

# Arquitectura de los Computadores

## PRÁCTICAS - DOCUMENTACIÓN GRUPAL DE LA FASE 1

### COMPONENTES:

CASADO LORENZO, OSCAR  
CERDÁN LÓPEZ, JOAQUÍN JOSÉ  
PACHECO GUEVARA, WENCESLAO DIEGO  
PLAZA ORTIZ, JESÚS  
VÁZQUEZ LÓPEZ, JORGE



- I. *Introducción.*
- II. *Métricas para evaluación del rendimiento.*
- III. *Programas de prueba.*
- IV. *Evaluación de resultados.*
- V. *Referencias.*

# I. Introducción

## ¿Qué es el rendimiento?

El rendimiento se define como el fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc. Aunque esta definición sea muy genérica se pueden extraer los pilares básicos de cualquier ingeniería: **resultado y coste**.

Por tanto, como usuarios esperamos que una máquina de mayor calidad o coste corra más rápido los programas de aplicaciones, es decir que la mejora del hardware que compone una computadora influya directamente en su rendimiento.

De hecho, el tiempo de ejecución de los programas, ya sean cálculos de largo procesamiento o comandos simples (a los que la computadora debe reaccionar de inmediato), **es un indicador de rendimiento universalmente aceptado**, por lo que un tiempo de ejecución más largo implica rendimiento más bajo dándose una relación inversamente proporcional lo que se expresa de forma matemática como:

$$\text{Rendimiento} = 1/\text{Tiempo de ejecución}$$

Como conclusión sobre el rendimiento es que se puede concebir desde diferentes puntos de vista:

- **Tiempo de respuesta:** velocidad (tiempo) de ejecución.
- **Productividad:** Número de tareas completadas en la unidad de tiempo.

## ¿Por qué es importante el rendimiento?

El rendimiento de un ordenador es especialmente importante porque de no ser este suficiente sería un factor limitante a la hora del uso que le demos al mismo. Además, es importante entender **que no todos los equipos cumplen la misma función** (véase la diferencias entre las ilustraciones 1 y 2) y por ende no todos necesitan un rendimiento elevado por lo que, a la hora de seleccionar un ordenador para nuestro uso hay más factores para tener en cuenta como el coste y la utilidad.



Ilustración 1



Ilustración 2

Este es uno de los casos más frecuentes en el que un usuario ha de hacer una ponderación entre el mejor rendimiento (ofrecido por la computadora de sobremesa 'Ilustración 2') y otra serie de características que pueden ser igual o incluso más prioritarias que un rendimiento máximo, como la portabilidad y peso ofrecida por la 'Ilustración 1'.

## II. Métricas para la medición del rendimiento

El método más seguro y confiable de evaluar el rendimiento es **correr programas** reales de interés en máquinas candidatas y **medir los tiempos** de ejecución o de CPU.

La 'Ilustración 3' muestra un ejemplo con tres máquinas diferentes que se evalúan en seis programas, **la máquina 3 es sin duda la que tiene mejor rendimiento** para los seis programas.

Sin embargo, el resultado no es tan claro en el caso de las máquinas 1 y 2. La máquina 1 es más rápida que la 2 para dos de los programas y más lenta para los otros cuatro.

Si se tuviese que elegir entre las máquinas 1 y 2, podrían agregarse pesos a los programas y elegir la máquina para que la suma ponderada de tiempos de ejecución sea más pequeña. El peso para un programa podría ser el número de veces que se ejecuta por mes.

Si, por ejemplo, los seis programas se ejecutan el mismo número de veces y por tanto tienen pesos iguales, la máquina 2 tendría una ligera ventaja sobre la máquina 1. Si, por otra parte, los programas B o E, constituyen la mayor parte de la carga del trabajo, la máquina 1 probablemente prevalecerá.

