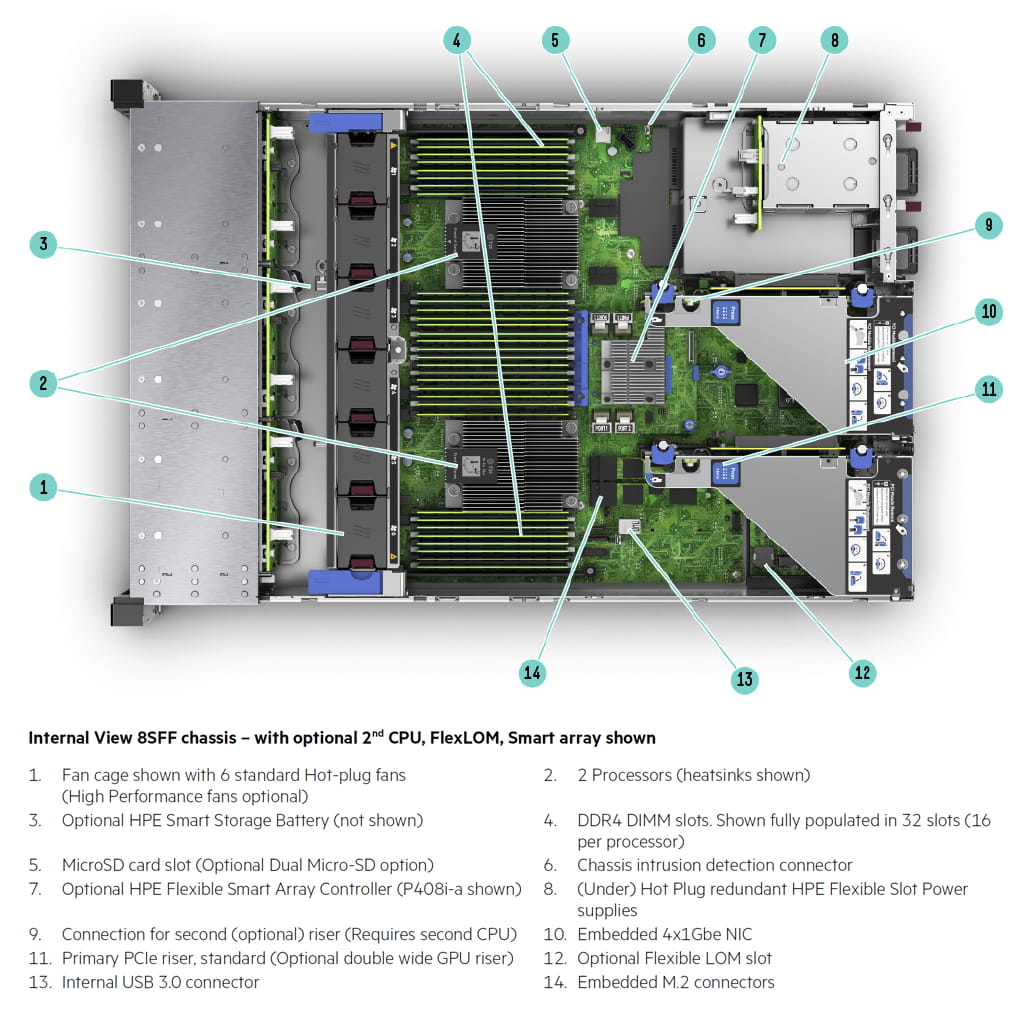
* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2017q2/cpu2017-20161026-00002.html>
* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2017q2/cpu2017-20161026-00002.txt>
* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2017q2/cpu2017-20161026-00002.pdf>

## Servidor HP ProLiant DL385 Gen10

En este apartado se analiza el rendimiento en aritmética real (coma flotante) del servidor Hewlett Packard Enterprise ProLiant DL385 Gen10, perteneciente a la serie HP ProLiant. Una descripción detallada del producto puede consultarse en la [página web del fabricante](https://buy.hpe.com/es/es/servers/rack-servers/proliant-dl300-servers/proliant-dl385-server/hpe-proliant-dl385-gen10-server/p/1010268408). También resulta muy interesante [este vídeo](https://www.youtube.com/watch?v=8EXGtVF3IC8) en el que podemos ver los distintos elementos que conforman este servidor.







La información con la que se va a trabajar en esta sesión de prácticas corresponde al rendimiento en **coma flotante** de este servidor que está publicada en la web de SPEC en tres formatos distintos:

* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2019q1/cpu2017-20190204-10943.html>
* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2019q1/cpu2017-20190204-10943.txt>
* <https://www.spec.org/cpu2017/results/res2019q1/cpu2017-20190204-10943.pdf>

El formato texto es especialmente útil cuando se quieren copiar valores a una hoja de cálculo, como se verá más adelante. Tómese su tiempo para examinar detenidamente esta información porque será la base para responder a las cuestiones que aparecen a continuación. Tenga en cuenta que la configuración exacta del servidor evaluado es la referida en esta documentación.

