

# Arquitectura de Computadoras y Técnicas Digitales

## Rendimiento de sistemas Paralelos

### Trabajo Práctico N° 1

**1.-** Defina el concepto de SpeedUp.

Suponga que el tiempo de ejecución de un programa es de 10 segundos, si lo ejecutamos en paralelo en 10 máquinas. ¿El tiempo de ejecución será siempre mas pequeño si lo ejecutamos en 20 máquinas?

**2.-** Sea un programa que posee un tiempo de ejecución de 100 unidades de tiempo (por ejemplo segundos). El 90% de su código es perfecta y absolutamente paralelizable.

**a)** Calcular el Rendimiento y la Eficiencia.

**b)** Estudiar su escalabilidad.

**c)** Realizar un estudio sobre la rentabilidad de este sistema paralelo si el equipo básico con un procesador vale \$1000, y cada procesador añadido al sistema cuesta \$100.

**d)** ¿Y si cada procesador de más cuesta \$300?

**3.-** Sean los datos del ejercicio 2. Se pide calcular el valor de la Redundancia  $R(p)$ , de la Utilización del sistema  $U(p)$  y de la Calidad del Paralelismo  $Q(p)$  del sistema con la siguiente premisa: la paralelización del código implica un incremento de 2 unidades de tiempo por proceso creado. Realizar los cálculos para  $p = \{ 4, 16, 32 \}$  procesadores.

**4.-** Se dispone de un programa en el que el 65% del código ejecutable es paralelizable. Utilizando la Ley de Amdahl hallar:

**a)** El Speed-Up para dos sistemas multiprocesador, formados respectivamente por 5 y 30 procesadores cada uno

**b)** Calcular la eficiencia para los dos citados sistemas y comentar los resultados del problema.

**5.-** Sea un sistema que 5% del código secuencial y el 95% perfectamente paralelizable. Calcular el *speed-up medio armónico* para  $n = 8$  procesadores y  $n = 16$  procesadores.

**6.-** Un programa tarda 40 segundos en ejecutarse en un multiprocesador. Durante un 20% de este tiempo se ha ejecutado en cuatro procesadores; durante un 60%, en tres; y durante el 20% restante, en un procesador. Se supone que durante la ejecución la carga se ha distribuido por igual entre los procesadores y no hay sobrecarga. ¿Cuánto tiempo tardaría en ejecutarse el programa en un único procesador? ¿Cuál es la aceleración obtenida respecto al tiempo de ejecución secuencial? ¿Y la eficiencia?

**7.-** Una tarea que admite reparto en subtareas independientes es realizada por una o dos personas ( $p=2$ ) en una oficina y se caracteriza por los siguientes parámetros:

Número de personas.	Tiempo	Total de trabajo	Costo (20 \$/hora)
p=1	10 horas	10 subtareas	200 \$
p=2	6 horas	12 subtareas	240 \$

Calcular:

- a) la aceleración  $S(n,p)$
- b) La eficiencia  $E(n,p)$
- c) La redundancia  $R(n,p) = \text{Total trabajo en paralelo} / \text{Total trabajo en serie}$
- d) Explique porque el costo con  $p=2$  es superior.

**8.-** Una aplicación que se ejecuta en un sistema se puede paralelizar, admitiendo una descomposición en tareas que permite beneficiarse de la existencia de múltiples CPUs. Se propone mejorar el rendimiento de un computador que dispone de una sola CPU, diseñando una arquitectura multiprocesador con varias CPUs y se pretende medir el rendimiento de una máquina con N procesadores utilizando un programa de prueba que tarda 100 segundos en una máquina con un sólo procesador (ejecución secuencial) y del que se conoce que el 90% de sus tareas son ejecutable en paralelo.

Calcular:

- a) La aceleración que se experimentará cuando se ejecuta el programa de prueba en el sistema multiprocesador en función de N.
- b) Si el diseño de la arquitectura permitiese incrementar N de forma indefinida, indique una cota superior o una cota inferior según corresponda, para la aceleración y para el tiempo de ejecución.

**9.-** ¿Cuál es la fracción de código paralelo de un programa secuencial que, ejecutado en paralelo en 8 procesadores tarda un tiempo de 100 ns, durante 50 ns utiliza un único procesador y durante otros 50 ns utiliza 8 procesadores distribuyéndose la carga de trabajo por igual entre los procesadores y despreciando la sobrecarga?.

**10.-** El procesamiento de una tarea en un sistema se descompone en tres etapas consecutivas. En la primera se precálculan los valores de entrada, en la segunda se procesan y en la tercera se almacenan en memoria. En un primer prototipo del sistema la ejecución de la primera etapa dura 10 ms., la segunda 5 ms y la tercera 20 ms.

