

Tema 2

① $T_p(4) = 40s = T_c(p) + T_o(p)$

↑ procesadores

↑ Tiempo de sobrecarga (en este ejercicio es despreciable)

$0,2 T_p(4) \rightarrow 4$ procesadores

$0,6 T_p(4) \rightarrow 3$ procesadores

$0,2 T_p(4) \rightarrow 1$ procesador

• T_s ? $S(4)$? $E(4)$?

$$T_s = 4 \cdot 0,2 T_p(4) + 3 \cdot 0,6 T_p(4) + 1 \cdot 0,2 T_p(4) = 2,8 T_p(4) = 2,8 \cdot 40s = 112s$$

$$S(4) = \frac{T_s}{T_p(4)} = \frac{2,8 \cdot T_p(4)}{T_p(4)} = 2,8 < 4$$

$$\left[S(p) \begin{matrix} \xrightarrow{\max} P \\ \xrightarrow{\min} 1 \end{matrix} \right] \left. \begin{matrix} \text{Con} \\ T_o(p) = 0 \end{matrix} \right\}$$

$$E(4) = \frac{\text{ganancia real}}{\text{ganancia ideal}} = \frac{\text{Prest}(p)}{p \cdot \text{Prest}(1)} = \frac{S(p)}{P} = \frac{2,8}{4} = 0,7$$

$$\left[E(p) \begin{matrix} \xrightarrow{\max} 1 \\ \xrightarrow{\min} 1/p \end{matrix} \right]$$

② $T_s^{P1} = 20s$ $T_s^{P2} = 30$ $T_0(p) = 0$

• $T_p \propto \frac{1}{p}$ Si $\frac{1}{2} \rightarrow P1$ $\frac{1}{2} \rightarrow P2$

$P1 \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 20s = 10s$ $P2 \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 30s = 15s$

$T_p = \max(\frac{1}{2} T_s^{P1}, \frac{1}{2} T_s^{P2}) = 15s$

• Carga para menor T_p ? T_p ?

$(1-c) \cdot 20s = c \cdot 30s \rightarrow 20 - 20c = 30c \rightarrow 50c = 20 \rightarrow c = \frac{2}{5} = 0.4$
 $T_p^{P1} = T_p^{P2}$

60% se asigna a P1 y 40% a P2 (de la carga de trabajo)

$T_p = c \cdot 30s = 0.4 \cdot 30s = 12s$

④ Parte no paralelizable: $f = 0.25$

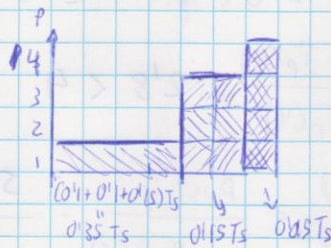
$S(p) = \frac{T_s}{T_p(p)} = \frac{T_s}{0.25T_s + \frac{0.75T_s}{p}} \xrightarrow{p \rightarrow \infty} \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25} = 4$

$S(p) = 2 = \frac{p}{p \cdot 0.25 + (0.75)} \rightarrow p = 0.5p + 1.5 \rightarrow 0.5p = 1.5 \rightarrow p = 3$

Si una tarea
trabaja más
aprovechable

⑤ $T_s = 60s$ $T_0 = 0$

a) $T_p(4)$? $S(4)$?



$T_p(4) = 0.35T_s + 0.15T_s + 0.05T_s = 0.55T_s = 0.55 \cdot 60 = 33s$

$S(4) = \frac{T_s}{T_p(4)} = \frac{1}{0.55} = 1.82$

b) $T_p(2)$? $S(2)$?

