EjerciciosTema1.pdf

Anónimo

Ingeniería de Servidores

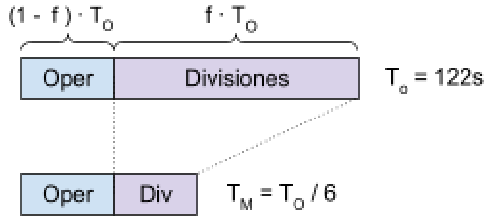
3º Grado en Ingeniería Informática

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación
Universidad de Granada

TEMA 1 - Introducción a la Ingeniería de Servidores

PROBLEMA 1.1

Un programa para la simulación de sistemas hidráulicos se ejecuta en 122 segundos. Si las operaciones de división con números reales consumen el 73% de este tiempo, ¿en cuánto se tendría que mejorar la velocidad de estas operaciones si queremos conseguir que dicho programa se ejecute seis veces más rápidamente? ¿Cuál es la ganancia en velocidad máxima que podríamos conseguir si pudiésemos mejorar dichas operaciones tanto como quisiéramos?



Que se ejecute 6 veces más rápido quiere decir:

$T_M \cdot 6 = T_O \Rightarrow T_M = 122 / 6 = 20'33s$

Si $T_M = (1-f) \cdot T_o + f \cdot T_0 / k$

$\Rightarrow 20'33 = (1-0'73) \cdot 122 + 0'73 \cdot 122 / k$

$\Rightarrow 20'33 = 32'94 + 89'06/k$

$\Rightarrow k = 89'06/(20'33-32'94) = \mathbf{-7'06}$

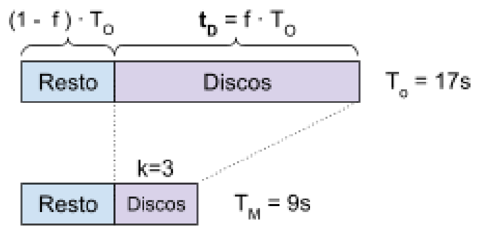
Como k no puede ser negativo, el programa no puede ejecutarse seis veces más rápido solamente actuando en las operaciones de división.

$S = \frac{T_0}{(1-f)\cdot T_0 + f \cdot T_0/k} = \frac{1}{1-f+f/k}$

$S_{max} = \lim_{k\to\infty} S = \frac{1}{1-f+f/\infty} = \frac{1}{1-f+0} = \frac{1}{1-0'73} = \mathbf{3'7} \Rightarrow$ es la ganancia en velocidad más alta que se conseguiría mejorando las divisiones al máximo.

PROBLEMA 1.2

Una mejora en un sitio web ha permitido rebajar de 17 a 9 segundos el tiempo medio de descarga de sus páginas. Si la mejora ha consistido en hacer 3 veces más rápido el subsistema de discos que almacena las páginas del servidor, ¿Cuánto tiempo se dedicaba a acceder a los discos antes de realizar la mejora?



Piden que calculemos $t_D = f \cdot T_O$

Sabemos que $T_M = (1-f) \cdot T_O + f \cdot T_O /k$, entonces:

$9 = (1-f) \cdot 17 + f \cdot 17/3 \Rightarrow 9 = 17 - 17 \cdot f + 5'8 \cdot f$

$\Rightarrow 9 -17 = (5'8 - 17) \cdot f \Rightarrow -8 = -11{,}2 \cdot f \Rightarrow \mathbf{f = 0{,}71}$

Si $f = 0'71 \Rightarrow f \cdot T_O = 0'71 \cdot 17 = 12'07s = t_D$

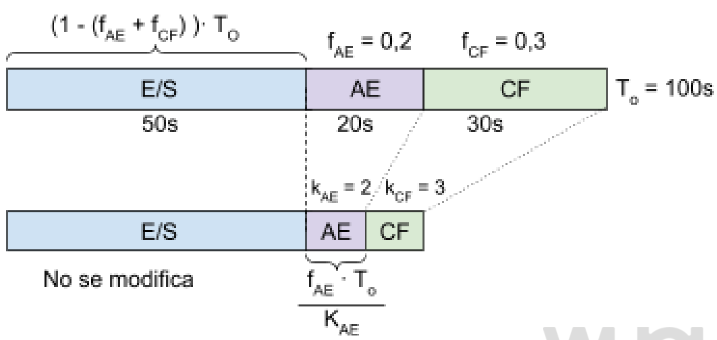
Por tanto, de los 17 segundos del tiempo de respuesta del sistema antes de la mejora (T_O), t_D=**12s** se empleaban en el acceso a los discos.