- a) Se aplican dos mejoras independientes, una para la primera etapa y otra en la segunda, de tal manera que la misma tarea se ejecuta en 5 ms en la primera etapa y en 1 ms en la segunda. Se pide obtener la mejora global, indicando cada mejora parcial y la fracción de tiempo que se aplica cada una.
- b) Un segundo prototipo mejora sólo la tercera etapa del sistema inicial y hace que la ejecución de la misma tarea sólo tarde 5 ms en la tercera etapa. Calcule la aceleración global obtenida en este caso.

c) Compare los resultados de los apartados anteriores y concluya por qué uno de los prototipos es mejor que el otro, en función de las mejoras parciales aplicadas.

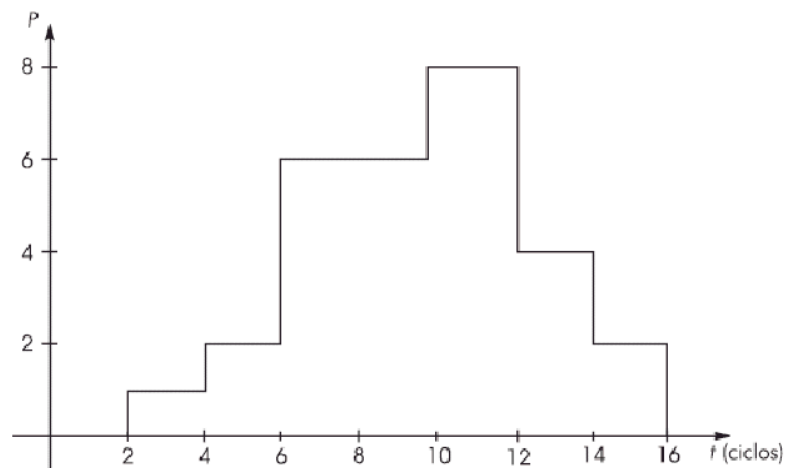
**11.-** Se considera mejorar un sistema añadiéndole un modo vectorial. Cuando se ejecuta un cálculo en modo vectorial este es 20 veces más rápido que en el modo normal de ejecución. Al porcentaje de tiempo en el que se puede emplear el modo vectorial se le denomina porcentaje de vectorización.

Calcular

a) ¿Qué porcentaje de vectorización se necesita para conseguir una aceleración global de 2?

b) ¿Qué porcentaje de vectorización se necesita para conseguir la mitad de la aceleración máxima alcanzable utilizando solamente el modo vectorial?

**12.-** Supongamos que un programa tiene el perfil de paralelismo de software que se muestra en la figura:



a) Calcular el paralelismo medio del citado programa y la tasa de utilización si el sistema cuenta con 4 procesadores

b) Calcular la carga de trabajo de ese programa (en instrucciones) si la gráfica de la figura se ha obtenido con procesadores que ejecutan 2 instrucciones por ciclo.

c) ¿Cuál será la ganancia máxima de velocidad que podrá conseguirse cuando se ejecute ese programa en una máquina con 4 procesadores de las mismas características?

d) En las condiciones de los apartados anteriores: ¿Cuál sería la ganancia máxima de velocidad que se obtendría, en ese sistema, con un programa que tuviera un grado de paralelismo constante de 8?

**13.-** Se desea comparar las prestaciones de 3 máquinas A, B y C. Para ello se usan 4 benchmarks comerciales que ejecutados en las máquinas producen los desempeños mostrados en la tabla a continuación.

<i>(seg)</i>	<b>Máquina A</b>	<b>Máquina B</b>	<b>Máquina C</b>
<b>bench 1</b>	100	50	150
<b>bench 2</b>	200	150	50
<b>bench 3</b>	400	700	400
<b>bench 4</b>	800	800	700

Calcular:

- a) La media aritmética
- b) La media aritmética ponderada por el inverso de los tiempos de ejecución
- c) La media aritmética ponderada por ponderación fija (proponer una ponderación)
- d) La media geométrica normalizada, usando como normalizador cada una de las máquinas

**14.-** Suponga que un simulador representa una superficie de un objeto por una rejilla  $n \times n$ . El proceso de simulación consta de dos fases: en la primera se recorre toda la rejilla y en cada nodo ejecuta una subrutina independiente que calcula el valor asignado a ese punto. En la segunda fase de la simulación recorre secuencialmente toda la retícula y suma todos los valores anteriores para calcular la suma global.

- a) Estime los tiempos para la primera y segunda fase y calcule el speed-up, si dispone de  $p$  procesadores pero la segunda fase es totalmente secuencial.
- b) Calcule el Speed-up si se mejora la segunda fase de tal manera que cuando se ejecuta con  $p$  procesadores hay dos partes: se calcula la suma intermedia correspondiente a  $p$  procesadores y en otra etapa posterior sólo se debe sumar estos valores intermedios.