Problemas TIpo 1 (rendimiento y productividad)

5. Si la máquina X ejecuta un programa en 20 segundos y una máquina Y ejecuta lo mismo en 15 segundos, ¿cuánto más rápida es X respecto a Y?

Los datos que nos dan son los siguientes:

$T_{ejecución\_x}$=20

$T_{ejecución\_y}$=15

El rendimiento siempre se calcula dividiendo el tiempo más lento entre el tiempo más rápido para que el cociente sea mayor que uno.

$\frac{Ry}{Rx} = \frac{Tejecución\_x}{Tejecución\_y} = \frac{20}{15}$

Hacemos la división:

$$\begin{array}{l|l} 20 & \underline{15} \\ \underline{15} & 1,3 \\ 50 & \\ \underline{45} & \\ 50 & \end{array}$$

Puesto que 1,3 se puede escribir como $1 + \frac{30}{100}$, se puede concluir que Y es un 30% más rápida que X

6. Si el rendimiento de un ordenador C es 4 veces mejor que el rendimiento de un ordenador B, y B ejecuta una aplicación dada en 28 segundos, ¿cuánto tardaría C en ejecutar la misma aplicación?

Recordemos la definición del cociente de rendimientos es el cociente de tiempos cambiados

El cociente de rendimientos se expresa como el rendimiento del más rápido entre el rendimiento del más lento

$$\frac{R_c}{R_b} = 4 = \frac{Tejecución_b}{Tejecución_c}$$

A partir del cociente de tiempos de ejecución podemos escribir

$$\frac{Tejecución_b}{Tejecución_c} = 4$$

Sustituyendo el tiempo de ejecución de la máquina B

$$\frac{28}{Tejecución_c} = 4$$

Despejamos el tiempo de ejecución de la máquina C

$$\frac{28}{4} = Tejecución_c = 7$$

Por tanto, la máquina C tarda 7s. en ejecutar el programa que B ejecutaba en 28 s.

Problemas tipo 2 (Número de instrucciones, CPI y Frecuencia de reloj)

7. Un programa se ejecuta en 10 segundos en el ordenador A, con un reloj de 3 GHz. Un diseñador está intentando construir un ordenador B que ejecute el mismo programa en 6 segundos. El diseñador ha determinado que puede incrementar sustancialmente la frecuencia de reloj, pero este aumento afectará al resto de la CPU, haciendo que B necesite 1.2 veces más ciclos de reloj que el ordenador A. ¿Qué frecuencia debe poner el diseñador al ordenador B?

Los datos que nos dan son los siguientes:

Fa=3 GHz= $3\ 10^{9}$

Ta=10s.

Tb=6s.

CPI_b=1.2 CPI_a

Recordemos la fórmula del tiempo de ejecución

$$Tiempo_{CPU} = \frac{NumeroInstrucciones * CPI}{Frecuencia_{reloj}}$$

Puesto que nos dan el tiempo y la frecuencia, nos quedan como incógnitas el Número de instrucciones y el CPI

La fórmula para el cociente de tiempos debería ser:

$$\frac{Tiempo_a}{Tiempo_b} = \frac{Ni_a\ CPI_a}{NI_b\ CPI_b}\ \frac{FrecReloj_b}{FrecReloj_a}$$

No conocemos el número de instrucciones pero como es el mismo programa, se van una con otra. En cuanto al CPI, sabemos que su cociente es 1.2

$$\frac{Tiempo_a}{Tiempo_b} = \frac{Ni_a\ CPI_a}{NI_b\ CPI_b}\ \frac{FrecReloj_b}{FrecReloj_a} = 1\frac{1}{\frac{CPI_b}{CPI_a}}\frac{FrecReloj_b}{FrecReloj_a} = 1\frac{1}{1.2}\frac{FrecReloj_b}{3\ 10^9}$$

$$\frac{Tiempo_a}{Tiempo_b} = 1\frac{1}{1.2}\frac{FrecReloj_b}{3\ 10^9}$$

$$\frac{10}{6} = 1\frac{1}{1.2}\frac{FrecReloj_b}{3\ 10^9}$$

Sólo tenemos que despejar la incógnita de la frecuencia de reloj de B

$$\frac{10\ 1.2\ \ 3\ 10^9}{6} = FrecReloj_b$$

$$\frac{1.2\ \ 30\ 10^9}{6} = FrecReloj_b$$

Sabiendo que 30/ 6=5

$$\frac{1.2\ \ 5\ 10^{9}}{1} = FrecReloj_{b}$$

Sabiendo que 1.2 x 5= 6

$$6\ 10^{9} = FrecReloj_{b}$$

Por tanto, la frecuencia de reloj de B debería ser de 6 GHz

Un diseñador está tratando de decidir entre dos secuencias de código para un ordenador. Existen tres tipos de instrucciones, A, B y C, cuyos CPI son, respectivamente, 1, 2, 3. El diseñador está considerando estos dos códigos:

Código 1: I_A=2, I_B=1, I_C=2

Código 2: I_A=4, I_B=1, I_C=1

a) ¿Qué código ejecuta más instrucciones?

b) Número de ciclos que tarda en ejecutarse cada programa

c) CPI para cada programa

a) Código 1: 2+1+2 instrucciones=5 instrucciones

Código 2: 4+1+1=6 instrucciones

El código 2 ejecuta más instrucciones.

b)

Ciclos de reloj código 1: 2x1 + 1x2+2x3= 2+2+6=10 ciclos

Ciclos de reloj código 2: 4x1 + 1x2+ 1x3= 4+2+3=9 ciclos

El código 2 ejecuta menos ciclos por lo que se ejecutará en menos tiempo pese a tener más instrucciones.

c) CPI

$$CPI\ código\ 1 = \frac{ciclos}{instrucciones} = \frac{10}{5} = 2$$

$$CPI\ código\ 2 = \frac{ciclos}{instrucciones} = \frac{9}{6} = 1.5$$

El código 2 tiene un menor CPI.