PROBLEMA 1.3

Un computador tarda 100 segundos en ejecutar un programa de simulación de una red de interconexión para multicomputadores. El programa dedica el 20% en hacer operaciones de aritmética entera (AE), el 30% en hacer operaciones de aritmética en coma flotante (CF), mientras que el resto se emplea en operaciones de entrada/salida (E/S). Calcule la ganancia en velocidad y el tiempo de ejecución si las operaciones aritméticas enteras y reales se mejoran de manera simultánea 2 y 3 veces, respectivamente.

Para calcular los tiempos iniciales:

- AE : $f_{AE} \cdot T_O = 0{,}2 \cdot 100 = 20s$
- CF : $f_{CF} \cdot T_O = 0{,}3 \cdot 100 = 30s$
- E/S : $T_O - (t_{AE} + t_{CF}) = 100 - (20+30) = 100 - 50 = 50s$



Para calcular los tiempos mejorados: $\frac{f_n \cdot T_o}{k_n}$

- $\frac{f_{AE} \cdot T_o}{k_{AE}} = \frac{0{,}2 \cdot 100}{2} = 10s$
- $\frac{f_{CF} \cdot T_o}{k_{AE}} = \frac{0{,}3 \cdot 100}{3} = 10s$

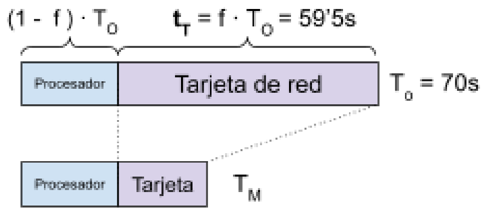
Entonces T_M = 50 + 10 + 10 = **70s**

La ganancia S_O (M) = $\frac{T_O}{T_M} = \frac{100}{70} =$ **1,43**

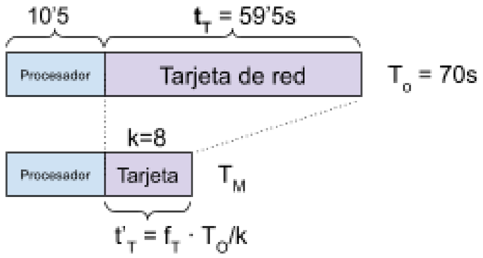
El incremento en velocidad sería: $\Delta v_{M,O}(\%) = (S_O(M) - 1)\cdot 100 = (1,43 - 1)\cdot 100 = 43\%$. La mejora en velocidad es del 43%.

PROBLEMA 1.4

Una aplicación informática se ejecuta en un computador durante un total de 70 segundos. Mediante el uso de un monitor de actividad se ha podido saber que el 85 % del tiempo se utiliza la tarjeta de red, mientras que el resto del tiempo se hace uso del procesador. Se pide:



a) Calcular el incremento de prestaciones si se mejora en 8 veces la velocidad de la tarjeta de red.
En el sistema original:
- Red: t_R = (1-f) · T_O = (1- 0'85) · 70 = 10'5s
- Tarjeta: t_T = f · T_O = 0'85 · 70 = 59'5s

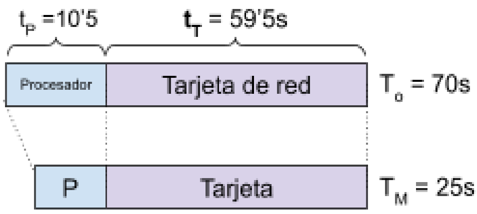


En el sistema modificado:
- Tarjeta modificada: t'_T = f · T_O /k = 59'5/8 = 7'4375s

Calculo el tiempo mejorado T_M = t_R + f · T_O / k = 10'5 + 0'85 · 70/8 = 17'94s

S_O (M) = $\frac{v_m}{v_O} = \frac{T_O}{T_m} = \frac{70}{17'94} =$ **3'9** es la ganancia en velocidad obtenida.

b) Determinar en cuánto hay que mejorar el rendimiento del procesador si se quiere ejecutar la aplicación en 25 segundos.