### Configuración del hardware

Indique las principales características del servidor ProLiant DL385 Gen10: modelo de procesador, número de procesadores, número de núcleos (cores) por procesador, memorias cache incorporadas en el procesador, tamaño de memoria principal y, finalmente, número de discos y tipo.

Procesador AMD EPYC 7371

Nº procesadores: 2 chips

Nº núcleos: 32 en cada uno

Memoria cache:

L1: 64 KB I + 32 KB D on chip per core

L2: 512 KB I+D on chip per core

L3: 64 MB I+D on chip per chip, 8 MB shared / 2 cores

Memoria principal: 1 TB (16 x 64 GB 4Rx4 PC4-2666V-L)

Nº discos y tipo: 1 x 400 GB SAS SSD RAID 0

### Configuración del software

Indique el nombre del sistema operativo del servidor evaluado y los compiladores utilizados para compilar los diferentes programas que integran la suite del benchmark SPEC CPU2017 de aritmética real.

SUSE linux Enterprise Server 12 (x86\_64) SP3  
Kernel 4.4.132-94.33-default

Compiladores:

C/C++: Version 1.2.1 of AOCC  
Fortran: Version 4.8.2 of GCC

### Número de ejecuciones

A la vista de los tiempos de ejecución publicados en la web, ¿cuántas veces se ha ejecutado cada programa del benchmark? De los tiempos de ejecución obtenidos por cada programa, ¿cómo se selecciona el valor que finalmente participa en el cálculo de los índices de rendimiento?

3 veces cada uno.

El tiempo elegido es con la MEDIANA.

### Cálculo de los índices SPECspeed2017\_fp

De acuerdo con la información publicada por SPEC, los índices de prestaciones para este servidor son: SPECspeed2017\_fp\_base = 114 y SPECspeed2017\_fp\_peak = 119. Compruebe, mediante una hoja de cálculo, que estos índices están correctamente calculados a partir de los tiempos de ejecución de los programas en el servidor y en la máquina de referencia.

Recuerde que la fórmula utilizada para calcular los índices es la media geométrica de las aceleraciones (ratios) obtenidas en la ejecución de los diez programas de la suite. Cada ratio se calcula como el cociente entre el tiempo de ejecución del programa en el sistema de referencia (TRi) y el tiempo de ejecución del programa en nuestro servidor (Ti):

En Microsoft Excel existe la fórmula MEDIA.GEOM() y en Google esta misma función se denomina GEOMEAN().

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Índice | Publicado por SPEC | Calculado |
| SPECspeed2017\_fp\_base | 114 | 113,919 |
| SPECspeed2017\_fp\_peak | 119 | 118,794 |

### Interpretación de SPECspeed2017\_fp\_base

Explique qué quiere decir que el índice SPECspeed2017\_fp\_base de este servidor tiene un valor de 114.

Que es 114 veces más rapido

### Optimización del compilador

Si nos atenemos a los valores obtenidos de los índices de rendimiento del servidor SPECspeed2017\_fp\_base y SPECspeed2017\_fp\_peak, ¿en qué porcentaje ha mejorado el rendimiento del sistema utilizando las opciones de compilación que optimizan la ejecución del benchmark?

11400% para base

11900% para peak

Indique en qué programa de la suite de coma flotante han tenido mayor influencia las opciones de optimización usadas durante el proceso de compilación. Ayúdese de la hoja de cálculo para contestar esta pregunta.

638.imagick\_s

Por la diferencia en segundos de las pruebas entre las versiones

### Tiempos de ejecución

¿Qué programa de la suite de coma flotante ha sido el que menos ha tardado en ejecutarse? ¿Y el que más? Tenga cuidado a la hora de hacer la comparación: no es lo mismo comparar tiempos que aceleraciones (es decir, ratios).

Menos tiempo 644.nab\_s con 78,5 segundos

Mas tiempo 628.pop2\_s con 268 segundos

### Relación entre SPECspeed2017\_fp y SPECspeed2017\_int

Con lo visto hasta ahora respecto del rendimiento en aritmética de coma flotante, ¿se atrevería a predecir un valor para el índice de rendimiento SPECspeed2017\_int de este servidor? Razone la respuesta.

No porque para la aritmética de coma flotante el juego de instrucciones cambia según el sistema y arquitectura por lo que sus tiempos serán distintos.