Problemas tipo 3 (Ley de Amdahl)

13. Suponer que se quiere mejorar la velocidad de una CPU en un factor de 5, por 5 veces el coste. La CPU se usa el 50% del tiempo (el tiempo restante está esperando a las E/S). Si la CPU supone 1/3 del coste total del computador, ¿el incremento de la velocidad de la CPU en un factor de 5 es una buena inversión desde un punto de vista coste/rendimiento?

Calculamos la Aceleración Global que se consigue al mejorar la CPU

$Fm = \frac{50}{100} = 0,5$ Fracción de tiempo en que se puede usar la mejora

$Am = 5$ Veces que es más rápido cuando se utiliza la mejora

Según la ley de Amdahl

$$AG = \frac{1}{(1-0,5)+\left(\frac{0,5}{5}\right)} = \frac{1}{0,5+0,1} = \frac{1}{0,6}$$

Dividimos. Para ello multiplicamos numerador y denominador por 10.

10 | 6
040 1,66
360
40

Es decir, la máquina con mejora es un 66% más rápida que la máquina sin mejora

Ahora veamos el coste resultante de introducir la mejora

$$Coste\ nuevo = CosteRestoOrdenador + CosteCpu = \frac{2}{3}1 + \frac{1}{3}5 = \frac{2}{3} + \frac{5}{3} = \frac{7}{3} = 2,33$$

Se explica porque

- la parte que no es CPU cuesta ⅔ del total de la máquina antigua. Como no se ha variado, se multiplica por uno porque sigue siendo el mismo coste.
- La CPU cuesta ⅓ de la máquina antigua. Como su coste se multiplica por 5, hay que multiplicar 5 por ⅓.

La suma de ambos términos da 2,33

Por tanto, el aumento de coste es mucho mayor que el aumento de rendimiento por lo que esta inversión no es rentable.

16. Se desea mejorar el repertorio de instrucciones de un computador, y para ello se barajan las alternativas siguientes, todas ellas del mismo coste:

- Mejorar las instrucciones de suma
- Mejorar las instrucciones de salto condicional
- Mejorar las instrucciones de carga-almacenamiento
- Mejorar el resto de las instrucciones

En la siguiente tabla se recoge el porcentaje de veces que se emplean las instrucciones y el factor de mejora que se puede introducir para cada una de ellas:

Tipo de instrucción Porcentaje de empleo Factor de mejora

Tipo de instrucción	Tiempo que se utiliza	Factor de mejora
Suma	40%	4
Salto condicional	60%	3
Carga-Almacenamiento	10%	10
Resto	5%	10

Se pide:

a) Indicar cuál de las mejoras anteriores es la más recomendable

b) Si un programa tardaba antes de la mejora 37,02 segundos en ejecutarse, calcular cuánto tardará con la mejora elegida en el apartado a)

Calculamos la aceleración global para cada uno de los casos, utilizando la ley de Amdahl

1) Instrucciones de suma

$Fm = \frac{40}{100} = 0,4$ Fracción de tiempo en que se puede usar la mejora

$Am = 4$ Veces que es más rápido cuando se utiliza la mejora

Según la ley de Amdahl

$$AG = \frac{1}{(1-0,4)+\left(\frac{0,4}{4}\right)} = \frac{1}{0,6+0,1} = \frac{1}{0,7} = 1,42$$

1) Instrucciones de Salto Condicional

$Fm = \frac{60}{100} = 0,60$ Fracción de tiempo en que se puede usar la mejora

$Am = 3$ Veces que es más rápido cuando se utiliza la mejora

Según la ley de Amdahl

$$AG = \frac{1}{(1-0,6)+\left(\frac{0,6}{3}\right)} = \frac{1}{0,4+0,2} = \frac{1}{0,6} = 1,66$$

2) Instrucciones de Carga-Almacenamiento

$Fm = \frac{10}{100} = 0,1$ Fracción de tiempo en que se puede usar la mejora

$Am = 10$ Veces que es más rápido cuando se utiliza la mejora

Según la ley de Amdahl

$$AG = \frac{1}{(1-0,1)+\left(\frac{0,1}{10}\right)} = \frac{1}{0,9+0,01} = \frac{1}{0,91} = 1,09$$

3) Resto

$Fm = \frac{3}{100} = 0,03$ Fracción de tiempo en que se puede usar la mejora

$Am = 10$ Veces que es más rápido cuando se utiliza la mejora

Según la ley de Amdahl

$$AG = \frac{1}{(1-0,05)+\left(\frac{0,03}{10}\right)} = \frac{1}{0,95+0,003} = \frac{1}{0,953} = 1,049$$

La mayor aceleración global es 1,38, lo que significa que conviene mejorar las instrucciones de salto condicional

Ahora toca calcular el tiempo que tardará con la mejora.

$$AG = \frac{Te_{antiguo}}{Te_{nuevo}} \rightarrow 1,38 = \frac{37,02}{Te_{nuevo}} \rightarrow Te_{nuevo} = \frac{37,02}{1,66} = 22,3s$$

Se ha bajado de más de 37 segundos a menos de 23 segundos