

Tema 1: Paralelismo, Concurrency y Rendimiento

Sesión de problemas

Lista de ejercicios que quiero hacer

- Ejercicio 1.2
- Ejercicio 1.3 (parcialmente hecho en el resumen)
- Ejercicio 1.4 (parcialmente hecho en el resumen)
- Ejercicio 1.7
- Ejercicio 1.10
- Ejercicio 1.12

1.2.- Un 25% de un programa no se puede paralelizar, el resto se puede distribuir por igual entre cualquier número de procesadores sin considerar sobrecarga.

- a) ¿Cuál es el máximo valor de aceleración que se podría conseguir al paralelizarlo?
- b) ¿A partir de qué número de procesadores se podría conseguir aceleraciones mayores o igual que 2?

a) $S(\infty)$?

b) El n más pequeño tal que $S(n) \geq 2$?

1.2.- Un 25% de un programa no se puede paralelizar, el resto se puede distribuir por igual entre cualquier número de procesadores sin considerar sobrecarga.

- a) ¿Cuál es el máximo valor de aceleración que se podría conseguir al paralelizarlo?
- b) ¿A partir de qué número de procesadores se podría conseguir aceleraciones mayores o igual que 2?

a) $S(\infty)$?

Amdahl:

$$S(n) = \frac{1}{f_s + \frac{1 - f_s}{n}} = \frac{1}{0.25 + \frac{0.75}{n}}$$

$$S(\infty) = \frac{1}{f_s} = 4$$

1.2.- Un 25% de un programa no se puede paralelizar, el resto se puede distribuir por igual entre cualquier número de procesadores sin considerar sobrecarga.

- a) ¿Cuál es el máximo valor de aceleración que se podría conseguir al paralelizarlo?
- b) ¿A partir de qué número de procesadores se podría conseguir aceleraciones mayores o igual que 2?

b) El n más pequeño tal que $S(n) \geq 2$?

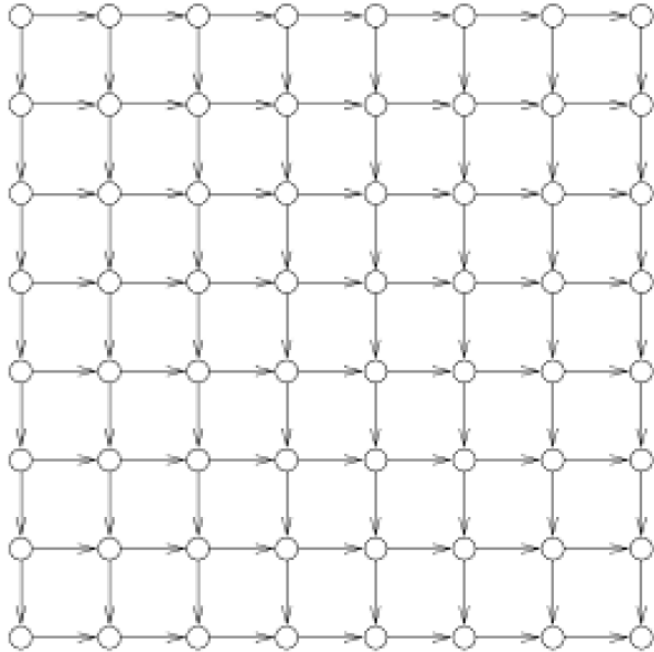
Amdahl:

