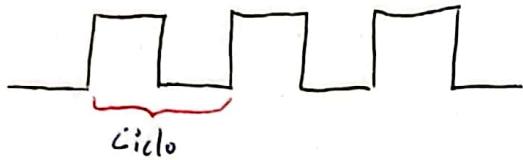


TEMA 1 RENDIMIENTO

TIEMPO DE EJECUCIÓN



- Tiempo de CPU del usuario
- Tiempo de CPU utilizado por el sistema
- Tiempo de CPU = Tiempo de CPU del usuario + Tiempo de CPU utilizado por el usuario

• Tiempo de CPU = Número de ciclos de reloj de la CPU $\times T_c$

T_c = Duración del ciclo de reloj

$$\text{Tiempo de CPU} = \frac{\text{Número de ciclos de reloj de la CPU}}{F_c}$$

F_c = Frecuencia de reloj

$$F_c = \frac{1}{T_c}$$

• $CPI = \frac{\text{Número de ciclos de reloj de la CPU}}{NI}$

NI = Número de instrucciones

• Tiempo de CPU = $NI \cdot CPI \cdot T_c$

$$\text{Tiempo de CPU} = \frac{NI \cdot CPI}{F_c}$$

• Número de ciclos de reloj de la CPU = $\sum_{i=1}^n CPI_i \cdot NI_i$

• Tiempo de CPU = $\left(\sum_{i=1}^n CPI_i \cdot NI_i \right) \cdot T_c$

$$\text{Tiempo de CPU} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n CPI_i \cdot NI_i \right)}{F_c}$$

• $CPI = \frac{\left(\sum_{i=1}^n CPI_i \cdot NI_i \right)}{NI} = \sum_{i=1}^n CPI_i \cdot \frac{NI_i}{NI}$

MIPS

$$\bullet \text{ MIPS} = \frac{\text{NI}}{\text{Tiempo de ejecución} \cdot 10^6} = \frac{1}{\text{CPI} \cdot 10^6 \cdot T_c} = \frac{F_c}{\text{CPI} \cdot 10^6}$$

$$\bullet \text{ Tiempo de ejecución} = \frac{\text{NI}}{\text{MIPS} \cdot 10^6}$$

MFLOPS

$$\bullet \text{ MFLOPS} = \frac{\text{Número de operaciones de punto flotante}}{\text{Tiempo de ejecución} \cdot 10^6}$$

RENDIMIENTO RELATIVO

X es n% más rápido que Y

$$\bullet \frac{\text{Rendimiento X}}{\text{Rendimiento Y}} = \frac{\text{Tiempo de ejecución Y}}{\text{Tiempo de ejecución X}} = 1 + \frac{n}{100}$$

$$\bullet n = \frac{\text{Tiempo de ejecución Y} - \text{Tiempo de ejecución X}}{\text{Tiempo de ejecución X}} \cdot 100$$

LEY DE AMDAHL

$$\bullet \text{ Aceleración de rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento de la tarea con la mejora}}{\text{Rendimiento de la tarea sin la mejora}} = \frac{\text{Tiempo de ejecución de la tarea sin la mejora}}{\text{Tiempo de ejecución de la tarea con la mejora}}$$

$$\bullet \text{ Tiempo de ejecución nuevo} = \text{Tiempo de ejecución antiguo} \cdot \left((1 - \text{Fracción mejorada}) + \frac{\text{Fracción mejorada}}{\text{Aceleración mejorada}} \right)$$

$$\bullet \text{ Aceleración global} = \frac{\text{Tiempo de ejecución antiguo}}{\text{Tiempo de ejecución nuevo}} = \frac{1}{(1 - \text{Fracción mejorada}) + \frac{\text{Fracción mejorada}}{\text{Aceleración mejorada}}}$$

EJERCICIOS TEMA 1

EJEMPLO 1 (Tiempo de ejecución) p. 11

CPU A

```

=====
=====
CMP R1, #0 ← 20%
be 100 ← 20%
=====
100: =====
    
```

CPU B

```

=====
=====
b2 R1, 100
=====
100: =====
    
```

La propia instrucción hace la comparación

Ambos códigos hacen lo mismo.