$T_p(2) = 0.35T_s + 0.15 \cdot 2T_s + 2 \cdot 0.05T_s = 0.75T_s = 0.75 \cdot 60 = 45s$

$S(2) = \frac{T_s}{T_p(2)} = \frac{1}{0.75} = 1.33s$

→ t_c de cálculo
paralelo

AL-T

⑦ $T_p(p) = T_c(p) + T_o(p)$

$T_o(p) = (K_1 + K_2) \cdot p$

a) $T_p(p)$? $T_p(p) = t_1 + t_2 + t_c \cdot \left\lceil \frac{W}{p} \right\rceil + (K_1 + K_2) \cdot p$

b) $S_p(p)$? $S_p(p) = \frac{T_s}{T_p(p)} = \frac{t_1 + t_2 + W \cdot t_c}{t_1 + t_2 + t_c \cdot \frac{W}{p} + T_o(p)}$

c) $T_p'(p) = -\frac{t_c \cdot W}{p^2} + T_o'(p) = 0 \rightarrow T_o'(p) = \frac{t_c \cdot W}{p} \rightarrow p = \pm \sqrt{\frac{t_c \cdot W}{K}}$

(tiene que ser positivo)

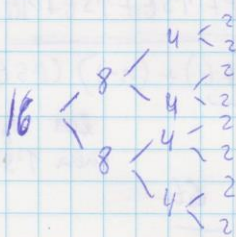
$T_p'' = 2p \cdot \frac{t_c \cdot W}{p^4} = \frac{2 t_c \cdot W}{p^3} > 0$

Por tanto es un mínimo

⑧ números a sumar: $n = 2^M$ ~~procesadores~~

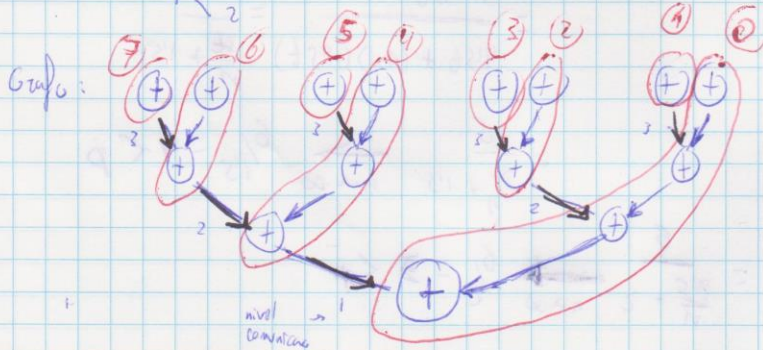
p procesadores: $p = 2^P$

a) $n = 16 = 2^4$ $p = 8 = 2^3$



4 niveles = $\log_2 16$
de cálculo

$\log_2(16) - 1 = 3$ niveles de comunicación



El n° de procesadores coincide con el grado de paralelismo

En rojo la asignación a procesadores

Comunicación en negro

Si tuviésemos 4 procesadores, se asignarían: 0 → 0, 1, 1 → 2, 3, 2 → 4, 5, 3 → 6, 7

$\log_2(p) \sim$ n° de niveles de comunicación

⑨ $T_c(p, n) = \left(\frac{n}{p} - 1\right) + \log_2 p$

↳ 1º nivel sumas

↳ sumas del resto de niveles

(4 unidades por cada una)

↓
antes de cualquier comunicación

1) Una unidad de tiempo por cada comunicación

$$T_{cs}(p, n) = \log_2 p$$

$$S(p, n) = \frac{T_s}{T_p(n, p)} = \frac{n-1}{\left(\frac{n}{p}-1\right)(\log_2 p) + \log_2 p}$$

$\frac{n}{p}-1$ \rightarrow Sumas del 1er nivel
 $\log_2 p$ \rightarrow comunicación

2) Igualar T_p a 0 para calcular "p"

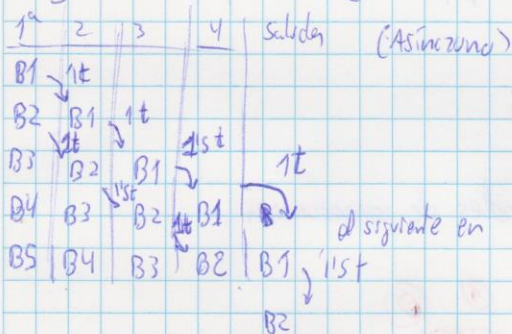
Calcular la segunda, sustituir p, si $T''p \rightarrow 0 \rightarrow$ mínimo

3) Flujo implícito que hay que aplicar una secuencia de entrada (pipeline)

a) $S(5)$?

b) $S(4)$?

