



**Per a la propera sessió, i per que repasseu el que hem vist a classe, us he pujat un fitxer amb un problema de examen resolt i un de proposat. El problema proposat heu de lliurar-lo al començar la classe. No l'agafaré després.**

### Problema resolt

Se quiere paralelizar para un sistema multiprocesador el siguiente segmento de código:

```
for(i=0; i<n; i++){
    Código para iteración i;}
```

La ejecución de cada una de las iteraciones del bucle, sin dependencia de datos, supone un tiempo de ejecución  $3n \cdot t_c$ , donde  $t_c$  es el tiempo de ejecución de una instrucción.

En la ejecución paralela, la inicialización, comunicación y sincronización de  $p$  procesos supone un tiempo  $k \cdot \log(p) \cdot t_c$  (siendo  $k$  constante). Se considera que  $n \gg p$ .

- (0,5) Obtener las expresiones para el tiempo de ejecución secuencial ( $T_s$ ) y el tiempo paralelo del segmento de código con  $p$  procesadores ( $T_p$ ). Comenta cómo se ha obtenido.
- (1,5) Dado la ejecución de este algoritmo con  $p$  procesadores para una talla  $n$ , indica cual debería ser la talla del problema  $n'$  para que se mantuviera igual la eficiencia al ejecutarlo con  $p' = p^2$  procesadores.

a) El tiempo de ejecución secuencial de este segmento de código viene determinado por el número de iteraciones del bucle for ( $n$ ) y el coste de cada una de ellas ( $3nt_c$ ), por lo que:

$$T_s = n(3nt_c) = 3n^2t_c$$

Para el tiempo paralelo tenemos que tener en cuenta que el bucle es paralelizable y que hay un tiempo extra debido a la ejecución paralela (inicialización, comunicación y sincronización de los  $p$  procesos). Como además  $n \gg p$  el tiempo paralelo será:

$$T_p = 3 \frac{n^2}{p} t_c + k \log(p) t_c$$

b) Para poder hacer este cálculo de forma fácil, calculamos primero la función de isoeficiencia. Comenzaremos identificando el coste secuencial del código en función de  $n$  a partir de  $T_s$ :

$$T_s = 3n^2t_c = W(n, 1)t_c$$

La expresión de la eficiencia viene dada por la expresión:

$$E(n, p) = E = \frac{S(n, p)}{p} = \frac{3n^2t_c}{p \left( 3 \frac{n^2}{p} + k \log(p) \right) t_c} = \frac{W(n, 1)}{W(n, 1) + kp \log(p)}$$

Operando y despejando  $W(n, 1)$  tenemos:

$$W(n, 1) = \left( \frac{E}{1 - E} \right) kp \log(p)$$

Queremos saber cuánto debe valer  $n'$  para que al pasar de  $p$  a  $p' = p^2$  procesadores tengamos la misma eficiencia. Esto supone que:

$$W(n', 1) = \left( \frac{E}{1 - E} \right) kp' \log(p') = \left( \frac{E}{1 - E} \right) kp^2 \log(p^2) = \left( \frac{E}{1 - E} \right) 2kp^2 \log(p)$$

Si dividimos las igualdades anteriores tenemos que

$$\frac{W(n', 1)}{W(n, 1)} = \frac{3n'^2}{3n^2} = \frac{2kp^2 \log(p)}{kp \log(p)} = 2p$$



*Despejando  $n'$  obtenemos que:*

$$n' = n \sqrt{2p}$$

**Problema proposat:**

Es vol paral·lelitzar, per a un sistema multiprocessador el següent segment de codi:

```
for(i=0; i<n; i++){  
    Codi per a la iteració i;}
```

L'execució de cadascuna de las iteracions del bucle, sense dependència de dades, suposa un temps d'execució  $5n^2 \cdot t_c$ , on  $t_c$  és el temps d'execució d'una instrucció.

En l'execució paral·lela, la inicialització, comunicació i sincronització de  $p$  processos suposa un temps  $(k_1 + k_2 \log_2 p) t_c$  (sent  $k_1$  i  $k_2$  constants). Es considera que  $n \gg p$ .

- c) (1) Obtindre l'expressió de la funció d'isoefficiència. Comenta cómo s'ha obtingut.
- d) (1) Donat l'execució d'este algoritme amb  $p$  processadors per a una mida  $n$ , indica quin hauria de ser la mida del problema  $n'$  per a que es mantingués igual la eficiència al executar-lo amb  $p' = 2p$  processadors. Comenta cómo s'ha obtingut.