$$F_A > F_B$$

	A	B
100 instuc.	<div>20% be</div> <div>20% CMP</div> <div>60%</div>	<div>25% be</div> <div>75%</div>
	80 instuc.	

$$\frac{20}{80} = 0'25 \rightarrow 25\%$$

$$\frac{60}{80} = 0'75 \rightarrow 75\%$$

$$F_A = 1'25 F_B$$

$$NI_B = 0'8 NI_A$$

$$T_{CPU_A} = \frac{NI_A \cdot CPI_A}{F_A} = \frac{NI_A \cdot 1'2}{F_A}$$

$$CPI_A = \sum_{i=1}^n CPI_{Ai} \cdot \frac{NI_{Ai}}{NI_A} = 2 \cdot 0'2 + 1 \cdot 0'2 + 1 \cdot 0'6 = 1'2$$

$$T_{CPU_B} = \frac{NI_B \cdot CPI_B}{F_B} = \frac{0'8 NI_A \cdot 1'25}{F_A / 1'25} = \frac{NI_A \cdot 1'25}{F_A}$$

$$CPI_B = \sum_{i=1}^n CPI_{Bi} \cdot \frac{NI_{Bi}}{NI_B} = 2 \cdot 0'25 + 1 \cdot 0'75 = 1'25 = \frac{2 \cdot 0'2 + 1 \cdot 0'6}{0'8}$$

La CPU A será más rápida

EJEMPLO 2 (Tiempo de ejecución) p. 12

$$F_A = 1'1 F_B$$

$$T_{CPU_A} = \frac{N_{I_A} \cdot CPI_A}{F_A} = \frac{N_{I_A} \cdot 1'2}{F_A}$$

$$T_{CPU_B} = \frac{N_{I_B} \cdot CPI_B}{F_B} = \frac{0'8 N_{I_A} \cdot 1'25}{\frac{F_A}{1'1}} = \frac{N_{I_A} \cdot 1'1}{F_A}$$

La CPU B será más rápida

EJEMPLO 3 (Tiempo de ejecución) p. 13

A

No se van a utilizar más, luego no tiene sentido guardarlos en un registro (A, B)

ld R1, @a
ld R2, @b
add R3, R2, R1 // R3 = R2 + R1

CPI = 1

B

Aritmética en memoria

ld R2, @b
add R3, R2, @a

CPI = 2 (tiene que acceder a memoria)

$F_{C_A} = F_{C_B}$

$$T_{CPU_A} = \frac{N_{I_A} \cdot CPI_A}{F_C} = \frac{N_{I_A} \cdot 1'57}{F_C}$$

$$CPI_A = 1 \cdot 0'43 + 2 \cdot 0'21 + 2 \cdot 0'12 + 2 \cdot 0'24 = 1'57$$

$$T_{CPU_B} = \frac{N_{I_B} \cdot CPI_B}{F_C} = \frac{0'8925 N_{I_A} \cdot 1'9076}{F_C} = \frac{N_{I_A} \cdot 1'7025}{F_C}$$

$$CPI_B = \frac{(0'43 \cdot 0'25) \cdot 2 + (0'43 \cdot 0'75) \cdot 1 + (0'21 - 0'43 \cdot 0'25) \cdot 2 + 0'12 \cdot 2 + 0'24 \cdot 3}{(1 - 0'43 \cdot 0'25)} = 1'9076$$

$$N_{I_B} = (1 - 0'43 \cdot 0'25) N_{I_A} = 0'8925 N_{I_A}$$

El cambio NO mejora el rendimiento de la CPU

EJEMPLO 1 (MIPS)

$$CPI_{\text{antiguo}} = 1'57$$

$$CPI_{\text{nuevo}} = \frac{0'43 \cdot 0'5 \cdot 1 + 0'57 \cdot 2}{(1 - 0'43 \cdot 0'5)} = 1'73$$