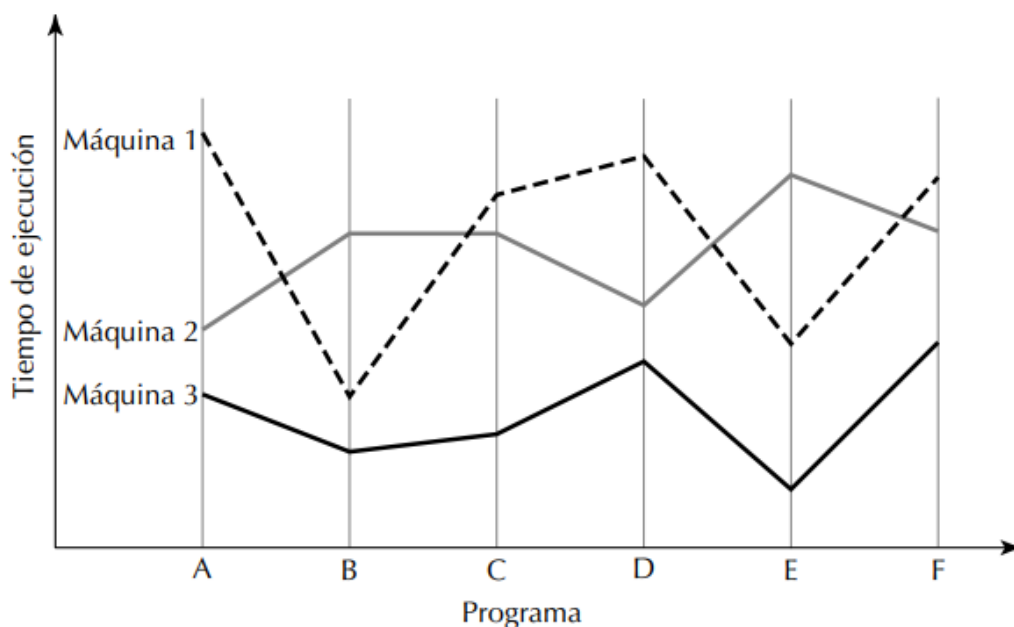


Ilustración 3

### Modelos de rendimiento

Para poder estimar el rendimiento de un computador se pueden llegar a usar 2 modelos:

- **Los modelos analíticos**, usan formulaciones matemáticas para relacionar el rendimiento con algunos parámetros claves, observables y cuantificables del sistema o la aplicación.
- **Los modelos de simulación** básicamente imitan el comportamiento del sistema, con frecuencia a un nivel de abstracción superior para conservar bajo observación el tamaño del modelo y su tiempo de procesamiento.

Los resultados obtenidos por cualquier modelo sólo son tan buenos como la confiabilidad del modelo para representar capacidades, limitaciones e interacciones del mundo real. Es un error pensar que un modelo más detallado necesariamente ofrece una estimación de rendimiento más precisa.

De hecho, **la complejidad del modelo a veces oculta la comprensión** y, por ende, conduce a una incapacidad para ver cómo el efecto de la imprecisión en la estimación de los parámetros del modelo puede afectar los resultados finales.

### Instrucciones por segundo (IPS)

El modelo de estimación de rendimiento más simple es aquel que produce el rendimiento pico del sistema, se denomina así porque representa el nivel de rendimiento absoluto más elevado que uno puede esperar extraer del sistema.

**El rendimiento pico** de una computadora es como la rapidez máxima de un automóvil. Con frecuencia, el rendimiento pico se expresa en unidades de **instrucciones por segundo o IPS**. La ventaja del rendimiento pico es que es fácil de determinar y notificar. Una máquina logra su rendimiento pico para un programa cuando sus instrucciones duran un solo ciclo de reloj.

Dentro de las instrucciones por segundo se pasó a utilizar una métrica diferente, llamada MIPS VAX. Se llamó así debido a que se ejecuta un programa en el ordenador a evaluar y el mismo programa en el computador VAX11/780. Se relacionan los resultados mediante esta fórmula:

$$MIPS_{Vax} = \frac{T_{progVAX11 / 780}}{T_{progCPU}}$$

### Operaciones en punto flotante (FLOPS)

Para aplicaciones científicas y de ingeniería que involucran principalmente cálculos en punto flotante, se usan como unidad las **operaciones de punto flotante por segundo** (FLOPS en inglés).

### Ciclos por instrucción (CPI)

Un estudio del rendimiento más detallado, y también más realista, es un análisis basado en CPI promedio. El CPI es el promedio de ciclos de reloj por instrucción.