$$S(n) = 2 = \frac{1}{0.25 + \frac{0.75}{n}}$$

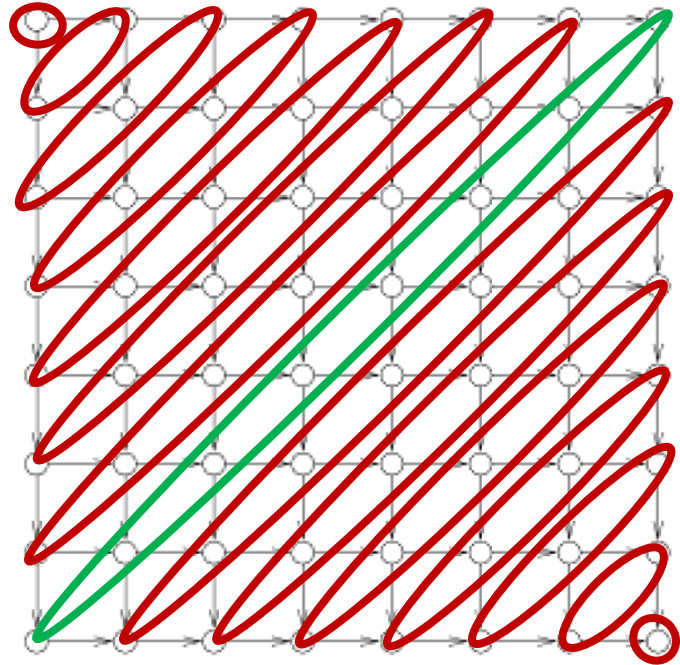
Resolvemos la ecuación

$$n = 3$$

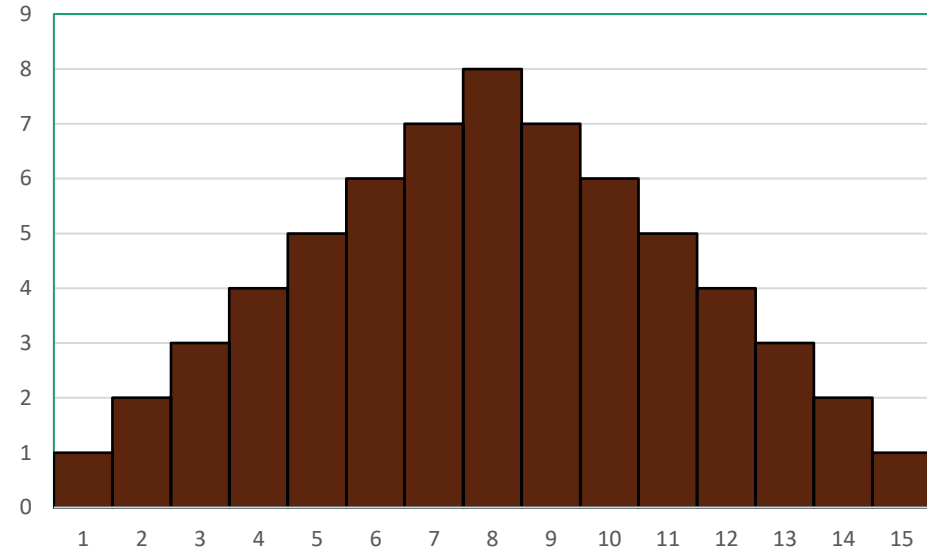
1.7.- La figura representan el grafo de dependencias de una aplicación que se va a ejecutar en un sistema multiprocesador con p procesadores. Si se generaliza denominando N al número de nodos en un grafo y n es un entero, de tal manera que en el grafo hay $N = n \times n$ nodos en la figura de la izquierda y $N = n \times (n+1)/2$ nodos en la de la derecha.



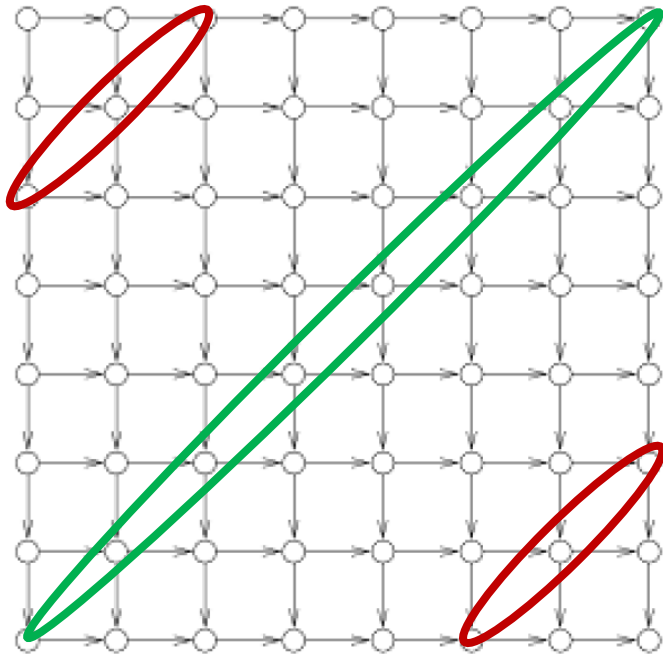
a) Represente el perfil de paralelismo durante la ejecución de la aplicación para $n=8$