Partiendo del sistema original, se puede observar que $t_T > T_M$, por lo que dan igual las mejoras que hagamos en t_P ya que nunca podremos tener un $T_M < t_T$. Por tanto, el objetivo no se puede conseguir.

Nota: en ambos casos considérese el sistema original como punto de partida.

PROBLEMA 1.5

Deduzca, a partir de la expresión de la ley de Amdahl, una expresión para la fracción de tiempo *f* en función de S (el speedup) y k (el nº de veces mejorado).

Ley de Amdahl: $S = \frac{1}{1-f+f/k}$. Despejo la 'f':

1 - f + f/k = 1/S ⇒ $f \cdot (-1 + \frac{1}{k}) = \frac{1}{S} - 1 \Rightarrow f = \frac{1/S - 1}{-1 + 1/k} = \frac{(1-s)/s}{(1-k)/k} = \frac{k(1-S)}{S(1-k)}$

$\frac{-k(1-S)}{-S(1-k)} = \frac{k(-1+S)}{S(-1+k)} = \frac{k(S-1)}{S(k-1)}$

PROBLEMA 1.6

El administrador de un sistema informático pretende aumentar el rendimiento para evitar que el director del centro lo cese en sus funciones (ha habido más de quince quejas de usuarios en el último mes por el excesivo tiempo de ejecución de los programas). Indíquese, teniendo en cuenta la relación entre prestaciones y coste, qué opción de actualización de un sistema informático, de las dos que se enumeran, resultará más ventajosa:

a) Cambio del procesador (250 €). Esta modificación permite que el 75 % de los programas se ejecuten dos veces más rápidamente.

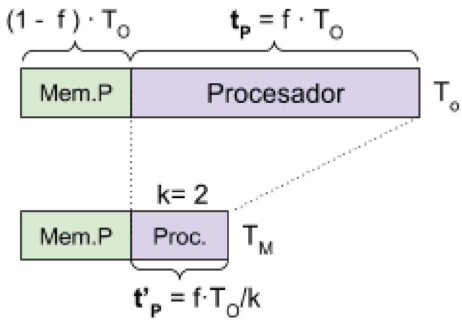
Para esta opción los datos son:

- $t_P = f \cdot T_O = 0'75 \cdot T_O$
- $t_M = (1-f) \cdot T_O = 0'25 \cdot T_O$
- $t'_P = f \cdot T_O / k = 0'75 \cdot T_O / 2 = 0'375 \cdot T_O$

$v_P = \frac{1}{t'_P} = \frac{1}{0'75 \cdot T_O / k}$

Relación

$\frac{Prestaciones}{Coste} = \frac{v_P}{Coste} = \frac{\frac{1}{0'375 \cdot T_O}}{250} = \frac{1}{0'375 \cdot T_O \cdot 250} = 0'0106 \cdot T_O$



b) Ampliación de la memoria principal (150 €). La capacidad extra de memoria mejora tres veces el tiempo de ejecución del 40 % de los programas.

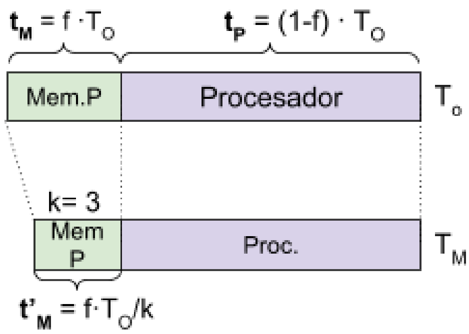
Para esta opción los datos son:

- $t_M = f \cdot T_O = 0'4 \cdot T_O$
- $t_P = f \cdot T_O/k = 0'4 \cdot T_O/3 = 0'13 \cdot T_O$