Además, podemos expresar los CPI en función del tiempo de CPU (Unidad Central de Procesamiento) de la siguiente manera:

$$CPI = \frac{Tiempo\ CPU}{Número\ de\ instrucciones * Duración\ del\ ciclo\ de\ reloj}$$

## III. Programas de prueba del rendimiento

Es muy importante resaltar que la única métrica realmente fiable para comparar el rendimiento de dos computadores se basa en la ejecución de programas reales en ambos sistemas. Una aproximación para la evaluación de computadoras bastante extendida es la ejecución de los denominados 'benchmarks'.

Los benchmarks son programas diseñados para la evaluación y comparativa del rendimiento entre máquinas. Estos suelen recopilarse en colecciones (suites) con la intención de forzar al hardware para llevarlo a su máxima capacidad. Existen distintas ramificaciones de estos:

- **Programas reales.**  
Conforman compiladores, software de tratamiento de textos y diseño.
- **Núcleos (Kernels).**  
Contiene fragmentos clave de programas diversos, con la intención de crear rutinas de cálculo enfocado al álgebra lineal, como es el caso de Linpack Benchmark.

- **Benchmarks sintéticos.**  
Son más específicos, están especialmente diseñados para medir el rendimiento de un componente individual de un ordenador, normalmente llevando el mismo escogido a su máxima capacidad.
- **Otros.**  
Existen benchmarks alternativos como por ejemplo los de Entrada/Salida, Bases de Datos y Paralelos (necesarios para comprobar el rendimiento de computadoras con multi-cores).

## Ejemplos de programas de prueba

SPEC distribuye archivos de código fuente a los usuarios que desean probar sus sistemas. Estos archivos se escriben en un lenguaje de programación estándar y generalmente se diferencian entre los que prueban procesamiento de datos de los de gráficos.

De forma que en el caso de **las pruebas SPECint2000** (que cuenta con un estándar más actualizado y aún en rigor 'SPECint2017') luego se compila para cada arquitectura de CPU y sistema operativo en particular, por lo tanto, el rendimiento medido es el de la **CPU**, la **RAM** y el **compilador**.

Complementariamente para esta suite teníamos el conjunto SPECip2000 que, como se especifica en la tabla, trabaja la capacidad de un computador para representar elementos gráficos y visuales y, por tanto, de la **GPU (tarjeta gráfica)**.

Categoría	Tipos de programa	Ejemplos de programa
SPECint2000	Programas C	Compresión de datos, compilador de lenguaje C
	Programas C++	Visualización de computadora (trazado de rayo)
SPECip2000	Programas C	Gráficos 3D, química computacional
	Programas Fortran77	Modelado de agua poco profunda, solucionador multirejilla
	Programas Fortran99	Procesamiento de imagen, método de elemento finito

## IV. Evaluación de resultados

Incluso con el mejor método elegido para medir o modelar rendimiento, se debe tener cuidado en la interpretación y notificación de los resultados. Existen para ello unos criterios para formular los resultados de esta evaluación generada por cualquiera de los métodos o benchmarks mencionados con anterioridad.

Estos criterios comienzan por crear un listado tanto del software como del hardware para permitir la **reproductividad del experimento**, y así poder llevar a cabo comparativas rigurosas.

Puesto que los tiempos de ejecución de los benchmarks SPEC se normalizan a una máquina de referencia más que expresarse en términos absolutos, se debe buscar también resumir en este caso datos de rendimiento.

Se sabe que el promedio (media aritmética) de las velocidades (tiempos de ejecución normalizados) no es la medida correcta a usar. Se necesita una forma de resumir tiempos de ejecución normalizados, que sea consistente y su resultado no dependa de la máquina de referencia elegida. Usar la media geométrica resuelve el problema de consistencia.

## V. Referencias

R.A.E. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid.

Parhami, B. (2007). *Arquitectura de las computadoras*. Santa Bárbara: McGraw-Hill Interamericana.

Jimeno, A. (2020). Tema 2: Análisis de rendimiento, pp. 69-102. UACloud.

Anónimo (2012). Rendimiento, desempeño y métricas (pc/cpu). *Electropedia*.  
<http://electropediadigital.blogspot.com/2012/09/rendimiento-desempeno-y-metricas-pccpu.html>