$W = 64 ; d = 15$

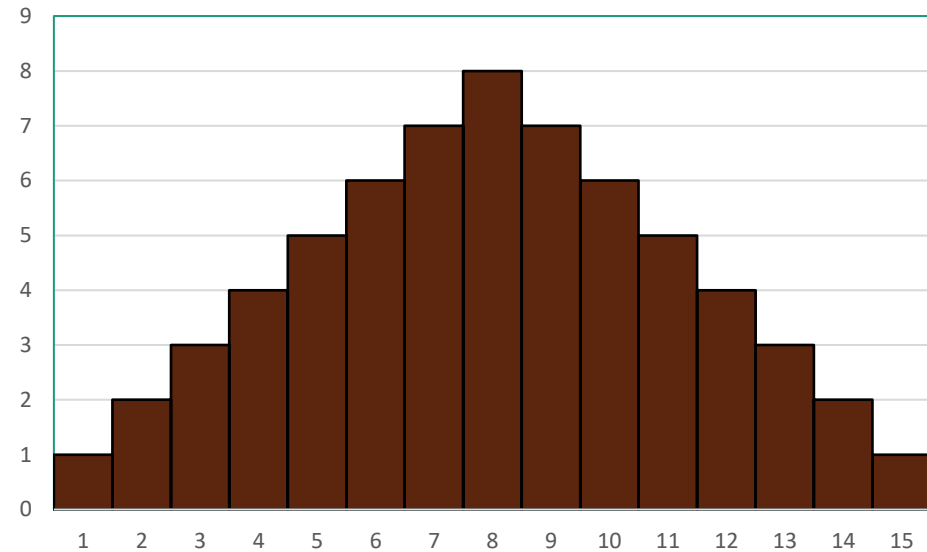


b) El grado de paralelismo máximo y el trabajo realizado con grado de paralelismo tres.



$$t_i = \begin{cases} 2, & 1 \leq i < n \\ 1, & i = n \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$m = 8$



$t_3 = 2$ $W_3 = 2 \cdot 3 = 6$

- c) Calcule el speed-up (S) y la eficiencia (E) en función del número de procesadores S(p) y compare para este caso los valores S(∞), S(p=4) y S(p=8)

$$t_1 = 2$$

$$t_2 = 2$$

$$t_3 = 2$$

$$t_4 = 2$$

$$t_5 = 2$$

$$t_6 = 2$$

$$t_7 = 2$$

$$t_8 = 1$$

$$T(\infty) = 15$$

$$t_1(8) = 2 \quad t_1(4) = 2$$

$$t_2(8) = 2 \quad t_2(4) = 2$$

$$t_3(8) = 2 \quad t_3(4) = 2$$

$$t_4(8) = 2 \quad t_4(4) = 2$$

$$t_5(8) = 2 \quad t_5(4) = 4$$

$$t_6(8) = 2 \quad t_6(4) = 4$$

$$t_7(8) = 2 \quad t_7(4) = 4$$

$$t_8(8) = 1 \quad t_8(4) = 2$$

$$T(8) = 15 \quad T(4) = 22$$

$$S(\infty) = S(8) = \frac{T(1)}{T(8)} = \frac{64}{15}$$

$$S(4) = \frac{T(1)}{T(4)} = \frac{64}{22}$$

d) Exprese el grado de paralelismo máximo y el Speed-up máximo en función de n .

$$m = n$$

Usamos W y d

$$S(\infty) = \frac{W}{d} = \frac{n^2}{2(n-1) + 1} = \frac{n^2}{2n-1}$$

1.10.- Considere el siguiente fragmento de código en C con sus comentarios y responda a los siguientes apartados:

```
// Loop 1: it admits parallel implementation
#pragma omp parallel for
for(int i = 0; i < N; i++) {
    c[i] = 10 * a[i];
}

// Loop 2: it must be executed sequentially. We must wait for
// loop 1.
for(int i = 1; i < N; i++) {
    c[i] = 2 * (c[i-1] * c[i]);
}

// Final computation
result = c[0] * c[N-1];
```

- Dibuje el DAG de computación del fragmento de código con $N=8$, asumiendo que la operación elemental o tarea es el producto (operador binario $*$). Indique las tareas que no valgan la unidad si es que las hay.
- Dibuje el DAG de computación del fragmento de código en función de N , asumiendo que la operación elemental o tarea es el producto (operador binario $*$). Indique las tareas que no valgan la unidad si es que las hay.