$v_P = \frac{1}{t_M} = \frac{1}{0'4 \cdot T_O} = \frac{2'5}{T_O}$

Relación $\frac{Prestaciones}{Coste} = \frac{v_M}{Coste} = \frac{1/(T_O \cdot 0'4)}{150} = 0'017 \cdot T_O$

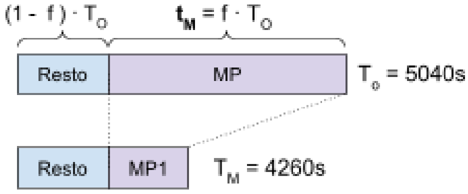
Como 0'017 > 0'0106 ⇒ es mejor ampliar la MP.



PROBLEMA 1.7

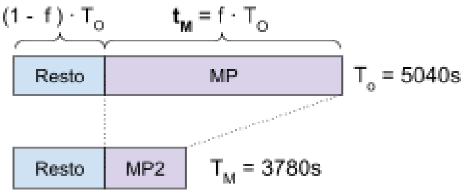
Un programa de predicción meteorológica tarda 84 **minutos** en ejecutarse en un supercomputador diseñado al efecto. Sin embargo, esta cantidad de tiempo origina muchos problemas para los estudios de los meteorólogos. El responsable del equipo informático quiere reducir este tiempo sustituyendo la memoria principal por una más rápida, para lo cual existen dos modelos alternativos. Determine cuál de los dos modelos anteriores representa la mejor opción ateniéndonos a la relación prestaciones/coste. Exprese el resultado como "% de mejora en la relación prestaciones/coste".

a) Modelo Lupita (1100 €), que disminuye el tiempo de ejecución hasta los 71 **minutos**.



$$\frac{Prestaciones}{Coste} = \frac{v_1}{Coste} = \frac{1/4260}{1100} = 2'134 \cdot 10^{-7}$$

b) Modelo Lucho (1300 €), que rebaja este tiempo de ejecución hasta los 63 **minutos**.



$$\frac{Prestaciones}{Coste} = \frac{v_2}{Coste} = \frac{1/3780}{1300} = 2'035 \cdot 10^{-7}$$

$$\frac{Prestaciones/Coste_{/1}}{Prestaciones/Coste_{/2}} = \frac{2'134 \cdot 10^{-7}}{2'035 \cdot 10^{-7}} = 1,0486$$

$\Delta v_{1,2}(\%) = (1,0486 - 1) \cdot 100 = 4,86\%$

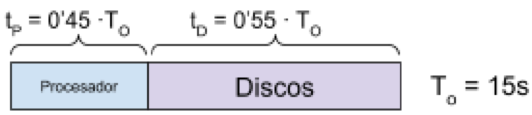
La opción de Lupita presenta una relación prestaciones/coste un **4,86%** mejor que la opción de Lucho.

PROBLEMA 1.8

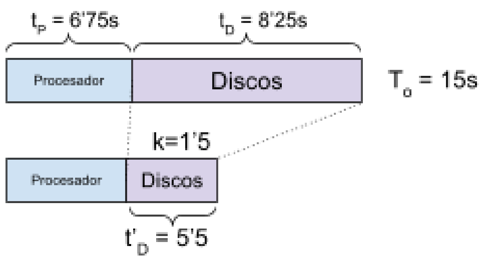
El tiempo medio de respuesta de un sitio web es de 15 segundos. Mediante un monitor software se ha podido determinar que el 55 % de este tiempo es utilizado por el subsistema de discos, mientras que el resto se dedica a la ejecución de los scripts en el procesador de 2 GHz de que dispone el servidor. El administrador del sitio, después de soportar estoicamente las quejas de los usuarios, pretende reducir este tiempo por debajo de los 11 segundos. ¿Cuál de las dos opciones planteadas a continuación consigue este objetivo?