(Para n bloques)



$$S(5) = \frac{T_s}{T_p(5)} = \frac{n \cdot (1t + 1t + 1.5t + 1.5t + 1t)}{(1t + 1t + 1.5t + 1t) + (n-1)(1.5t)}$$

T_3, T_4
 \rightarrow chequear más tarde
 los siguientes cada 1.5t

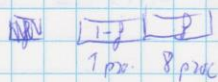
$$= \frac{n \cdot 6t}{4.5t + (n-1)(1.5t)} = \frac{6t}{4.5 + (n-1)1.5}$$

Intentando T_1 y $T_2 \rightarrow$ secuencial

$$= \frac{6}{3/n + 1.5} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 6/1.5 = 4 < p$$

$$b) S(4) = \frac{n \cdot 6t}{4.5t + (n-1) \cdot 2t} = \frac{6}{2.5/n + 2} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 6/2 = 3 < p$$

3) $T_p(8) = 100 \text{ ns}$



$$T_s = 50 \text{ ns} + 8 \cdot 50 \text{ ns} = 450 \text{ ns}$$

~~$$S(5) = \frac{450}{(1-8) \cdot 450 + 8 \cdot 100}$$~~

parte paralela

$$f = \frac{8 \cdot 50 \text{ ns}}{50 \text{ ns} + 8 \cdot 50 \text{ ns}} = \frac{8 \cdot 50 \text{ ns}}{450 \text{ ns}} = 8/9$$

$\hookrightarrow T_s$

~~$$T_s = 8 \cdot 50 + (1-8) \cdot 50$$~~

Cuestión 1. Indique las diferencias entre OpenMP y MPI.

OpenMP es un lenguaje paralelo basado en directivas, en el cual el compilador se encarga de poner el código necesario para paralelizar según haya indicado el programador.

Por otro lado, MPI es una API de funciones en la que el programador se encarga de declarar explícitamente la paralelización, el paso de mensajes entre hebras y la comunicación.

Cuestión 2. Ventajas e inconvenientes de una asignación estática de tareas a procesos/threads frente a una asignación dinámica.

Con una asignación estática se puede saber de antemano la carga que puede alcanzar cada procesador. También se puede ubicar la paralelización de manera que beneficie al sistema (códigos que trabajen entre sí se sitúen en procesadores cercanos) logrando una mejor cooperación entre cores-

Cuestión 3. ¿Qué se entiende por escalabilidad lineal y por escalabilidad superlineal? Indique las causas por las que se puede obtener una escalabilidad superlineal.

La escalabilidad indica la ganancia en prestaciones del sistema al otorgarle un cierto grado de paralelismo.

Esta escalabilidad es lineal cuando tiene el mismo valor que el número de procesadores del equipo, y superlineal cuando lo supera.

Cuestión 4. Enuncie la ley de Amdahl en el contexto de procesamiento paralelo.

La ley de Amdahl nos indica que en un sistema con "p" procesadores, la ganancia en prestaciones está limitada, por lo que no puede ser mayor a $1/f$, siendo "f" la fracción de código que se paraleliza.

En otras palabras, si hay parte del código del programa que no se puede paralelizar, este repercutirá en la ganancia de manera negativa

Cuestión 6. Deduzca la expresión que caracteriza a la ley de Amdahl. Defina claramente el punto de partida y todas las etiquetas que utilice

Siendo:

- S: Ganancia en prestaciones
- p: Incremento de velocidad con paralelismo
- f: Fracción de código paralelizado
- Ts: Tiempo de ejecución del programa sin paralelizar
- Tp: Tiempo de ejecución del programa paralelizado

$$S = Ts / Tp = Ts / (f*Ts) + (1-f)*Ts/p = p / 1 + f*(p-1) \leq 1/f \text{ (Cuando p tiende a infinito)}$$