- Dibuje el DAG de computación del fragmento de código con $N=8$, asumiendo que la operación elemental o tarea es el producto (operador binario $*$). Indique las tareas que no valgan la unidad si es que las hay.
- Dibuje el DAG de computación del fragmento de código en función de N , asumiendo que la operación elemental o tarea es el producto (operador binario $*$). Indique las tareas que no valgan la unidad si es que las hay.
- Según el grafo del apartado anterior, calcule el trabajo realizado, la profundidad máxima y el paralelismo medio en términos de N .

Ejercicio 10

(b) DAG

$N \text{ veces} \equiv N \text{ multiplicaciones}$

Loop 1

Loop 2

$2(N-1) \text{ mult. plicaciones}$

$N-1 \text{ veces}$

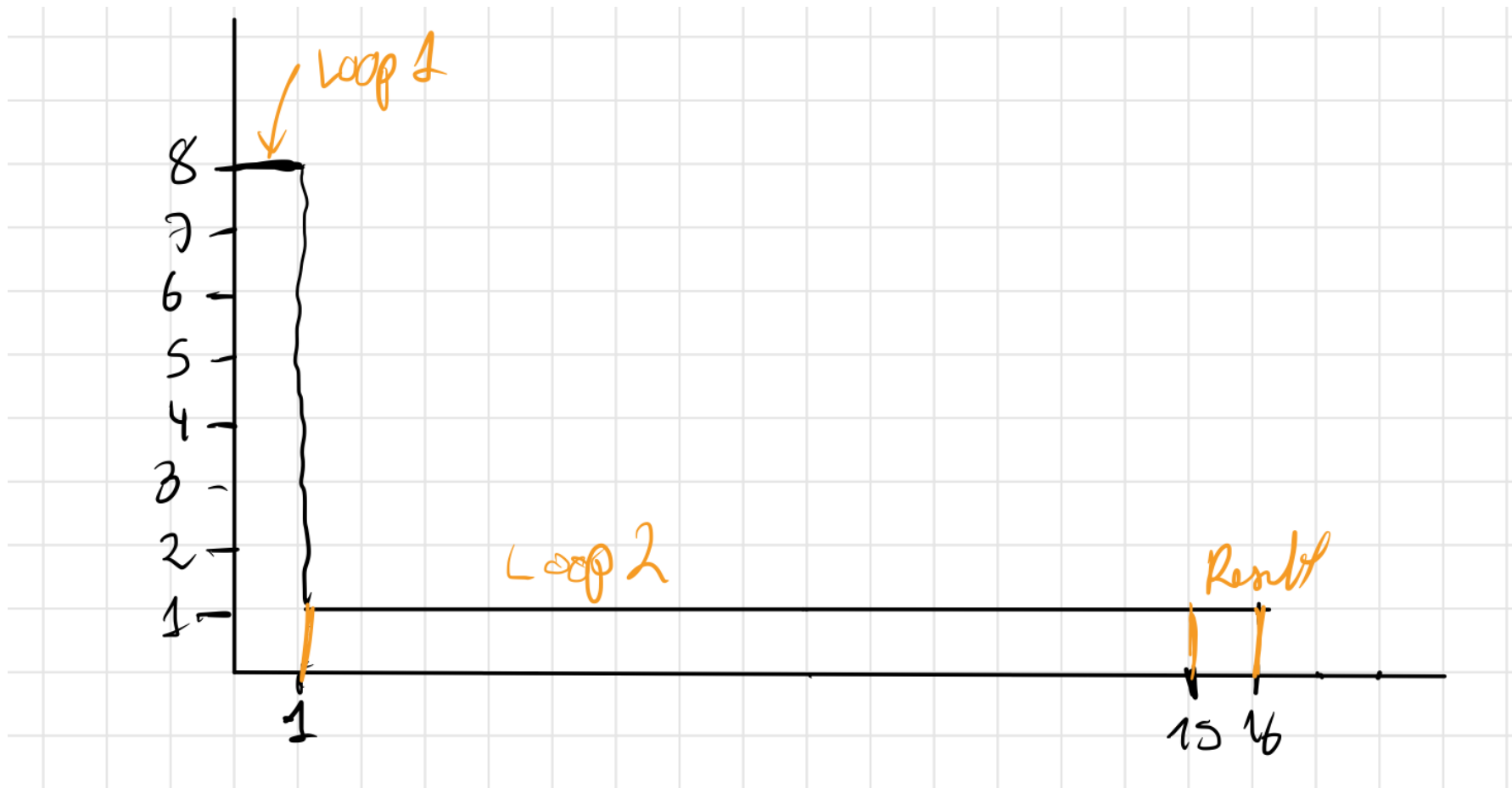
$W = N + 2(N-1) + 1$
 $= 3N - 1$

$d = 1 + 2(N-1) + 1$
 $= 2N$

$\text{avg } P = \frac{3N-1}{2N} \approx \frac{3}{2} - \frac{1}{2N}$

$\text{result} \equiv 1 \text{ multiplicación}$

d) Asumiendo infinitos procesadores, dibuje el perfil de paralelismo para $N=8$.



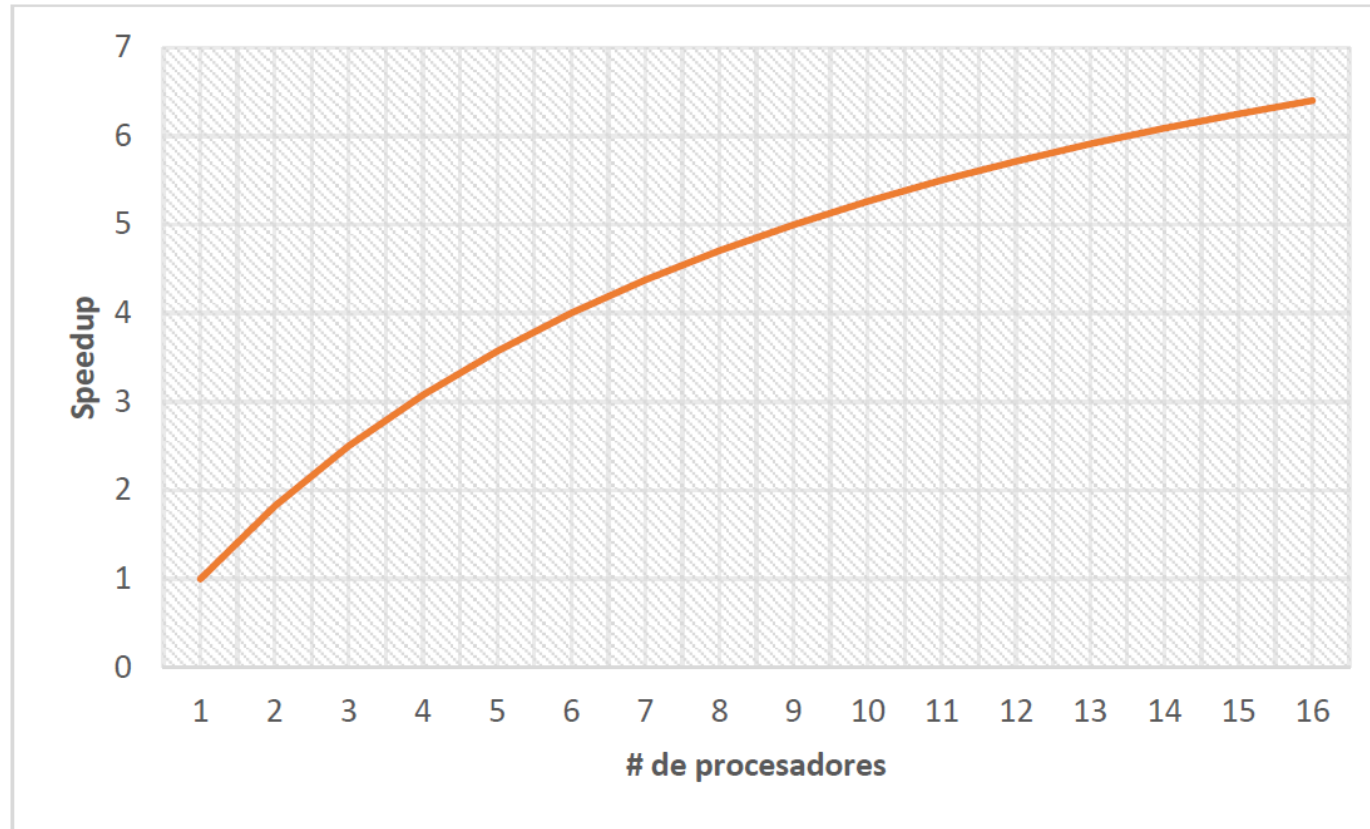
- e) Calcule el *speedup* y la eficiencia para $N=8$ con número de procesadores $p=2, 8$.
 f) Calcule el *speedup* con infinitos procesadores en función de N .