$$F_c = 50 \text{ MHz} = 50 \cdot 10^6 \rightarrow T_c = \frac{1}{5 \cdot 10^6} = 20 \cdot 10^{-9} = 20 \text{ ns}$$

$$MIPS_{\text{antiguo}} = \frac{F_c \frac{\text{ciclos}}{\text{segundo}}}{CPI_{\text{antiguo}} \frac{\text{ciclos}}{\text{instrucción}} \cdot 10^6} = \frac{50 \cdot 10^6}{1'57 \cdot 10^6} = \boxed{31'85 \text{ MIPS}}$$

$$MIPS_{\text{nuevo}} = \frac{F_c}{CPI_{\text{nuevo}} \cdot 10^6} = \frac{50 \cdot 10^6}{1'73 \cdot 10^6} = \boxed{28'9 \text{ MIPS}}$$

$$T_{\text{CPU}}_{\text{antiguo}} = \frac{NI_{\text{ant}} \cdot 1'57}{F_c}$$

$$T_{\text{CPU}}_{\text{nuevo}} = \frac{NI_{\text{nuevo}} \cdot 1'73}{F_c} = \frac{(1 - 0'43 \cdot 0'5) NI_{\text{ant}} \cdot 1'73}{F_c} = \boxed{\frac{NI_{\text{ant}} \cdot 1'358}{F_c}}$$

$$NI_{\text{nuevo}} = (1 - 0'43 \cdot 0'5) NI_{\text{ant}}$$

La CPU nueva será mejor

EJEMPLO 1 (Rendimiento relativo)

$$T_A = 4_s \quad T_B = 2_s$$

B respecto de A

$$\frac{\text{Rend. B}}{\text{Rend. A}} = \frac{T_A}{T_B} = 2 = \left(1 + \frac{n}{100}\right) \rightarrow n = 100\%$$

A respecto de B

$$\frac{\text{Rend. A}}{\text{Rend. B}} = \frac{T_B}{T_A} = 0'5 = \left(1 + \frac{n}{100}\right) \rightarrow n = -50\%$$

4 y 5

EJEMPLO 2 (Rendimiento Relativo)

$$121\% \text{ — } 1000$$

$$100\% \text{ — } x$$

$$x = 826'44$$

EJEMPLO 1 (Ley de Amdahl)

	1ª PARTE	2ª PARTE	TOTAL	Aceleración mejorada	Aceleración global
Pie	20	50	70h	$50/50 = 1$	$70/70 = 1$
Bici	20	20	40h	$50/20 = 2'5$	$70/40 = 1'8$
Hyundai	20	4	24h	$50/4 = 12'5$	$70/24 = 2'9$
Ferrari	20	1'67	21'67h	$50/1'67 = 30$	$70/21'67 = 3'2$
Avión	20	0'33	20'33h	$50/0'33 = 150$	$70/20'33 = 3'4$

$$\text{Fracción mejorada} = \frac{50}{70} = 0'71$$

EJEMPLO 2 (Ley de Amdahl)

$$\text{Fracción mejorada} = 0'4$$

$$\text{Aceleración mejorada} = 10$$

$$\text{Aceleración global} = \frac{1}{(1-0'4) + \frac{0'4}{10}} = 1'56$$

EJEMPLO 3 (Ley de Amdahl)

$$\text{Fracción mejorada} = 0'5$$

$$\text{Precio} = P$$

$$\text{Aceleración mejorada} = 5$$

$$\text{Aceleración global} = \frac{1}{(1-0'5) + \frac{0'5}{5}} = 1'67 \rightarrow 67\%$$

$$PL_{\text{viejo}} = P = \frac{P \cdot 2}{3} + \left(\frac{P}{3} \right)^{\text{CPU}}$$

$$PL_{\text{nuevo}} = \frac{P \cdot 2}{3} + \frac{5P}{3} = \frac{7P}{3}$$

$$\frac{PL_{\text{nuevo}}}{PL_{\text{viejo}}} = \frac{7}{3} = 2'33 \rightarrow 133\%$$

No merece la pena gastarse un 133% más para un 67% de mejora.