Datos del sistema original:

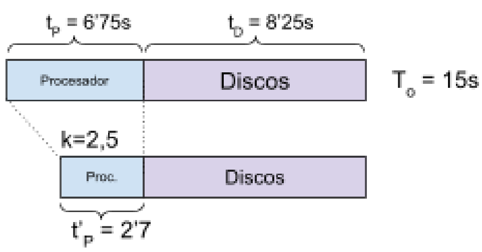
- Queremos $T_M < 11s$
- $t_D = f \cdot T_O = 0'55 \cdot 15 = 8'25s$
- $t_P = (1-f) \cdot T_O = 0'45 \cdot 15 = 6'75s$



a) Adquirir un nuevo procesador que trabaja a 3 GHz.
   $k = 3\ GHz / 2\ GHz = 1,5$
   $t'_D = f_D \cdot T_O / k = 0'55 \cdot 15 / 1'5 = 5,5s$
   $T_M = t_P + t'_D = 6,75 + 5,5 = 12,25 > 11s$
   Esta opción **no** consigue el objetivo.



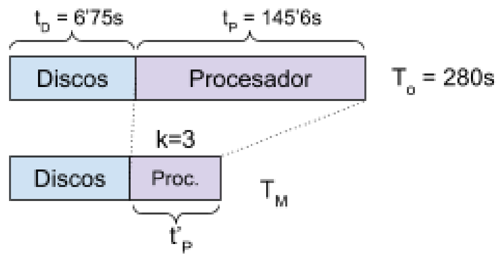
b) Substituir el subsistema de discos por uno de segunda mano 2,5 veces más rápido que el actual.
   $k = 2'5$
   $t'_P = f_P \cdot T_O / k = 0'45 \cdot 15 / 2'5 = 2'7s$
   $T_M = t_D + t'_P = 8,25 + 2'7 = 10'95s$
   Esta opción **cumple** el objetivo: $T_M = 10'95s < 11s$



La segunda opción consigue un tiempo de respuesta aproximado de 10 segundos.

PROBLEMA 1.9

Un programa de simulación de sistemas aerodinámicos de control se ejecuta en 280 segundos. El 70 % del tiempo de ejecución se utiliza el procesador; el resto se dedica a acceder al subsistema de discos. Un incremento del presupuesto aportado por el ministerio ha permitido adquirir un nuevo procesador tres veces más rápido.

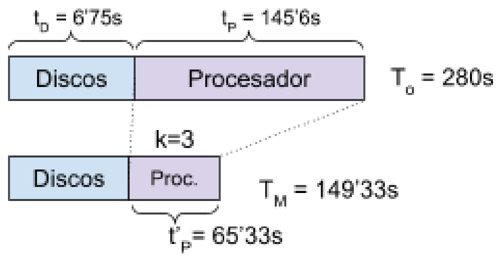


<u>Datos del sistema original</u>:

- T_O = 208s; k=3
- $t_P = f \cdot T_O = 0'7 \cdot 280 = 196$s
- $t_D = (1\text{-}f) \cdot T_O = 0'3 \cdot 280 = 84$s

a) Determine el tiempo de ejecución del simulador después de actualizar el procesador.
   $t'_P = f \cdot T_O / k = 0'7 \cdot 280/3 = 65'33$s
   $T_M = t_D + t'_P = 84 + 65'33 =$ **149'33s** ⇒ tiempo de ejecución obtenido con la actualización del procesador

b) Calcule ahora, esto es, después de haber hecho la actualización del procesador, cuál es la fracción del tiempo mejorado de ejecución durante el cual se utiliza el nuevo procesador. Haga un análisis del fenómeno observado.
   $t'_P = f_P \cdot T_O / k$
   $\frac{T_O \cdot f_D}{T_M} = \frac{280 \cdot 0'3}{149'33} = 0'5625$
   (1- 0'5625) ·100 = **43'74**%
   Podemos observar que el tiempo del procesador ahora es minoritario. En el sistema actualizado el procesador se utiliza durante la fracción f = 0,44 del tiempo de ejecución anterior.