$$\begin{array}{llll}
 t_1 = 15 & t_1(8) = 15 & t_1(2) = 15 & s(8) = \frac{T(1)}{T(8)} = \frac{23}{16} \\
 t_8 = 1 & t_8(8) = 1 & t_8(2) = 4 & \\
 T(\infty) = 16 & T(8) = 16 & T(2) = 19 & s(4) = \frac{T(1)}{T(4)} = \frac{23}{19}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 S_N(p = \infty) &= \frac{T(1)}{T(N)} = \frac{N + 2(N - 1) + 1}{1 + 2(N - 1) + 1} = \\
 &= \frac{3N - 1}{2N} = \frac{3}{2} - \frac{1}{2N}
 \end{aligned}$$

¿Qué ley sale? ¿Por qué no Gustafson si hay una parte paralela que escala?

1.12.- Se muestra a continuación el speedup para un programa concreto.



- ¿Qué ley o teorema está siendo representado?
- Asumiendo que el programa solo tiene dos tipos de trabajo: W_1 y W_n , es decir, trabajo con DOP=1 y con DOP=n, y que el trabajo total es $W = 100 \Delta$, calcule W_1 y W_n .
- ¿Cuáles son los requisitos para que la ley de Gustafson aplique? Dibujar el speedup que obtendría.

- a) ¿Qué ley o teorema está siendo representado?
- b) Asumiendo que el programa solo tiene dos tipos de trabajo: W_1 y W_n , es decir, trabajo con DOP=1 y con DOP=n, y que el trabajo total es $W = 100 \Delta$, calcule W_1 y W_n .

- a) Amdahl
- b) Nos fijamos en un punto y usamos Amdahl

$$S(6) = 4 = \frac{1}{f_s + \frac{1 - f_s}{6}}$$

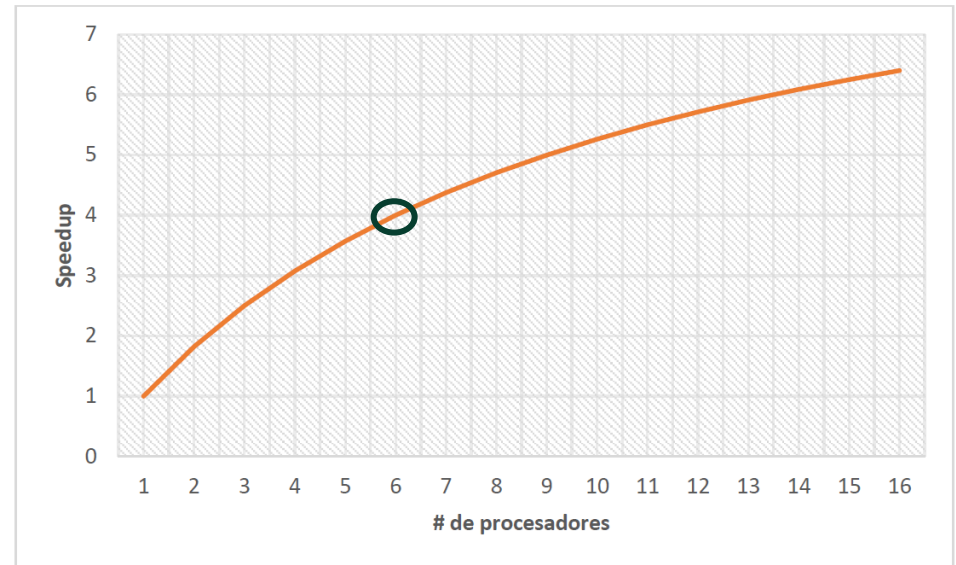
Y sacamos f_s :

$$f_s = 0.1$$

Entonces:

$$W_1 = f_s W = 10\Delta$$

$$W_n = (1 - f_s)W = 90\Delta$$



c) ¿Cuáles son los requisitos para que la ley de Gustafson aplique? Dibujar el speedup que obtendría.

c) Gustafson

$$S(n) = \frac{W'}{W} = \frac{W_1 + nW_n}{W_1 + W_n}$$

En particular:

$$S(n) = \frac{10 + n90}{100}$$

$$= 0.1 + 0.9n$$

