



Práctica 1: Rendimiento

1.- Dadas las fracciones $f_1 = 0,2$ y $f_2 = 0,15$ con aceleraciones $a_1 = 2$ y $a_2 = 1,5$ calcule la aceleración global del sistema sometido a dichas mejoras.

2.- En un sistema, las operaciones aritméticas se realizan en 5 microsegundos y las de acceso a memoria demandan 15 microsegundos. Si la operatoria total del sistema se realiza en 50 microsegundos, determine la mejora global del mismo cuando la unidad aritmética se reemplaza por una dos veces más rápida y la unidad de memoria se actualiza para soportar operaciones de acceso de 10 microsegundos. Como pasos intermedios:

2.1.- Hallar las fracciones mejoradas.

2.2.- Hallar las aceleraciones mejoradas.

3.- Un procesador A ejecuta una instrucción por ciclo de reloj cuando trabaja a 10 MHz de frecuencia. Se optimiza dicha operación en un procesador B (sucesor de A) que mejora las etapas F y Ex del ciclo de instrucción en un factor de 1,5. Un tercer procesador C (basado en B) optimiza la operación de las etapas finales del ciclo de instrucción duplicando la velocidad de cálculo de las mismas. Si se considera los siguientes tiempos para las etapas en el procesador A:

Etapa	F	D	Ex	Mem	Wb
Tiempo (nanosegundos)	20	10	40	20	10

3.1.- Cuál sería la aceleración global total de C respecto de B si la mejora de C se realiza sobre las etapas Mem y Wb?

3.2.- Calcular la misma aceleración si la mejora de C se implementa sobre las etapas Ex y Wb?.

4.- Para una carga dada de trabajo, el repertorio de instrucciones de un cierto sistema se resume en la siguiente tabla:

Tipo Instrucción	Control	Aritméticas	Transferencia de datos	Coma flotante
Promedio de uso	15%	47%	32%	6%
CPI	2	1	4	6

Se considera añadir un modo de direccionamiento indexado a la arquitectura de nuestro sistema. Para ello se modifica el compilador de manera que secuencias de instrucciones de la forma:

```
ADD R1, R1, R2  
LOAD R3, 64(R1)
```

se reemplazan por una nueva instrucción de transferencia con el nuevo modo de direccionamiento.

Se puede suponer que el nuevo modo de direccionamiento puede ser utilizado en el 25% de las operaciones de transferencia, y que el añadir este nuevo modo supone aumentar el ciclo de reloj un 5%. ¿Qué máquina es más rápida con esta carga de trabajo? ¿Por cuánto?

5.- Dos grupos de desarrollo en una empresa de procesadores han mejorado de forma independiente un procesador. El primer grupo ha mejorado la unidad de multiplicación del sistema en un 25%. El segundo ha mejorado la velocidad de acceso a memoria en un factor 3. Ningún cambio afecta ni al reloj del sistema ni al número de instrucciones. Suponer que un programa típico necesita para su ejecución 100 segundos. Dicho

programa utiliza el 10% del tiempo en multiplicaciones y el 57% en accesos a memoria, utilizándose el tiempo restante en otro tipo de operaciones. Se pide utilizando necesariamente la ley de Amdahl la aceleración global tras ambas mejoras.

6.- Se dispone de dos opciones para mejorar un computador. La primera consigue que las instrucciones de coma flotante se ejecuten 4 veces más rápido y la otra posibilidad es mejorar el interfaz de memoria haciendo que los accesos sean el doble de rápidos.

Para comprobar el rendimiento se ejecuta durante un tiempo un programa y se comprueba que, antes de las mejoras, el 25 % de este tiempo se utiliza en operaciones de coma flotante, el 50% en acceso a memoria y el resto en otras tareas. Se pide, utilizando la Ley de Amdahl:

- a) Indicar cuál de las dos mejoras es más efectiva si sólo se puede aplicar una de ellas.
- b) Calcular la aceleración global del sistema después de aplicar de forma consecutiva ambas mejoras.

7.- En un cierto ordenador se realiza una mejora en una parte del sistema, que implica reducir en un factor 10 el tiempo de ejecución en las instrucciones afectadas. Tras la mejora, dichas instrucciones utilizarán el 50% del tiempo total del sistema. Se pide:

- a) Cuál es la mejora que se obtiene
- b) Calcular el valor de la fracción de tiempo mejorada (F_m) en la citada mejora

8.- En un procesador, una instrucción de salto tarda en ejecutarse 10 ciclos, frente al resto que sólo tardan 1 ciclo. Una mejora en la unidad de control permite ejecutar las instrucciones de salto en la mitad de ciclos. Adicionalmente con la mejora se permite al reloj del sistema aumentar su frecuencia un 25%. Si las instrucciones de salto representan un 10% del total, calcular utilizando la ley de Amdahl:

- a) La aceleración global aplicando solamente la primera mejora.
- b) La aceleración global aplicando ambas mejoras simultáneamente.