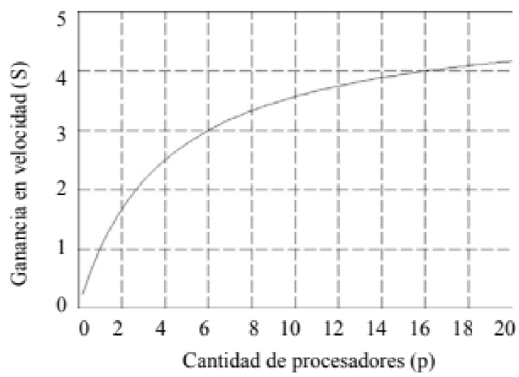


c) A raíz del resultado obtenido en el apartado anterior, si hubiéramos de mejorar este sistema actualizado, ¿sobre qué componente del mismo deberíamos incidir?

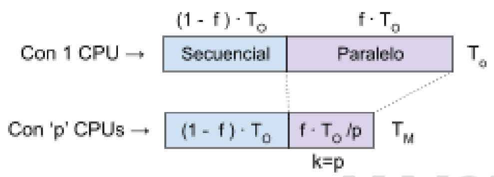
   Deberíamos incidir sobre los discos porque representan un 56'25% del tiempo de ejecución del sistema mejorado.

PROBLEMA 1.10

Un equipo de biólogos que investiga sobre clonación de células utiliza el multiprocesador ALLIANT para ejecutar un simulador que se puede paralelizar en una fracción f de su tiempo de ejecución. La figura adjunta presenta la ganancia en velocidad conseguida por la máquina paralela en la ejecución del simulador para diferentes valores del número de procesadores (p).



a) ¿Cuál es la fracción paralelizable f del programa de simulación?
   Los puntos que se ven con claridad en la gráfica son (6, 3) y (16, 4).

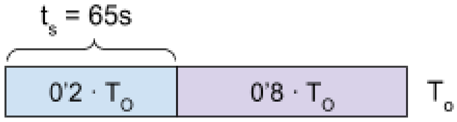


$S = \frac{V_M}{T_M} = \frac{T_O}{T_M} = \frac{T_O}{(1-f)\cdot T_O + (f\cdot T_O)/p} = \frac{1}{1-f+f/p}$; como S=3, p=6 :

$3 = \frac{1}{1-f+f/6}$ ⇒ **f= $4/5$ = 0'8** ⇒ es la fracción paralelizable.

b) Si la parte secuencial (=no paralelizable) del simulador se ejecuta en 65s, ¿cuánto tiempo han de esperar los biólogos para obtener los resultados de la simulación con una configuración de 6 procesadores?

Parte secuencial: t_s = 65s = (1-f)·T_O⇒ despejo T_O = 65/(1-0'8) = 65/0'2 = 325s . Entonces, hay dos formas de calcular el tiempo que tienen que esperar los biólogos:



- Como S = T_o / T_M ⇒ $T_M = \frac{T_O}{S} = \frac{325}{3}$ = 108'33…
- Como p = 6 = k ⇒ $T_M = 65 + \frac{325\cdot 0'8}{6}$ = 108'33…

Los biólogos tienen que esperar **108'33s**.

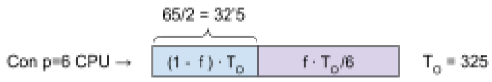
c) Los científicos pretenden obtener resultados del simulador en un tiempo máximo de 70s sin modificar el código del programa. Si el sistema ALLIANT está preparado para ampliar el número de procesadores hasta p = 30, ¿Podrán conseguir los biólogos su objetivo?

$S_{30} = \frac{V_M}{T_M} = \frac{T_O}{T_M} = \frac{T_O}{(1-f)\cdot T_O + (f\cdot T_O)/p} = \frac{1}{1-f+f/p} = \frac{1}{1-0'8+(0'8/30)} = 4'41$

Como T_O = 325s ⇒ $\frac{T_O}{S_{30}} = \frac{325}{4'41} = 73'6961 = T_M$ ⇒ El objetivo no se puede conseguir, ya que el tiempo de ejecución con 30 procesadores es **73'7segundos**.

d) Un informático afirma que el sistema ALLIANT podría conseguir el objetivo anterior con p = 6 procesadores si se reduce a la mitad la fracción secuencial (=no paralelizable) del simulador. ¿Es válida esta propuesta?