9.- Considerar un programa P con la siguiente mezcla de operaciones: multiplicación en coma flotante (MCF) 10%, suma en coma flotante (SCF) 15%, división en coma flotante (DCF) 5% y operaciones con enteros (INT) 70 %. P corre en un sistema convencional que no dispone de unidad de coma flotante. Debe emular las operaciones que así lo requieran. El número de instrucciones enteras necesarias en cada emulación es $MCF=30$ INT, $SCF=20$ INT, $DCF=50$ INT. Suponer que cualquier instrucción entera necesita dos ciclos de reloj, y que la frecuencia de trabajo es de 100MHz.

- a) Se han incorporado instrucciones de coma flotante como mejora del sistema original. El número de ciclos de reloj para cada tipo de operación se reduce a $MCF=6$ ciclos, $SCF=4$ ciclos y $DCF=10$ ciclos.
- b) En una segunda alternativa el número de ciclos de reloj para cada tipo de operación se reduce a $MCF=15$ ciclos, $SCF=2$ ciclos y $DCF=10$ ciclos.

Se pide, aplicando la ley de Amdahl, calcular la aceleración global de cada versión del sistema mejorado.

10.- La siguiente función en C `strcpy` copia un string y al string x. Utiliza el byte null (0x00) como final del string.

```
void strcpy (char x[], char y[])
{ int i;
  i = 0;
  while ((x[i] = y[i]) != '\0') //copia y detecta el byte null
    i++;
}
```

El código correspondiente en ensamblador de MIPS se muestra debajo. Las direcciones base de los arreglos x e y se encuentran en los registros $\$a0$ y $\$a1$. Como la variable i se almacena en el registro $\$s0$, su contenido se preserva en la memoria externa (pila apuntada por $\$sp$).

I1	<code>strcpy: addi \$sp, \$sp, -4 # ajustar la pila para un item más</code>
I2	<code>sw \$s0, 0(\$sp) # guardar \$s0</code>
I3	<code>add \$s0, \$zero, \$zero # i = 0 + 0</code>
I4	<code>L1: add \$t1, \$s0, \$a1 # dirección de y[i] en \$t1</code>
I5	<code>lbu \$t2, 0(\$t1) # \$t2 = y[i]</code>
I6	<code>add \$t3, \$s0, \$a0 # dirección de x[i] en \$t3</code>

I7	sb \$t2, 0(\$t3)	# x[i] = y[i]
I8	beq \$t2, \$zero, L2	# si y[i] == 0 saltar a L2
I9	addi \$s0, \$s0, 1	# i++
I10	j L1	# saltar a L1
I11	L2: lw \$s0, 0(\$sp)	# restaurar \$s0 original
I12	Addi \$sp, \$sp, 4	# ajustar la pila para un ítem menos
I13	jr \$ra	# return

NOTA: x e y son arreglos de char (un byte), por eso se utilizan las instrucciones `lbu` (carga un byte y llena con ceros el resto del registro) y `sb` (guarda el byte menos significativo).

- a) Listar todos los riesgos RAW respetando el formato del ejemplo: I1 con I2 por \$sp.
- b) Indicar que instrucciones ocasionan riesgos de control.
- c) Si el procesador MIPS tiene unidad de adelantamiento, el banco de registros es capaz de leer y escribir el mismo registro en un ciclo de reloj, la dirección de los saltos incondicionales se calcula en la 2da etapa y para los saltos condicionales se usa predicción estática por salto no efectivo, ¿cuántos ciclos de reloj son necesarios para la ejecución de `strcpy`? Suponer un tamaño medio de 10 caracteres (más null) por *string*.
- d) Si `strcpy` se implementara como una macro sustitución (`#define`), ¿cuáles serán las instrucciones a ejecutar en el MIPS?
- e) ¿Cuántos ciclos de reloj son necesarios para la ejecución de la macro? Considerar el mismo procesador que en c)
- f) Calcular la aceleración de la alternativa mediante macro sustitución respecto de la función original.
- g) Si un programa de referencia usa la versión original de `strcpy` el 30% del tiempo, ¿qué aceleración puede tenerse usando la segunda alternativa?

11.- Si una mejora implica una aceleración global máxima de 700%, cual es la fracción que involucra mejoras?. Cuál es la aceleración necesaria en esa fracción?.