Hemos reducido el T_O con respecto al apartado b. Entonces f=0'9



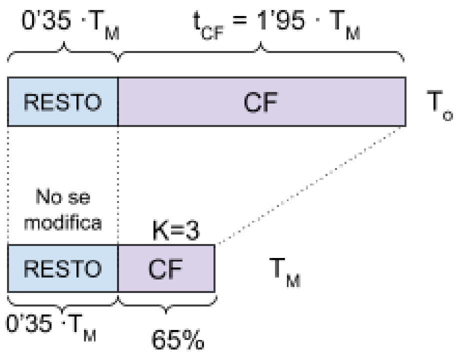
- Zona secuencial: $\frac{(1-f)\cdot T_O}{2} = \frac{(1-0'8)\cdot 325}{2} = \frac{65}{2} = 32'5$
- Zona paralela: $\frac{f\cdot T_O}{p} = \frac{0'9\cdot 325}{6} = 48'75$

T_M = 32'5 + 48'75 = 81'25s ⇒ La propuesta **no es válida** porque T_M = 81'25s **> 70s**

PROBLEMA 1.11

Ante la necesidad de reducir el tiempo de ejecución de un programa de cálculo de trayectorias espaciales, un equipo de arquitectos de computadores ha diseñado un nuevo procesador que mejora 3 veces la ejecución de las operaciones de coma flotante. El programa, **cuando se ejecuta utilizando este nuevo procesador**, emplea el 65% del tiempo en la realización de operaciones de coma flotante.

a) Calcule qué tanto por ciento del tiempo de ejecución necesitaban las operaciones de coma flotante en el sistema con el procesador original. **[Primero hacer b)]**.



Como $S = 2,3 = \frac{T_O}{T_M} = \frac{T_O}{T_O\cdot(1-f) + T_O\cdot f/k}$ ⇒ $\frac{1}{(1-f)+f/3}$ = 2,3

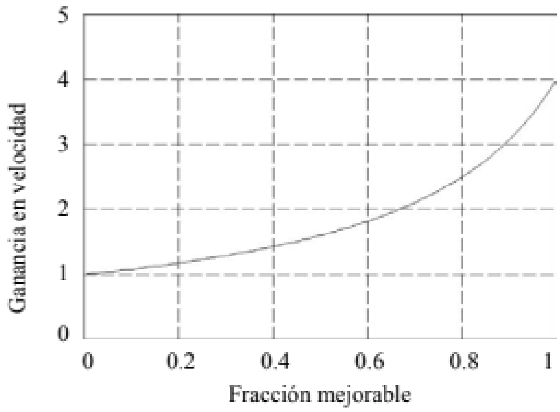
Despejo f : $\frac{1}{2,3} = 1 - f + f/3$ ⇒ $\frac{-1,3}{2,3} = f\cdot(-1 + 1/3)$ ⇒ $\frac{-0,565}{-0,666}$ = f ⇒ **f = 0'8475** ⇒ Se empleaba el **85%** del tiempo de ejecución.

b) Indique cuál es la ganancia en velocidad global conseguida por el nuevo procesador.

S $= \frac{T_O}{T_M} = \frac{0'35 \cdot T_M + 0'65 \cdot T_M \cdot 3}{T_M}$ = 0’35 + 1’95 = **2’3** ⇒ es la ganancia obtenida con el nuevo procesador.

PROBLEMA 1.12

La gráfica adjunta muestra la ganancia en velocidad (speedup), calculada mediante la ley de Amdahl, que se consigue en un computador después de reemplazar la vieja unidad de disco por una nueva, en función de la fracción del tiempo de ejecución en el que se usaba la antigua unidad.



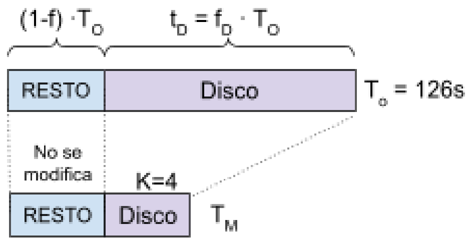
a) Indique cuántas veces es más rápida la nueva unidad de disco respecto de la que se ha retirado del computador.

Los puntos que se ven con claridad en la gráfica son (0, 1) y (1, 4).

S = $\frac{V_M}{T_M} = \frac{T_O}{T_M} = \frac{T_O}{(1-f)\cdot T_O + (f \cdot T_O)/k} = \frac{1}{1-f+f/k}$; como S=4, f=1 :

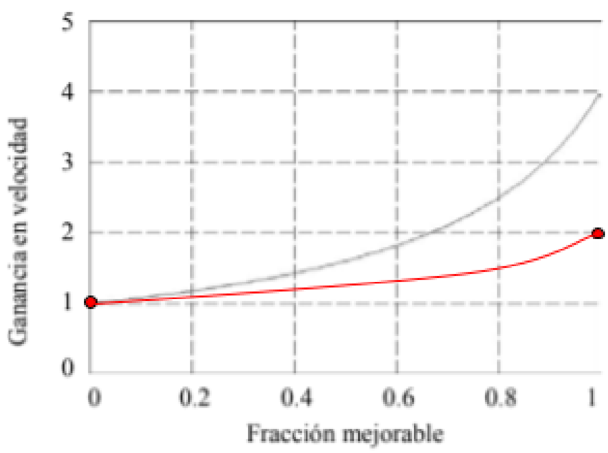
4 = $\frac{1}{1-1+1/k}$ ⇒ **k= 4 ⇒ La nueva unidad de disco es 4 veces más rápida que la vieja.**

b) El computador, antes de hacer la actualización, tardaba 126 segundos en ejecutar la aplicación. Determine, en el mejor de los casos, cuál sería el tiempo de ejecución en el sistema actualizado. Justifique la respuesta.



Sabemos que $T_O = k \cdot T_M \Rightarrow T_M = T_O / k = 126/4 =$ **31,5s** es el tiempo de ejecución en el mejor de los casos.

c) Dibuje sobre la misma gráfica la curva que se obtendría si la nueva unidad de disco fuera 2 veces más rápida que la vieja.



La nueva curva parte del mismo origen que la anterior, y su extremo derecho llega hasta una ganancia en velocidad global = 2.

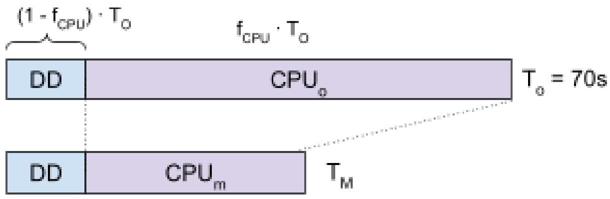
PROBLEMA 1.13

Una aplicación informática se ejecuta en un computador durante un total de 70s. Mediante el uso de un monitor de actividad se ha podido saber que durante el 85% del tiempo de ejecución se utiliza la CPU (CPUo), mientras que el resto del tiempo se hace uso del disco duro (DD). Determine cuántas veces debe ser, como mínimo, más rápido un procesador (CPUm) que cuesta el doble que el procesador actual para que hubiese valido la pena comprarlo en lugar de éste ateniéndonos a la relación *prestaciones del sistema/coste del procesador*.

Los tiempos son:

- DD : $(1-f_{CPU}) \cdot T_O = (1- 0'85) \cdot 70 = 10'5$s
- CPU_O : $f_{CPUo} \cdot T_O = 0'85 \cdot 70 = 59'5$s
- CPU_m : $(f_{CPUm} \cdot T_O)/k = 59'5/k$

$T_M = 10'5 + 59'5/k$



¿Cuántas veces hay que mejorar k para que la ganancia sea > 2?

S = $\frac{V_M}{V_O} = \frac{T_O}{T_M} = \frac{70}{10'5+(59'5/k)} > 2$

Despejo K ⇒ $70 > 2 \cdot (10'5 + \frac{59'5}{k})$ ⇒ $35 > 10'5 + \frac{59'5}{k}$ ⇒ $(35 - 10'5) > \frac{59'5}{k}$ ⇒ $K > \frac{59'5}{24'5}$ ⇒ $K > 2'43$

Como **mínimo** tiene que ser **2'43 veces más rápido** para que hubiese valido la pena la compra.